

# Primjena mikoriznih gljiva u poljoprivrednoj proizvodnji

---

**Ravnjak, Boris**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:235461>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA SROSSMAYERA  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Boris Ravnjak

Sveučilišni diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo,

Smjer Vinogradarstvo i vinarstvo

**PRIMJENA MIKORIZNIH GLIJVA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2015.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA SROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Boris Ravnjak

Sveučilišni diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo,

Smjer Vinogradarstvo i vinarstvo

**PRIMJENA MIKORIZNIH GLIJVA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc. dr. sc. Sanda Rašić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. prof. dr. sc. Gordana Bukvić, član
4. izv. prof. dr. sc. Drago Bešlo, zamjenski član

**Osijek, 2015.**

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Karakteristike gljiva .....	2
2.2. Mikoriza.....	2
2.3. Vrste mikorize .....	5
2.3.1. Endomikoriza i ektomikoriza.....	5
2.3.2. Ektoendomikoriza, erkoidna i orhidejska mikoriza .....	7
2.4. Proces mikorizacije.....	8
2.5. Mikoriza u poljoprivrednoj proizvodnji .....	9
2.5.1. Primjena mikrobioloških cjepiva .....	10
2.5.2. Primjena biostimulatora mikorize .....	12
2.5.3. Inokulacija mikoriznih gljiva .....	12
3. REZULTATI.....	15
3.1. Učinci mikorize na uzgoj masline i vinove loze.....	15
3.2. Učinci mikorize na uzgoj povrtnih kultura.....	18
3.3. Uporaba arbuskularno-mikoriznog gnojiva.....	21
3.4. Učinci mikorize na prinos slatkog krumpira .....	23
3.5. Utjecaj arbuskularno-mikoriznih gljiva na rast i razvoj crvenolisne šljive ( <i>Prunus cerasifera</i> L.) .....	26
4. RASPRAVA .....	31
5. ZAKLJUČAK .....	32
6. POPIS LITERATURE .....	33
7. SAŽETAK .....	36
8. SUMMARY .....	37
9. POPIS SLIKA .....	38
10. POPIS TABLICA .....	40

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

# 1. UVOD

Život biljaka često promatramo kroz rast i razvitak njihovih stabljika, lišća i plodova te njezinog korijenja koje ju fiksira za tlo i osigurava joj neophodne hranjive tvari i vodu iz tla koji su neophodni za njezin rast. Međutim, iako na prvi pogled vidimo biljke kao zasebne jedinice, iz podzemne su perspektive njihovi životi puno isprepleteniji. Naime, njihovo je korijenje međusobno umreženo i intenzivno komunicira. Osim što utječu jedna na drugu te osim što na njih utječu vanjski čimbenici poput vlage, hranjivih soli, tip tla i način obrade tla, tu je još jedan vrlo važan čimbenik – organizmi u tlu. Tlo nije mrtvi skup minerala i organskih tvari u kojem se događa mehaničko uzimanje hranjivih tvari i vode od strane biljaka, već mjesto u kojem buja život. U tlu su najzastupljeniji mikroorganizmi, od kojih mnogi imaju vrlo povoljan utjecaj na biljke. 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 u intenzivnim odnosima s korijenjem susjednih biljaka. Neke preferiraju određene porodice biljaka, dok su druge rasprostranjene u većine biljaka. 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 iznesena istraživanja o utjecaju mikorize na uzgoj pojedinih kultivara.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Karakteristike gljiva

Gljive su organizmi koji imaju neke osobine biljaka (imaju stanični zid koji je različite građe staničnog zida biljaka), ali i neke osobine životinja (koriste gotovu hranu, a u sastavu staničnog zida 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 materijala 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 granaju u svim pravcima; one su tanje od korijenovih dlačica te lakše prodiru u tlo, istražuju ga i usvajaju iz njega hranjive tvari. Pored bakterija, gljive su najznačajniji razlagači organskih tvari u kopnenim i nekim vodenim ekosustavima, 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.

### 2.2. Mikoriza

Riječ mikoriza dolazi od grčkih riječi *mukes* (gljiva) i *rhizos* (korijen) (Radić, 2013.). Pojam se odnosi na uzajamno koristan simbiotski odnos korijenja viših biljaka i mikroskopskih gljiva u tlu. Riječ je o posebnoj vrsti mikroskopskih gljiva koje ne mogu živjeti samostalno, već isključivo u suživotu s korijenom biljaka. Mikorizu je otkrio poljski botaničar Franciszek Kamiński, davne 1880. godine te je zatim o svojem otkriću objavio i znanstveni rad (Čolić, 2013.).

Tvorbe mikoriznih gljiva pronađene su u najstarijim fosilnim ostacima biljaka (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. Pretpostavlja se da su mikorizne gljive bile patogeni koji su invadirali biljke, no s obzirom na izraziti manjak fosfora u biljnom tkivu morale su za svoju dobrobit produžiti svoje nastavke do zemlje i same pribaviti fosfor. Od tada pa sve do danas traje njihovo partnerstvo s drugim biljkama.

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 ekosustava. Više od 90% biljnih vrsta prirodno stvara takav simbiotski odnos, a mikoriza je primjenjiva u šumarstvu, vinogradarstvu, maslinarstvu, kod uzgoja povrća, voća, jestivih gljiva, ukrasnog i sobnog bilja, kao i pri njezi travnjaka. Mikorizom se postiže i znatna ušteda u trudu i vremenu uloženom u uzgoj kultura, kao i u utrošku vode, gnojiva te sredstava za zaštitu bilja. Povrtne i voćne kulture daju više plodova uz manji uloženi trud, a začinsko bilje i cvijeće intenzivnije mirišu, a trajnice lakše prežive zimu i u proljeće su vitalnije.

U simbiotskoj zajednici gljiva pomaže biljci kako bi brže i efikasnije usvojila vodu i minerale iz tla, a gljiva od biljke uzima gotovu organsku hranu koju biljka stvara u procesu fotosinteze (Bugarčić, 2015.). Hife mikoriznih gljiva povećavaju aktivnu površinu korijena biljke do 1000 puta te na taj način znatno povećavaju volumen tla iz kojeg korijen crpi hranjive tvari. Da bi se hife gljiva izgradile i rasle, potrebno im je manje energije, nego što je to potrebno biljci za izgradnju korijenovih dlačica. Rezultat mikorize je bolji rast i razvoj, ali i razmnožavanje. Mikorizom gljiva od biljke dobiva ugljikohidrate te se procjenjuje da endomikoriza troši između 4 i 20% ukupnog ugljika fiksiranog tijekom fotosinteze. Od toga 83% troši sama gljiva, dok se ostatak potroši na pojačani transport tvari te na druge promjene u metabolizmu korijena. Ektomikoriza može poboljšati apsorpciju dušika, dok je endomikoriza značajna i za bolju apsorpciju metala u tragovima poput cinka i bakra.

Prednosti mikorize su sljedeće: (Bugarčić, 2015.) (Čolić, 2013.)

- 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 biljkinih 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% smanjuje potrošnju vode;
- smanjuje potrošnju gnojiva i sredstava za zaštitu bilja do 35%;
- ubrzava rast biljke te za 25% povećava urod i kvalitetu plodova.



## 2.3. Vrste mikorize

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

### 2.3.1. Endomikoriza i ektomikoriza

Endomikorizu čine gljivice koje se mogu pronaći unutar svakog tla, odnosno endomikorize čine 4/5 biljaka na kopnu, a raširene su po svim kontinentima (Bugarčić, 2015.). Endomikoriza je poznata i pod nazivima arbuskularna mikoriza i vezikularno-arbuskularna mikoriza, a ti se nazivi temelje na tvorevinama koje gljive čine unutar stanica korijena biljke domaćina, što olakšava protok hranjivih tvari kroz hife. Smatraju se vrlo važnima za kolonizaciju kopna biljkama, kao i njihovu evoluciju. Imaju nizak stupanj specifičnosti u odnosu na biljku domaćina, stoga su vrlo uspješne u preživljavanju. Većinom se javljaju sa zeljastim te drvenastim tropskim biljnim vrstama. Najvažnije poljoprivredne kulture koje čine endomikorizu su kukuruz, ječam, pšenica, soja, raž, proso, riža, leguminoze, vinova loza, maslina, krumpir, rajčica, luk, paprika, celer, češnjak, salata, šparoga, suncokret, duhan, kava, čajevac, kaučuk, kakao te voćne vrste - banana, jabuka, kruška, šljiva, breskva, trešnja, badem, smokva, jagoda, kiwi, citrusi (limun, naranča, mandarina) i ukrasno bilje. (Gluhčić, 2014.)

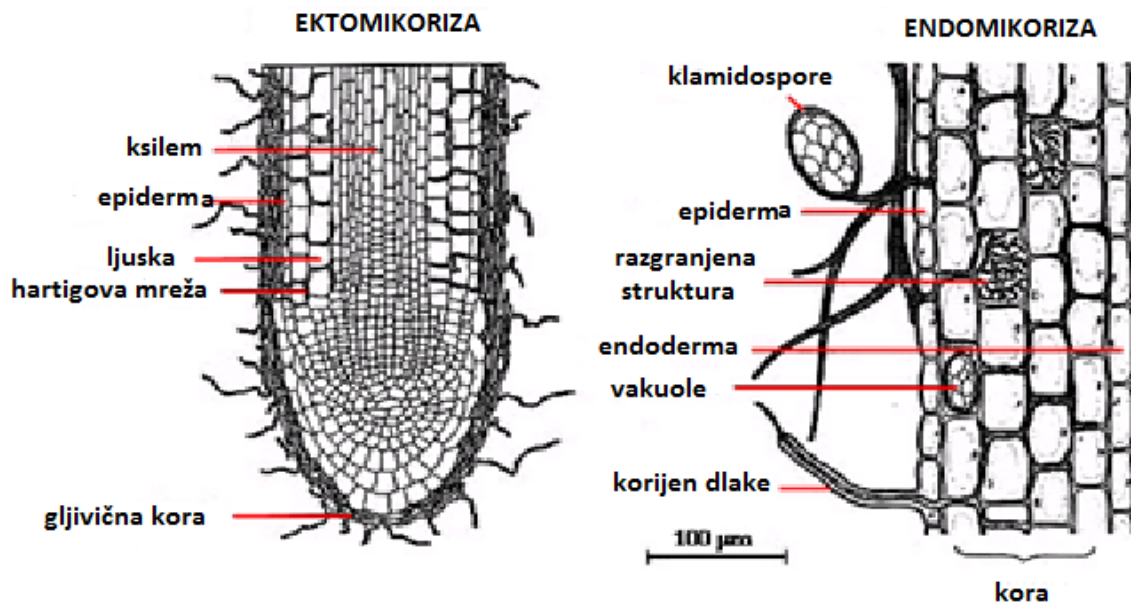


Slika 1. (A) Razvoj luka tretiranog s endomikorizom / (B) kontrola, supstrat treset/perlit/vermikulit, 3 tjedna od inokulacije (izvor: Draguzet, A., 2015. *Mikoriza od pustinja stvara plodne oaze*.<http://www.agroklub.com/sumarstvo/mikoriza-od-pustinja-stvara-plodne-oaze/16472/>)

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*, *Cariophyllaceae* (karanfili), *Juncaceae* (sitovi) te porodice *Lupinus* (Bugarčić, 2015.).

Endomikoriza je prisutna i kod velikog broja biljaka koje inače imaju ektomikorizu, stoga je puno raširenija od nje. Utvrđeno je oko 250 vrsta gljiva koje čine endomikorizu, a one spadaju u odjeljak *Glomeromicota*. Najvažniji je razred *Glomerales* te porodica *Glomeraceae*, koja se najviše upotrebljava u istraživanjima te komercijalnim cjepivima *Glomus intraradices*.

Ektomikorizu čine gljivice koje obavijaju korijen biljke domaćina (Bugarčić, 2015.). Hife gljive ne prodiru u stanice korijena biljke, već ju obavijaju čineći tzv. Hartigovu mrežu. Ona se većinom javlja kod drveća, onog šumskog, ali i kod uzgajanih voćki poput šljiva i kruški. Međutim, ektomikoriza je ustanovljena i kod nekih monokotiledonih biljaka te kod papratnjača. Ustanovljena je kod 95% vrsta iz porodice *Pinaceae* (borovi), 94% vrsta iz porodice *Fagaceae* (bukve – kesten), 83% vrsta iz porodice *Salicaceae* (vrbe) te 70% vrsta iz porodice *Betulaceae* (breze). Ektomokorizu čini preko 5 000 vrsta gljiva, a one spadaju u razrede *Ascomicetes*, *Zigomicetes* i *Basidiomicetes*. Ektomikorizne su gljive po broju vrsta specifičnije u pogledu izbora domaćina od endomikoriznih. Ektomikorizne gljive uspostavljaju ektomikorizu s oko 3 000 drveća i žbunja, što čini oko 5% kopnenih biljaka. One stvaraju plodna tijela na površini, a neke vrste rastu samo ispod crnogorice, neke samo ispod bjelogorice, a neke pak kod obje skupine drveća. Neke su strogo vezane samo za jednu porodicu i vrstu drveća, npr. Brezov đed, toplov đed, turčin i smeđi šupljikavac.



Slika 2. Razlika u građi između endomikorize i ektomikorize (izvor: Kristek, S. (2007.) *Agroekologija – predavanja prilagođena studentima stručnih studija smjerova Hortikultura i Ratarstvo*. Osijek)

### 2.3.2. Ektoendomikoriza, erkoidna i orhidejska mikoriza

Ektoendomikoriza označava prijelazni oblik između ekto i endomikorize (Bugarčić, 2015.). Erikoidna i orhidejska mikoriza su specifične za borovnice, brusnice i orhideje. Borovnice i brusnice ne mogu preživjeti bez mikorize jer nemaju razvijene korijenove dlačice. Sjemenke orhideja nemaju zalihi hranjivih tvari, stoga ne mogu klijati bez pomoći mikorize.

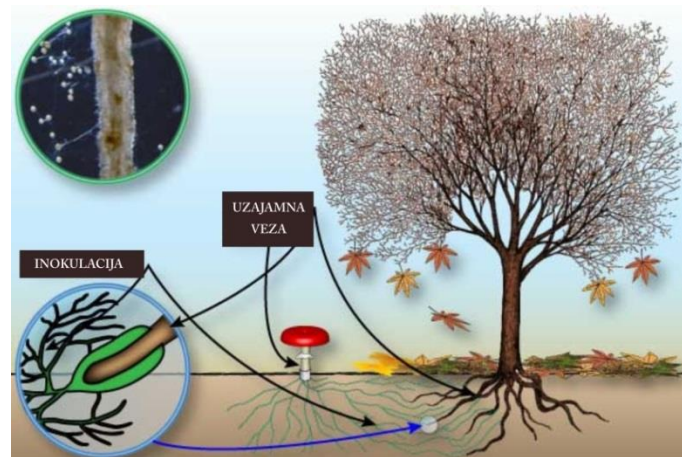
Postoje ekto i endomikorizne gljive koje su niskog afiniteta u pogledu izbora domaćina. Te gljive uspostavljaju veze s biljkama ne samo iste vrste, već i između različitih biljnih vrsta. U pravilu su endomikorizne gljive nisko specifične, a ektomikorizne gljive visoko specifične u izboru biljaka domaćina. Jedna biljka može biti istovremeno u mikoriznom odnosu s više vrsta gljiva, a ista gljiva može istovremeno inficirati više jedinki iste, ali i različitih vrsta. Dakle, jedna biljka može istovremeno imati i ekto i endomikorizu. Na taj se način stvara mreža putem koje se ugljikohidrati i mineralne hranjive tvari mogu izmjenjivati između različitih jedinki. Taj mehanizam poboljšava konkurentnost nekih invazivnih biljnih vrsta, opskrbljivanje biljaka s dušikom (mahunarke), pomaže opstanku mladica u šumi ispod krošnji

starih stabala te drugo. Više je jedinki povezano jednim zajedničkim micelijem te između njih postoji protok fotoasimilata, dušika i minerala.

## 2.4. Proces mikorizacije

Postupak mikorizacije provodi se samo jedan put, aplikacijom isključivo na sjeme ili na korijen biljke (Čolić, 2013.). Nakon primjene, kolonije gljive će se same raširiti u zemlji, a za godinu-dvije kad se prošire, korist će biti još veća. Kolonije ovih vrijednih gljivica mogu biti uništene erozijom, obradom tla ili sličnim aktivnostima. Kad se jednom poremete, teško i sporo oporavljaju, stoga je najbolje suzdržati se od obrade tla jer to može biti vrlo kontraproduktivno. Uz mikorizaciju, korisno je upotrijebiti i kvalitetno organsko gnojivo te svake godine tlo opskrbiti mješavinom dobrog komposta i humusa, nakon čega treba ostaviti biljke da neometano rastu i napreduju.

Simbiotsku zajednicu mikorize možemo slikovito zamisliti kao produžetak korijena biljke (Radić, 2013.).



Slika 3. Mikorizacija – simbiotska zajednica (izvor: Pavlović, K. (2015.) *Mikoriza – sufinanciranje iz sredstava EU*, <http://www.agroburza.hr/2015/05/mikoriza-sufinanciranje-iz-sredstava-eu/>)

Korijen se od grubog dijela dijeli na sve tanje i finije, a zatim se na korijenje biljaka nastavljaju nastavci gljive, golom oku nevidljivi. Tim se mikroskopskim produžecima mikoriznih gljiva uvišestručuje površina korijena, kao i volumen tla iz kojeg biljka može crpiti hranjive tvari. Kad se spore tih gljiva nađu u blizini korijena, dobiju kemijski signal za

aktivaciju, počnu puštati nastavke prema korijenu te prodiru među njegove stanice. Tamo zatim stvaraju različite tvorbe preko kojih izmjenjuju tvari s biljkom, nakon čega slijedi puštanje gljivinih nastavaka iz korijena prema tlu, odakle će biljke učinkovitije crpiti hranjive tvari i vodu.

## 2.5. Mikoriza u poljoprivrednoj proizvodnji

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.

Mikorize se bolje razvijaju pri smanjenoj učestalosti oranja (kojim se ruše njihove mreže), pri postojanju stalnog zelenog pokriva, kao u uvjetima manjeg korištenja pesticida i sintetskih gnojiva. Primjena je mikoriznih gljiva jedan od elemenata održive, odnosno ekološke proizvodnje. Uštede poljoprivrednika su velike, a još je važnije očuvanje plodnost tla i smanjeno onečišćenje. Ove gljive pokazuju svoju najveću korist kod primjene organskih gnojiva. U tim se uvjetima osim njih razvijaju i drugi korisni mikroorganizmi. Na tržištu su dostupni komercijalni proizvodi koji sadrže mikorizne gljive, koji se nazivaju bioregulatorima, biognojivima ili biozaštitnicima.



Slika 4. Mikroskopski prikaz mikoriznih gljiva (izvor: BBC – Science and Environment (2013.) *Fungus network plays role in plant communication*, dostupno na: <http://www.bbc.com/news/science-environment-22462855>)

Dokazano je da određeni tipovi mikoriznih gljiva utječu na poboljšani kvalitativni sastav plodova. One su sposobnije tolerirati okolišni stres nego nemikorizirane biljke. Mrežom svojih nastavaka (hifa), značajno poboljšavaju fizičku strukturu tla. Izlučuju glomalin koji je osobito važan u stvaranja agregata u tlu i njegovu stabiliziranju jer međusobno veže čestice tla i na taj način sprječava erozijske procese. Osim toga, mikorizne gljive svojim umrežavanjem značajno povećavaju prozračnost tla.

Biljne vrste poput uljane repice, repe, šećerne repe, špinata i lupine, neuspostavljaju mikorizne odnose (Draguzet, 2015.). Osim njih, mikorizne odnose ne uspostavljaju ni kupusnjače poput kelja, cvjetače, brokule, rotkvice i dr. Neke biljke poput orhideje, brusnice i borovnice ne mogu klijeti, rasti niti se razvijati bez prisustva gljiva (Bugarčić, 2015.). Osim njih, bez mikorize ne mogu preživjeti ni luk, kukuruz, trave i leguminoze. Te se biljne vrste nazivaju obligatnim mikotrofima. S druge strane tu su fakultativni mikotrofi, odnosno žitarice, biljne vrste koje preživljavaju uz više doze gnojidbe. Na mikorizu odlično reagiraju i kulture koje zahtijevaju više vode poput lubenica, dinja, buča, rajčice, krastavaca, paprika, jagoda i dr.

Na mikrobiološku aktivnost u tlu, kao i na ekto i endomikorizne gljive, pozitivan utjecaj imaju reduciranje duboke obrade, preferiranje podrivanja pred okretanjem zemlje, plodored, zelena i organska gnojidba, izostavljanje upotrebe herbicida te manja upotreba fosfornih gnojiva, insekticida i fungicida.

### **2.5.1. Primjena mikrobioloških cjepiva**

Mikrobiološka je cjepiva moguće primijeniti tako da se određena količina prilikom sadnje biljke doda pod sjeme, lukovicu ili sadnicu, što će omogućiti korijenu biljke da se poveže s korijenom gljive (Draguzet, 2015.). Prije primjene cjepiva, potrebno je odabrati prikladan soj gljivica za određenu kulturu, tlo i klimu. Najisplativija je primjena cjepiva na manjim površinama gdje se u gustom sklopu uzgajaju sadnice, odnosno rasadnici. Primjena mikoriznih cjepiva na većim površinama kod ratarskih kultura poput pšenice, ječma, kukuruza, suncokreta i mahunarki, ekonomski je neisplativa jer zahtijeva veliku količinu cjepiva koju teško proizvesti, ali i nabaviti. Pokušaji primjene cjepiva na sjeme zasad ne funkcioniraju, a strojna primjena cjepiva u polju uz sjetvu ratarskih kultura još uvijek nije

usavršena i ne zadovoljava. Potrebno je voditi računa i o kvaliteti cjepiva, a ponekad nije ni potrebno dodavati mikorizno cjepivo u određeno tlo zbog, primjerice, visokog sadržaja pristupačnog fosfora ili prisutnosti autohtonih i učinkovitih endomikoriznih gljiva.

Mikorizno se cjepivo sastoji od spora i dijela korijena s hifama sojeva endomikoriznih gljiva na supstratu i nosaču, najčešće mljevenoj ekspanziranoj glini koja omogućuje duže preživljavanje gljiva u tlu. Cjepiva mogu biti u obliku mikoriznog micelija ili u obliku suhih preparata (spora) (Novak i Benko, 2013.). Živi mikorizni micelij nalazi se u vodenoj otopini u obliku gela i ima trajnost od čak nekoliko godina na temperaturi od oko 0<sup>0</sup> C, a svoju funkciju gubi ako se osuši ili pregrije.



Slika 5. Mikorizno cjepivo (izvor: B. Novak i B. Benko (2013.) *Mikoriza u uzgoju povrća*, *Gospodarski list* 1/2103., <http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/>)

Prednost takvog cjepiva je mogućnost gljiva da zbog živih hifa lako i brzo stupe u simbiozu s biljkom, dok je kod primjene suhog cjepiva u obliku spora uspostava mikorize sporija.

### **2.5.2. Primjena biostimulatora mikorize**

Koncentracija autohtonih endomikoriznih gljiva često je nedovoljna, stoga je upotreba biostimulatora vrlo važna u poboljšanju razvoja lokalnih, autohtonih mikoriznih gljiva (Draguzet, 2015.). Osim toga, konvencionalan način proizvodnje umanjuje broj i aktivnost autohtonih mikoriznih gljiva na tim površinama, stoga je prije prelaska na ekološki uzgoj potrebno dodati mikorizne gljive ili potaknuti njihov razvoj biostimulatorima.

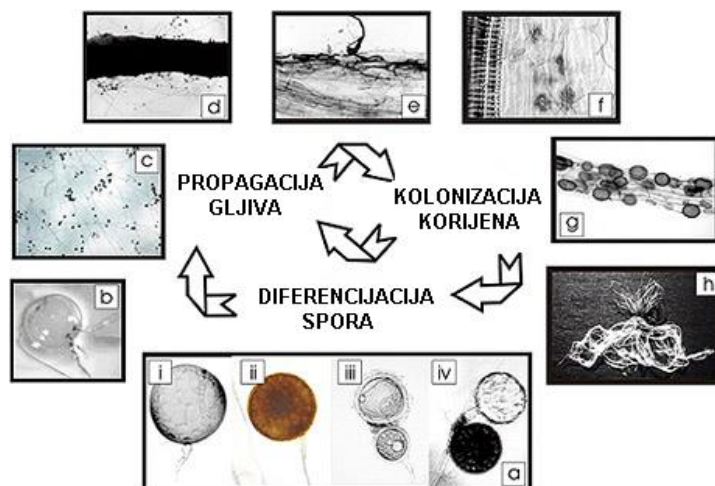
Primjena biostimulatora mnogo je jeftinija od upotrebe mikoriznih cjepiva i može se primijeniti na sjeme žitarica (3 do 30 eura na ha). Upotreba biostimulatora prikladna je za žitarice kao što su pšenica, ječam, raž, zob, tritikale (jarine i ozime sorte), ali i druge vrste poput krumpira, kukuruza, suncokreta, leguminoze i dr. Biostimulatori namijenjeni za tretiranje tla ili sjemena žitarica su mineral kalцит, formononetin, mješavina mikroorganizama promotora biljnog rasta i ekstrakt morskih trava. Oni imaju izrazito povoljan utjecaj na rani razvoj korijena i razvoj endomikorize koja poboljšava usvajanje fosfora, što rezultira većim prinosom i manjim troškom gnojidbe. Doze za tretiranje sjemena su oko 100 grama na tonu sjemena. Istraživanja su pokazala da tretiranje sjemena žitarice biostimulatorima utječe na povećani prinos u prosjeku od oko 300 kg/ha.

Cijena cjepiva/biostimulatora, garancija kvalitete i garancija uspostavljanja mikoriznog odnosa poseban je problem i znatno utječe na izvjesnost i isplativost investicije. Tip cjepiva/biostimulatora trebao bi biti prilagođen vrsti poljoprivredne kulture, tipu tla, klimi i načinu uzgoja. Potrebni su ogledni nasadi u različitim poljoprivrednim uvjetima u našoj zemlji kako bi se uistinu mogao uvesti taj vid tehnologije u poljoprivrednu praksu, koji će jednoga dana postati standard te pristupačan većini poljoprivrednih proizvođača.

### **2.5.3. Inokulacija mikoriznih gljiva**

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





Slika 6. Prikaz inokulacije mikoriznih gljiva (izvor: Novak i Benko (2013.) *Mikoriza u uzgoju povrća*, Gospodarski list. Dostupno na: <http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iii/>)

Kako bi se mogao komercijalno upotrijebiti, potrebno je umnožavanje početnog inokuluma koje se obavlja preko biljke domaćina, kao što su kukuruz, kadifca ili neki od lukova. Biljke se siju u inertni supstrat kao što je ekspanzirana glina, perlit, vermikulit ili pijesak. Osim što mora biti inertan, supstrat mora biti i sterilan kako bi onemogućio eventualno štetno djelovanje patogenih organizama. Supstrat u kojem su biljke domaćini rasle miješa se sa supstratom u kojem će se uzgajati presadnice povrća ili se rasipa te plitko unosi u tlo. Kao inokulum za uspostavu ciljane mikorize najčešće se upotrebljavaju endomikorizne gljive sljedećih rodova: (Novak i Benko, 2013.)

- *Glomus*
- *Gigaspora*
- *Scutelospora*
- *Acaulospora*
- *Sklerocystisi*
- *Entrophospora*.

U uzgoju presadnica povrća najčešće se primjenjuju gljive roda *Glomus*, odnosno sljedeće vrste:

- *Glomus etunicatum*
- *Glomus aggregatum*
- *Glomus versiforme*
- *Glomus fasciculatum* i
- *Glomus clarum*.



Slika 7. *Glomus clarum* (izvor: [http://www.borisboerstler.de/pictures/pictures/phd\\_8.jpg](http://www.borisboerstler.de/pictures/pictures/phd_8.jpg))

## 3. REZULTATI

### 3.1. Učinci mikorize na uzgoj masline i vinove loze

Maslina i vinova loza tradicionalno su najzastupljenije poljoprivredne kulture na Mediteranu. Vrlo su se brzo prilagodile uzgoju na slabo plodnim i sušnim tlima, a upravo mikoriza ima najveću ulogu u prilagođavanju siromašnim tlima s malo vlage (Radić, 2013.). Vinova loza, u usporedbi s drugim biljkama, ima relativno rijetko korijenje, stoga su mikorizne gljive vrlo važne jer nadoknađuju njezin mali volumen korijenja. Mikoriza omogućuje bolju opskrbu biljke fosforom i cinkom koji su u tlu prisutni u teško dostupnom obliku, kao i opskrbu cinkom i kalcijem. Osim što koristi veći volumen tla za uzimanje spomenutih spojeva koje prosljeđuje biljci, mikoriza je učinkovitija od samog korijenja biljke u njihovoj asimilaciji.

Također, između mikorizne gljive i biljke dolazi do razmjene hormona rasta, što je vrlo pogodno za biljku. Ti spojevi povećavaju otpornost masline i vinove loze na neke bolesti, osobito one izazvane uzročnicima iz tla. Mlade su sadnice vrlo osjetljive na gljivične infekcije korijena koje uzrokuju bolesti, a mikorizne su gljive kompetitivnije od patogenih gljiva u traženju mjesta infekcije na površini korijena, stoga one lakše inficiraju korijen i na taj način sprječavaju patogene gljive da se nasele. Iz toga se razloga one smatraju izrazito djelotvornom biološkom zaštitom. Ponekad kad nisu dovoljno djelotvorne protiv nekih uzročnika bolesti, one se mogu kombinirati s drugim korisnim organizmima u tlu, poput dušičnih bakterija jer je njihova djelotvornost u toj kombinaciji znatno jača.

Nakon presađivanja u maslinik ili vinograd, za mlade je sadnice masline i loze vrlo važno da se što brže oporave. Njihov je oporavak ponekad otežan jer imaju loše razvijen korijenov sustav, stoga se stres pri presađivanju može smanjiti tretirajući mlade sadnice s mikoriznim gljivama, što pomaže sadnici da brže napreduje te da bude otpornija na bolesti. (Radić, 2013.)

Mikoriziranje mladih sadnica osobito je važno na tlima koja su siromašna hranjivim tvarima. Nije svejedno kojim ćemo mikoriznim gljivama tretirati mlade sadnice. Vrste i sojevi mikoriznih gljiva karakteristični za maslinu, odnosno vinovu lozu, sredozemnu klimu, tip tla i drugo, vrlo će vjerojatno biti učinkovitiji u našoj zemlji od gljiva izoliranih u drugim krajevima svijeta. Maslina i vinova loza spontano uspostavljaju mikorizni odnos zbog

normalnog rasta i razvoja, ukoliko je tlo u kojem su zasađene sačuvano od onečišćenja, a ta sposobnost varira sezonski te ovisno o starosti biljke.

Nekoliko je istraživanja u kojima su mikorizne gljive uklonjene iz tla pokazalo da rast i razvoj vinove loze uvelike ovisi o simbiotskoj zajednici s mikoriznom gljivom. (Karoglan i sur., 2013.) Uobičajena praksa u komercijalnom gospodarenju vinogradima često ima vrlo negativan utjecaj na biološku aktivnost tla i mikoriznu simbiozu te smanjuje broj autohtonih mikoriznih gljiva. Prateći utjecaj inokulacije korijena vinove loze mikoriznim gljivama, mnogi su autori utvrdili da različite mikorizne vrste imaju različiti utjecaj na razvoj vinove loze.

Jedno je istraživanje pokrenuto 2013. godine na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu (u sklopu Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu) u Jazbini, kako bi se utvrdilo utječe li mikoriza te na koji način, na prinos, mehanički sastav grozda te osnovne parametre kakvoće grožđa kultivara Traminac. Tijekom vegetacijske sezone 2012., cjepivo Mykoflor tvrtke „Bio-budućnost d.o.o.“ aplicirano je na 150 trsova kultivara Traminac. Aplikacija je izvršena direktno u zonu korijena, pomoću ručnog zemljišnog injektora marke Marolex.

Dio pokusnog nasada na kojem je aplicirano mikorizno cjepivo te dio kontrolne skupine na kojem nije provedena aplikacija, slučajnim su odabirom podijeljeni u tri repeticije, od kojih svaku čini pet uzastopnih trsova. Grožđe je ručno pobrano u trenutku tehnološke zrelosti, na način da se odvojeno pobralo grožđe iz svake repeticije, a sa svakog od pokusnih trsova izmjerena je masa po trsu te je odvojen prosječni uzorak od 10 grozdova na kojima su izmjerene dimenzije grozda i bobica te analiza mehaničkog sastava grozda (% udio peteljkovine i bobica) te osnovne kemijske analize mošta, odnosno sadržaj šećera i kiselina u moštu te pH vrijednost mošta prema metodama O.I.V.-a (2001.).

U tablici 1. prikazani su osnovni parametri prinosa, mehaničkog sastava grozda te osnovni kemijski sastav mošta Traminca. Iz dobivenih je rezultata vidljivo da je mikoriza imala pozitivan utjecaj na sve istraživane elemente. Kod mikoriziranih trsova zabilježeno je povećanje prosječne mase grozda, kao i prosječne mase jedne bobice. Osim toga, mikoriza je dovela i do povećanja broja bobica u grozdu te povećanja broja grozdova po trsu, što je uzrokovalo povećanje prinosa po trsu za 12%. Kod mikoriziranih je trsova došlo i do povećanja udjela mesa u odnosu na čvrsti ostatak u grozdu, što je izravno povećano s većim randmanom. Bez obzira na povećani udio mesa, nije došlo do smanjenja udjela kože, no posljedično je došlo do smanjenja udjela peteljkovine i sjemenki, što bi moglo rezultirati

smanjenim sadržajem tanina, spojeva koji su u negativnoj korelaciji s kakvoćom vina bijelih kultivara. S obzirom na to da su sadržaj šećera u grozdu i prinos u obrnuto proporcionalnom odnosu, a da je mikoriza utjecala na povećanje svih parametara prinosa, smanjenje sadržaja šećera u grožđu bilo je za očekivati. Mikoriza je rezultirala i padom ukupne kiselosti u grožđu, vjerojatno uslijed jače apsorpcije vode, koja je dovela do efekta razrjeđenja i nižih koncentracija organskih kiselina u moštu. I pH se neznatno povećao. Premda sadržaj hranjiva u biljci nije bilo predmetom ovog istraživanja, autori pretpostavljaju da je pojačano usvajanje hranjiva iz tla kod mikoriziranih trsova utjecalo i na veći sadržaj kalija u grožđu.

**Tablica 1.** Prinos, mehanički sastav grozda i osnovni kemijski sastav mošta Traminca

	Kontrola	Mikoriza
Prosječna masa grozda (g)	88,02 b	94,78 a
Prosječan prinos po trsu (g)	1733 b	1927 a
Broj grozdova / trs	25,20 b	26,20 a
Broj bobica / grozd	60,36 b	62,27 a
Prosječna masa 1 bobice (g)	1,40 b	1,47 a
Udio mesa u grozdu (%)	80,16 b	81,65 a
Udio kože u grozdu (%)	11,11 a	11,11 a
Udio peteljkovine u grozdu (%)	4,15 a	3,81 b
Udio sjemenki u grozdu (%)	4,57 a	3,42 b
Šećer	113,67 a	100,67 b
Ukupna kiselost (g/L)	7,04 a	6,73 b
Ph	3,41 b	3,44 a

(izvor: Karoglan i sur., 2013.)

Iz dobivenih se rezultata može zaključiti da je mikoriza utjecala na povećanje svih istraživanih parametara prinosa kultivara Traminac. Međutim, za dobivanje relevantnijih rezultata, istraživanje je potrebno provoditi kroz duži niz godina i na više kultivara u različitim ekološkim uvjetima. Osim toga, trebalo bi analizirati i druge parametre kakvoće grožđa te provesti analizu ekonomske isplativosti provedenog zahvata.

### 3.2. Učinci mikorize na uzgoj povrtnih kultura

Endomikoriza je najinteresantnija za povrtnu kulturu jer je većina povrtnih kultura sposobna uspostaviti takav tip mikorize (Benko, 2015.). Primjena mikorize može biti značajna u uzgoju presadnica povrća, pri uzgoju u zaštićenom prostoru te svugdje gdje se u proizvodnji povrća želi izbjeći primjena velikih količina gnojiva i pesticida. Kod uzgoja presadnica povrća utvrđene su značajne prednosti u odnosu na nemikorizirane biljke – presadnice se brže razvijaju, čime se skraćuje vrijeme proizvodnje.

U razdoblju od 1993. do 1995. godine provedena su istraživanja o mogućem utjecaju endomikorize na rast presadnica i komponente prinosa pojedinih povrtnih kultura. (Novak, 1998.)

Primijenjena su dva soja endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* u količini od 10 i 20 vol. % inokuluma, na sljedeće četiri potpuno različite povrtnu kulturu u uvjetima bez gnojidbe, zalijevanja i zaštite od bolesti:

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

Na presadnicama je utvrđena 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. Postotak mikorizne infekcije izračunat je i nakon berbe, na korijenju navedenih povrtnih kultura uzgojenih u poljskim uvjetima: (Novak, 1998.)

- salata – 21-37%
- celer – 17-33%
- rajčica – 18-32%

- luk – 29-38%.

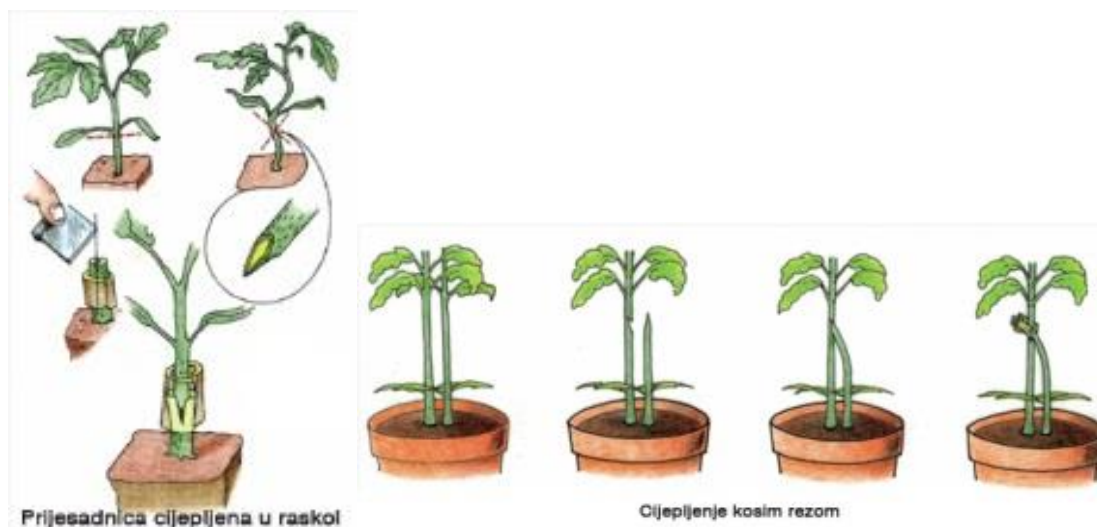
U većini je slučajeva to imalo pozitivan utjecaj na komponente prinosa povrtnih kultura, dok je samo kod luka u tehnološkoj zriobi postignuto opravdano povećanje rodosti u sve tri godine istraživanja, sa sojem G139 inokuliranom s 10 i 20 vol. % inokuluma te sojem G107 inokuliranim s 20 vol. % inokuluma.

Mikorizirane presadnice imaju prednost kod sadnje u sterilizirano tlo nakon dezinfekcije u zaštićenim prostorima (Benko, 2015.). Uspostavom mikorize moguć je i oporavak većine oštećenih biljaka zbog prevelikih količina pesticida. Primjenom mikorize moguće je povećati otpornost biljaka i na neke bolesti, što je vrlo značajno u ekološkoj proizvodnji povrća radi smanjenja potrebe za zaštitnim sredstvima.

Za plodovito povrće poput rajčice, paprike, patlidžana, dinje, lubenice, krastavca i dr. primjenjuje se cijepljenje. Uspješna proizvodnja ovih povrtnih kultura temelji se na upotrebi kvalitetnih presadnica nabavljenih od specijaliziranih proizvođača ili iz vlastitoga uzgoja. 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). S druge strane, intenzivna proizvodnja dovodi do pojačanog napada biljnih bolesti iz tla, jednostranog korištenja hranjivih tvari u tlu i akumulacije soli. Zabranjena je i upotreba kemijskih sredstava za sterilizaciju tla (metil bromid), a fizikalne metode zahtijevaju velike investicije. Rješenje je solarizacija tla, odnosno prekrivanje tla transparentnom folijom u zaštićenim prostorima tijekom najtoplijeg razdoblja u godini. Međutim, solarizaciju tla moguće je primijeniti samo na pojedinim lokacijama u mediteranskom dijelu Hrvatske.

Osnovni nedostatak cijepljenja povrća jesu povećani troškovi proizvodnje cijepljenih presadnica u odnosu na necijepljene, uzrokovani velikom potrebom ručnog rada, nabavom skupog sjemena podloge, potrebe za specifičnim uvjetima nakon cijepljenja. Osim toga, potrebno je i iskustvo u odabiru odgovarajuće podloge i plemke jer je moguća pojava inkompatibilnosti. Naime, podloga se bira prema otpornosti ili tolerantnosti na bolesti i štetnike te na stresne uvjete, dok se odabir plemke temelji na očekivanom prinosu i kvaliteti plodova. Vrsta cijepljenja ovisi o biljnoj vrsti pa se tako za lubenicu, dinju i krastavac najčešće koristi tehnika cijepljenja u rascjep ili raskol. Podloga se sije pet dana ranije od plemke. Cijepljenje se provodi u fazi razvijenih kotiledonskih listova. S podloge se odstrani vegetacijski vrh, a na mjestu kotiledona napravi se procjep u koji se stavlja plemka. Plemka se

priprema rezom u obliku klina, i to 1,5 cm ispod kotiledona te se stavlja u procjep podloge uz pričvršćenje posebnom kvačicom. Pri cijepljenju rajčice, paprike i patlidžana, koristi se metoda cijepljenja kosim rezom. Sjetva podloge se provodi dva dana ranije od plemke, a cijepljenje u stadiju razvijenosti dva prava lista (20 dana nakon sjetve). Podloga i plemka se režu iznad kotiledona pod kutom od 45°, nakon čega se spajaju silikonskom kvačicom (Benko, 2015.). Alat treba biti čist i dezinficiran tijekom cijepljenja, kao i radne površine i prostor za cijepljenje jer je na mjestu reza moguć unos različitih patogena koji onemogućavaju formiranje kalusa. Proces aklimatizacije traje u prosjeku od 5 do 7 dana, a odvija se u kontroliranim uvjetima zaštićenog prostora, odnosno u natkrivenim komorama, na temperaturi od 24 do 27 °C te visokoj relativnoj vlažnosti zraka od 95 do 100%. U prva dva dana vrlo je važno materijalima za zasjenjivanje smanjiti intenzitet svjetlosti. Biljke treba držati pri relativnoj vlažnosti zraka blizu zasićenja prva tri dana, dok je sljedećih dana potrebno postupno smanjivati. Materijal za zasjenjivanje može se ukloniti tijekom jutarnjih i večernjih sati četvrti dan aklimatizacije, a petog i šestog dana uklanja se potpuno.



Slika 8. Cijepljenje u raskol / cijepljenje kosim rezom (izvor: Benko, B. (2015.) *Mikoriza i cijepljenje – povećan prinos povrća*, *Gospodarski list* 13/2015. Dostupno na: [http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/7/mikoriza-i-cijepljenje-povean-prinos-povra/8208#.VcHwu\\_km-lg](http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/7/mikoriza-i-cijepljenje-povean-prinos-povra/8208#.VcHwu_km-lg)

Cijepljenim biljkama je potrebno osigurati optimalne uvjete za brzo stvaranje kalusa, uz minimalan rizik od razvoja patogena. Cijepljeno mjesto pri sadnji presadnica mora biti iznad



površine tla, kako plemka ne bi razvila adventivno korijenje i na taj način poništila korisna svojstva podloge.

### 3.3. Uporaba arbuskularno-mikoriznog gnojiva

Sadni materijal visoke kvalitete i fitosanitetske ispravnosti jedan je od glavnih preduvjeta za kvalitetnu rasadničku proizvodnju (Redžepović). Primjenom inokulacije voćnih podloga i šumskim sadnicama u rasadničarstvu s arbuskularno mikoriznim gnojivima, pozitivno se utječe na rast i razvoj, odnosno na taj se način dobivaju veće i zdravije biljke. Pozitivan se utjecaj inokulacije očituje u poboljšanoj mineralnoj ishrani, promjeni morfologije korijena te povećanoj otpornosti ili tolerantnosti na neke patogene. Kako bi se postigli maksimalni proizvodni rezultati, potrebno je odabrati najpovoljnije kombinacije između voćnih podloga/šumskih sadnica te arbuskularno-mikoriznog gnojiva (AM). U okviru jednog istraživanja ispitan je utjecaj tri različita AM gnojiva sastavljena od različitih vrsta AM gljiva – *G. mossae*, *G. intraradices*, mješavina različitih vrsta roda *Glomus* – na voćne podloge *Gisela 5* i *GF 655/2* te utjecaj AM gnojivana sadnice poljskog jasena i crne johe. Istraživanje se provelo na tri lokacije: u voćnom rasadniku poduzeća *Fragaria d.o.o.* te u šumskim rasadnicima *Lukavec* i *Limbuš* poduzeća *Hrvatske šume d.o.o.* (Redžepović).

Ovim su istraživanjem utvrđene najpovoljnije kombinacije AM gnojiva za ispitivanje biljne vrste. Izvršena su i preliminarna istraživanja vezana uz tehnologiju umnažanja proizvodnje inokuluma potrebnog za proizvodnju mikoriznog gnojiva. Oživotvorenje toga projekta očekuju se i značajni ekonomski efekti za sve proizvođače sadnog materijala koji će htjeti primijeniti nove tehnologije. Okvirna kalkulacija prikazana je u sljedećoj tablici:

**Tablica 2.** Ekonomske koristi koje će ostvariti korisnici (rasadničari) rezultata istraživanja

	Sadašnje stanje gospodarstva (u kunama)	Rezultat projekta (u kunama)	Indeks Projekt/Sadašnje stanje
VRIJEDNOST PROIZVODNJE	1 500 000	1 800 000	120
UKUPNI TROŠKOVI	1 200 000	1 300 000	108
DOHODAK	300 00	500 00	167
BROJ ZAPOSLENIH	5	5	100
DOHODAK/ZAPOSLENI	60 000	100 00167	

(izvor: Redžepović)

Primjenjivost ovog projekta je u praksi vrlo velika, posebice u održivim sustavima proizvodnje. Ovakav način proizvodnje uz dobivanje sadnog materijala visoke kvalitete, omogućuje smanjenje upotrebe mineralnih gnojiva i kemijskih preparata za zaštitu bilja. Širenjem primjene mikoriznih gnojiva značajno bi se doprinijelo razvoju održive poljoprivrede u Republici Hrvatskoj, ali i omogućilo racionalno gospodarenje prirodnim resursima naše zemlje.

Rezultati spomenutog istraživanja pokazali su pozitivan utjecaj mikoriznih gljiva na rast i razvoj odabranih voćnih podloga te šumske sadnice crne johe. To se najviše očitovalo u boljem rastu i razvoju te ishranjenosti inokuliranih voćnih podloga i šumskih sadnica u odnosu na one neinokulirane kontrolne sadnice. Od tri uporabljena mikorizna gnojiva, najbolji rezultat dalo je mikorizno gnojivo AM mješavina.

Primjena mikoriznih gnojiva mogla bi definitivno pronaći svoje mjesto u održivim sustavima rasadničarske proizvodnje te su daljnja istraživanja o toj tematici neophodna.

### 3.4. Učinci mikorize na prinos slatkog krumpira

Slatki krumpir ili batat, višegodišnja je tropska biljka iz porodice slakova. Ima veliku nutritivnu vrijednost i naglašena ljekovita svojstva (Novak, Žutić i Toth, 2003.). Većinom se uzgaja na jednogodišnji način, a zadnjih se godina njegov uzgoj iz tropskih područja sve više širi i u druge dijelove svijeta. Budući da je batatu za rast i razvoj potrebno minimalno tri mjeseca godišnje s temperaturom zraka iznad 15 °C, današnje mu doba globalnog zatopljenja povećava mogućnost uzgoja i u većem dijelu Europe. U Hrvatskoj je provedeno trogodišnje preliminarno istraživanje mogućnosti njegovog uzgoja i introdukcije u naše uzgojno područje. S ciljem postizanja što većih prinosa tijekom relativno kratke vegetacije ove kulture te uz korištenje raspoloživih metoda sukladnih principim održivog uzgoja povrća, provelo se istraživanje s endomikoriznim uzgojem batata, na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

U istraživanju je endomikoriza imala dvije razine – inokulirane i neinokulirane biljke. Presadnice batata uzgojene su u plasteniku i sadene 16. svibnja (2003.) na razmak 0,7 m x 0,5 m (2,85 biljaka / m<sup>2</sup>), po 12 biljaka na osnovnu parcelu. Endomikorizne su presadnice neposredno prije sadnje inokulirane otopinom spora endomikorizirane gljive *Glomus mossae*. Istraživanje je provedeno bez navodnavanja, gnojidbe i zaštite od bolesti i štetnika. Ručna berba obavljena je 19. rujna. Za vrijeme berbe promatrani su parametri broj i masa zadebljelih korjenova po biljci, iz čega je preračunat prinos po jedinici površine te prosječna masa korijena.

Inokulacijom biljaka batata endomikoriznom gljivom dobiveni su opravdano viši prinosi u odnosu na neinokulirane biljke, što je vidljivo u tablici 1. Navedeno potkrijepljuje tvrdnju da je dobrom uspostavom mikorize moguće ostvariti bolje primanje hraniva iz tla, a time i povećanje prinosa.

**Tablica 3.** Prinos korjenova batata (kg/ m<sup>2</sup>)

Mikoriza	Bez mikorize
4,55	4,21
6,71	3,86
3,63	3,16
2,55	1,79

Prosjek mikorize	4,36	3,26
LSD mikorize	5%	0,34
	1%	0,64

(izvor: Novak, Žutić i Toth, 2003.)

Ovime se dokazuje značaj mikorize u uzgoju povrća, posebice u održivoj i ekološkoj proizvodnji povrća. Inokulacija biljaka batata endomikoriznom gljivom nije značajno utjecala na broj zadebljanih korijenova po biljci, što je vidljivo u tablici 4.

**Tablica 4.** Broj korijenova batata po biljci

Mikoriza	Bezmikorize
6,2	7,1
6,1	5,7
5,5	5,9
5,7	5,9

Prosjek mikorize	5,9	6,1
LSD mikorize	5%	

(izvor: Novak, Žutić i Toth, 2003.)

Najveća prosječna masa korijenova batata ostvarena je kod inokuliranih biljaka, čime se potvrđuje sposobnost boljeg primanja hraniva i vode iz tla kod mikoriziranih biljaka.

**Tablica 5.** Prosječna masa korijena batata (g)

Mikoriza	Bez mikorize
262	213
392	248
240	192
159	110

Prosjek mikorize	263	191
LSD mikorize	5%	11
	1%	21

(izvor: Novak, Žutić i Toth, 2003.)

Zaključuje se da mikoriza ima značajan pozitivan utjecaj na prinos zadebljalih korijenova batata, kao i na prosječnu masu korijena, ali ne utječe značajno na broj korijenova po biljci.

### 3.5. Utjecaj arbuskularno-mikoriznih gljiva na rast i razvoj crvenolisne šljive (*Prunus cerasifera* L.)

Jedan od glavnih preduvjeta za unapređenje voćarske proizvodnje jest sadni materijal visoke kakvoće i fitosanitetske ispravnosti. Mikropropagacija se provodi u rasadničarskoj proizvodnji kao tehnika za dobivanje kvalitetnog sadnog materijala u kratkom vremenskom razdoblju. Međutim, problem mikropropagacijskog razmnožavanja jest transplantacijski stres, do kojega dolazi pri prelasku biljaka iz sterilnih uvjeta komore za rast u uzgojni supstrat i proizvodne uvjete staklenika (Družić Orlić, Čmelik, Redžepović, 2005.). Transplantacijski stres može biti uzrokovan i nedostatkom mikroorganizama u uzgojnom supstratu, koji su inače prisutni u tlu, a koji imaju pozitivan utjecaj na rast i razvoj biljaka. Primjenom inokulacije mikropropagacijom dobivenih podloga u rasadničarstvu s arbuskularno-mikoriznim gljivama (AM) pozitivno se utječe na preživljavanje biljaka podvrgnutih transplantacijskom stresu. Pozitivan utjecaj inokulacije očituje se u poboljšanoj mineralnoj ishrani, promjeni morfologije korijena te povećanoj otpornosti na neke patogene. Arbuskularne mikorize su simbiozne asocijacije između brojnih biljnih vrsta arbuskularno-mikoriznih gljiva i korijenja većine vrsta kopnenih biljaka. Arbuskularne su mikorize rasprostranjene širom svijeta, a imaju vrlo važnu ulogu u održavanju plodnosti tla i ishrani biljaka, kao i u održavanju ravnoteže i bioraznolikosti unutar biljnih zajednica. One pripadaju razredu *Zygomycetes*, redu *Glomales*, a obavezni su biotrofi koji nakon uspostavljanja uspješne simbioze s biljkom domaćinom, stvaraju spore u tlu koje su sposobne klijati i rasti. Međutim, one nisu sposobne stvarati veći micelij i završiti životni ciklus bez biljke domaćina, a njihova učinkovitost ovisi o različitim agroekološkim uvjetima te o interakciji različitih izolata i vrsta AM gljiva s različitim biljnim vrstama. Stoga je, za postizanje optimalnih rezultata, od iznimne važnosti ustanoviti naproduktivniju kombinaciju simbioznih partnera gljive simbionta i biljke domaćina. Pri proučavanju njihove učinkovitosti, vrlo je važno uzeti u obzir njihovu sposobnost tvorbe vrlo raširene mreže hifa, kojom prorastaju veći volumen tla i na taj način primaju, translociraju te prenose mineralna hranjiva u biljku.

Provedeno je istraživanje s ciljem utvrđivanja koja od četiri odabrane vrste AM gljiva (*Glomus mossae* izolat IMA1 41.98, *Glomus intraradices* izolat DJ. 61.98., *Glomus coronatum* izolat BEG28 81.93. i *Glomus viscosum* izolat BEG 12.98.) ima najbolji učinak na preživljavanje i razvoj mikropropagacijom dobivenih podloga crvenolisne šljive, MrS 2/5.



Slika 9. Crvenolisna šljiva (*Prunus cerasifera* L.) (izvor: <http://jardiland.com/mon-jardin/1-pepiniere/2-arbres-et-arbustes-de-decoration/1191-prunus-cerasifera--pissardii->)

U istraživanju je korištena polivalentna podloga za koštičave vrste u voćarstvu MrS 2/5, crvenolisne šljive, koja je proizvedena mikropropagacijom, nabavljena iz talijanske rasadničarske kuće Vitroplant, uvoznik poduzeće Fragaria d.o.o. Spomenute klonirane podloge uzgajane su na modificiranom MS mediju uz dodatak regulatora rasta i vitamina. Mikropropagacijom dobivene mikropodloge uzgajane su u komorama za rast pri fotoperiodu od 16 h,  $14 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  fotonskom zračenju i temperaturi od 21 °C. Izvorni je inokulum dobiven od Banke gena Instituta za mikrobiologiju tla Sveučilišta u Pisi, Italija. (Družić Orlić, Čmelik, Redžepović, 2005.) Budući da dobivena količina izvornih inokuluma od 100 g po svakome nije zadovoljavala količinu potrebnu za izvođenje pokusa, pristupilo se razmnožavanju inokuluma metodom pot-kultura. Taj je inokulum kasnije korišten u istraživanju, a dio njega je odvojen za čuvanje i buduću proizvodnju. Biljke su bile uzgajane na supstratu koji se sastojao od mješavine tla iz voćnjaka „Jazbina“. Prije pripravljanja supstrata tlo iz voćnjaka je prisijano na situ od 2 cm kako bi se uklonile sve veće čestice tla i ostatak nativnog biljnog materijala te je potom poslano na sterilizaciju gama zračenjem u Institut Ruđer Bošković. Sterilizirane su komponente čuvane u vakumiranim vrećama za autoklaviranje od 20 l.

Istraživanje koje je trajalo dvije godine bilo je postavljeno po modelu slučajnog bloknoeg rasporeda s pet tretiranja u pet repeticija, a svaka je repeticija sadržavala 20 podloga MrS 2/5d dobivenih mikropropagacijom *in vitro* koje su bile posađene u zasebne lončice. Tretiranja su uključivala inokuliranje s četiri već spomenute vrste AM gljiva (*G. mossae*, *G. intraradices*,

*G. coronatum* i *G. viscosum*). Svakoj biljci je dodano 10 g inokuluma, a biljke su bile posađene u travnju, a izvađene u kolovozu. Prva dva tjedna aklimatizacije biljke su se nalazile u laboratoriju Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu, nakon čega su prenesene u staklenik obiteljskog gospodarstva u okolici Ivanić Grada. Osvijetljenje i fotoperiod bili su prirodni, a početna vlaga se kretala od 90-100%, dok se nakon prenošenja u staklenik vlaga spustila na 60-70%. Noćna je temperatura bila od 18-20 °C, a dnevna od 23-25 °C. Staklenik je po potrebi bio zasjenjivan, a biljke su bile zalijevane destiliranom vodom tjedno ili po potrebi te prihranjivane svaka dva tjedna Long Ashtonovom hranjivom otopinom. Biljke su bile vađene i analizirane na završetku pokusnog razdoblja svake godine, a neposredno prije njihova vađenja, izvagana je masa svježeg nadzemnog dijela stabljike te svježeg korijena. Utvrđivan je i sadržaj fosfora u listu te postotak preživjelih biljaka s obzirom na početni broj biljaka po repeticiji i preostali broj biljaka po repeticiji.

Prisutnost AM gljiva u korijenu biljke utvrđivana je promatranjem obojanog korijena pod svjetlosnim mikroskopom. Postotak mikorizne kolonizacije procijenjen je po principu „grid line intersect“ metode, a prisutnost spora u zoni korijenja putem metode mokrog prosijavanja. Dobiveni su podaci statistički analizirani po modelu slučajnog bloknoeg rasporeda. Provedena je analiza varijance i određena najmanja značajna razlika (LSD), uz vjerojatnost P = 5 % za svako promatrano svojstvo.

**Tablica 6.** Prosječan postotak kolonizacije korijena s AM gljivama

Tretiranje	2002.	2003.
<i>Glomus intraradices</i>	80,76 a	81,83 a
<i>Glomus mossae</i>	69,88 b	70,57 b
<i>Glomus viscosum</i>	40,27 c	40,99 c
<i>Glomus coronatum</i>	68,80 b	67,82 b
LSD p = 5 %	9,11	10,45

(izvor: Družić Orlić, Čmelik i Redžepović, 2005.)



Iz navedene je tablice vidljivo da je *G. intrardices* imao najveći postotak kolonizacije. Međutim, najuspješniji u pozitivnom djelovanju na rast i razvoj podloge crvenolisne šljive (MrS 2/5) pokazali su se tretmani s *G. mossae* i *G. coronatum*, koji su imali niži postotak kolonizacije. Neka su istraživanja pokazala da se postotak kolonizacije korijena i najuspješnija simbiozna kombinacija ne moraju uvijek podudarati jer to često može ukazivati na agresivnost određene vrste AM gljive pri kolonizaciji domaćina, koja može uzrokovati veći gubitak fotoasimilata što se može negativno odraziti na razvoj biljke. *G. viscosum* imao je najniži postotak kolonizacije, ali i najslabije rezultate u odnosu na druge tretmane, iz čega se može zaključiti da vjerojatno postoji donja i gornja granica stupnja kolonizacije pri kojoj se postižu optimalni rezultati za pojedinu kombinaciju AM gljive i biljke domaćina.

**Tablica 7.** Prosječna masa svježeg nadzemnog dijela biljke i prosječna masa svježeg korijena

Tretiranje	2002.	2003.	2002.	2003.
Prosječna masa svježeg nadzemnog dijela biljke u g			Prosječna masa svježeg korijena u g	
<i>Glomus intraradices</i>	8,13 c	9,46 b	5,17 c	5,33 b
<i>Glomus mossae</i>	10,47 a	11,38 a	7,60 a	7,56 a
<i>Glomus viscosum</i>	7,64 c	8,30 c	4,46 cd	4,81 bc
<i>Glomus coronatum</i>	9,36 b	10,58 a	6,60 b	6,68 a
Kontrola	2,40 d	2,58 d	3,94 d	4,16 c
LSD p = 15 %	0,53	1,03	0,76	1,03

(izvor: Družić Orlić, Čmelik i Redžepović, 2005.)

Iz tablice je vidljivo da su sva četiri izolata AM gljive utjecala na značajno povećanje prosječne mase nadzemnog dijela u odnosu na kontrolne neinokulirane biljke. Najveću prosječnu masu nadzemnog dijela biljke u obje godine imale su podloge mikorizirane s *G. mossae*. Kod tretmana *G. mossae* također je zabilježena i najveća prosječna masa korijena u 2002. godini, dok u 2003. godini nije zamijećena značajnija razlika u odnosu na *G. coronatum*. Svi ostali tretmani, osim *G. viscosum*, imali su značajno veće vrijednosti u odnosu na neinokuliranu kontrolu.

**Tablica 8.** Postotak preživljavanja transplantacijskog stresa

Tretiranje	2002.	2003.
<i>Glomus intraradices</i>	82 c	81 a
<i>Glomus mossae</i>	91 a	88 a
<i>Glomus viscosum</i>	83 bc	79 b
<i>Glomus coronatum</i>	87 ab	85 ab
Kontrola	63 d	65 c
LSD p = 5 %	4,69	6,99

(izvor: Družić Orlić, Čmelik i Redžepović, 2005.)

Iz tablice je vidljivo da su mikorizirane biljke imale značajno veći postotak preživljavanja transplantacijskog stresa u odnosu na kontrolne biljke. Kao i kod većine ostalih parametara, u 2002. godini najveće vrijednosti pokazao je tretman *G. mossae*, ali između njega i *G. coronatum* nije postojala statistički opravdana razlika. U 2003. godini inokulirani su tretmani bili prilično ujednačeni, jedino je *G. viscosum* zaostajao za ostalima.

Na kraju se može zaključiti da je inokulacija mikropropagacijom dobivene podloge MrS 2/5 crvenolisne šljive (*Prunus cerasifera* L.) s AM gljivama roda *Glomus* pozitivno utjecala na preživljavanje transplantacijskog stresa te rast i razvoj podloga. Podloge inokulirane *G. mossae* i *G. coronatum* pokazale su se kao najuspješnija simbiozna kombinacija.

## 4. RASPRAVA

Prihvatljivi agroekosustav odlikuje se nižim prinosima, iako nije uvjet (korištenjem nitrofikirajućih bakterija, mikoriznih gljiva i drugih korisnih mikroorganizama uspjevamo postići visoke prinose), ali je uvelike reducirana ovisnost o vanjskim faktorima (vanjski *input*) i devastacija okoliša. Tradicionalni sustavi gospodarenja baziraju se na iskustvima prijašnjih generacija, ali se mijenjaju razvojem ekološke i kulturne svijesti ljudi kao kontinuiranog procesa adaptacije i promjena. Mnogi tradicionalni sustavi gospodarenja našli su uporište u lokalnim uvjetima i potrebama – na regionalnoj ili pak nacionalnoj razini.

S obzirom na općenito izrazito bogatu bioraznolikost biljnih zajednica u Hrvatskoj, pretpostavlja se da će se utvrditi i prilično bogatstvo prisutnih vrsta mikoriznih gljiva. Međutim, kako bi se definirale autohtone vrste mikoriznih gljiva koje bi bile najučinkovitije te sklop uvjeta povoljnih za dobar razvitak mikoriziranih biljaka, potrebna su daljnja istraživanja, kao i suradnja znanstvenika i poljoprivrednika.

Na istraživanju i primjeni mikoriznih gljiva u svijetu se puno radi s ciljem povećanja i racionaliziranja proizvodnje hrane. Potrebno je smanjiti troškove primjene mineralnih gnojiva, smanjiti troškove obrade tla, povećati obradive površine u pustinjskim i aridnim područjima, kao i na tlima sa ekstremnom reakcijom pH tla te racionalizirati upotrebu vode. U državama s pustinjskim uvjetima koriste se drvenaste biljke, koje su vrlo otporne na sušu u suradnji s mikorizom, kako bi se u narednim desetljećima od pustinja stvorile male oaze u kojima će biti moguć život i proizvodnja hrane. Voda za navodnjavanje se dobavlja iz solarnih panela upotrebom desalinizatora morske vode pokretanih strujom. Stanovništvo raste iz godine u godinu, stoga se predviđa da će do 2050. godine biti potrebno povećanje proizvodnje hrane od 70%, posebice u najmnogoljudnijim zemljama svijeta kao što su Indija, Kina i Brazil, no i u ostatku svijeta gdje vlada glad i siromaštvo. Upravo se u navedenim zemljama radi na pronalasku primitivne tehnologije za jeftino i efikasno povećanje prinosa siromašnim farmerima. S obzirom na to da nemaju dovoljno kvalitetnog i jeftinog mineralnog gnojiva, u tim se zemljama puno ulaže u istraživanja, razvoj i primjenu mikoriznih cjepiva i biostimulatora. Te bi države trebale biti primjer i nama, potaknuti nas da primijenimo istu tehnologiju za pojeftinjenje proizvodnje hrane i višak sredstava ulažemo u znanje i nove tehnologije koje bi oplemenile naš rad.

## 5. ZAKLJUČAK

Mikoriza omogućava uzgoj bilja u teškim uvjetima neprilagođenog tla i čini njihov opstanak održivim. Mikoriza je prirodna simbioza gljiva i biljaka, a većini je biljaka neophodna za pravilan rast i razvoj. Najjeftinija je metoda intenzifikacije proizvodnje. Mikorizu je dovoljno jednom primijeniti za cijeli život biljke. 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 ekosustava koje je stvorio čovjek. Mikorizacija se može izvršiti već u rasadnicima, što smanjuje troškove proizvodnje i popravljiva kvalitetu rasadnog materijala. Sadnice s mikorizom daju garanciju boljeg rasta, a smanjuje se i propadanje kod sadnje. Prednosti mikorize su zdraviji i gušći korijenski sastav biljke, veći i brojniji urod, smanjena potreba za zalijevanjem i gnojidbom, veća otpornost na sušu, smanjena potreba za navodnjavanjem i zaštita od bolesti. 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 od štetočina. To je jedini način da tlo ostane „živo“ te očuvano kao poljoprivredna površina neophodna za proizvodnju zdrave hrane.

## 6. POPIS LITERATURE

Članci:

1. Benko, B. (2015.) *Mikoriza i cijepljenje – povećan prinos povrća*, *Gospodarski list* 13/2015., str. 40-42.

Dostupno na: [http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/7/mikoriza-i-cijepljenje-povean-prinos-povra/8208#.VcHwu\\_km-lg](http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/7/mikoriza-i-cijepljenje-povean-prinos-povra/8208#.VcHwu_km-lg) (posjećeno 5.8.2015.)

2. Karoglan, M. i suradnici (2013.) *Utjecaj mikorize na prinos i mehanički sastav grozda cv. Traminac (Vitis vinifera L.)*. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb.

Dostupno na: [http://sa.agr.hr/pdf/2015/sa2015\\_p0808.pdf](http://sa.agr.hr/pdf/2015/sa2015_p0808.pdf)(posjećeno 6.8.2015.)

3. Družić Orlić, J., Čmelik, Z., Redžepović, S. (2005.) *Utjecaj 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.

4. Kristek, S. (2007.) *Agroekologija – predavanja prilagođena studentima stručnih studija smjerova Hortikultura i Ratarstvo*. Osijek

5. Novak, B.; Benko, B. (2013.) *Mikoriza u uzgoju povrća*, *Gospodarski list* 1/2013.

Dostupno na: <http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/>,  
<http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iii/>  
(posjećeno 4.8.2015.)

6. Novak, B. (1998.) *Učinkovitost endomikorize na neke povrtne kulture*. *Poljoprivredna znanstvena smotra* (0370-0291) 63 (1998), 4; str. 187-198.

Dostupno na: <http://www.gnojidba.info/gnojidba-povrca/ucinkovitost-endomikorize-na-neke-povrtne-kulture/> (posjećeno 5.8.2015.)

7. Novak, B.; Žutić, I.; Toth, N. (2003.) *Utjecaj mikorize i različito obojenih PE filmova na prinos slatkog krumpira – batata (Ipomea batatas L.)*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za povrćarstvo, Zagreb.



15. *Prunus cerasifera* \*Pissardi\* (Crvenolisna šljiva)

Dostupno na: <http://jardiland.com/mon-jardin/1-pepiniere/2-arbres-et-arbustes-de-decoration/1191-prunus-cerasifera--pissardii->(posjećeno 6.8.2015.)

16. Radić, T. (2013.) *Budućnost je u mikorizi, skrivenom životu masline*. Institut za jadranske kulture u Splitu.

Dostupno na: <http://maslina.slobodnadalmacija.hr/novosti/ID/6715/Buducnost-je-u-mikorizi-skrivenom-zivotu-masline> (posjećeno 31.7.2015.)

17. [http://www.borisboerstler.de/pictures/pictures/phd\\_8.jpg](http://www.borisboerstler.de/pictures/pictures/phd_8.jpg) (posjećeno 1.9.2015.)

## 7. SAŽETAK

Brojni su dokazi da je mikoriza najbolja, najjeftinija i najučinkovitija metoda za dobivanje većih i zdravijih prinosa - u potpunosti u skladu s prirodom. Iz toga ju razloga mnogi znanstvenici danas smatraju jedinim pravim rješenjem za uzgoj različitih kultura i zaštitu ekosustava. Više od 90% biljnih vrsta prirodno stvara mikorizni simbiotski odnos, a ona je primjenjiva u šumarstvu, vinogradarstvu, maslinarstvu, kod uzgoja povrća, voća, jestivih gljiva, ukrasnog i sobnog bilja, kao i pri njezi travnjaka. Mikorizom se postiže i znatna ušteda u trudu i vremenu uloženom u uzgoj kultura, kao i u utrošku vode, gnojiva te sredstava za zaštitu bilja. Povrtne i voćne kulture daju više plodova uz manji uloženi trud, a začinsko bilje i cvijeće intenzivnije mirišu, a trajnice lakše prežive zimu i u proljeće su vitalnije.

**Ključne riječi:** mikoriza, mikorizne gljive, simbioza, ekološka proizvodnja.



## 8. SUMMARY

There are numerous evidences that mycorrhiza is the best, cheapest and most effective method of getting bigger and healthier yields – completely in harmony with nature. It is the reason that many scientists today believe that mycorrhiza is the only real solution for the cultivation of various crops and the protection of ecosystems. More than 90% of plant species naturally produce mycorrhizal symbiotic relationship, and it can be applied in forestry, viticulture, olive cultivation, in vegetable's, fruit's, edible mushroom's and ornamental and houseplants cultivation, as well as in lawn care. Mycorrhiza is also contributing to the substantial savings in taking the time to grow crops, as well as in the consumption of water, fertilizers and plant production products. Vegetable and fruit crops give more fruit with less effort, herbs and flowers smell more intensively, and perennials are more likely to survive the winter and in spring they are more vital.

**Keywords:** mycorrhiza, mycorrhizal funghi, symbiosis, organic production.

## 9. POPIS SLIKA

Redni broj	Naziv	Izvor	Stranica
1.	A) Razvoj luka tretiranog s endomikorizom / (B) kontrola, supstrat treset/perlit/vermikulit, 3 tjedna od inokulacije	Draguzet, A. (2015.) <i>Mikoriza od pustinja stvara plodne oaze.</i> <a href="http://www.agroklub.com/sumarstvo/mikoriza-od-pustinja-stvara-plodne-oaze/16472/">http://www.agroklub.com/sumarstvo/mikoriza-od-pustinja-stvara-plodne-oaze/16472/</a>	5.
2.	Razlika u građi između endomikorize i ektomikorize	Kristek, S. (2007.) <i>Agroekologija – predavanja prilagođena studentima stručnih studija smjerova Hortikultura i Ratarstvo.</i> Osijek	6.
3.	Mikorizacija – simbiotska zajednica	Pavlović, K. (2015.) <i>Mikoriza – sufinanciranje iz sredstava EU,</i> <a href="http://www.agroburza.hr/2015/05/mikoriza-sufinanciranje-iz-sredstava-eu/">http://www.agroburza.hr/2015/05/mikoriza-sufinanciranje-iz-sredstava-eu/</a>	8.
4.	Mikroskopski prikaz mikoriznih gljiva	BBC – Science and Environment (2013.) <i>Fungus network plays role in plant communication,</i> dostupno na: <a href="http://www.bbc.com/news/science-environment-22462855">http://www.bbc.com/news/science-environment-22462855</a> )	9.
5.	Mikorizno cjepivo	B. Novak i B. Benko (2013.) <i>Mikoriza u uzgoju povrća,</i> <i>Gospodarski list</i> 1/2103., <a href="http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/">http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/</a>	11.
6.	Prikaz inokulacije mikoriznih gljiva	Novak i Benko (2013.) <i>Mikoriza u uzgoju povrća,</i> <i>Gospodarski list.</i> Dostupno na: <a href="http://www.gnojidba.info/mikoriza-">http://www.gnojidba.info/mikoriza-</a>	13.

		2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iii/	
7.	<i>Glomus clarum</i>	<a href="http://www.borisboerstler.de/pictures/pictures/phd_8.jpg">http://www.borisboerstler.de/pictures/pictures/phd_8.jpg</a>	13.
8.	Cijepljenje u raskol / cijepljenje kosim rezom	Benko, B. (2015.) <i>Mikoriza i cijepljenje – povećan prinos povrća</i> , <i>Gospodarski list</i> 13/2015. Dostupno na: <a href="http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/7/mikoriza-i-cijepljenje-povean-prinos-povra/8208#.VcHwu_km-lg">http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/7/mikoriza-i-cijepljenje-povean-prinos-povra/8208#.VcHwu_km-lg</a>	19.
9	Crvenolisna šljiva ( <i>Prunus cerasifera</i> L.)	<a href="http://jardiland.com/mon-jardin/1-pepiniere/2-arbres-et-arbustes-de-decoration/1191-prunus-cerasifera--pissardii-">http://jardiland.com/mon-jardin/1-pepiniere/2-arbres-et-arbustes-de-decoration/1191-prunus-cerasifera--pissardii-</a>	25.

## 10. POPIS TABLICA

Redni broj	Naziv	Izvor	Stranica
1.	Prinos, mehanički sastav grozda i osnovni kemijski sastav mošta Traminca	Karoglan, M. i suradnici (2013.) <i>Utjecaj mikorize na prinos i mehanički sastav grozda cv. Traminac (Vitis vinifera L.).</i> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb.	16.
2.	Ekonomske koristi koje će ostvariti korisnici (rasadničari) rezultata istraživanja	Redžepović, S. <i>Mikorizna gnojiva u rasadničkoj proizvodnji. Završno izvješće.</i>  Dostupno na: <a href="http://www.mps.hr/UserDocsImages/VIP/2003/Sulejman%20Redzepovic%20-%20Mikorizna%20gnojiva%20u%20rasadni%20Darskoj%20proizvodnji.pdf">http://www.mps.hr/UserDocsImages/VIP/2003/Sulejman%20Redzepovic%20-%20Mikorizna%20gnojiva%20u%20rasadni%20Darskoj%20proizvodnji.pdf</a>	21.
3.	Prinos korjenova batata (kg/ m <sup>2</sup> )	Novak, B.; Žutić, I.; Toth, N. (2003.) <i>Utjecaj mikorize i različito obojenih PE filmova na prinos slatkog krumpira – batata (Ipomea batatas L.).</i> Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za povrćarstvo, Zagreb. Dostupno na:  <a href="https://www.google.hr/?gfe_rd=cr&amp;ei=ZBDCVeCbFOOG8QfHyKNY&amp;gws_rd=ssl#q=.+UTJECAJ++MIKORIZE+I+RAZLI%20CITO+OBOJENIH+PE+FILMOVA+NA+PRINOS+SL">https://www.google.hr/?gfe_rd=cr&amp;ei=ZBDCVeCbFOOG8QfHyKNY&amp;gws_rd=ssl#q=.+UTJECAJ++MIKORIZE+I+RAZLI%20CITO+OBOJENIH+PE+FILMOVA+NA+PRINOS+SL</a>	22.

		ATKOG+KRUMPIRA+%E2%80%93+BATATA+ (posjećeno 5.8.2015.)	
4.	Broj korijenova batata po biljci	<p>Novak, B.; Žutić, I.; Toth, N. (2003.) <i>Utjecaj mikorize i različito obojenih PE filmova na prinos slatkog krumpira – batata (Ipomea batatas L.).</i> Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za povrćarstvo, Zagreb. Dostupno na:</p> <p><a href="https://www.google.hr/?gfe_rd=cr&amp;ei=ZBDCVeCbFOOG8QfHyKNY&amp;gws_rd=ssl#q=.+UTJECAJ++MIKORIZE+I+RAZLI%C4%8CITO+OBOJENIH+PE+FILMOVA+NA+PRINOS+SLATKOG+KRUMPIRA+%E2%80%93+BATATA+ (posjećeno 5.8.2015.)">https://www.google.hr/?gfe_rd=cr&amp;ei=ZBDCVeCbFOOG8QfHyKNY&amp;gws_rd=ssl#q=.+UTJECAJ++MIKORIZE+I+RAZLI%C4%8CITO+OBOJENIH+PE+FILMOVA+NA+PRINOS+SLATKOG+KRUMPIRA+%E2%80%93+BATATA+ (posjećeno 5.8.2015.)</a></p>	23.
5.	Prosječna masa korijena batata (g)	<p>Novak, B.; Žutić, I.; Toth, N. (2003.) <i>Utjecaj mikorize i različito obojenih PE filmova na prinos slatkog krumpira – batata (Ipomea batatas L.).</i> Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za povrćarstvo, Zagreb.</p> <p>Dostupno na:</p> <p><a href="https://www.google.hr/?gfe_rd=cr&amp;ei=ZBDCVeCbFOOG8QfHyKNY&amp;gws_rd=ssl#q=.+UTJECAJ++MIKORIZE+I+RAZLI%C4%8CITO+OBOJENIH+PE+FILMOVA+NA+PRINOS+SLATKOG+KRUMPIRA+%E2%80%93+BATATA+ (posjećeno 5.8.2015.)">https://www.google.hr/?gfe_rd=cr&amp;ei=ZBDCVeCbFOOG8QfHyKNY&amp;gws_rd=ssl#q=.+UTJECAJ++MIKORIZE+I+RAZLI%C4%8CITO+OBOJENIH+PE+FILMOVA+NA+PRINOS+SLATKOG+KRUMPIRA+%E2%80%93+BATATA+ (posjećeno 5.8.2015.)</a></p>	24.

		H+PE+FILMOVA+NA+PRINOS+SL ATKOG+KRUMPIRA+%E2%80%93 +BATATA+ (posjećeno 5.8.2015.)	
6.	Prosječan postotak kolonizacije korijena s AM gljivama	Družić Orlić, J., Čmelik, Z., Redžepović, S. (2005.) <i>Utjecaj arbuskularno-mikoriznih gljiva roda Glomus na rast i razvoj podloge MrS 2/5 (Prunus cerasifera L.). Pomologia croatica</i> , Vol. 11 – 2005., br. 3-4	27.
7.	Prosječna masa svježeg nadzemnog dijela biljke i prosječna masa svježeg korijena	Družić Orlić, J., Čmelik, Z., Redžepović, S. (2005.) <i>Utjecaj arbuskularno-mikoriznih gljiva roda Glomus na rast i razvoj podloge MrS 2/5 (Prunus cerasifera L.). Pomologia croatica</i> , Vol. 11 – 2005., br. 3-4	28.
8.	Postotak preživljavanja transplantacijskog stresa	Družić Orlić, J., Čmelik, Z., Redžepović, S. (2005.) <i>Utjecaj arbuskularno-mikoriznih gljiva roda Glomus na rast i razvoj podloge MrS 2/5 (Prunus cerasifera L.). Pomologia croatica</i> , Vol. 11 – 2005., br. 3-4	29.

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku**

**Poljoprivredni fakultet u Osijeku**

**Diplomski rad**

**Sveučilišni diplomski studij, smjer vinogradarstvo i vinarstvo**

### **Primjena mikoriznih gljiva u poljoprivrednoj proizvodnji**

**Boris Ravnjak**

#### **Sažetak:**

Brojni su dokazi da je mikoriza najbolja, najjeftinija i najučinkovitija metoda za dobivanje većih i zdravijih prinosa - u potpunosti u skladu s prirodom. Iz toga ju razloga mnogi znanstvenici danas smatraju jednim pravim rješenjem za uzgoj različitih kultura i zaštitu ekosustava. Više od 90% biljnih vrsta prirodno stvara mikorizni simbiotski odnos, a ona je primjenjiva u šumarstvu, vinogradarstvu, maslinarstvu, kod uzgoja povrća, voća, jestivih gljiva, ukrasnog i sobnog bilja, kao i pri njezi travnjaka. Mikorizom se postiže i znatna ušteda u trudu i vremenu uloženom u uzgoj kultura, kao i u utrošku vode, gnojiva te sredstava za zaštitu bilja. Povrtne i voćne kulture daju više plodova uz manji uloženi trud, a začinsko bilje i cvijeće intenzivnije mirišu, a trajnice lakše prežive zimu i u proljeće su vitalnije.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** prof. dr. sc. Suzana Kristek

**Broj stranica:**43

**Broj grafikona i slika:**8

**Broj tablica:**8

**Broj literaturnih navoda:**15

**Ključne riječi:** mikoriza, mikorizne gljive, simbioza, ekološka proizvodnja.

**Datum obrane:** 29.9.2015.

#### **Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. doc. dr. sc. Sanda Rašić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. prof. dr. sc. Gordana Bukvić, 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**

**University Graduate Studies, viticulture and wine production**

**Graduate thesis**

### **Application of mycorrhizal fungi in agricultural production**

**Boris Ravnjak**

#### **Abstract:**

There are numerous evidences that mycorrhiza is the best, cheapest and most effective method of getting bigger and healthier yields – completely in harmony with nature. It is the reason that many scientists today believe that mycorrhiza is the only real solution for the cultivation of various crops and the protection of ecosystems. More than 90% of plant species naturally produce mycorrhizal symbiotic relationship, and it can be applied in forestry, viticulture, olive cultivation, in vegetable's, fruit's, edible mushroom's and ornamental and houseplants cultivation, as well as in lawn care. Mycorrhiza is also contributing to the substantial savings in taking the time to grow crops, as well as in the consumption of water, fertilizers and plant production products. Vegetable and fruit crops give more fruit with less effort, herbs and flowers smell more intensively, and perennials are more likely to survive the winter and in spring they are more vital.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Suzana Kristek

**Number of pages:** 43

**Number of figures:** 8

**Number of tables:** 8

**Number of references:** 15

**Keywords:** mycorrhiza, mycorrhizal funghi, symbiosis, organic production.

**Thesis defended on date:** 29.9.2015.

#### **Reviewers:**

1. doc. dr. sc. Sandra Rašić, professor - president
2. prof. dr. sc. Suzana Kristek, full professor - mentor
3. prof. dr. sc. Gordana Bukvić, full professor – member
4. izv. prof. dr. sc. Drago Bešlo, associate professor-member

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