

Mikoriza u vinogradarstvu: Od simbioze do održive proizvodnje i kvalitete grožđa

Sažetak

Mikoriza je posebna simbiotska veza korijena biljaka i gljiva koja je ključna je za vitalnost vinove loze i održivost vinograda, pogotovo u nepovoljnim agroekološkim uvjetima. Iako u prirodi postoji više vrsta mikoriznih gljiva, za vinovu lozu posebno su važne arbuskularne mikorizne gljive. Mikoriza proširuje korijenov sustav loze, poboljšavajući usvajanje vode i hraniva, posebno fosfora iz tla, što je presudno na karbonatnim tlima i sušnim mediteranskim uvjetima uzgoja vinove loze. Ova simbioza rezultira većom otpornošću vinove loze na sušu, boljom ishranom, te povećanom otpornošću na biotske i abiotske stresove. Značajno povećava prinos grožđa te istovremeno poboljšava njegovu kvalitetu, uključujući razinu šećera, kiselost i fenolne spojeve. Primjenjuje se komercijalnim preparatima u rasadniku, pri sadnji ili u postojećim vinogradima. Brojni pozitivni učinci mikorize na vinovu lozu čine mikorizu moćnim alatom za održivi uzgoj vinove loze.

Ključne riječi: vinova loza, mikoriza, kvaliteta grožđa

Uvod

Mikoriza predstavlja važnu i obostrano korisnu simbiotsku zajednicu uspostavljenu između korijenja viših biljaka i određenih vrsta gljiva iz tla. Ova simbioza vrlo je važna u prirodi, a procjenjuje se da postoji već više od 400 milijuna godina. U vinogradarstvu, mikoriza ima važnu ulogu u održavanju vitalnosti i otpornosti vinove loze i iznimne važnosti za stabilnost cjelokupnog ekosustava vinograda. Iako je prisutna u prirodi, njezina se primjena kao biotehnološkog alata sve više razmatra u kontekstu modernih, održivih i ekološki prihvatljivijih sustava vinogradarske proizvodnje. Od različitih tipova mikorize, na korijenu vinove loze najzastupljenije su arbuskularne mikorizne gljive (AMF). Razumijevanje i primjena ove vrste mikorize ključni su za vinogradare koji nastoje optimizirati proizvodnju, smanjiti ovisnost o kemijskim inputima i prilagoditi se izazovima poput klimatskih promjena i degradacije tla. Cilj ovog rada je pružiti uvid u biologiju, agronomske i fiziološke učinke, praktičnu primjenu i potencijalna ograničenja mikorizne u uzgoju vinove loze, pružajući cjelovitu sliku ovog posebnog biosustava.

¹ Dr.sc. **David Gluhić**, Veleučilište Rijeka, Poljoprivredni odjel Poreč, Karla Huguesa 6, 52 440 Poreč

Autor za korenspondenciju: dgluhic@veleri.hr

Što je i kako radi mikoriza?

Mikorizne gljive su obligatni simbionti, što znači da ne mogu završiti svoj životni ciklus (ne mogu proizvoditi spore i razmnožavati se) bez povezivanja s biljkom. Gljiva se opskrbljuje ugljikohidratima koje biljka stvara tijekom fotosinteze. Zauzvrat, hife mikoriznih gljiva služe kao produžetak korijenovog sustava, dodatno usvajaju hraniva i vodu iz tla, pogotovo u sušnim i nepovoljnim uvjetima. Hife su znatno tanje od korijenovih dlačica, što im omogućuje prodiranje u najsitnije pore tla. Na taj se način površina korijenovog sustava znatno povećava, omogućavajući biljci usvajanje teško topivih i dostupnih hraniva u tlu. Prijenos hranjivih tvari odvija se u posebnim unutar staničnim strukturama koje gljiva formira unutar stanica korijena biljke, a nazivaju se arbuskule. Arbuskule su kratkotrajne, razgranate tvorevine koje značajno povećavaju kontaktnu površinu za razmjenu hraniva i vode između gljive i biljke. Kroz ovu strukturu, gljiva transportira usvojene minerale natrag u korijen, prenoseći ih u biljke. Mikoriza je vrlo učinkovita u apsorpciji fosfora (P), koji je u tlu, posebno vapnenim i karbonatnim vinogradarskim tlima, često prisutan u netopivim oblicima (Linderman i Davis, 2001). Osim fosfora, hife su sposobne apsorbirati i prenijeti i druga hraniva, uključujući mikroelemente cink (Zn), bakar (Cu), željezo (Fe), također važne elemente za rast i razvoj vinove loze. Vinova loza ima relativno slabije razvijen korijenov sustav, što je ograničavajući faktor za usvajanje vode i hraniva, posebno u plitkim, siromašnim i sušnim tlima, kakva su često prisutna u području uzgoja vinove loze u obalnom dijelu Hrvatske. Mikorizne gljive, s razvijenom mrežom hifa u tlu, predstavljaju evolucijski savršeno rješenje za ove nepovoljne agroekološke uvijete. Ova jednostavna, ali vrlo važna, interakcija objašnjava zašto je mikoriza tako važna za rast i razvoj vinove loze.

Učinak mikorize na rast i razvoj vinove loze

Primjena mikoriznih gljiva donosi višestruke agronomске i fiziološke prednosti, što je potvrđeno brojnim istraživanjima. Pozitivan učinak mikorize ima široki raspon; od boljeg usvajanja hraniva i vode do povećanja otpornosti na stresne uvjete i poboljšanje kvalitete i prinosa grožđa. Jedan od najznačajnijih i najviše istraživanih učinaka mikorize je povećanje otpornosti vinove loze na sušu. Zahvaljujući razgranatoj mreži hifa u tlu, gljiva može usvojiti vodu iz pora u tlu koje su premale za prodor korijenja (Noceto i sur., 2023). Kroz ovaj složeni mehanizam, mikorizirani trs bolje usvaja vodu i održava jači intenzitet fotosinteze u uvjetima vodnog stresa (suše) u usporedbi s nemikoriziranim trsovima (Aroca i sur., 2012, Augé 2001). Uz to, mikorizne gljive luče poseban protein, glomalin, koji poboljšava strukturu i stabilnost agregata u tlu te zadržavanje vode u tlu (Wright, S. F. i Upadhyaya, A., 1998), dodatno doprinoseći većoj otpornosti vinove loze na nedostatak vode.



Slika 1. Primjena mikorize ima vrlo važnu ulogu u održavanju vitalnosti vinograda na mediteranskim tlima

Figure 1. The use of mycorrhiza plays a very important role in maintaining the vitality of vineyards on Mediterranean soils

Mikoriza je izuzetno učinkovita u poboljšanju unosa hraniva iz tla, posebice onih s ograničenom mobilnošću i slabom topivosti. Različita istraživanja zabilježila su značajno povećanje koncentracije fosfora i dušika u lišću kod inokuliranih trsova vinovih loza. Osim fosfora i dušika, mikoriza poboljšava usvajanje cinka, bakra, željeza i drugih hraniva. Ova povećana učinkovitost u usvajanju hraniva značajno smanjuje potrebu za gnojibom, što donosi ekonomske i ekološke prednosti u održivom gospodarenju vinogradarskom proizvodnjom. U istraživanju koje su proveli Aguilera i sur. (2022), loze inokulirane s mikoriznom gljivom *Rhizophagus intraradices* imale su približno 75% veću masu korijena i razvijeniju nadzemnu masu u usporedbi s ne-inokuliranim trsovima. Primjena mikorize u rasadniku također značajno poboljšava stopu primitka trsova nakon sadnje, smanjujući time troškove dodatnog posađivanja u novim vinogradima (Anzanello i sur., 2011, Garmendia i sur., 2007, Linderman i Davis, 2001).

Mikorizne gljive povećavaju otpornost biljaka na biotske i abiotske stresove. Prisutnost mikoriznih gljiva u rizosferi štiti korijen od brojnih patogenih gljiva, kao što su *Phytophthora sp.*, *Fusarium sp.*, i *Pythium sp.*, te od parazitskih nematoda koje mogu obitavati na korijenu vinove loze (Ziedan i Basiony., 2012). Gljive to postižu izlučivanjem antimikrobnih tvari ili naseljavanjem korijena, čime smanjuju aktivnost patogenih mikroorganizama u tlu. Mikoriza također pomaže lozi da se prilagodi nepovoljnim agroekološkim uvjetima, poput zaslanjenosti odnosno viška natrija i toksičnosti teških metala, poput žive ili kadmija. Mikorizne gljive nakupljaju ove elemente u svojim stanicama i tako štite vinovu lozu od toksičnosti tih elemenata (Al-Karaki i Al-Raddad., 2007, Mir i sur., 2020).

Biološki mehanizam iza ovih agronomskih prednosti seže dublje od samog prijenosa hraniva ili usvajanja vode. Trs vinove loze troši značajnu količinu energije, odnosno ugljikohidrata proizvedenih fotosintezom, u razvoj i održavanje vlastitog korijenovog sustava. Aktivnim učinkom mikorize, gljive preuzimaju dio aktivnosti na usvajanju hraniva i vode. Time se oslobađa energija koju trs može preusmjeriti u druge vitalne i fiziološki važne procese, poput sinteze bioaktivnih spojeva (fitoaleksina, enzima) ili rasta lisne mase i grozdova.

Utjecaj mikorize na prinos i kvalitetu grožđa

Pitanje o utjecaju mikorize na prinos i kvalitetu grožđa jedno je od najvažnijih za vinogradare. Istraživanja pokazuju da mikoriza može imati značajan pozitivan utjecaj na oba parametra, iako su rezultati ovisni o agroekološkim uvjetima uzgoja. Najvažnija prednost za vinogradare je potencijalno povećanje prinosa. Terenska istraživanja na inokuliranim trsovima vinove loze pokazali su značajno veći prinos grožđa u usporedbi s nemikoriziranim trsovima. U dvogodišnjem istraživanju koji su proveli Karoglan i sur. (2021) na sorti Cabernet Sauvignon, mikorizirane loze dale su 25 do 30% više prinosa grožđa u odnosu na nemikorizirane trsove. Povećanje prinosa najčešće proizlazi iz općeg poboljšanja vegetativnog rasta i vitalnosti i otpornosti trsa na sušu.

Učinak na kemijski sastav i organoleptička svojstva

Tradicionalno, u vinogradarstvu se prinos i kvaliteta često smatraju obrnuto proporcionalnima, te brojni vinogradari zadiru od povećanja prinosa zbog straha za kvalitetu grožđa. Međutim, mikoriza mijenja ovu paradigmu. U istraživanju koje su proveli Roldán i sur. (2007), prikazali su utjecaj mikoriznih gljiva na sortu vinove loze 'Monastrell'. U ovom istraživanju inokulirali su sadnice vinove loze mikoriznim gljivicama i pratili njihov rast, vodni režim u trsu te visinu prinosa i kvalitetu grožđa. Rezultati su pokazali da mikorizne gljive značajno

poboljšavaju vodnu bilancu biljke i doprinose boljem nakupljanju šećera u grožđu, ali i pozitivno utječu na ukupnu kiselost i sadržaj fenolnih spojeva. Povećana kiselost i viša koncentracija fenola mogu biti posebno korisni u kontekstu klimatskih promjena, gdje visoke temperature često dovode do prekomjernog nakupljanja šećera i pada kiselosti, ugrožavajući kvalitetu mošta.

Iz toga proizlazi da mikoriza omogućuje vinogradaru da potencijalno postigne veći prinos, a da istovremeno zadrži, pa čak i poboljša, ključne parametre kvalitete grožđa i budućeg vina.

Primjena mikorize u vinogradarstvu

Praktična primjena mikorize u vinogradarstvu provodi se primjenom komercijalnih mikoriznih preparata. Ovi proizvodi dostupni su u različitim oblicima.



Slika 2. Preparat Aegis WP u obliku praha, sa visokom koncentracijom aktivnih spora (proizvođač Atens, Španjolska) / **Figure 2.** Aegis WP preparation in powder form, with a high concentration of active spores (manufacturer Atens, Spain)

Mogu biti suhi preprati u obliku praha ili granula, te tekući ili gel preprati. Osim ovih oblika, za primjenu u vinogradima postoje i peletirana organska gnojiva dodatno obogaćena mikoriznim gljivama. Postoji nekoliko načina primjene, ovisno o tehnologiji uzgoja vinove loze, ali, glavno je zadovoljiti broj spora po pojedinom trsu, da bi mikoriza bila učinkovita (Tablica 1).

Tablica 1. Broj spora potrebnih za uspješnu mikorizaciju vinove loze

Table 1. Number of spores required for successful grape mycorrhization

Veličina trsa	Sadnica vinove loze u rasadniku/ kod sadnje u tlo	Stari nasad vinove loze
Broj aktivnih spora/trsu	400	1.200-1.600 (viša doza spora za starije trsove)

Mikoriza se u uzgoju vinove loze može primijeniti na slijedeće načina:

- Primjena mikorize u uzgoju sadnog materijala
- Primjena mikorize kod pripreme tla za sadnju vinograda
- Primjena mikorize umakanjem korijena sadnice prije sadnje
- Primjena mikoriznih preprata sa tekućim organskim gnojivima kod strojne sadnje vinove loze
- Primjena mikorize nakon sadnje vinove loze novog nasada vinove loze
- Primjena mikorize u proizvodnim nasadima vinove loze

Primjena mikorize u uzgoju sadnog materijala. Ovo je najjednostavniji način primjene mikoriznog preprata i pokazuje vrlo dobre rezultate. Inokulacija mikoriznim preparatima obavlja se u rasadniku i na korijenu se do sadnje već razvija mikorizna simbioza, koja se dalje može razvijati i nakon sadnje trsova u novom vinogradu.

Primjena mikorize kod pripreme tla za sadnju vinograda. Ovisno o tehnološkim mogućnostima, mikorizni preparati mogu se primijeniti i kod pripreme tla za sadnju vinograda. Za taj način primjene koriste se peletirana organska gnojiva, koja su dodatno obogaćena mikoriznim gljivicama (gnojivo Agri Bio Aktiv, proizvođač Agribios Italiana Srl) ili se primjenjuju preparati u mikrogranuliranom, suhom obliku. Uspješnost ovog načina primjene mikorize ovisi o količini vlage u tlu i temperaturi tla.



Slika 3. Agri Bio Aktiv, peletirano organsko gnojivo obogaćeno mikoriznim gljivicama (proizvođač Agribios Italiana Srl.)

Figure 3. Agri Bio Aktiv, pelleted organic fertilizer enriched with mycorrhizal fungi (manufacturer Agribios Italiana Srl.)

Česta metoda primjene mikoriznog preparata je umakanje korijena sadnice prije sadnje. Iako mnogi vinogradari preferiraju ovaj način primjene, sama aplikacija, odnosno broj spora koji će se zadržati na korijenu je vrlo varijabilan i često nedovoljan. Naime, vađenjem sadnice iz vodene otopine, zajedno sa vodom, ispiru se i spore sa korijena. Isto tako, broj spora, kod prvog umakanja u otopinu je najveći, a kasnije se broj spora značajno smanjuje. Ključni element za uspješnu mikorizaciju; broj spora po pojedinoj sadnici ovom metodom nije ujednačen, te time i učinak u vinogradu kasnije također bude vrlo različit. Tako se ova metoda primjene napušta u primjeni u vinogradarstvu, jer su rezultati u praksi bili vrlo varijabilni.

Primjena mikoriznih preparata sa tekućim organskim gnojivima kod strojne sadnje, postaje sve češća metoda primjene u modernoj vinogradarskoj proizvodnji. Na strojevima za sadnju trsova instalira se posebna oprema za aplikaciju tekućih preparata (organskih gnojiva i mikorize). Pomoću sustava za precizno doziranje, moguća je aplikacija pojedinačne doze direktno u zonu korijena kod sadnje. Ovo je vrlo učinkovit način i pokazuje vrlo dobre rezultate u praksi.

Osim navedenih načina primjene, postoji mogućnost primjene mikorize nakon sadnje vinove loze ili u već postojećim nasadima vinove loze. Postoji nekoliko mogućnosti primjene; primjena kroz sustav natapanja (kapanja), primjena prskanjem otopine organskog gnojiva i mikoriznog preparata po površini tla i plitko unošenje u tlo kultivatorom te primjena suhih, mikrogranuliranih preparata i peletiranih organskih gnojiva. Kod naknadne primjene mikorize, u postojećim nasadima vinove loze, ključni momenat je kontakt spore mikroizne gljive i mladog, jednogodišnjeg korijena. Naime, spora mikorizne gljive može razviti simbiozu samo na mladom korijenu. Stoga, učinkovitost ovog načina primjene mikorize značajno ovisi o kontaktu spora i mladog korijena vinove loze. Ova metoda je korisna za sanaciju degradiranih tala ili za poticanje rasta vinove loze u nepovoljnim uvjetima. Iako je trošak primjene potencijalno veći, ona omogućuje revitalizaciju postojećih vinograda i poboljšanje njihovog proizvodnog potencijala.



Slika 4. Mikorizni preparat Aegis Microgranulo u obliku mikrogranula (proizvođač Atens, Španjolska) za direktnu primjenu u tlo kod sadnje novih i revitalizacije postojećih nasada vinove loze

Figure 4. Mycorrhizal preparation Aegis Microgranulo in the form of microgranules (Atens, Spain) for direct application to the soil when planting new and revitalizing existing grapevine plantations

Čimbenici i potencijalna ograničenja na učinkovitost mikorize u vinogradarstvu

Iako su učinci primjene mikorize u uzgoju vinove loze uglavnom pozitivni, njezina učinkovitost nije uvijek zajamčena i ovisi o nizu negativnih čimbenika. Razumijevanje ovih ograničenja ključno je za uspješnu primjenu mikorize u vinogradarskoj praksi.

Prekomjerna primjena standardnih, konvencionalnih agrokemijskih proizvoda (pesticidi, mineralna gnojiva i dr.) mogu imati izrazito negativan utjecaj na mikorizne gljive. Visoke koncentracije lako dostupnog fosfora u tlu, nakon primjene mineralnih fosfornih gnojiva, smanjuju kolonizaciju korijena mikorizom. Biljka, naime, smanjuje svoju životnu potrebu za simbiozom sa mikoriznim gljivama kada su joj hranjiva lako dostupna. Slično tome, brojni fungicidi, pogotovo aktivne tvari koje imaju sistemičan učinak, pokazali su se toksičnima za mikorizne gljive, s dokazanim inhibicijskim učinkom na njihov rast (Deb i sur., 2011). Fungicidi na bazi bakra, široko korišteni u vinogradarstvu za zaštitu od plamenjače, mogu biti toksični za mikorizu kad se u tlu nalaze u visokim koncentracijama (Rilling i Linderman., 1998). Ovo je česti slučaj na povijesnim vinogradarskim tlima, gdje su se nekad koristile velike kolčene bakrenih fungicida.

Važno je naglasiti da su učinci mikorize značajno ovisni o agroekološkim uvjetima i da se ne mogu uvijek precizno predvidjeti u terenskim uvjetima. Učinkovitost mikorize ovisi o specifičnoj interakciji između soja mikorizne gljive, koncentraciji aktivnih spora, sorte vinove loze i podloge, te lokalnih agroekoloških faktora poput temperature, vlage i sastava tla, naročito količine humusa u tlu. Neke istraživanja su čak zabilježile negativne ili zanemarive učinke primjene mikorize. Međutim, ovi podaci ne poništavaju vrijednost mikorize, već ukazuju na to da se ona treba tretirati kao sofisticirani biotehnoški alat, a ne kao univerzalni lijek za sve probleme u uzgoju vinove loze. Potpuno iskorištavanje njezinih prednosti zahtijeva integraciju s holističkim upravljanjem vinogradom koje uključuje smanjenje agresivnih kemijskih inputa i pažljiv odabir i primjenu mikoriznih preparata. Mikoriza nije zamjena za pravilnu agrotehniku, već moćan instrument, koji u kombinaciji s pažljivim upravljanjem može značajno poboljšati zdravlje vinograda, povećati prinos i kvalitetu grožđa, i stvoriti uvjete za održivi uzgoj vinove loze.

Literatura

- Aguilera, P., Ortiz, N., Becerra, N., Turrini, A., Gaínza-Cortés, F., Silva-Flores, P. (2022)** Application of arbuscular mycorrhizal fungi in vineyards: water and biotic stress under a climate change scenario: new challenge for Chilean grapevine crop. *Frontiers in Microbiology*, 13, 826571.
- Al-Karaki, G. N. i Al-Raddad, A. (2007)** Influence of Vesicular-arbuscula Mycorrhizal Fungi (*Glomus* spp.) on the Response of Grapevines Rootstocks to Salt Stress. *Journal of Plant Nutrition*, 30(7), 1083–1094.
- Anzanello, R., Souza, P. V. D. D. i Casamali, B. (2011)** Use of arbuscular mycorrhizal (AMF) fungi in micropropagated grape rootstocks. *Bragantia*, 70, 409–415.

- Aroca, R., Ruíz-Lozano, J. M., Maurel, C. i Boyer, J. S. (2012)** Regulation of plant water uptake in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Journal of Experimental Botany*, 63(15), 5715-5721.
- Augé, R. M. (2001)** Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11(1), 3-42.
- Deb, D. A. N. Singh, A. Kumar and S. T. Singh, (2011)** Toxic effect of fungicides on arbuscular mycorrhizal fungi: a review, *African Journal of Agricultural Research*, vol. 6, no. 18, pp. 4331-4338
- Garmendia, I., Armendáriz, I., Ripa, V. i Pérez, G. (2007)** The influence of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on the survival and growth of grapevine cuttings. *European Journal of Agronomy*, 26(4), 385-392.
- Karoglan, M., Ganić, A., Pezić, I., Osrečak, M. i Karoglan Kontić, I. (2021)** Mycorrhizal Fungi Enhance Yield and Berry Chemical Composition of in Field Grown "Cabernet Sauvignon" Grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Agriculture*, 11(11), 1076.
- Linderman, R. G. i Davis, E. A. (2001)** Comparative response of selected grapevine rootstocks and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. *American journal of enology and viticulture*, 52(1), 8-11.
- Mir, S.H., Sheikh, M.A., i Yadav, K. (2020)** Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Potential Agents in Ameliorating Heavy Metal Stress in Plants. *Agronomy*, 10(6), 815.
- Noceto, P. A., Durney, C., Van Tuinen, D., de Sousa, J., Wipf, D. i Courty, P. E. (2023)** Arbuscular mycorrhizal fungal communities differ in neighboring vineyards of different ages. *Mycorrhiza*, 33(4), 241-248.
- Rilling, M. C. i Linderman, R. G. (1998)** Effect of various fungicides on the growth and mycorrhizal colonization of grapevine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49(3), 297-304.
- Roldán, A., Alguacil, J., Caravaca, F., García, L., i Ruiz-Lozano, F. B. (2007)** Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Wine Grapevine Cultivation: Effects on Plant Growth, Water Relations, and Grape Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(14), 5556-5563.
- Ziedan, N. A. i Basiony, S. H. (2012)** Arbuscular Mycorrhizal Fungi Induce Resistance Against Root-Knot Nematodes in Grapevine. *Journal of Agricultural Science*, 4(8), 195-204.
- Wright, S. F. i Upadhyaya, A. (1998)** Glomalin, a glycoprotein produced by arbuscular mycorrhizal fungi, is a component of soil organic matter. *Soil Science Society of America Journal*, 62(3), 600-606.

Prispjelo/Received: 27.8.2025.

Prihvaćeno/Accepted: 3.10.2025.

Original scientific paper

Mycorrhiza in viticulture: From symbiosis to sustainable grape production and quality**Summary**

Mycorrhiza is a special symbiotic relationship between plant roots and fungi that is crucial for the vitality of grapevines and the sustainability of vineyards, especially in unfavorable agro-ecological conditions. Although there are several types of mycorrhizal fungi in nature, arbuscular mycorrhizal fungi are particularly important for grapevines. Mycorrhiza expands the root system of the grapevine, improving the uptake of water and nutrients, especially phosphorus from the soil, which is crucial in lime soils and arid Mediterranean conditions for grapevine cultivation. This symbiosis results in greater drought resistance in grapevines, improved nutrition, and enhanced resistance to both biotic and abiotic stresses. It significantly increases grape yields while simultaneously improving their quality, including sugar levels, acidity, and phenolic compounds. It is applied with commercial preparations in the nursery, during planting, or in existing vineyards. The numerous positive effects of mycorrhiza on grapevines make mycorrhiza a powerful tool for sustainable grapevine cultivation.

Key words: vine grapes, mycorrhiza, grape quality