

# Mogućnosti proizvodnje presadnica za uzgoj tartufa (Tuber spp.)

---

Širić, Ivan; Mišić, Matija

Source / Izvornik: **Glasnik Zaštite Bilja, 2022, 45., 99 - 104**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

<https://doi.org/10.31727/gzb.45.4.10>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:889658>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



## Mogućnosti proizvodnje presadnica za uzgoj tartufa (*Tuber spp.*)

### Sažetak

Ektomikorizne simbioze između gljiva i višegodišnjih biljaka prirodno su prisutne u gotovo svim kopnenim ekosustavima. Ektomikoriznom zajednicom biljke osiguravaju organske tvari za ishranu gljiva, a zauzvrat dobivaju povećanu apsorptivnu površinu korijenovog sustava te brojne druge dobrobiti kao što su poboljšana ishrana bilja, povećana tolerantnost na štetočinke, toksicitet teških metala te uvjete suše i zaslanjenosti, povećan rast i prinosi. Budući da se staništa gljiva u ovom slučaju tartufa u Hrvatskoj sve više iscrpljuju, kao alternativa nudi se plantažni uzgoj tartufa. U radu su prikazane mogućnosti proizvodnje presadnica za uzgoj tartufa. Ovaj rad dat će doprinos spoznajama o mogućnostima proizvodnje kvalitetnog sadnog materijala za uspješnu proizvodnju tartufa.

**Ključne riječi:** ektomikoriza, ekologija, biljka, tartuf

### Uvod

Gljive su dugo vremena smatrane biljkama, što se još i danas ogleda u činjenici da znanstvenici koji proučavaju gljive često rade u botaničkim institutima. Međutim, mnogobrojnim istraživanjima karakteristika i načina života gljiva ustanovljeno je da formiraju zasebnu skupinu organizama koja se u mnogočemu razlikuje, kako od biljaka tako i od životinja. Temeljni kriterij na temelju kojeg se dijele živi organizmi je način na koji osiguravaju hranu potrebnu za život. Prema načinu prehrane živi organizmi mogu živjeti i razmnožavati se kao autotrofi i heterotrofi. Autotrofni organizmi imaju sposobnost da svoje tijelo izgrađuju iz anorganskih tvari sredine u kojoj žive. U skupini autotrofa nalaze se biljke i zelene alge koje se koriste ugljikovim dioksidom iz zraka i anorganskim spojevima iz tla te uz pomoć klorofila i energije sunčeve svjetlosti stvaraju organske tvari potrebne za život. Gljive kao zasebna skupina organizama nemaju klorofil i bitno se razlikuju od biljaka jer ne mogu fotosintezom sintetizirati organske tvari potrebne za život. Pošto nemaju klorofil i ne mogu provoditi proces fotosinteze, gljive pripadaju heterotrofnim organizmima, a potrebne asimilate pribavljaju na račun drugog živog ili mrtvog organizma. Temeljem toga, gljive formiraju odnose s izvorom hrane na jedan od tri načina: parazitski, faprotrofni i/ili simbiotski odnos.

Simbiotske vrste gljiva uspostavljaju vezu (mikorizu) s biljkama te na taj način biljke i gljive imaju uzajamnu korist. Iako mikorizne gljive u biti inokuliraju korijen svog domaćina, ta je veza uzajamno korisna jer gljiva opskrbljuje biljku dodatnim hranjivima kao što su fosfor, kalcij, kalij, magnezij, željezo, dušik i voda, a zauzvrat gljiva od biljke dobiva nusprodukte fotosinteze u obliku ugljikohidrata i mjesto za život (Hall, 2007). Navedene tvari, asimilirane hifama gljive ulaze u biljku preko micelija koji je prostorno znatno rašireniji i prodire u dijelove tla koje biljka nije u mogućnosti eksploatirati. S druge strane, micelij je hifama povezan s korijenom biljke što omogućuje nesmetan protok i izmjenu svih potrebnih tvari za normalan razvoj biljke i gljive. Biljka povezivanjem u mikorizu značajno povećava imunitet prema drugim patogenim organizmima i suši, a što se objašnjava povećanjem površine asimilacijskog aparata. Mikorizne gljive su prisutne još od perioda Ordovicija (drugi od šest geoloških razdoblja Paleozoika), prije gotovo 500 milijuna godina.

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> Student - Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Napomena: rad je djelomični izvod iz završnog rada naslova "Morfološka i ekološka svojstva novootkrivenih vrsta tartufa u Hrvatskoj", autor: Matija Mišić  
Autor za korespondenciju: isiric@agr.hr

Stoga nije iznenađujuće da je većina sada toliko specijalizirana da ne mogu preživjeti bez kontakta sa svojim domaćinom. Mnoge biljke domaćini su također postale jednako ovisne o mikoriznim gljivama te bez njih postaju krhljave i žute, najčešće zbog nedostatka fosfora (Hall, 2007).

Tartufi su ektomikorizne vrste gljiva koje rastu u simbiozi sa višegodišnjim biljkama. Iako s biološkog gledišta tartufi predstavljaju niz vrsta gljiva iz roda *Tuber*, sa stajališta uzgoja najzanimljiviji su bijeli i crni tartufi. Pod pojmom tartufa u javnosti se najčešće percipira samo plodište gljive koje ima vrlo karakterističan i u svijetu gljiva jedinstven gomoljasti oblik i izgled te raste ispod površine tla. Međutim, gljiva nije samo plodište već i micelij koji se razvija u tlu i vidljiv je mikroskopskim pomagalima te ima ogroman apsorpcijski potencijal. Zbog svoje relativne nedostupnosti, iskorištavanja prirodnih staništa, posebnog mirisa i arome, potražnja kao i cijena tartufa iznimno je velika. Tako, primjerice cijena velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum* Pico) na Europskom tržištu dostiže i do nekoliko tisuća eura/kg (Benucci i sur., 2012). Sukadno navedenom, potražnja, ali i cijena tartufa u stalnom je porastu te se u zemaljama zapada (Francuska, Italija) intenzivno zasađuju plantaže tartufa. Međutim, da bi tartufe mogli uzgajati potrebno je osigurati određene pedološke, klimatske i reljefne uvjete. Abiotski faktori koji najviše utječu na rast i razvoj tartufa su temperatura, vlaga tla te kemijsko fizikalna svojstva tla (pH, sadržaj humusa i karbonata, tekstura i struktura). Općenito, tartufi formiraju plodišta u područjima s umjerenom klimom bez ekstremnih vrućina i hladnoća. Odgovaraju im prozračnija tla, pjeskovita čak i skeletna tla. S obzirom da su tartufi simbiotske gljive, uglavnom ćemo ih pronaći u šumama hrasta, lijeske, tople gdje uspostavljaju ektomikorizni odnos sa biljkom domaćinom.

### Stanišni i ekološki čimbenici tartufa

Najvažniji ekološki čimbenici za razvoj tartufa su klima, struktura i sastav tla, nadmorska visina, geografska širina, ekspozicija, temperatura i vlaga tla. Tartufi su rasprostranjeni od razine mora do 850 m n.v., između 40° i 50° sjeverne geografske širine u umjereno-toploj klimi (Đogić, 2010). S povećanjem nadmorske visine iznad 600 metara tartufi gube svoj aromatičan karakter (Paškvan, 1956). Na području sredozemne klime optimalna područja za razvoj tartufa su ona sa hladnijom i vlažnijom klimom. Također, veoma je važna mikroklima područja (Hrka, 1984). Za razvoj plodnih tijela tartufa ključna je količina vlage u tlu na početku vegetacije (travanj i svibanj). Osim na početku vegetacije poželjno je da se tijekom ljetnih mjeseci, za sušnog razdoblja, javljaju povremeni pljuskovi. Tartufi rastu na tlima od neutralne do lužnate reakcije (pH 6,8 do 8,0). Karakteristična tla za većinu vrsta bijelih tartufa su laporasta odnosno aluvijalna tla, dok većini vrsta crnog tartufa pogoduju tla sa većim udjelom vapna u odnosu na tla staništa bijelog tartufa.



**Slika 1.** *Tuber decipiens* Božac, Širić & Kos – varljivi tartuf

**Figure 1.** *Tuber decipiens* Božac, Širić & Kos - deceptive truffle

## Mikoriza

Mikoriza je riječ koja dolazi od grčkog mykes=gljiva i rhiza=korijen. To je oblik simbioze kod koje se zajednički život gljive i više biljke odvija na završecima korijena više biljke te se razlikuje od drugih oblika simbioze. Kada prokljale spore svojim hifama naiđu na korijen viših biljaka, one obavijaju njegove završne dijelove i prodiru među stanice korijena. Ti dijelovi korijena nabubre te se stvara nova tvorevina, koja više nije gljiva, niti biljka (Hall, 2007). Postoji tri osnovna tipa mikorize a to su: endomikoriza, ektomikoriza te endoektomikoriza koja nije toliko česta i nedovoljno je istražena (Božac, 2008).

Za uzgoj tartufa bitna je ektomikoriza. U navedenom tipu mikorize, hife gljiva ne prodiru unutar korijenovih stanica nego obavijaju korjenove dlačice domaćina s vanjske strane. Taj sloj zove se mikoklena koja formira cistide, rizomorfe i hife, tvorevine važne za determinaciju vrste. Prodiranjem između stanica vanjskih slojeva korijena, hifa tvori Hartigovu mrežicu (Hall, 2007). Morfološke osobine mikoriza značajne su zbog determinacije vrsta mikorize. Sukladno tome, moguće je odrediti u kojem postotku te koje vrste su mikorizirale sa sadnicama viših biljaka.

Mikoriza bijelog tartufa je nerazgranjena, bijelkastosiva kada je mlada do žutosvijetlosmeđa kada je starija. Cistide nisu uobičajene, a prisutne su kratke bezbojne hife oblika poput palice za bejzbol sa zadebljanjem na vrhu (Hall, 2007.; Agerer, 2006). Veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum* Pico) se razvija u simbiozi sa: lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom crnikom (*Quercus ilex*), hrastom kitnjakom (*Quercus petraea*), hrastom meduncem (*Quercus pubescens*), hrastom lužnjakom (*Quercus robur*), malolisnom lipom (*Tilia cordata*), velelisnom lipom (*Tilia platyphyllos*), bijelom topolom (*Populus alba*), crnom topolom (*Populus nigra*), trepetljikom (*Populus tremula*), bijelom vrbom (*Salix alba*) i vrbom ivom (*Salix caprea*) (Vlašić, 2018).

Mikoriza crnog tartufa pojavljuje se iza vrška korjenčića. Žutosmeđe je boje sa cistidama i načinom slagalice na koji se stanice gljiva slažu na površini plašta. To je specifično za crni tartuf (Hall, 2007., Agerer, 2006). Tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittad.) se razvija u simbiozi sa: običnim grabom (*Carpinus betulus*), lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom crnikom (*Quercus ilex*), hrastom kitnjakom (*Quercus petraea*), hrastom meduncem (*Quercus pubescens*), hrastom lužnjakom (*Quercus robur*), oštrikom (*Quercus coccifera*), malolisnom lipom (*Tilia cordata*), velelisnom lipom (*Tilia platyphyllos*), pinijom (*Pinus pinea*) i drugim vrstama (Vlašić, 2018).

## Simbiontske vrste

Biljke domaćini uključuju drvenaste višegodišnje kulture, drveće i grmlje hladnih, umjerenih borealnih ili planinskih šuma, ali i vrste arktičkih alpskih zajednica grmlja. Poznavanje viših biljaka značajno je zbog njihovih karakteristika te zahtjeva prema pedoklimatskim uvjetima. Temeljem navedenoga može se pravilno odabrati viša biljka koja će se mikorizirati sporama tartufa. Utvrđeno je da tartufi najčešće rastu u mikorizi s vrstama iz roda *Quercus* i *Corylus* te je iz tog razloga većina umjetno podignutih plantaža tartufa u Europi i svijetu sa vrstama iz navedenih rodova (Vlašić, 2018). Prednost vrsta iz roda *Corylus* je ta što se plodna tijela tartufa počinju stvarati 2-3 godine ranije u odnosu na vrste iz roda *Quercus*. Također, u svih vrsta iz roda *Corylus* ekonomski su iskoristivi i plodovi lijeske.

## Proizvodnja mikoriznih presadnica

Uspješnu mikorizaciju moguće je postići uporabom tekućeg inokuluma (cjepiva) u trenutku presađivanja mladih biljčica (Božac, 2008). Mikorizacijom je biljkama omogućeno da imaju visok omjer podzemnog i nadzemnog dijela, uvjetuju bolju ishranu vodom i mineralima te na taj način jačaju sposobnost odupiranja stresu, pogotovo stresu presađivanja.

U slučaju mineralne gnojidbe, gnojivo smješteno blizu korijenja čini minerale neposredno dostupnima biljci, što umanjuje potrebu za ekstenzivnim razvojem korijena te rezultira niskim omjerom podzemnog i nadzemnog dijela. Kada se takve biljke presade u uvjete prirodnog tla bez gnojiva, taj niski omjer uzrokuje nagli pad u usvajanju otopine tla i stopi prirasta. Ta se pojava općenito događa kada se mlade biljke presade iz rasadnika u polje (Meddad-Hamza i sur., 2010). Biljke uzgojene iz reznica ili mikropropagacijom mogu se inokulirati sojevima efektivnih mikoriznih gljiva brzih stopa kolonizacije, što rezultira uspješnom kolonizacijom novog korijenja nakon presađivanja (Vosatka i sur., 1999).

Potrebnu opremu za proizvodnju mikoriziranih presadnica čine: laboratorijska igla, pinceta, plastična četka, obična voda, destilirana voda, etilni alkohol, 5%-tni vodikov peroksid, plamenik, lateks rukavice za jednokratnu upotrebu, plastične posude različitih dimenzija za inokulaciju, usitnjivač ili mikser za oslobađanje spora iz plodnih tijela, posude za sađenje sadnica i sjemena, autoklav ili neki drugi uređaj za sterilizaciju supstrata, vatrostalne posude, PVC vrećice i druga oprema i alati. Najbitnije je da sav materijal i alati budu sterilni.

#### *Prikupljanje supstrata*

Tartuf beremo s plodištem (bijeli tartuf u studenom i prosincu, a crni tartuf u ožujku). Prvi korak nakon ubiranja je ispiranje tartufa od ostataka tla, vegetativnih dijelova i sl. Gomolji se moraju očistiti u destiliranoj vodi, dezinficirati alkoholom i spaliti cijelom površinom na plameniku.

Supstrat tla bi ponajprije trebao biti što je više moguće sličan fizikalno kemijskim svojstvima tla u kojem tartuf raste. Takva tla relativno je lako skupiti na nalazištima tartufa. Navedena tla imaju i prednost da je već kontaminirano sporama i micelijem bijelog ili crnog tartufa, prirodna mikroflora te idealan omjer hranjiva (Milotić, 2010).

#### *Sterilizacija*

Iznimno bitna tehnološka mjera u proizvodnji presadnica je sterilizacija. Razlog tome su sjemenke koje mogu biti zaražene sporama drugih konkurentnih gljiva te ih je potrebno sterilizirati. Također, tlo koje prikupljamo na prirodnim staništima potrebno je sterilizirati.

Najprije se sjeme stavlja u vodu, na močenje, kako bi se odstranile sjemenke koje isplivaju, jer su trule ili zaražene te nisu prikladne za daljnju proizvodnju. Zatim se sjeme potapa u otopinu 5% vodikovog peroksida ili otopinu srebrnog nitrata u koncentraciji od 1‰ na 20-ak minuta, nakon čega se ispire destiliranom vodom (Đogić i sur., 2010).

Supstrat ili odgovarajuća zemlja se prvo puni u standardne plastične kontejnerčiće s rupicama za otjecanje vode. Obavlja se vlažna sterilizacija na 120°C, 1h u 2 ponavljanja tijekom 24h, pod pritiskom od 1,1kg/cm<sup>3</sup>. Ovom se metodom uklanjaju bakterije, a provode se u autoklavima. Supstrat mora mirovati u čistim prostorima oko dva dana (Božac, 2008). Za to se vrijeme iz supstrata eliminiraju fitotoksične tvari.

#### *Priprema suspenzija spora*

Najjednostavniji način pripreme suspenzije spora opisan je na sljedeći način: Zrela plodišta tartufa moguće je zgnječiti ručno ili mikserom nakon čega se dobiva pasta koja se miješa sa sterilnom vodom radi oslobađanja askospora iz askusa. Otopina se kontrolira pomoću mikroskopa radi utvrđivanja zrelosti spora koja je potrebna za uspostavljanje mikorize. Suspenzija spora poprimiti će tamniju boju ukoliko je pripremljeno od spora crnog tartufa ili svjetliju ako je suspenzija pripremljena sporama bijelog tartufa. Nakon što se utvrdi stadij zrelosti spora, dobivena masa se filtrira kroz sterilnu gazu te je spremna za inokulaciju.

### *Aplikacija inokuluma*

Ukoliko aplikacija nije trenutno moguća, tartuf možemo konzervirati tako da ga zatvorimo u posudu s malo destiliranje vode i pohranimo u hladnjak na 2 do 4 °C. U filtriranu masu umeću se sterilizirani žirevi ili ostale sjemenke viših biljaka i ostavlja se na sobnoj temperaturi 24h. Za vrijeme potapanja potrebno je posudu povremeno protresti radi što boljeg ljepljenja spora gljiva, čija je specifična težina veća od vode. Za svaku biljku potrebno je 4-4,5g bijelog i 3g crnog tartufa u suspenziji za inokulaciju. Među čimbenicima koji određuju uspjeh mikorizne aplikacije, bitni su doziranje i vrijeme inokulacije te razvojni stadij biljke koju će se inokulirati – što ranija inokulacija, to će biljka doživjeti veće dobrobiti odnosu bolju mikorizaciju (Meir i sur., 2010.). Nakon 24h sjemenke obogaćene sporama stavljaju se u kontejnerčiče s odgovarajućim steriliziranim tlom. Na tlo kontejnera najprije se stavlja sloj zrnate ilovače radi drenaže, a plodovi se moraju umetnuti na 2-3 njihove debljine te zaliti ostatkom suspenzije spora. Zasađeni kontejnerčići prekriju se sterilnom folijom koja se u proljeće skoda kako bi biljke mogle klijati, a tada se uspostavlja ektomikoriza biljaka i gljiva. Nakon klijanja i rasta bilja do veličine 20 ak cm, slijedi kontrola uspješnosti mikorizacije te zasađivanje presadnica.

Prednost aplikacije inokuluma na sjemenke u odnosu na aplikaciju inokuluma na sadnice je u tome što se ranom infekcijom željenim gljivama stvara antagonizam prema drugim gljivama i ne dozvoljava njihovo kasnije inficiranje nekim drugim vrstama. S druge strane, kod aplikacije inokuluma na sadnice uvijek postoji mogućnost infekcije korijena drugim sporama prije nego se uspostavi željena infekcija (Milotić, 2010).

### *Sadnja presadnica*

Prije presađivanja sadnica potrebno je obaviti mikroskopsku kontrolu primarnih korjenčića. Kao rezultat kontrole dobije se uvid kako u postotak uspješno mikoriziranih sadnica, tako i u postotak mikorize kod uspješno mikoriziranih sadnica. Nakon obavljene kontrole potrebno je eliminirati eventualne nemikorizirane sadnice ili sadnice sa vrlo niskim postotkom željene mikorize. Nakon presađivanja sadnica na uzgajalište, na kunkurenciju s drugim biljkama ne možemo utjecati. Milotić (2010) navodi kako postignuta mikoriza ne bi trebala imati problema s konkurencijom, zbog antagonizma te rane infekcije i dovoljno vremena provedeno u kontroliranim uvjetima. Što se tiče pedoloških uvjeta tla, bijelom tartufu pogoduju laporasto-ilovasta tla ili laporasto pjeskovita tla sa sadržajem 16-20% CaCO<sub>3</sub>. Poželjan sadržaj organske tvari 7-8%, odnos C:N oko 11:15 te pH reakcija 7.4-8.4. Pogodna nadmorska visina za rast je između 10 i 850 metara. Crnom tartufu pogoduje sjenovito šljunkovito tlo sa visokim postotkom ilovače i do 50%. C:N odnosom 10:12, sadržajem humusa 1,5-3% te pH reakcijom 7.5-8.5 (Đogić i sur., 2010). Gledajući atmosferske uvjete tartufima najbolje odgovara vlažna mediteranska klima, s većim brojem kišnih dana u jesen i zimi te sušnim ljetima. Pogoduju područja sa više sunca zbog toplijeg tla, pa se tu razvijaju plodna tijela jače arome. Kako bi se moglo odrediti vrijeme plodonošenja, potrebno je poznavati brzinu rasta i dužinu života više biljke domaćina. Kod mikoriziranog hrasta prvi se plodovi pojavljuju za 10 do 13 godina i trajat će čak 60 i više godina. Dok će se kod primjerice lijeske, vrbe i topole prvi plodovi pojaviti za 4 do 6 godina, ali traju samo 20-30 godina (Đogić i sur., 2010).

## **Zaključak**

Temeljem dugogodišnjih istraživanja razvidno je kako uzgoj tartufa odnosno presadnica mikoriziranih tartufima zahtjeva stručnost i predanost. Sam proces inokulacije je složen te ga nije moguće u cijelosti obuhvatiti zbog mnogobrojnih čimbenika koji djeluju u prirodi. Tartufi u mikorizi sa višim biljkama direktno utječu na proizvodnju šumskih proizvoda, biodivezitet i stabilnost ekosustava. Pošumljavanje tla poznata je i dugo primjenjivana metoda proizvodnje

drva i zaštite tla od erozije te očuvanje okoliša općenito. Međutim, samo pošumljavanje nije zadovoljavajuće, jer zanemaruje vrlo vrijedne gljive kao podkulturu. Pošumljavanje je potrebno izvoditi s mikoriziranim biljkama, a koje proizvodimo na vrlo uspješan način osiguravajući dvostruku korist. Prvo i vrlo značajno za šumarsku struku je činjenica da biljke inokulirane s micelijem odgovarajuće vrste gljive brže rastu, otpornije su na bolesti te daju veći prinos. Druga značajna dobit vidljiva je u proizvodnji gljiva, u ovom slučaju tartufa. S obzirom da je na globalnom tržištu sve veća potražnja tartufa zbog čega je i povećan interes za uzgojem istih, proizvodnja mikoriziranih presadnica te plantažni uzgoj tartufa u Hrvatskoj bi moga postati iznimno unosan s obzirom na potencijal koji Hrvatska ima u pogledu klime i reljefa.

## Literatura

- Agreer, R., (2006) *Fungal relationships and structural identity of their Ectomycorrhizae*. Heidelberg: Springer Berlin.
- Benucci, G.M.N., Bonito, G., Baciarelli Falini, L., Bencivenga, M., Donnini, D. (2012) Truffles, Timber, Food, and Fuel: Sustainable Approaches for Multi-cropping Truffles and Economically Important Plants. *Soil Biology*, 34, 265-280.
- Božac, R. (2008) *Enciklopedija gljiva 2*. Zagreb: Školska knjiga.
- Đogić, A., Prgomet, I., Ramljak, M., Topličanec, J. (2010) *Ektomikoriza i proizvodnja mikoriziranih presadnica za proizvodnju tartufa*. Stručni projekt. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu.
- Hall, I.R., Brown, G.T., Zambonelli, A. (2007) *Taming the truffle*. Portland: Timber Press.
- Hrka, J. (1988) *Tartufi*. Zagreb: Mladost.
- Meddad-Hamza, A., Beddiar, A., Gollote, A. Lemione, M.C., Kuszala, C., Gianinazzi, S., (2010) Arbuscular mycorrhizal fungi improve the growth of olive trees and their resistance to transplantation stress. *African Journal of Biotechnology*, 9, 1159-1167.
- Meir, D., Pivonia, S., Levita, R., Dori, I., Ganot, L., Meir, S., Salim, S., Resnick, N., Wininger, S. (2010) Application of mycorrhizae to ornamental horticultural crops: Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a test case. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8, 5-10
- Milotić, M. (2010) *Razvoj bijelog i crnog tartufa umjetnim uzgojem na sjemenu i sadnicama hrasta lužnjaka i obične lijeske*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu.
- Paškvan, R. (1956) O uzgoju tartufa općenito, sa osvrtom na uzgoj bijelog tartufa u Istri. *Agronomski glasnik*, 6(1), 23-31.
- Vlašić, M. (2018) *Tartufi u nizinskim šumama dijela Podravine i mogućnosti njihovog umjetnog uzgoja*. Specijalistički rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu.
- Vosatka, M., Jansa, J., Regvar, M., Sramek, F., Malcova, R. (1999) Inoculation with Mycorrhizal fungi – a feasible biotechnology for Horticulture. *Python*, 39, 219-224.

Prišlo/Received: 4.10.2021.

Prihvaćeno/Accepted: 18.2.2022.

Professional paper

## Possibilities of production of seedlings for truffle cultivation (*Tuber spp.*)

### Abstract

*Ectomycorrhizal symbiosis between mushrooms and perennial plants is naturally present in almost all land ecosystems. Ectomycorrhizal community perennial plants provide organic nutrients for fungus nutrition, and in return acquires an increased absorption surface of the root system and numerous other benefits such as improved herbal nutrition, increased pest tolerance, heavy metal toxicity, drought and salinity, increased growth and yields. In case of truffles in Croatia the mushroom habitats are increasingly depleted, and an alternative is offered to planting truffles. The paper presents the possibilities of producing seedlings for truffle cultivation. This paper will contribute to the knowledge about the possibilities of producing quality planting material for the successful production of truffles.*

**Key words:** ectomycorrhiza, ecology, plants, truffles