

Mogućnosti uzgoja tartufa (*Tuber spp.*)

Sažetak

Cilj ovoga rada je opisati mogućnosti podizanja nasada tartufa te gospodarenje istim. U prvom dijelu rada opisan je tartuf kao gljiva, morfološka i biološka svojstva tartufa te pedoklimatski uvjeti rasta i razvoja. Prikazana su dosadašnja znanja o tartufima koja služe kao podloga razrade programa za njihov uzgoj. Detaljnije su opisani veliki bijeli tartuf te tamnosporini tartuf koji su najzanimljiviji za uzgoj. Također, prikazano je tartufarstvo u Hrvatskoj i svijetu kako bi se ukazalo na značaj te visokovrijedne gljive. Opisan je način obrade tla prije sadnje, plana sadnje te planirani način održavanja plantaže. Temeljem provedenih analiza i proučene literature može se zaključiti kako su određena područja u Hrvatskoj pogodna za uzgoj tartufa sa manjim odstupanjima potrebnih pedoloških uvjeta.

Cljučne riječi: tartufi, program uzgoja, tlo, lokacija

Uvod

Tartufi su visokovrijedne hipoglejne gljive koje na području Hrvatske (Istra) imaju dugu tradiciju sakupljanja. Iako su nađeni na mnogobrojnim lokalitetima širom Hrvatske, pretpostavlja se da su svoj uspon doživjele u Istri zbog utjecaja susjedne Italije (Vlašić, 2018). Danas se broj tartufara u Istri procjenjuje na 1000 do 2000. Sve je više registriranih i neregistriranih tartufara i u ostalim dijelovima Hrvatske gdje se tartufarstvo počelo razvijati posljednjih nekoliko desetaka godina. Isto tako posljednjih godina su u nekoliko istraživanja utvrđena i nova prirodna nalazišta. Nažalost, tržište tartufa u Hrvatskoj je neregulirano i neorganizirano. Tako većina tartufa sakupljenih na području Hrvatske ide ilegalno u Europu i to najviše na područje Italije (Zgrablić i sur., 2014). U kulinarstvu, tartufi se poslužuju u vrlo malim količinama, jer imaju intenzivan okus. Mogu se jesti u svježem stanju ili se mogu konzervirati na duži ili kraći period. Dodaju se raznim jelima, a sve je veća ponuda i proizvoda u kojima se nalaze. Tako na tržištu možemo pronaći sireve s tartufima, čips, praline, med, paštete, rakije itd. Italija, Francuska i Španjolska već nekoliko desetljeća prakticiraju uzgoj tartufa, dok je isto u Hrvatskoj i dalje nepoznato područje. Danas se velika većina tartufa u Hrvatskoj sakuplja u prirodnim staništima, izuzev nekolicini zasađenih sadnica za čiji eventualni prinos još nema službenih podataka. S obzirom da se prirodna staništa iscrpljuju radi sve većeg broja tartufara i neadekvatnog sakupljanja i održavanja šumskih staništa, dolazimo da zaključka da bi "umjetni" uzgoj tartufa mogao biti unosan posao. Gospodarenje plantaže tartufa otežava činjenica da je uzgoj tartufa kod nas nedovoljno, odnosno jako slabo istraženo područje. Stoga su idejna rješenja o tehnologiji uzgoja za potrebe ovog rada iz literature sa iskustvima iz svijeta (Zgrablić i sur., 2014). Za osnivanje nasada potrebne su sadnice viših biljaka inokulirane željenom vrstom tartufa. Biljke koje mogu biti domaćini, odnosno simbionti tartufa su hrast, grab, topola, lipa, vrba, lijeska i dr. Stoga, cilj ovog rada bio je utvrditi pogodnosti uzgoja tartufa u Hrvatskoj. U tu svrhu istražena je i literatura o tartufima te o iskustvima o uzgoju iz svijeta. Također prikazan je program od obrade tla prije sadnje, plana sadnje te planirani način održavanja plantaže.

¹ doc.dr.sc. Ivan Širić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

² Snježana Širol, Student - Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: isiric@agc.hr

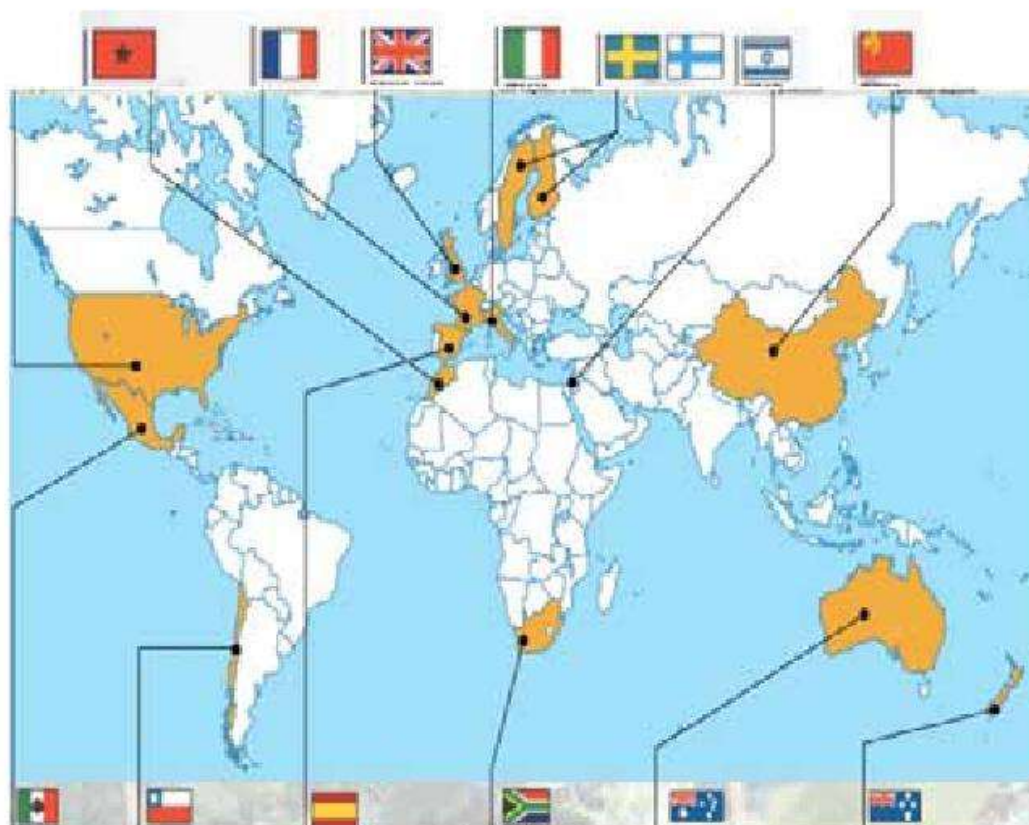
Tartufarstvo u Hrvatskoj i svijetu

Počeci tartufarstva u Hrvatskoj prvenstveno su vezani uz područje Istre, a posljednjih godina možemo govoriti i o tartufarstvu u ostalim dijelovima Hrvatske. Prve tartufe u Hrvatskoj otkrili su talijanski tartufari iz Pule, Carlo Testoni i Piero Giovannelli 1929. godine na području Pazinskih Novaka. Od 1931. do 1960. godine u Istri je bilo registrirano samo 20 do 50 tartufara. Intenzivnije iskorištavanje i trgovina tartufa započinje većim otvaranjem granica ondašnje države 60-tih godina 20. stoljeća. Broj sakupljača postupno se povećavao a tijekom 1983. godine registrirano je 400 tartufara (časopis Hrvatske šume, 2000). Danas se broj tartufara u Istri procjenjuje na 1000 do 2000, iako je sve više registriranih i neregistriranih i u ostalim dijelovima Hrvatske. U Istri trenutno postoje dva udruženja tartufara sa oko 150 članova: Udruga tartufara Općine Kršan i Udruga tartufara Buzet (Zgrablić i sur., 2014). Posljednjih nekoliko desetaka godina počelo se razvijati tartufarstvo i u ostalim dijelovima Hrvatske, a u nekoliko istraživanja utvrđena su i nova prirodna nalazišta. Nova nalazišta bila su u šumama oko Bjelovara, Lipovljana, Nove Gradiške, Slavenskog broda, Vinkovaca i Vrbanje. Uz to, od ranije su poznata nalazišta u Istri, na poluotoku Pelješcu, Kalniku, Kutina, Velika Gorica, Sunja, Donji Miholjac, Bilopolje, Petrijevci, Sisak. Nažalost tržište tartufa u Hrvatskoj je neregulirano i neorganizirano. Tako većina tartufa sakupljenih na području Hrvatske završava ilegalno u Europu i to najviše na područje Italije. Godišnje se u Istri sakupi 20 do 30 tona tartufa ovisno od sezone (Kveder i Jerman, 2009). Što se tiče umjetnog uzgoja tartufa u Hrvatskoj, prvi pokušaj je proveden 1986. godine od strane Uprave šuma Buzet u suradnji sa Šumarskim institutom Jastrebarsko. Oko 1000 sadnica hrasta lužnjaka iz Slavonije koje su naknadno inkulirane vrstom *Tuber magna-tum*, zasađeno je na površini od 3 ha na području Motovunske šume. Nakon 10 do 12 godina pronađena su plodna tijela tartufa. Također, obitelj Karlič je 2007. godine podignula plantažu tartufa u Hrvatskoj te je prvi urod ostvaren tijekom 2015. godine. Zanimljivo je još spomenuti i činjenicu da je 1999. godine nedaleko od Buja pronađen tartuf težine 1,31 kg, a isti je uvršten u Guinnessovu knjigu rekorda kao najveći dotad nađeni tartuf na svijetu.

Uzgoj tartufa u Europi i svijetu

Prvi počeci uzgoja tartufa bili su u 17. stoljeću, no ozbiljnije se krenulo tek krajem 20. stoljeća, razvojem tehnika inokulacije sadnica šumskog drveća i grmlja sporama tartufa. Najveći proizvođači tartufa iz plantažnog uzgoja su Italija, Španjolska i Francuska. Dok su u novije vrijeme sa umjetnim uzgojem tartufa krenuli i u Novom Zelandu, Australiji, Južnoj Americi, Izraelu, Mađarskoj, Srbiji, Poljskoj, SAD-u... (Vlašić, 2018). Na slici 1 prikazane su države uzgajivači tartufa. Procjena je da se u Italiji godišnja vrijednost tartufa pronađenih u prirodnim staništima kreće između 5 i 6 milijuna eura, odnosno 40-50 t tartufa godišnje, dok se godišnje zasađi oko 300 ha novih nasada. U Španjolskoj u regiji Castilla y León nalazi se najveća plantaža tartufa na svijetu, površine od 600 ha (Benucci i sur., 2012). U Francuskoj se na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće proizvodilo više od 1000 tona tartufa, ta količina je 1990-ih pala na 30 tona, a danas je oko 90 % iz uzgoja (Samils, 2002). U 2006. godini prihod od prodaje tartufa na europskom tržištu procijenjen je na 250 milijuna eura (Benucci i sur., 2012). Iz Europe umjetni uzgoj tartufa širi se i na ostale kontinente. Tako je prva plantaža crnog tartufa (*T. melanosporum*) podignuta u SAD-u 1988. godine u Sjevernoj Karolini, sadnicama lijeske iz Francuske, a prvi urod dala je 9 i pol godina nakon osnivanja (Vlašić, 2018). Trenutačno je osnovano 300 plantaža tartufa izvan Europe i to najčešće sa vrstom *Tuber melanosporum*. Od toga oko stotinjak ih se nalazi na Novom Zelandu, još toliko u Australiji (Benucci i sur., 2012.). Dakle, Australija i Novi Zeland su među najvećim plantažerima tartufa, no valja napomenuti kako je tamo tartuf uveden kao vrsta tek podizanjem plantaža (nisu prije postojale u prirodnim staništima). Prva plantaža crnog tartufa na Novom Zelandu podignuta je 1987. (Yun i Hall, 2004). Oko 120 plantaža nalazi se u SAD-u, Argentini, Čileu, Izraelu i Južnoj Africi (Benucci i sur., 2012). Većina tih plantaža su manjih površina i starosti kada još nema puno ili uopće plodnih tijela tartufa pa su to zasad nasadi sa manjim urodom.

Nadalje, u Australiji je proizvodnja bila oko 20 tona, što je dvostruko više nego prošle godine, Čile oko 500 kg sa površinama od 600 ha, Argentina oko 35 kg sa površinama oko 85 ha, a Novi Zeland oko 500 kg. Južna Afrika je također krenula s uzgojem tartufa ali su i to relativno mladi nasadi pa su prinosi bili oko 15 kg na 80 ha (www.trufflemelbourne.com). U današnje vrijeme 80 % ukupne proizvodnje crnog tartufa (*Tuber aestivum* i *Tuber melanosporum*) na svjetskom tržištu potječe iz plantažnog uzgoja dok je proizvodnja bijelog tartufa (*Tuber magnatum*) u ukupnoj količini iz prirodnih nalazišta. Interesantan je podatak koji su naveli u časopisu Hrvatske šume iz 2004. godine, kada je Hrvatska, i to uglavnom sa istarskim nalazištima činila 1/5 u ukupnoj svjetskoj proizvodnji tartufa, odmah iza Italije.



Slika 1. Države uzgajivači tartufa - 2017.godina (izvor: trufflefarming.wordpress.com)
Figure 1. States truffle growers – 2017. year (source: trufflefarming.wordpress.com)

Morfologija i biologija tartufa

Vegetativno tijelo gljiva pa tako i tartufa je micelij (lat. *Mycelium*). Micelij se sastoji od hifa, pregrađenih tankih cjevastih niti. Hife prorastaju tlo u kojem tartufi rastu, a dijelom je spojen sa višom biljkom što nazivamo mikorizom. Iz mikoriznih kvržica u povoljnim uvjetima rastu takozvane sekundarne hife. Sekundarne hife djeluju kao produžeci korjenovog sustava biljke s kojom je tartuf u simbiozi te na taj način biljka može absorbirati hranjive tvari koje su izvan dosega vlastitog korijena. Također sekundarne hife zaslužne su za sekundarnu infekciju korjenovih dlačica na kojima još nije uspostavljena mikoriza (Hrka, 1988). Plodno tijelo je podzemni gomolj - tartuf. Plodno tijelo tartufa nastaje spajanjem hifa dvaju primarnih micelija različitog spolnog ustrojstva. Razvoj plodnog tijela može trajati od nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci. U razvoju do svoje pune veličine plodno tijelo je povezano micelijem gljive nakon čega se odvaja te se dalje razvijaju spore (Hrka, 1988). Spora, u ovom slučaju, askospora je stanica za razmnožavanje. Spora je zaštićena tankim ovom koji ima na površini dlačice ili rupice, odnosno ulegnuća poput mreže ili saća koje im nakon

što se oslobode iz askusa, omogućavaju lako prijanjanje uz korijen biljke. Spore se razvijaju u askusima koji sadrže 1–8 spora (Hrka, 1988). Plodno tijelo tartufa uglavnom je okruglastog ili nepravilnog oblika, što ovisi o tipu tla u kojem se razvija. U dubljem, mekanijem i rastresitom tlu uz druge povoljne uvjete, razvit će se veće plodno tijelo nego u kompaktnom, zbijenom i tvrdom tlu (Pacioni, 1985.). Plodno tijelo je izvana obloženo pokožicom (lat. *peridium*), koja štiti unutrašnjost od vanjskih utjecaja. Kod nekih vrsta može biti glatka, dok kod drugih hrapava ili bradavičasta. Unutrašnji sadržaj tartufa (lat. *gleba*) može biti bijele, žućkastobijele, svjetlosmeđe do tamnosmeđe, smeđesive, smeđeljubičaste, crvenkaste ili crne boje. To ovisi o vrsti, stupnju zrelosti te o vrsti biljke s kojom tartuf živi u simbiozi. Gleba tartufa je išarana nepravilnim "venama" - žilicama, a predstavljaju sterilno tkivo koje sprječava askuse da se dodiruju (Hrka, 1988). S obzirom na kulinarsku vrijednost te komercijalni uzgoj, u nastavku rada detaljnije su opisane samo 2 vrste tartufa, *Tuber magnatum* Pico i *Tuber melanosporum* Vittadini, čiji je uzgoj moguć na određenim staništima u Hrvatskoj.

***Tuber magnatum* Pico – Veliki bijeli tartuf**

Plodište velikog bijelog tartufa (Slika 2) je nepravilna oblika, može biti gomoljasto, okruglasto, kvrgavo ili kao da je stisnuto. Prosječna širina je 2 do 6, čak i do 15 cm. Površina plodnog tijela je bjelkasto-slamnata ili svjetlo oker boje, a katkad ima i zelenkastu nijansu. Gleba je kompaktna te inicijalno bijela, kasnije postaje svijetlo slamnata do oker-smeđa i mramorirana sa brojnim bjelkastim žilicama. Miris je vrlo karakterističan i jak te podsjeća na plin metan ili na fermentirani sir (Božac, 2008). Askusi su dimenzija 68.1-77.8 x 52.1-60 μm, sadrže najčešće jednu do tri spore, a vrlo rijetko četiri. Spore su bijelo-žute boje, okruglasto do široko elipsoidne 19.3-42.3 x 17.4-7.32 μm i mrežasto ornamentirane s poligonalnim okvirima unutar kojih se ponekad razvijaju dodatni grebeni. Plodišta postizu zrelost od rujna do prosinca. Zbog velike makrosporne sličnosti, veliki bijeli tartuf se može zamijeniti s vijugavo mesnatom mirisnicom (*Choironomyces meandriformis*) (Zgrablić i sur., 2014).



Slika 2. Plodište velikog bijelog tartufa (izvor: www.trufamania.com/)

Figure 2. Fruiting body of white truffle (source: www.trufamania.com/)

***Tuber melanosporum* Vittadini – Tamnosporni tartuf, crni tartuf**

Plodište tamnospornog tartufa (Slika 3) je okruglasto, gomoljasto, manje-više pravilno i naraste 3-5 cm široko. Površina plodnog tijela je crnkasta i grubo bradavičava, nema karakteristične osnove. Peridij ima debele, smeđe-crne bradavice koje su nepravilno višekutne i široke oko 2 mm, na sredini su sploštene katkad zaokružene i pukotinaste. Gleba plodnog tijela je smeđe-crnkasta te isprepletena brojnim bjelkastim i tankim žilicama. Miris zrelih plodišta je karakterističan, aromatičan i ugodan (Božac, 2008). Spore crnog tartufa su eliptične, tamnosmeđe-crnkaste, veličine 28-32 x 16-21 µm. Na njima se nalaze gusti šiljci dugi 2-4 µm, neki su na vrhu zavijeni. Askusi su ovalni, vrećasti ili okruglasti, veličine 65-85 x 50-70 µm te imaju vrlo kratku peteljku (Božac, 2008). Plodna tijela tartufa domaćini su raznovrsnih bakterija, a među njima su i bakterije koje fiksiraju dušik i usko su vezane s bakterijama koje stvaraju kvržice na korjenovom sustavu mahunarki. Neke vrste tartufa, tu spada i *Tuber melanosporum*, imaju sposobnost proizvodnje alelopatičkih tvari koje dovode do formiranja "brulea". To su područja gdje se pojavljuje najviše plodnih tijela tartufa te je posljedica smanjen intenzitet vegetacije (Bofante i sur., 2010). Plodišta dozrijevaju od studenog do ožujka (Zgrablić i sur., 2014).



Slika 3. Tamnosporni tartuf (izvor: www.trufamania.com)

Figure 3. Fruiting body of black truffle (source: www.trufamania.com/)

Stanišni i ekološki čimbenici rasta 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 600 m n.v., između 40° i 50° sjeverne geografske širine u umjereno-toploj klimi (Hrka, 1984). 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). Većina vrsta bijelih tartufa dolazi na vapnenim i dubljim glineno – ilovasto – pjeskovitim tlima. Karakteristična tla za većinu vrsta bijelih tartufa su laporasta odnosno aluvijalna tla. Udio vapna u tlu u staništima bi-

jelog tartufa je uglavnom 18 – 36 %, humusa 7 – 8 %, a pH tla je najčešće oko 8,0 (Hrka, 1984). Tome odgovaraju tla koje nalazimo u poplavnim nizinskim šumama, vlažnim dolinama ili na blagim padinama (Zgrablić i sur., 2014). Većini vrsta crnog tartufa pogoduju tla sa većim udjelom vapna u odnosu na tla staništa bijelog tartufa. Tla na kojima se razvijaju crni tartufi su propusnija te imaju određeni postotak glineno -ilovastih čestica (i do 50%) koje zadržavaju vlagu. Udio vapna u tlu je 10 – 40 %, humus 1,5 - 3 % a pH 7,5 – 8,5. Ekspozicija ima veći utjecaj na razvoj crnih tartufa nego bijelih. Crni tartufi imaju veće zahtjeve za toplinom od bijelih i najbolje im odgovaraju južne ekspozicije. Tereni sa velikom vlažnošću tla i stajaćom vodom na površini ne odgovaraju za razvoj crnih tartufa (Hrka, 1984). Odgovaraju im siromašna, skeletna, dobro drenirana tla. Crnom tartufu pogoduje pravilan raspored oborina tijekom cijele godine (Zgrablić i sur., 2014). Temperatura od 23°C koja traje duže od 6 dana (ljeti) te zimi temperatura od -10°C i niže koja traje duže od 5 dana smatra se nepovoljnom za razvoj tartufa (Bone i sur., 2006).

Ekološki problemi razvoja tartufa u prirodnim staništima i prednosti uzgoja u nasadima

U šumskim staništima se pojavljuju sve veći poremećaji biološke i ekološke ravnoteže, koji nepovoljno utječu na stanje stabala i simbioze na korijenu šumskog drveća. Glavni ekološki problemi u staništima tartufa u Hrvatskoj su isušivanje i zamočvarivanje tla, promjene dinamike oborina, promjene temperatura zraka, onečišćenje zraka, vode i šumskog tla, promjene mikrojefekta nizinskih šuma, promjene fizikalnih, kemijskih i bioloških obilježja šumskih tala, erozija tla i dr. Također, u Hrvatskoj nailazimo i na probleme nepovoljnog antropogenog utjecaja neorganiziranog pristupa, koji dovodi do degradacije staništa te smanjenja količine i kakvoće tartufa. Šumarski stručnjaci izdaju samo dozvole za sakupljanje tartufa, ali nemaju nadzor nad sakupljenim količinama. Glavne probleme predstavljaju smanjene količine tartufa uzrokovane nepravilnim gospodarenjem šuma (prekomjerna sječa), prekomjerno i nepravilno sakupljanje, nestručnost tartufara kao i nelegalna trgovina. Preintenzivno sakupljanje kao i presijecanje korijenja šumskog drveća lopaticama za kopanje uzrokuju degradaciju mikorize, a samim time i smanjenje plodonošenja tartufa (Tikvić i sur., 2007). Navedeni negativni čimbenici prirodnih staništa na plantažama se nastoje smanjiti kako bi proizvodnja tartufa bila čim veća i uspješnija. Tako, Gašpar (2018) u svom radu navodi prednosti umjetnih nasada nasuprot prirodnim staništima, odnosno kako se neki od tih problema rješavaju. Svaka sadnica u nasadima mikorizirana je micelijem tartufa te će rasti na optimiziranom tlu pripremljenom za tu namjenu, ovisno o potrebama. Također, optimiziran je razmak sadnje i vegetacijski prostor za rast više biljke i tartufa, iznad i ispod razine tla. Lakša kontrola vodozračnog režima: poboljšanje agrotehničkim zahvatima prije sadnje te izgradnjom sustava odvodnje i navodnjavanja. Moguće je eliminirati štetnike postavljanjem ograda i repelenata, eliminirati konkurentno raslinje i gljive. Rezidbom drveća odnosno grmlja možemo povećati količinu svjetla koja kroz guste krošnje ne bi mogla prodirati do tla. Tartuf iz plantažnog uzgoja može razviti veći gomolj, a bojom izgledom i mirisom se ne razlikuje od onog iz prirodnih staništa. I ono najvažnije, kao rezultat poboljšanja svih važnih čimbenika u rastu ovih visokovrijednih gljiva, je da na određenom prostoru možemo proizvesti veću količinu tartufa te imati pravo na kompletan urod.

Odabir sadnog materijala

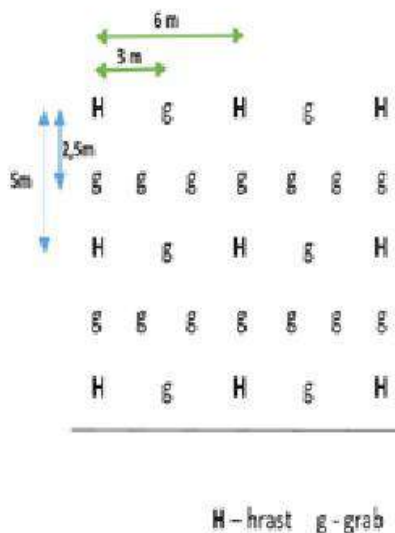
Jedan od glavnih preduvjeta za uspješnu proizvodnu plantažu je svakako kvalitetan sadni materijal. Poželjne su sadnice visokog učešća mikorize željenog tartufa i dobro razvijen korjenov sustav bez prisustva patogena ili konkurentnih vrsta gljiva. Sadnice proizvedene u kontroliranim uvjetima boljeg su zdravstvenog stanja, otpornije na bolesti i ekološke ekstreme te imaju bujniji rast i bolji prirast (Vlašić, 2018). Prije pripreme inokuluma, plodna tijela tartufa je potrebno sterilizirati, a nakon inokulacije sadnice su još neko vrijeme u kontroliranim uvjetima.

Kontrola uspostave mikorize provodi se nakon 5-6 mjeseci od inokulacije kako bi se utvrdilo da se sade kvalitetne sadnice. Za sadnice se koriste šumski kontejneri kako bi se osigurao pravilan razvoj korijena. Najbolje simbiotske vrste za rast i razvoj tartufa su: obična lijeska (*Corylus avellana* L.), obični grab (*Carpinus betulus* L.), i hrast lužnjak (*Quercus robur* L.).

Priprema terena i sadnja

Sklop sadnje

Kod podizanja nasada tartufa sklop sadnje ovisi od vrste inokuliranog sadnog materijala, vrste tartufa i planiranog načina održavanja. Gušći sklop sadnje ne osigurava veću proizvodnost plantaže, ali je vjerojatnost ranijeg uroda veća. No može imati i negativan utjecaj kod *T. melanosporum* koji manje podnosi zasjenu tla krošnjama (Chevalier i sur., 2001). Primjerice, ukoliko će se podizati nasad bijelog tartufa moguće je saditi mikorizirane sadnice hrasta i graba. Razmak sadnje hrasta iznosi 5 x 6 metara, odnosno 6 metara unutar reda, a 5 između reda. Unutar reda hrasta između svake sadnice hrasta sadit će se 1 sadnica graba. Između redova hrasta sadit će se red graba, sa razmakom sadnje od 2 metra. Dakle razmak između redova je 2,5 metara. Shema sadnje prikazana je na slici 4.



Slika 4. Prostorni raspored biljaka (izvor: Širol S. diplomski rad)

Figure 5. The spatial distribution of plants (source: Širol S. master's thesis)

Priprema tla uglavnom se provodi u jesen, a ovisno o pedološkim karakteristikama potrebno je zaorati određene količine 100 kg N:P:K formulacije 15:15:15. U slučaju nedostatka organske tvari unosi se zreli stajski gnoj koji bi trebao nadoknaditi manjak organske tvari u odnosu na poželjne količine koje su za uzgoj bijelog tartufa 7-8 %. Nadalje, ukoliko se radi o podizanju nasada crnog tartufa nerijetko je potrebno dodavati skeleta koji će popraviti manju od poželjne količine pijeska (Skeleta), a radi popravljivanja fizikalnih svojstava tla za crni tartuf. Radove pripreme tla je potrebno obaviti uz čim manje korištenja teške mehanizacije te kad je tlo prosušeno, kako ne bi došlo do nepoželjnog zbijanja tla.

Sadnja

Sadnju treba izbjegavati kada je tlo prevlažno ili zaleđeno. Iskolčenje i označavanje sadnih mjesta te sama sadnja može se obavljati ručno ili strojno. Sadnice se izvade iz kontejnera okretanjem naopačke pazeći da se ne ošteti korjenova bala, postavljaju se u rupu te nagnu rahlom zemljom.

Nakon sadnje poželjno je zalijevanje biljaka te zaštita od divljih životinja koje bi ošetele ili iščupale sadnice. Sadnice je potrebno premazati repelentima koji odbijaju životinje kako ne bi došlo do oštećenja. Premazivanje treba ponavljati svaka 3 tjedna.

Održavanje nasada

Već od samog početka potrebno je provoditi mjere zaštite nasada. Prvi korak je premazivanje mladih sadnica repelentima koje će odbiti divljač od stvaranja štete. Kroz prvih nekoliko godina planirano je i ograđivanje plantaže kako bi se spriječio ulazak divljači te ograničio pristup tartufara iz okolice. Štete mogu biti kako na plodištima tartufa tako i na biljkama domaćinima. Na hrastu se često javlja hrastova pepelnica na mladom lišću, a od gusjenica hrastov savijač (*Tortrix viridana*) i hrastoc gubar (*Lymantria dispar*). Nadalje, lijesku često napada lijeskova grinja (*Phytophthora avellanae*). Također, česte štete na korijenju čine klišnjaci (*Elateridae*), hruštevci (*Scarabeidae*), krtice (*Talpidae*), miševi (*Mus*), voluharice (*Myodes*) i dr. (Vlašić, 2018). Najčešći štetnici na plodištu tartufa su kornjaši iz porodice *Leiodidae* i tartufarske mušice iz roda *Suillia*. Tartufarske mušice su osim štetnika ujedno i indikatori nalazišta tartufa, jer se imago pojavljuju na mjestima gdje ima tartufa (Morcillo i sur., 2015). Što se tiče korištenja zaštitnih sredstava, sa herbicidima treba postupati oprezno, jer oni mogu djelovati indirektno na tartufe oštećenjem ili uništavanjem biljke domaćina. S još većim oprezom treba pristupiti fungicidima. Upotreba foliarnih nesistemičnih fungicida ima jako mali utjecaj na mikorizu, dok sistemski mogu dovesti do akumulacije fungicida u korijenu što je nepoželjno. Postoje i mnogobrojne aktivne tvari fungicida s inhibicijskim djelovanjem na mikorizu koje bi trebalo izbjegavati, a to su: banrot, klorotalonil, mankozeb, PCNB (pentakloronitrobenzen), triadimefon, zineb, himek-sazol i iprodion.

Održavanje tla

Glavni ciljevi održavanja tla su aeracija tla i održavanje povoljnih vodozračnih režima te ograničavanje rasta korova. Posebice je bitno ograničavanje korova u prvim godinama rasta, dok su sadnice još mlade, a korov im predstavlja konkurenciju. Tlo se može obrađivati, malčirati ili suzbijati korov pesticidima. Malčem se uglavnom pokrivaju plodna mjesta, ne pokriva se cijela proizvodna površina. Postavljaju se prije ljeta, a zadržavaju vlagu, reguliraju temperaturu, sprječavaju rast korova te poboljšavaju aktivnost faune tla. S druge strane poboljšavaju i uvjete za konkurentne vrste. Vrlo plitka međuredna obrada tla može se provoditi na proljeće nakon završetka sezone sakupljanja. Potrebno je voditi brigu o tome da je tlo suho te da je mehanizacija što lakša kako bi se čim manje sabijalo tlo. Na mjestima gdje tartufi plodonose dubina obrade tla ne smije biti veća od 10 centimetara. Nadalje, što se tiče gnojiva, još uvijek nema saznanja o generalnoj gnojidbi koja bi odgovarala tartufima. Poznato je da se *T. melanosporum* pojavljuje u tlima sa različitom koncentracijom fosfora, kalija i dušika pa se zasad smatra da navedeni elementi nemaju ključnu ulogu u rastu i razvoju tartufa (Morcillo i sur., 2015). Nasad sadnica mirkoriziranih sa sporama tartufa potrebno je održavati orezivanjem. Prvo orezivanje poželjno je provesti u drugoj godini od sadnje odstranjivanjem vodopija i mladica s baze. Orezivanje je posebice bitno kod crnog tartufa gdje se mora ograničavati rast krošanja kako ne bi bile preguste. Zahvat se provodi nakon sezone sakupljanja, a kod lijeske će se povremeno provoditi i zelena rezidba radi kontrole vegetativnog rasta biljke domaćina. Ostaci od rezidbe mogu se koristiti kao malč, a zahvati reza ne smiju biti drastični, jer može imati negativan utjecaj na proizvodnost plantaže.

Sakupljanje tartufa

Prvi znakovi za proizvodnju tartufa jesu najprije kržljanje, a zatim i nestanak zelene pokrovne vegetacije, bilo da je spontano rasla ili uzgajana. Zatim vegetacija nestaje prema vanjskim dijelovima od drveta, a ta se pojava naziva *brule* (Paškvan, 1956). Navedeno se događa zbog toga

što određene vrste tartufa imaju sposobnost proizvodnje alelopatskih tvari koje uzrokuju smanjeni intenzitet vegetacije (Vlašić, 2018). Plodišta bijelog tartufa sakupljaju se od rujna do prosinca, a crnog - *T. melanosporum*, od studenog do ožujka (Zgrablić i sur., 2014). Najčešće korištena metoda za pronalaženje tartufa je uz pomoć dresiranih pasa, dok se negdje koriste i druge životinje (svinje, koze). Nakon što ga pas nanjuši, tartuf se iskapa malim lopaticama ili nekim drugim alatom pritom pazeći da se plodno tijelo ne ošteti. Rupe nastale prilikom vađenja tartufa potrebno je zatrpati istom zemljom.

Plodnost plantaža i prinosi

Prema Gašparu (2018.) plodonošenje ovisi o postojanju micelija na korijenu simbionta u tlu, količini biomase micelija, postojanju i kopulaciji hifa te nastanku primordija, širenju spora i micelija od strane ljudi i životinja, također o pedoklimatskim uvjetima te o načinu gospodarenja nasada. Kao najčešći razlozi neplodnosti nasada su loš izbor terena za uzgoj te neadekvatni klimatski uvjeti, kao i prisutnost konkurentnih vrsta na sadnicama ili u tlu (Hall i sur., 2007.). Za razliku od crnosporog tartufa, plantažni uzgoj velikog bijelog tartufa ostaje nerazjašnjen i iziskuje daljnja istraživanja, a dosadašnja iskustva daju rezultate od svega nekoliko kilograma po hektaru. Problemi u nekim pokusnim nasadima bili su pojava ranog tartufa *T. borchii* prije proizvodnje plodišta bijelog tartufa. Također, veliki bijeli tartuf pokazao se i kao izrazito klimatogena vrsta koja se pojavljuje samo kad su postignuti svi optimalni stanišni uvjeti (Zgrablić i sur., 2014). Prinosi na plantažama tartufa veoma su šaroliki, kreću se od nekoliko pa do 100/150 kilograma. Dosadašnja iskustva za *T. melanosporum* u Italiji daju podatak od prosječno 40-50 kg/ha, u Francuskoj 15-110 kg/ha, a u Španjolskoj na navodnjavanjem oko 45 kg/ha (Bencivenga i sur., 2009). U Španjolskoj na najvećoj svjetskoj plantaži prinos je 2-50 kg/ha bez navodnjavanja, odnosno do 150 kg/ha na navodnjavanjem dijelovima (Wang i Hall, 2004). Prvi prinosi se mogu očekivati čak nakon 6 godina, ali značajniji urod obično slijedi kasnije, nakon 8 do 10 godina. Što se tiče bijelog tartufa, dosadašnja iskustva uglavnom govore o prinosu od 1-5 kilograma, s početkom plodonošenja nakon 10-14 godina od podizanja nasada. Prinosi su često nakon toga opadali te su potrebna daljnja istraživanja o uzgoju (Gregori i sur., 2010).

Zaključak

Podizanje nasada tartufa je riskantno i dugotrajno ulaganje, a prvenstveno iz razloga što je to nedovoljno istraženo područje. U Republici Hrvatskoj podaci o iskustvima uzgoja su jako skromni, kao i generalizirani način održavanja nasada. Potencijalni uzgajivači imaju mogućnost učiti isključivo na iskustvima uzgajivača tartufara iz svijeta, koja ipak na neki način daju uvid u osnovnu ideju i mogućnost uzgoju tartufa. S druge strane, brojna pitanja o rastu i razvoju tartufa još uvijek nisu dovoljno poznata, posebice za veliki bijeli tartuf. Osim nedostatka znanja i kvalitetnih informacija, problem predstavlja i zakonska regulativa vezana za sakupljanje tartufa odnosno nepostojeća za njihov uzgoj. Prirodna staništa se sve više iscrpljuju, a tržište tartufa raste pa se javlja potreba za rješavanje navedenoga problema. Upravo navedeni nedostatak tartufa na tržištu, ukazuje na potencijalnu nišu poljoprivredne proizvodnje. Potrebno je kontrolirati i pratiti urod tijekom godina te povezivati sa različitim tehnikama uzgoja, ali i klimatskim parametrima određenog uzgojnog područja. Na taj način će se dobiti rezultati onoga što pogoduje uzgoju tartufa u našim krajevima.

Napomena

Rad je izvod iz diplomskog rada Snježane Širol, mag.ing.agr, pod naslovom „Program podizanja nasada tartufa u Istri“.

Literatura

- Bencivenga, M., Di Massimo, G., Donnini, D., Baciarelli Falini, L. (2009) The Cultivation of Truffles in Italy. *Acta Botanica Yunnanica*, 16, 21-28.
- Benucci, G. M. N., Bonito, G., Baciarelli Falini, L., Bencivenga, M. (2012) Mycorrhization of pecan trees (*Carya illinoensis*) with commercial truffle species: *Tuber aestivum* Vittad. and *Tuber borchii* Vittad. *Mycorrhiza*, 22, 383-392.
- Bofante, P., Genre, A. (2010) Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis, *Nature communications* no.48
- Bone, J. A., Fischer, C. R., Colinas, C., (2006) Cultivation of black truffle to promote reforestation and land – use stability, *Agronomy for Sustainable Development*
- Božac, R. (2008) *Enciklopedija gljiva*, 2. svezak; 1. izdanje. Zagreb, Školska knjiga.
- Chevalier, G., Gregori, G., Frochot, H., Zambonelli, A. (2001) The cultivation of the Burgundy truffle. In: Bencivenga, M., Granetti, B. (Eds). *Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms. Spoleto 3–6 Jul 2001*. Italy: Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano.
- Gašpar, D. (2018) Tartufi – podzemno bogatstvo. brošura o plantažnoj proizvodnji tartufa u Hrvatskoj. neobjavljeni rad.
- Gregori, G. L., Donnini, D., Bencivenga, M. (2010) *Tuber magnatum*: alcuni esempi productivi di tartufaie coltivate di Italia. In: Donnini, D., (Eds), 3° *Congresso internazionale di Spoleto sul tartufo. Comunita montana dei Monti Martani, Serano e Subasio*, 741-749.
- Hall, I. R., Brown, G. T., Zambonelli, A. (2007) *Taming the truffle*. Timber Press, Portland.
- Hrka, J. (1988) *Tartufi*. Zagreb, Mladost.
- Hrka, J. (1984) Općenito o tartufima, njihovim nalazištima i uzgoju na umjetan način, *Šumarski list*, 11-12. 522-535.
- Kveder, H., Jerman, B. M. (2009) Industrijsko-gospodarski pregled. *Kemija u industriji*, 58, 28-31.
- Morcillo M., Sánchez M., Vilanova X., (2015) Truffle farming today, *Micologia forestal & Aplicada*, Barcelona, Spain.
- Pacione, G. (1985) *La coltivazione moderna e redditizia del tartufo*. Giovani De Vecchi Editore, Milano.
- Paškvan, R. (1956) O uzgoju tartufa općenito, sa osvrtom na uzgoj bijelog tartufa u Istri. *Agronomski glasnik*, 6 (1), 23-31.
- Samils, N. (2002) The socioeconomic impact of truffle cultivation in Spain, *Sveriges Landbruksuniversitet*, Master thesis.
- Tikvić, I., Ugarković, D., Zečić, Ž., Korijan, K., Gašpar, D. (2007) Prirodna nalazišta tartufa u Hrvatskoj i ekološki problemi njihova uzgoja, *Šumarski list*, 5-6, 263-269.
- Vlašić, M. (2018.) *Tartufi u nizinskim šumama dijela Podravine i mogućnosti njihovog umjetnog uzgoja*. Specijalistički rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
- Wang Y., Hall, I. R. (2004) Edible ectomycorrhizal mushrooms: Challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany*, 82(8), 1063-1073.
- Yun, W., Hall, I. R. (2004) Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany*, 82, 1063–1073.
- Zgrablić, Ž., Brenko, A., Matočec, N., Kušan, I., Fornažar, A., Čulinović, J., Prekalj, G. (2014) *Strategija održivog tartufarstva u Istarskoj Županiji*. Pazin: Istarska županija, Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu.

Prispjelo/Received: 20.11.2019.

Prihvaćeno/Accepted: 2.12.2019.

Professional paper

A possibility of truffle cultivation (*Tuber spp.*)

Abstract

The aim of this paper was to describe the program of planting a truffle orchard in Istra and its management in the following years. The paper starts with the description of truffles, its morphology, biology and growing conditions. These serve as the basic informations to built a program of planting a plantation. *Tuber melanosporum* and *Tuber magnatum* are described in details as they are most interesting for grown. There is also a chapter that gives a word about truffle culture in Croatia and other countries to point out their significance. The program includes the planting and seedlings, and the idea of soil management, irrigation, protection and pruning. Considering soil analysis results and literature studied, certain areas in Croatia are suitable for truffle farming with minor deviations from the required pedological conditions

Keywords: truffles, farming program, soil, location