

Program podizanja nasada tartufa u središnjoj Istri

Širol, Snježana

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:822860>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



PROGRAM PODIZANJA NASADA TARTUFA U SREDIŠNJOJ ISTRI

DIPLOMSKI RAD

Snježana Širol

Zagreb, rujan 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Voćarstvo

PROGRAM PODIZANJA NASADA TARTUFA U SREDIŠNJOJ ISTRI

DIPLOMSKI RAD

Snježana Širol

Mentor:

doc.dr.sc. Ivan Širić

Zagreb, rujan 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Snježana Širol**, JMBAG 0178098905, rođena 23.04.1994. u Puli, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

PROGRAM PODIZANJA NASADA TARTUFA U SREDIŠNJOJ ISTRI

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice Snježane Širol, JMBAG 0178098905, naslova

PROGRAM PODIZANJA NASADA TARTUFA U SREDIŠNJOJ ISTRI

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc.dr.sc. Ivan Širić mentor

2. prof.dr.sc. Milan Poljak član

3. doc.dr.sc. Sanja Radman član

Zahvala

Ovim putem želim se zahvaliti najprije mom mentoru, doc.dr.sc. Ivanu Širiću, što je prihvatio moj prijedlog teme za ovaj rad. Time mi je dao priliku da svoj trud i vrijeme uložim u projekt, koji je povezan sa mojom budućom samostalnom karijerom kao agronom. Bilo je zaista zanimljivo baviti se nečim što će poslužiti kao podloga u skoroj realizaciji.

Zahvaljujem se i dr.sc. Vesni Jurkić i laboratoriju Zavoda za ishranu bilja za provedenu analizu uzoraka tla.

Također, veliko hvala i Davoru Gašparu, dipl.ing.šum. na literaturi i savjetima koji su uvelike doprinijeli i pomogli u izradi ovog rada.

Na kraju trebam spomenuti i svoju obitelj koja me podržava u mojim idejama, hrabri da se upuštam u takav poduhvat te je spremna pomoći u realizaciji. Hvala!

Sadržaj

| | |
|--|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. OPĆE KARAKTERISTIKE GLJIVA | 2 |
| 2.1. SISTEMATIKA TARTUFA | 2 |
| 2.2. MORFOLOGIJA I BIOLOGIJA TARTUFA | 3 |
| 2.2.1. <i>TUBER MAGNATUM PICO</i> – VELIKI BIJELI TARTUF | 4 |
| 2.2.2. <i>TUBER MELANOSPORUM</i> VITTADINI – TAMNOSPORNI TARTUF, CRNI TARTUF | 5 |
| 2.3. STANIŠNI I EKOLOŠKI ČIMBENICI TARTUFA | 5 |
| 2.4. MIKORIZA..... | 6 |
| 2.4.1. MIKORIZA BIJELOG TARTUFA | 7 |
| 2.4.2. MIKORIZA CRNOG TARTUFA | 7 |
| 2.5. TARTUFARSTVO U HRVATSKOJ I SVIJETU | 8 |
| 2.5.1. PREGLED TARTUFARSTVA U HRVATSKOJ | 8 |
| 2.5.2. UZGOJ TARTUFA U EUROPI I SVIJETU | 9 |
| 2.6. EKOLOŠKI PROBLEMI RAZVOJA TARTUFA U PRIRODNIM STANIŠTIMA I PREDNOSTI UZGOJA U NASADIMA..... | 10 |
| 3. IZBOR LOKACIJE..... | 12 |
| 3.1. PEDOKLIMASKI UVJETI LOKACIJE | 13 |
| 3.2. REZULTATI ANALIZE TLA | 14 |
| 4. ODABIR SADNOG MATERIJALA | 16 |
| 4.1. OBIČNI GRAB (<i>CARPINUS BETULUS L.</i>)..... | 16 |
| 4.2. HRAST LUŽNJAK (<i>QUERCUS ROBUR L.</i>) | 17 |
| 4.3. OBIČNA LIJESKA (<i>CORYLUS AVELLANA</i>) | 18 |
| 5. PRIPREMA TERENA I SADNJA | 19 |
| 5.1. SKLOP SADNJE..... | 19 |
| 5.2. PRIPREMA TLA | 20 |
| 5.3. SADNJA | 20 |
| 6. ODRŽAVANJE NASADA | 21 |
| 6.1. ZAŠTITA NASADA | 21 |
| 6.2. NAVODNJAVANJE NASADA | 22 |
| 6.3. ODRŽAVANJE TLA..... | 23 |
| 6.4. OREZIVANJE | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 7. SAKUPLJANJE TARTUFA I OČEKIVANI PRINOSI | 25 |
| 7.1. SAKUPLJANJE TARTUFA..... | 25 |
| 7.2. PLODNOST PLANTAŽA I PRINOSI | 25 |
| 7.3. KINOLOGIJA U TARTUFARSTVU | 26 |
| 7.4. CIJENE TARTUFA NA TRŽIŠTU | 27 |
| 8. ZAKLJUČAK..... | 29 |
| 9. SWOT ANALIZA | 30 |
| 10. POPIS LITERATURE..... | 31 |
| TABLICA 1: REZULTATI ANALIZA - OSNOVNE KEMIJSKE ANALIZE TLA | 36 |

Sažetak

Cilj ovoga rada je prikazati program podizanja nasada tartufa te gospodarenje nasadom na području Istre. U prvom dijelu rada opisan je tartuf kao gljiva, njegova morfološka i biološka obilježja 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 tamnosporni tartuf koji se najčešće uzgajaju. Također, prikazano je tartufarstvo u Hrvatskoj i svijetu kako bi se ukazalo na značaj te visokovrijedne gljive. Opisana je lokacija podizanja nasada te su prikazani rezultati analize tla. Provedena analiza tla pokazala je neka odstupanja, a opisani su postupci sa svrhom njihova popravka. Program radova na terenu sastoji od obrade tla prije sadnje, plana sadnje te planirani način održavanja plantaže. Temeljem provedenih analiza i proučene literature može se zaključiti kako je odbrana lokacija pogodna za uzgoj tartufa sa manjim odstupanjima potrebnih pedoloških uvjeta.

Ključne riječi: tartufi, program uzgoja, tlo, lokacija

Summary

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 commonly grown. There is also a chapter that gives a word about truffle culture in Croatia and other countries to point out their significance. The location of the plantation is described, as well as its soil analysis and the eventual corections. The analysis indicates of some necessary changes, and their solutions are also described. The program includes the planting and seedlings, and the idea of soil management, irrigation, protection and pruning. Considering soil analysis results and literature studied, the location is suitable for truffle farming with minor deviations from the required pedological conditions.

Keywords: truffles, farming program, soil, location

1. Uvod

Tartufi su visokovrijedne hipoglejne gljive koje na području Istre 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 miris i 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 se na tržištu mogu pronaći sirevi s tartufima, čips, praline, med, paštete, rakije itd. Što se tiče bijelog tartufa, on smržavanjem gubi sva svoja svojstva, a u ulju fermentira. Najbolje ga je odmah konzumirati odnosno do desetak dana nakon branja (www.tehnologijahrane.com).

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 nekolicinu 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, dolazi se do zaključka da bi "umjetni" uzgoj tartufa mogao biti unosan posao. Gospodarenje plantaže tartufa otežava činjenica da je uzgoj tartufa kod nas nedovoljno, odnosno gotovo nikako 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 diplomskog rada bio je utvrditi da li je odabrana lokacija kao i tlo pogodno za uzgoj tartufa. U tu svrhu istražena je i literatura o tartufima te o iskustvima o uzgoju iz svijeta. Provedena analiza tla pokazala je neka odstupanja, a opisani su postupci sa svrhom njihova popravka. Također prikazan je program od obrade tla prije sadnje, plana sadnje te planirani način održavanja plantaže.

2. Opće karakteristike gljiva

Gljive čine carstvo *mycota* ili *fungi* (gljiva = lat. *fungi*; grč. *myco*). Međusobno se razlikuju prema morfološkim i fiziološkim karakteristikama, podrijetlu, odnosno prema okolišnim čimbenicima te sindromima trovanja koje neke gljive mogu uzrokovati. Danas se smatra da postoji preko 1,5 milijuna vrsti gljiva od kojih je znanstveno opisano 70 000 do 100 000, a gljive su jedne od najslabije istraženih skupina organizama (Mueller i Schmit, 2007).

Budući da je svijet gljiva iznimno velik, gotovo svakodnevno se nailaze nove spoznaje o istima. Dugo vremena su smatrane biljkama, no napretkom znanosti i tehnologija utvrđeno je da ih je potrebno odijeliti u zasebno carstvo živih organizama. Dok biljke sadrže klorofil i procesom fotosinteze proizvode asimilate potrebne za život i kisik, gljive koriste nusprodukte fotosinteze. Gljive na taj način dobivaju ugljikohidrate potrebne za život te CO₂. Dakle, gljive su heterotrofni organizmi, a prema načinu ishrane gljive dijelimo na saprotrofe (prehranjuju se mrtvim ostacima biljaka i životinja), parazite (žive na teret drugih živih organizama, najčešće biljnih) te simbiote koji žive u zajedništvu sa drugim živim organizmima. U skupinu simbiotskih vrsta gljiva spadaju i tartufi koji žive u mikoriznoj zajednici sa višim biljkama (Božac, 2003).

2.1. Sistematika tartufa

Domena: *Eukaryota*

Carstvo: *Fungi*

Koljeno: *Ascomycota*

Razred: *Ascomycetes*

Podrazred: *Pezizomycetidae*

Red: *Pezizales*

Porodica: *Tuberaceae*

Rod: *Tuber*

(izvor: www.mycobank.org)

Zbog velikog broja vrsta, carstvo gljiva je podijeljeno u četiri filogenetska razreda: *Myxomycetes* (sluznjače), *Phycomycetes* (algašice), *Ascomycetes* (mješinarke) i *Basidiomycetes* (stapčarke), njima se može dodati i peti razred *Fungi imperfecti* (nesavršene gljive) koji nije dovoljno poznat.

Tartufi spadaju u razred *Ascomycetes*, za koji je važna značajka da imaju dobro razvijen micelij sa septiranim hifama, čije su membrane hitinske građe. Karakteristično za taj razred je da se spore odnosno ascospore, stvaraju u mješnici (*ascus*). Red *Tuberales* dijeli se u četiri porodice: *Pseudotuberaceae*, *Geneaceae*, *Eutuberaceae* i *Terfeziaceae*. U porodicu *Tuberacea* spada i rod *Tuber* (Božac, 2003).

U svijetu je danas opisano 180 vrsta tartufa (Bonito i sur., 2013). Najvažnije komercijalne vrste tartufa su: veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum* Picco), rani tartuf (*Tuber borchii* Vittadini), crni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittadini), ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittadini), tamni ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittadini var. *Uncinatum*) te zimski tartuf (*Tuber brumale* Vittadini). Ostale komercijalne vrste tartufa u Hrvatskoj prema Pravilniku o zaštiti gljiva (NN 34/02) su: *Tuber asa* Tul., *Tuber maculatum* Vittadini, *Tuber hiemalbum* Chatin, *Tuber macrosporum* Vittadini, *Tuber malenconii* i *Tuber mesentericum* Vittadini.

2.2. 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 se naziva 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 hranive 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 ovojem 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 (Božac, 2008).

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, razviti 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 sprečava 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 (veliki bijeli tartuf) i *Tuber melanosporum* Vittadini (crni tartuf), čiji se uzgoj mogući na analiziranom lokalitetu.

2.2.1. *Tuber magnatum* Pico – Veliki bijeli tartuf

Plodište velikog bijelog tartufa (Slika 2.2.1.1.) 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 svjetlo 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 (Slika 2.2.1.2.) 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 postižu zrelost od rujna do prosinca.

Zbog velike makrosporne sličnosti, veliki bijeli tartuf se može zamijeniti s vijugavo mesnatom mirisnicom (*Choiromyces meandriformis*) (Zgrablić i sur., 2014).



Slika 2.2.1.1.: Plodište velikog bijelog tartufa
(www.trufamania.com)



Slika 1.2.1.2.: Spore velikog bijelog tartuf
(www.trufamania.com)

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

Plodište tamnospornog tartufa (Slika 2.2.2.1.) 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 spljoštene katkad zaokružene i pukotinaste. Gleba plodnog tijela je smeđe-crnkasta te isprepletana brojnim bjelkastim i tankim žilicama. Miris zrelih plodišta je karakterističan, aromatičan i ugodan (Božac, 2008).

Spore crnog tartufa (Slika 2.2.2.2.) 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 alelopatskih tvari koje dovode do formiranja "brulea". To su područja gdje se pojavljuje najviše plodnih tijela tartufa te je posljedica smanjen intenzitet vegetacije (Bofante i Genre, 2010). Plodišta dozrijevaju od studenog do ožujka (Zgrablić i sur., 2014).



Slika 2.2.2.1.: Tamnosporni tartuf

(www.trufamania.com)



Slika 2.2.2.2.: Spore tamnospornog tartufa

(www.trufamania.com)

2.3. 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 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 bijelog 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 (Bonet i sur., 2006).

2.4. 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 proklijale 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).

Veza između više biljke i gljive je uzajamno korisna. Gljiva biljku opskrbljuje s dodatnim hranjivima kao što su fosfati, kalcij, kalij, magnezij, željezo, dušik i vodom. Zauzvrat gljiva od biljke dobiva nusprodukte fotosinteze (ugljikohidrate) koje sama nije u mogućnosti proizvesti, te mjesto za rast i razvoj. Također, gljive proizvode antibiotike koji značajno povećavaju imunitet biljke na patogene organizme te sušu. Razlog tome je puno veća asimilacijska površina, koju pokriva korjenov sustav zajedno sa rasprostranjenim

hifama (Hrka, 1988). Širenje micelija iznosi svake godine 20-100 centimetara, a ovisi o vrsti više biljke te životnim uvjetima domaćina i gljive (Hall i sur., 2007).

Postoji tri tipa mikorize a to su: endomikoriza, ektomikoriza te endoektomikoriza koja nije toliko česta i nedovoljno je istražena.

Za uzgoj tartufa bitna je ektomikoriza. U navedenom tipu mikorize, hife gljiva ne prodiru unutar korjenovih 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 i sur., 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.

2.4.1. Mikoriza bijelog tartufa

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 i sur., 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 petrae*), 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).

2.4.2. Mikoriza crnog tartufa

Mikoriza crnog tartufa pojavljuje se iza vrška korijenčića. Žutosmeđe je boje sa cistidama i načinom slagalice na koji se stanice gljiva slažu na površini plašta. To je specifično za crni tartuf (Hall i sur., 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).

Poznavanje viših biljaka značajno je zbog njihovih karakteristika te zahtjeva prema pedoklimatskim uvjetima. Na taj način 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.

2.5. Tartufarstvo u Hrvatskoj i svijetu

2.5.1. Pregled tartufarstva u Hrvatskoj

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.tog stoljeća. Broj sakupljača postupno se povećavao a tijekom 1983. godine registrirano je 400 tartufara (Anonimus, 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. U istraživanjima objavljenim 2017. godine u Šumarskom listu koje su proveli Tikvić i suradnici, pronađena su plodišta tartufa na svim lokacijama na kojima je vršeno traženje tartufa. 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 ide 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. Voditelj istraživanja bio je inženjer Mladen Čaleta, a oko 1000 sadnica hrasta lužnjaka iz Slavonije koje su naknadno inokulirane vrstom *Tuber magnatum*, zasađeno je na površini od 3 ha na području Motovunske šume. Nakon 10 do 12 godina pronađena su plodna tijela tartufa. Međutim, Čaleta se ograđuje od tvrdnje kako je pokus uspio iz razloga što pokusnu pluhu nisu ogradili te je moglo doći i do naknadnog nicanja drugih sadnica. Također, obitelj Karlić je 2007. godine podignula prvu 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. Pronašli su ga ugostitelj Giancarlo Zigante i njegova kujica Diana te je uvršten u znamenitu Guinnessovu knjigu rekorda kao najveći dotad nađeni tartuf na svijetu.

2.5.2. 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 2.5.2.1. 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 zasadi 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 procjenjen 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).

Trenutno 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. Tako internetska stranica trufflemelbourne.com za 2017. godinu daje sljedeće podatke: u Australiji je proizvodnja bila oko 20 tona, otprilike 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.

U današnje vrijeme 80 % ukupne proizvodnje crnih tartufa na svjetskom tržištu potječe iz plantažnog uzgoja dok je proizvodnja bijelog tartufa (*Tuber magnatum*) u ukupnoj količini iz prirodnih nalazišta.

Interesantan podatak iz 2004. godine je da je Hrvatska, i to uglavnom sa istarskim nalazištima, činila 1/5 u ukupnoj svjetskoj proizvodnji tartufa, odmah iza Italije (Anonimus, 2004).



Slika 2.2.2.1.: Države uzgajivači tartufa - 2017.godina (<https://trufflefarming.wordpress.com/>)

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

U šumama 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 mikroreljefa 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 smanjenje količina 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. godine 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.

3. Izbor lokacije

Lokacija Šibljak, kako ga zovu lokalni stanovnici, na kojoj se planira podizanje nasada nalazi se na području općine Gračišće (slika 3.1.), 6 kilometara jugoistočno od Pazina, na 380 metara nadmorske visine.



Slika 3.1.: Lokacija Šibljak (<https://www.google.com/maps>)

Ukupna površina 3 (1-3) parcele (slika 3.2.) na kojima se planira podizanje nasada su ukupne površine 1,3 ha. Parcela označena brojem 4 je trenutno u procesu dogovora za kupnju kako bi se spojila sa ostale tri i činila jednu povezanu cjelinu.



Slika 3.2.: Zračna snimka parcela (<https://www.google.hr/intl/hr/earth/>)

3.1. Pedoklimaski uvjeti lokacije

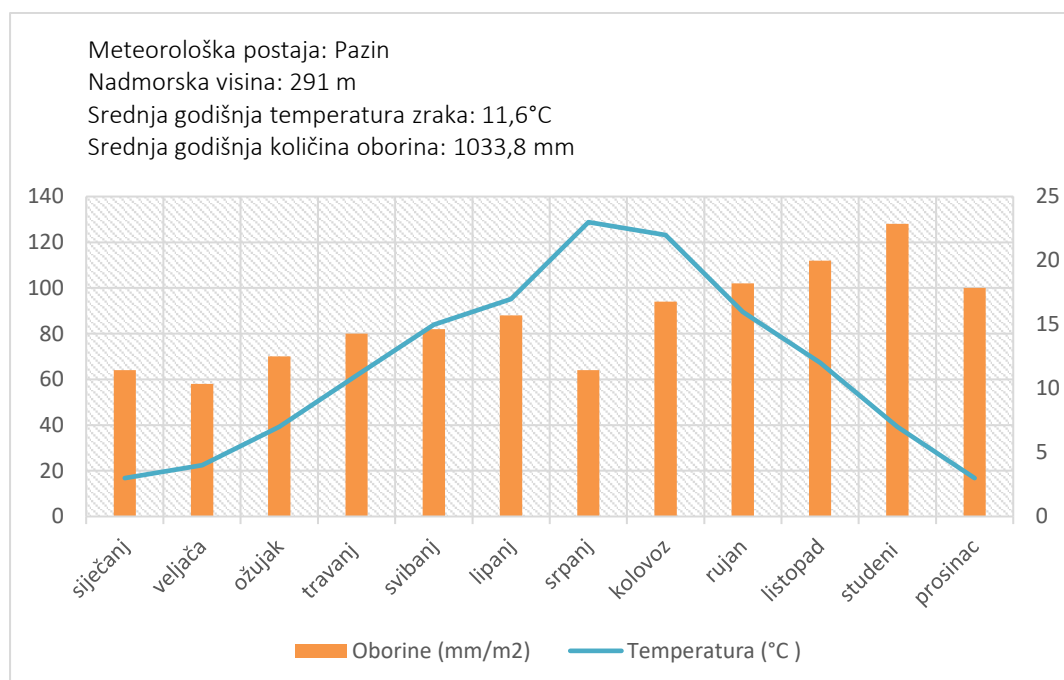
Prema digitalnoj pedološkoj karti (dotupno na: www.tlo-i-biljka.eu), tlo lokacije su rendzine formirane na laporu (flišu) ili mekim vapnencima, koje su uz eutrično smeđe tlo i pseudoglej, tla na kojima se nalaze najvrijednija staništa i nalazišta tartufa u Istri. Lokacija se nazali u području takozvane sive Istre.

Rendzine se formiraju u različitim bioklimatskim uvjetima na supstratima koji sadrže više od 10 % CaCO_3 . Budući da se rendzina stvara na karbonatnom i rastresitom supstratu, flišno je područje središte njezine pojave u Istri. Pojava fliša i njegovih komponenata (lapora, pješčenjaka ili drobitog laporovitog vapnenca) uzrokuje pojavu ovog tipa tla. U uvjetima smanjenog odnošenja tla ili kada je ono zaustavljeno, umjesto regosola se razvija humusno-akumulativno tlo, rendzina. Organska tvar koja se razgrađuje uz veliki sadržaj CaCO_3 najviše u obliku najsitnijih čestica lapora, stvara molični humusni horizont, dobro razvijenog organomineralnog kompleksa do 35 centimetara dubine. Taj horizont postupno prelazi u rastrošeni flišni matični supstrat (Martinović, 2003).

Klimu Istre određuje položaj u razmjerno toplom pojasu i u području utjecaja zapadne zračne cirkulacije. Sa zapada i sjeverozapada osjeća se utjecaj Atlantika, koji je izvor topline i vlage. Važan je i položaj na sjevernom rubu Jadranskog mora, na prijelazu između Sredozemlja i kontinentalne Europe. Sredozemno i Jadransko more ublažavaju utjecaje toplih i suhih zračnih struja s juga. Takva zračna masa uzrokuje u Istri uglavnom blage i

vlažne zime, dok su ljeta vruća i sparna. Zimi preko Alpa i Dinarida iz kontinentalnih dijelova Europe dotječe hladan i suh zrak (bura), koji može znatno sniziti temperaturu i uzrokovati mraz. Na temperaturu u Istri utječu kopno, more i nadmorska visina. Unutrašnjost Istre, koja je pogodna za rast tartufa, ima za 2 do 4 °C niže prosječne temperature od priobalnog dijela. Kada govorimo o temperaturnim ekstremima, valja napomenuti kako se zbog udaljenosti od mora, temperatura u unutrašnjosti može spustiti i do -20°C, a u ljetnim mjesecima dostiže i +40°C (Zgrablić i sur, 2014).

Na grafikonu 3.1.1. prikazane su srednje godišnje i mjesečne vrijednosti količina oborina i temperatura zraka za meteorološku postaju Pazin, za razdoblje od 1981. do 2012. godine, a podaci su iz Državnog hidrometeorološkog zavoda. Meteorološka postaja Pazin najbliža je meteorološka postaja lokaciji Šibljak. Može se pretpostaviti da su u temperaturna kolebanja nešto manja u odnosu na Pazin koji se nalazi u kotlini koju odlikuje specifična mikroklima.



Grafikon 3.1.1.: Prikaz temperatura i količine oborina u Pazinu 2013. godine (Zgrablić i sur., 2004)

3.2. Rezultati analize tla

Preliminarna analiza tla 2017. godine potvrdila je pretpostavku da je tlo na lokaciji Šibljak pogodno za uzgoj tartufa. Kemijski parametri pH vrijednosti, sadržaja organske tvari te sadržaja CaCO₃, pokazali su da će biti potrebni samo manji popravci tla te da tlo pogodno za realizaciju projekta uzgoja tartufa.

Druga analiza provedena je u travnju 2019. godine. Iako površina nije velika, parcele su se obrađivale na različite načine te je primjenjivana različita količina i vrsta gnojiva. Iz

toga je zaključeno da tlo nije homogeno pa su uzeti uzorci tla za analizu sa svake parcele zasebno, kako bi rezultati bili reprezentativni. Tlo je uzorkovano pomoću štijače i lopatice, a dubina uzorkovanja je iznosila 0-30 centimetara.

Tablica 3.2.1.: Rezultati osnovne kemijske analize tla

| Broj parcele na slici 7 | Oznaka uzorka | pH | | % | | AL-mg/100g | | % | |
|-------------------------|-----------------|------------------|------|-------|------|-------------------------------|------------------|-------------------|------|
| | | H ₂ O | mKCl | humus | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaCO ₃ | CaO |
| Parcela 1 | UZ. 1 0 – 30 cm | 8,26 | 7,39 | 4,17 | 0,18 | 3,4 | 14,5 | 29,0 | 22,4 |
| Parcela 4 | UZ. 2 0 – 30 cm | 8,39 | 7,35 | 5,51 | 0,23 | 3,8 | 11,4 | 31,8 | 28,0 |
| Parcela 3 | UZ. 3 0 – 30 cm | 8,43 | 7,46 | 2,99 | 0,16 | 2,8 | 18,4 | 19,7 | 22,8 |
| Parcela 2 | UZ. 4 0 – 30 cm | 8,34 | 7,44 | 2,84 | 0,16 | 1,0 | 31,0 | 31,5 | 17,5 |

S obzirom na rezultate u tablici 3.2.1. radi se o slabo do osrednje alkalnim tlima, odnosno pH pogodnog za uzgoj i crnog i bijelog tartufa. Sadržaj ukupnih karbonata i fiziološki aktivnog vapna je povišen, ali pogodan za potrebe uzgoja tartufa. Što se tiče postotka humusa parcela 2 i 3 su slabo opskrbljene, no na njima se planira uzgoj crnog tartufa pa je to unutar granica 1,5-3 % koje on zahtjeva. Parcela 1 ima 4,17 % humusa. Na istoj se planira uzgoj bijelog tartufa koji traži 7-8% humusa pa će biti potrebno unijeti organske tvari prije podizanja nasada. Što se tiče fizikalnih svojstava, provedena je analiza vezano za udio praha, pijeska i gline. Rezultati (tablica 3.2.2.) su pokazali mali udio pijeska u odnosu na udio čestica praha i gline. Iz tog razloga će popravci tla ići u smjeru rješavanja tog problema.

Tablica 3.2.2. Rezultati analiza - fizikalne značajke tla

| Oznaka uzorka tla | Dubina (cm) | Mehanički sastav tla u Na-pirofosfatu, sadržaj čestica, promjera mm | | | | | Teksturna oznaka |
|-------------------|-------------|---|---------------|-------------|------------|--------|------------------|
| | | % -ni | | | | | |
| | | Krupni pijesak | Sitni pijesak | Krupni prah | Sitni prah | Glina | |
| | | 2,0-0,2 | 0,2-0,063 | 0,063-0,02 | 0,02-0,002 | <0,002 | |
| 1190410 | 0 – 30 | 2,5 | 2,8 | 15,5 | 47,7 | 31,5 | PrGI |

Tumač kratica: PrGI – PRAŠKASTO GLINASTA ILOVAČA

4. Odabir sadnog materijala

Jedan od glavnih preuvjeta 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).

Za potrebe podizanja nasada u Šibljaku sadnice će proizvesti OPG Davor Gašpar. Na parceli 1 zasadit će se sadnice običnog graba i hrasta lužnjaka mikorizirane bijelim tartufom (*T. magnatum*), a na parceli 2 i 3 zasadit će se sadnice lijeske mikorizirane crnim tartufom (*T. melanosporum*). Sadnice će biti dobivene iz selektiranog sjemena, koje je potom sterilizirano i posijano u sterilni supstrat te će nicati i razvijati se u kontroliranim uvjetima. Prije pripreme inokuluma plodna tijela tartufa se također steriliziraju, 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 (slika 4.1.) se koriste šumski kontejneri kako bi se osigurao pravilan razvoj korijena.

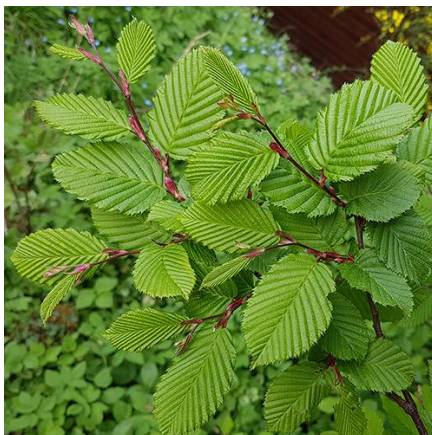


Slika 4.1.: Sadnice običnog graba (izvor: Davor Gašpar)

4.1. Obični grab (*Carpinus betulus* L.)

Obični grab (slika 4.1.1.) je listopadno stablo iz porodice brezovki (*Betulaceae*). Stablo naraste do 25 metara, a krošnje širine i do 20 metara. Krošnja je gusta i razgranata, a korijenov sustav dobro razvijen i dubok (www.hortiholicarke.hr). Pojavljuje se u brojnim šumskim zajednicama, a kao edifikator najrašireniji je u mješovitoj šumi sa hrastom kitnjakom. Obični grab je rasprostranjen na području južne i srednje Europe te jugozapadne Azije. Raste na bogatim, dubokim i plodnim tlima, srednje do jako vlažnim do 1000 nadmorske visine. Rijetko doživi više od 100 godina. Može se saditi kao živa ograda, otporan

je na orezivanje, kada se posiječe novi izdanci iz panja brzo niču. Zbog dubokog korijena dobro povezuje tlo (www.plantea.com (a)).



Slika 4.1.1.: Obični grab (www.google.hr)

4.2. Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.)

Hrast lužnjak (slika 4.2.1. i 4.2.2.) je listopadno stablo iz porodice bukva (*Fagaceae*). Raste do visine 50 m, a debljina je promjera do 2,5 metra (www.haop.hr). Korijenov sustav je dobro razvijen i dubok, u početku jakog glavnog korijena, kasnije se razvijaju bočne žile. Krošnja je široka i dobro razgranata. Rasprostranjen je u gotovo cijeloj Europi, te na području Kavkaza i Male Azije. Odgovaraju mu duboka i plodna tla, vlažna te bogata vapnencem. Otporan je na sušu i visoke temperature te na vjetar i gradska onečišćenja. Ne pogoduju mu plitka i suha zemljišta, tla kisele reakcije i kasni mrazovi. Pojedina stabla mogu živjeti i do 1500 godina. Razmnožava se generativno sjemenom i vegetativno (www.plantea.com (b)).



Slika 4.2.1.: Hrast lužnjak (www.google.hr)



Slika 4.2.2.: Hrast lužnjak (www.google.hr)

4.3. Obična lijeska (*Corylus avellana*)

Obična lijeska (slika 4.3.1.) je listopadni grm ili niže stablo iz porodice brezovka (*Betulaceae*). Raste najčešće kao grm do 4 metara visine, ali kao niže stablo naraste i do 15 m. Prirodno raste u umjerenom pojasu Europe i jugozapadne Azije, do 1800 m nadmorske visine. Raste na vlažnim, dubokim, humusnim, kamenitim, kiselim do vapnenačkim tlima. Nije izbirljiva prema tlu pa može uspijevati i na siromašnijoj zemlji no za obilne prinose najbolja su plodna, duboka i vapnenasta tla zbog formiranja plodova. Rasprostranjena je u zonama hrasta kitnjaka, lužnjaka, jasena i bukve. Životni vijek joj je do 100 godina (www.plantea.com (c)).



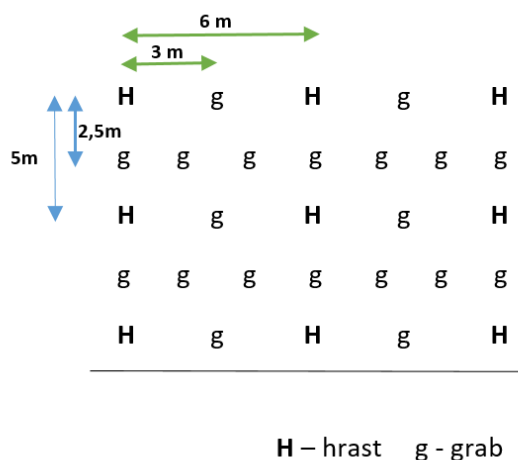
Slika 4.3.1.: Obična lijeska (www.google.hr)

5. Priprema terena i sadnja

5.1. 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. melanosporuma* koji manje podnosi zasjenu tla krošnjama (Chevalier i sur., 2001).

Prema planiranom projektu na parceli 1 sadit će se sadnice hrasta i graba mikorizirane bijelim tartufom. 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 5.1.1. Za takav raspored sadnje za navedenu parcelu površine 0.53 ha potrebno je 160 sadnica hrasta i 500 sadnica graba.



Slika 5.1.1.: Prostorni raspored biljaka

Parcela 2 i 3 zasadit će se na razmaku 5 x 5 metara što je sklop od 400 sadnica po hektaru. Površina obje parcele zajedno je 0,88 ha pa je potrebno 350 sadnica lijeske mikorizirane *T. melanosporumom*.

5.2. Priprema tla

Priprema tla započinje na jesen 2019. godine kada će se u tlo zaorati 100 kg N:P:K formulacije 15:15:15 na svaku od 3 parcele. Na parcelu 1 unijet će se i oko 15 tona zrelog stajskog gnoja koji bi trebao nadoknaditi manjak organske tvari u odnosu na poželjne količine za bijeli tartufi, koji je analiza pokazala. Na jesen 2020. godine ponavljat će se obrada tla i to oranje na dubini 30-40 centimetara (mjesec do dva prije planiranje sadnje) i tanjuranje. Tu će se voditi briga i o dodavanju materijala skeleta na parcelu 2 i 3 koji će popraviti manju od poželjne količine pijeska (skeleta), radi popravljanja fizikalnih svojstva tla za crni tartuf. Radove je potrebno obaviti uz čim manje korištenja teške mehanizacije te kad je tlo prosušeno, kako ne bi došlo do nepoželjnog zbijanja tla.

5.3. Sadnja

Sadnja je planirana u jesen 2020.-e godine. Sadnju treba izbjegavati kada je tlo prevlažno ili zaleđeno. Iskolčenje i označavanje sadnih mjesta te sama sadnja obavljati će se ručno, a redovi će biti u smjeru sjever-jug. Sadnice se vade 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 oštetile ili iščupale sadnice. Sadnice će se premazati repelentima koji odbijaju životinje kako nebi došlo do oštećenja. Premazivanje treba ponavljati otprilike svaka 3 tjedna.

6. Održavanje nasada

6.1. Zaštita 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 hrastov gubar (*Lymantria dispar*). Nadalje, lijesku često ju napada lijeskova grinja (*Phytophous avellanae*). Također, česte štete na korijenju čine klišnjaci (*Elateridae*), hruštevci (*Scarabeidae*), krtice (*Talpidae*), miševi (*Mus*), voluharice (*Myodes*) i dr. (Vlašić, 2018).



Slika 6.1.1.: Kornjaš



Slika 6.1.2.: Larve kornjaša



Slika 6.1.3.: Tartufarska mušica

(Izvori slika: Slika 6.1.1.: www.trufflefarming.wordpress.com, 6.1.2.: www.cita-aragon.es, 6.1.3.: www.trufflefarming.wordpress.com)

Najčešći štetnici na plodištu tartufa su kornjaši iz porodice *Leiodidae* (slika 6.1.1. i 6.1.2.) tartufarske mušice iz roda *Suillia* (slika 6.1.3.). 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 Plant Health Care Inc. (2006) u zdravstvenom časopisu Technical Bulletin objavio je članak vezano za njihov utjecaj na mikorizu. Objavljeno je kako još nema podataka o negativnom djelovanju insekticida ili herbicida na mikorizu. 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 folijarnih nesistemičnih fungicida ima jako mali

utjecaj na mikorizu, dok sistemični mogu dovesti do akumulacije fungicida u korijenu što je nepoželjno. Navode i listu aktivnih tvari fungicida s inhibicijskim djelovanjem na mikorizu koje bi trebalo izbjegavati, a to su: banrot, klorotalonil, mankozeb, PCNB (pentakloronitrobenzen), triadimefon, zineb, himeksazol i iprodion.

6.2. Navodnjavanje nasada

Prvo navodnjavanje slijedi odmah nakon sadnje pojedinačno uz sadnicu uz pomoć cisterne. Isto će se provoditi po potrebi i prvih nekoliko godina. Razvojem korjenovog sustava te prije stupanja plantaže u rod, postaviti će se sustav navodnjavanja sa mikrorasprskivačima koji mogu pokriti cijelu površinu nasada.

Prema Morcillu i sur. (2015) svaki stadij razvoja tartufa ima različite potrebe za vodom. U travnju i svibnju navodnjavanje je potrebno samo ukoliko je zima bila veoma suha. U lipnju je također potrebno navodnjavanje ukoliko nije bilo oborina, ali ako je tlo mokro dovoljan je i malč koji će zadržati vlagu. Najosjetljivije doba je kolovoz pa do sredine rujna kada je navodnjavanje neophodno ukoliko nema dovoljno oborina. Suša u to doba može odgoditi početak sakupljanja tartufa kao i uvelike smanjiti prinos. Od lipnja pa do sredine rujna prosječno je potrebno 20mm vode svakih 15ak dana te se navedena količina umanjuje za oborine ukoliko je bilo istih. Po dosadašnjim saznanjima dostatna količina vode je zaslužna da se veći broj malih tartufa razvije, no na njihov daljnji rast utječe i drugi faktori.

Uz rub parcele 1 i 3 iskopati će se bazen za akumulaciju oborinske vode te vode iz obližnjeg potoka, koja će se koristiti isključivo za navodnjavanje nasada. Radi lakšeg praćenja vremenskih prilika te potrebe za navodnjavanjem, u nasad se planira instalirati mala meteorološka postaja (slika 6.2.1.), te u tlo postaviti senzori za očitavanje vlage koji su fiksni a očitavaju se očitavem po potrebi (slika 6.2.2.). Meteorološka postaja će također prikupljati podatke koji će se kasnije moći očitati te analizirati i uspoređivati sa prinosom u toj sezoni. Takvi zaključci bi mogli pomoći u budućem gospodarenju plantažom.



Slika 6.2.1.: Meteorološka postaja Pinova
(www.pinova.hr)



Slika 6.2.2. Mjerni instrument za očitavanje vlage tla
(www.pinova.hr)

Prilikom navodnjavanja potrebno je obratiti pozornost na pretjeranu količinu vode posebice kod lijeske u simbiozi sa crnim tartufom, jer takvi uvjeti pogoduju razvoju *T. brumale*. Osim toga lijeska sama po sebi ima vrlo dobar afinitet prema *T. brumale*, a pogoduje mu i veći sadržaj organske tvari od *T. melanosporuma*. Poželjno bi dakle bilo i iznošenje lišća i ostataka rezidbe koji bi inače truljenjem povećavali postotak humusa.

6.3. 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 obično 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. Planira se koristiti organski malč sa plantaže i to za parcelu sa bijelim tartufima gdje može ostati, istruliti i povećavati udio organske tvari. 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).

6.4. Orezivanje

Nasad sadnica mirkoriziranih sa sporama tartufa potrebno je održavati orezivanjem. Prvo orezivanje poželjno 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 koristit će se kao malč, zahvati reza ne smiju biti drastični, jer može imati negativan utjecaj na proizvodnost plantaže.

7. Sakupljanje tartufa i očekivani prinosi

7.1. 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 alelopatičkih 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.

7.2. 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 kunkurentnih vrsta na sadnicama ili u tlu (Hall i sur, 2007).

Za razliku od crnospornog 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 45kg/ha (Bencivenga i sur., 2009). U Španjolskoj na najvećoj svjetskoj plantaži prinos je 2-50 kg/ha bez navodnjavanja, odnosno do 150kg/ha na navodnjavanjem dijelovima (Wang i Hall, 2004).

Prvi prinosi se mogu očekivat čak nakon 5 godina, ali značajniji urod obično slijedi kasnije, nakon 7,8 do 10 godina.

Što se tiče bijelog tartufa, dosadašnja iskustva uglavnom govore o nekakvom 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). Razdoblje povrata uloženi sredstava očekuje se kroz 10 i više godina.

7.3. Kinologija u tartufarstvu

Posebnu funkciju u sakupljanju tartufa imaju psi, koji pronalaze plodna tijela navedenih gljiva. Osobine dobrog psa su dobar njuh, poslušnost, privrženost, izdržljivost, otpornost na bolesti i inteligencija. Jedina specijalizirana pasmina za "lov" na tartufe je *Lagotto Romagnolo* (slika 7.3.1.). Cijena štenaca te pasmine u Hrvatskoj se kreće od 500 do 1000 eura, a dresiranih i do desetak tisuća eura iako ih vlasnici rijetko prodaju.



Slika 7.3.1.: *Lagotto Romagnolo* (www.mundoperros.es)

Obuka tartufarskog psa počinje dok je još malo štene, koje se kroz igru sa zakapanjem i sakrivanjem, sa tartufom upoznaje kroz igru. Obuka može trajati i po nekoliko godina, a preporučljivo je vježbati redovno i da to obavlja ista osoba. Psa se osim da pronade tartuf, treba naučiti da tartuf ne pojede ili ošteti, a nagrađuje ga se po uspješno obavljenom zadatku.

Osim pasmine *Lagotto Romagnolo*, koji su u Hrvatskoj slabo zastupljeni, koriste se i pasmine čistokrvnih pasa iz skupina retrievera, šunjkavaca, španijela i ptičara, te mješanci tih pasmina. Prosječan godišnji trošak održavanja jednog tartufarskog psa iznosi 200-400 eura godišnje uz uvjet da pas nema bolesti (Zgrablić i sur., 2014). S dobro dresiranim psima može se u prirodnim staništima u jednom danu ubrati 10 do 20 kilograma tartufa, što ovisi od načina traženja i rasprostranjenosti (Paškvan, 1956). S obzirom da je koncentracija u nasadima veća na manjoj površini ta brojka je još i veća. Tartuf je bez mirisa, dok spore istoga nisu u punoj zrelosti i može se dogoditi da pas prođe i ne osjeti. Zanimljivo je i spomenuti da dobro uvježbani psi tartuf mogu nanjušiti i na 50 metara udaljenosti (časopis Hrvatske šume, 2004).

Za potrebe planiranog nasada u ovom radu, psi će se nabavljati u 4.-5. godini od podizanja nasada, kako bi se uspješno dresirali do početka plodonošenja nasada.

7.4. Cijene tartufa na tržištu

Tržišna cijena tartufa varira ovisno od vrste, geografskom podrijetlu, veličini i kvaliteti, te urodu. Mijenja se iz godine u godinu ovisno o ekološkim čimbenicima koji značajno utječu na količinu uroda. Tako je u sušnim godinama količina tartufa manja, a cijena veća (Vlašić, 2018). Časopis Hrvatske šume iz 2004. godine navodi podatak da je na "Danima tartufa" u istarskim Livadama 2003. godine cijena kilograma extra klase bila nevjerojatnih 36 000 kuna. Zbog suše u toj sezoni, urod je bio manji a u extra klasu ulazili su i primjerci manji od 10 dkg. Godinu dana prije cijena bijelog tartufa bila je puno niža, 1500-2000 eura.

Osim mase na klasifikaciju utječu i oblik i cjelovitost, odnosno da prilikom pronalaženja plodna tijela nisu oštećena alatom za iskopavanje. Ako gljiva ima dosta, kriterij pada, ili ako ih je iznimno malo u ekstra klasu mogu ući i primjerci manji od 10 dkg (Anonimus, 2000).

Cijena crnih tartufa manja je od cijene bijelih. Jedan od razloga je i taj što se neke komercijalne vrste crnog tartufa u velikoj mjeri uzgajaju, dok je skoro pa ukupna količina bijelog tartufa iz prirodnih staništa. Pretpostavlja se da će cijena bijelog u budućnosti još rasti zbog iscrpljivanja prirodnih staništa.

Posljednjih godina kod trgovine tartufa važna je i njihova svježina te se usavršavaju razne tehnike za očuvanje njihovog mirisa i okusa. Na temperaturi od 2°C mogu sačuvati okus i miris od jednog pa do tri tjedna (Vlašić, 2018). U Hrvatskoj se otkupna cijena kreće od 500 do 5000 €/kg, ovisno o vrsti tartufa te sezoni iskorištavanja (Vlašić, 2018).

8. Zaključak

Podizanje nasada tartufa je riskantno i dugotrajno ulaganje, a prvenstveno iz razloga što je to nedovoljno istraženo područje. U Republici Hrvatskoj nema podataka o iskustvima uzgoja, a još manje generaliziranog načina 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 neadekvatna 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 uzgojnim tehnikama uzgoja, ali i klimatskim parametrima određenog uzgojnog područja. Na taj način će se dobiti rezultate onoga što pogoduje uzgoju tartufa u našim krajevima. Zaključno, temeljem rezultata analiza tla uključenih u ovaj program podizanja nasada tartufa može se reći da odabrana lokacija ima pogodnu klimu i tlo za podizanje nasada tartufa te se uz kvalitetni sadni materijal i adekvatnu tehniku pripreme i održavanja nasada mogu uzgajati visokokvalitetni plodovi tartufa.

9. SWOT analiza

SNAGE

- odgovarajući pedoklimatski uvjeti lokacije
- mogućnost stabilnije i veće proizvodnosti plantaže u odnosu na prirodna staništa
- duga tradicija tartufarske kulture
- sve veća potražnja za tartufima uz istovremeno iscrpljivanje prirodnih staništa
- visoka cijena proizvoda
- tržište u neposrednoj turističkoj privredi

SLABOSTI

- nedovoljna istraženost uzgoja tartufa posebice u našim krajevima
- neorganizirana i nedostatna infrastruktura
- neadekvatna zakonska regulativa

PRILIKE

- rast cijena zbog iscrpljivanja prirodnih staništa
- povećanje proizvodnih površina
- korištenje plantaže u turističke svrhe
- korištenje državnih potpora ili EU sredstava

PRIJETNJE

- rizik od pogrešaka u tehnologiji uzgoja
- klimatske promjene
- introdukcija stranih manje vrijednih vrsta tartufa
- nepovoljne i nedostatne linije financiranja razvojnih programa

10. Popis literature

1. Agerer R. (2006). Fungal relationship and structural identity of their Ectomycorrhizae. Springer, Heidelberg
2. Anonimus. (2000). Hrvatske šume; časopis za popularizaciju šumarstva, br. 48, 2. str 16-20
3. Anonimus. (2004). Hrvatske šume; časopis za popularizaciju šumarstva, br.87,2. str 23-25
4. Bencivenga M., Di Massimo G., Donnini D., Baciarelli Falini L. (2009). The Cultivation of Truffles in Italy. Acta Botanica Yunnanica, Suppl. XVI: 21-28
5. 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. DOI 10.1007/s00572-011-0413-z
6. Bofante P., Genre A. (2010). Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis, Nature communications no.48
7. Bonet J. A., Fischer C. R., Colinas C., (2006). Cultivation of black truffle to promote reforestation and land – use stability, Agronomy for Sustainable Development
8. Bonito G., Smith M. E., Nowak M., Healey R. A., Guevara G., Cazares E., Kinoshita, A., Nouhra E. R., Dominguez L. S., Tederso L., Murat C., Wang Y., Arroyo Moreno B., Pfister D. H., Nara K., Zambonelli A., Trappe J. M., Vilgalys R. (2013). Historical Biogeography and Diversification of Truffles in the Tuberaceae and Their Newly Identified Southern Hemisphere Sister Lineage
9. Božac R. (2003). Gljive: morfologija sistematika taksologija. Školska knjiga, Zagreb
10. Božac R. (2008). Enciklopedija gljiva, 2. svezak; 1. izdanje. Školska knjiga, Zagreb
11. Božac R. (2008). Enciklopedija gljiva, 2. svezak; 1. izdanje. Školska knjiga, Zagreb
12. Chevalier G., Gregori G., Frochot H., Zambonelli A. (2001). The cultivation of the Burgundy truffle. In: Bencivenga M and Granetti B (Eds). Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms. 3–6 Jul 2001. Spoleto, Italy: Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano
13. Gašpar D. (2018). Prednosti uzgoja tartufa na umjetno podignutim plantažnim tartufištima u odnosu na prirodna staništa. neobjavljeni rad
14. Gašpar D. (2018). Tartufi – podzemno bogatstvo. brošura o plantažnoj proizvodnji tartufa u Hrvatskoj. neobjavljeni rad
15. Gregori G. L., Donnini D., Bencivenga M. (2010). *Tuber magnatum*: alcuni esempi productivi di tartufaie coltivate di Italia. U (Donnini, D., ur), 3° Congresso internazionale di Spoleto sul tartufo. Comunita montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, str. 741-749
16. Hall I. R., Brown G. T., Zambonelli A. (2007). Taming the truffle. Timber Press, Portland

17. Hrka J. (1988). Tartufi. Mladost, Zagreb
18. Hrka J. (1984). Općenito o tartufima, njihovim nalazištima i uzgoju na umjetan način, Šumarski list, 11-12; 522-535, Zagreb
19. Kveder H., Jerman B-M. (2009). Industrijsko-gospodarski pregled, Kem.ind. 58, str 28-31
20. Martinović J. (2003). Gospodarenje šumskim tlama u Hrvatskoj, Šumarski institut Jastrebarsko
21. Morcillo M., Sánchez M., Vilanova X., (2015). Truffle farming today, Micologia forestal & Aplicada, Barcelona, Spain
22. Mueller G., Schmit J. (2007). Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? Biodivers Conserv, 16:1-5
23. Pacioni G. (1985). La coltivazione moderna e redditizia del tartufo. Giovani De Vecchi Editore, Milano
24. Paškvan R. (1956). O uzgoju tartufa općenito, sa osvrtom na uzgoj bijelog tartufa u Istri; Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva Vol. 6, No. 1, str 23-31
25. Plant Health Care Inc. (2006). Fungicide effects on mycorrhizae, Tehnical Bulletin
26. Samils N. (2002). The socioeconomic impact of truffle cultivation in Spain, Sveriges Landbruksuniversitet, Master thesis
27. Tikvić I., Ugarković D., Zečić Ž., Korijan K., Gašpar D. (2017). Prirodna nalazišta tartufa u Hrvatskoj i ekološki problemi njihova uzgoja, Šumarski list, 5-6, CXXXXI, 263-269
28. Vlašić M. (2018.). Tartufi u nizinskim šumama dijela Podravine i mogućnosti njihovog umjetnog uzgoja; specijalistički rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb
29. Wang Y., Hall I. R. (2004). Edible ectomycorrhizal mushrooms: Challenges and achievements. Can. J. Bot. 82(8): 1063-1073
30. Yun W., Hall I. R. (2004). Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. Canadian Journal of Botany 82: 1063–1073
31. Zgrablić Ž., Brenko A., Matočec N., Kušan I., Fornažar A., Čulinović J., Prekalj G. (2014). Strategija održivog tartufarstva u Istarskoj Županiji. Istarska županija, Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu, Pazin

Web izvori:

1. HAOP: <http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/prirodne-vrijednosti-stanje-i-ocuvanje/bioraznolikost/flora/hrast-luznjak-quercus> posjećeno 11.9.2019.
2. Hortiholičarke: https://hortiholicarke.blogspot.com/2014/04/carpinus-betulus-obicni-grab_5.html posjećeno 11.9.2019.
3. Mycobank: www.mycobank.org posjećeno 13.03.2019
4. Pravilniku o zaštiti gljiva (NN 34/02):

- https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2002_04_34_739.html posjećeno 13.03.2019.
5. Priroda i biljke (a): <https://www.plantea.com.hr/obicni-grab/> posjećeno 07.05.2019.
 6. Priroda i biljke (b): <https://www.plantea.com.hr/hrast-luznjak/> posjećeno 07.05.2019.
 7. Priroda i biljke (c): <https://www.plantea.com.hr/lijeska/> posjećeno 07.05.2019.
 8. Tehnologija hrane: <https://www.tehnologijahrane.com/knjiga/tartufi> posjećeno 18.08.2019.
 9. Truffle growing around the world:
<https://trufflemelbourne.com/news/truffle-growing-around-the-world%3A-an-update> posjećeno 04.04., 05.04.2019.
 10. Tlo i biljka: http://tlo-i-biljka.eu/iBaza/Pedo_HR/index.html posjećeno 22.02.2019.

Izvori slika:

Slika 2.2.1.1., 2.2.1.2., 2.2.2.1., 2.2.2.2.: <http://www.trufamania.com/>

Slika 2.5.2.1.:

<https://trufflefarming.wordpress.com/2017/03/07/truffle-farming-worldwide-update-for-2017/>

Slika 3.1.: <https://www.google.com/maps>

Slika 3.2.: <https://www.google.hr/intl/hr/earth/>

Slika 4.1.: <https://www.facebook.com/uzgoitartufa/>

Slika 4.1.1.:

https://www.google.hr/search?q=carpinus+betulus&hl=bs&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwikHixIziAhWml4sKHenTDxcQ_AUIDigB&biw=1093&bih=500#imgrc=hST4XXz281vz1M:

Slika 4.2.1.:

https://www.google.hr/search?q=quercus+robur&hl=bs&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi4is6vxYziAhXMAxAlHfdrBRQQ_AUIDigB&biw=1093&bih=461#imgrc=qzYhalPu7Bo0qM:

Slika 4.2.2.:

https://www.google.hr/search?q=quercus+robur&hl=bs&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi4is6vxYziAhXMAxAlHfdrBRQQ_AUIDigB&biw=1093&bih=461#imgrc=KqYg-dsncB-gZM:

Slika 4.3.1.:

https://www.google.hr/search?q=obi%C4%8Dna+lijeska&hl=bs&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj3ouicyIziAhULxIsKSHYBz8Q_AUIDigB&biw=1093&bih=461#imgrc=nhX7Y6-cqzVg3M:

Slika 6.1.1.:

https://www.google.hr/search?hl=bs&biw=1093&bih=461&tbn=isch&sa=1&ei=t63OXKC1L8awac70hoAM&q=leiodes+cinnamomeus&oq=leiodes+&gs_l=img.1.0.0i30.46355.46355..47738...0.0..0.108.108.0j1.....1....1...gws-wiz-img.f-U9jnd-dmE#imgrc=b7jZU34Cf7C2WM:

Slika 6.1.2.: <https://www.cita-aragon.es/en/projects-and-contracts/effects-leiodes-production-black-truffle-teruel-evaluation-incidence-and>

Slika 6.1.3.:

https://www.google.hr/search?hl=bs&biw=1093&bih=461&tbm=isch&sa=1&ei=t63OXXC1L8awac70hoAM&q=leiodes+cinnamomeus&oq=leiodes+&gs_l=img.1.0.0i30.46355.46355..47738...0.0..0.108.108.0j1.....1....1..gws-wiz-img.f-U9jnd-dmE#imgdii=hyFGcBe2cY-maM:&imgrc=b7jzU34Cf7C2WM:

Slika 6.2.1.:

https://www.google.com/search?q=pinova+meteorolo%C5%A1ka+postaja&rlz=1C1GCEA_enHR767HR767&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjPxoHG5ITiAhUFp4sKHbyMDIAQ_AUIDygC&biw=1366&bih=625#imgrc=kGeuNTIoLTAgSM:

Slika 6.2.2.:

http://pinova.hr/hr_HR/katalog-proizvoda/mjerni-instrumenti/instrumenti-za-analizu-tla/tensiometri/digitalni-watermark-metar-30ktcd-nl

Slika 7.3.1.:

https://www.google.hr/search?q=lagotto+romagnolo&hl=bs&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=n5wi7-vVX2IIXM%253A%252CAZweFINWGtZXXCM%252C_&vet=1&usg=AI4_kQ99S7Fudz0VuFukZyxvNbH12641g&sa=X&ved=2ahUKEwi668zX7dLhAhVthosKHSR9BGEO9QEwCHoECAYQFA#imgdii=GIQQTfdVACT-uM:&imgrc=n5wi7-vVX2IIXM:&vet=1

REZULTATI KEMIJSKE ANALIZE TLO

Broj: 1-077/19
Zagreb, 24.04.2019.



SNJEŽANA ŠIROL

STUDENTICA – DIPLOMSKI

MARCANI 131 D

52403 GRAČIŠĆE

datum dostave uzorka/datum završetka analize: 11.02.2019./14.02.2019.
analitički broj uzorka: 1190151

Ispitivanja su provedena sljedećim metodama:

| Br. | Vrsta ispitivanja | jedinica | norma (metoda) |
|-----|---|-----------|--|
| 1 | Priprema uzorka tla | - | HRN ISO 11464:2006 |
| *2 | Kakvoća tla -određivanje pH vrijednosti | pH | HRN ISO 10390:2005 |
| 3 | Humus (određivanje organskog C) | % | Bikromatna metoda po Tjurinu (Škorić,1982) |
| 4 | Ukupni dušik | % | HRN ISO 11261:2004 |
| 5 | Fosfor (P ₂ O ₅) | mg/100g | AL- metoda, (Egner i sur., 1960) |
| 6 | Kalij (K ₂ O) | mg/100g | AL- metoda, (Egner i sur.- 1960) |
| *7 | Ukupni karbonati | % | Vlastita metoda, RU-M-T-006, 01. izdanje |
| 10 | Mehanički sastav tla | % čestica | HRN ISO 11277:2011 |

*metode obuhvaćene područjem akreditacije

UZORCI 1- 4 PODRUČJE SREDIŠNJE ISTRE (UKUPNA POVRŠINA 1,5 ha) UZGAJATI ĆE SE TARTUFI: TUBER MELANOSPORUM I TUBER MAGNATUM

Tablica 1: Rezultati analiza - osnovne kemijske analize tla

| analit. broj | Oznaka uzorka | pH | | % | | AL-mg/100g | | % | |
|--------------|-----------------|------------------|------|-------|------|-------------------------------|------------------|-------------------|------|
| | | H ₂ O | mKCl | humus | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaCO ₃ | CaO |
| 1190407 | UZ. 1 0 – 30 cm | 8,26 | 7,39 | 4,17 | 0,18 | 3,4 | 14,5 | 29,0 | 22,4 |
| 1190408 | UZ. 2 0 – 30 cm | 8,39 | 7,35 | 5,51 | 0,23 | 3,8 | 11,4 | 31,8 | 28,0 |
| 1190409 | UZ. 3 0 – 30 cm | 8,43 | 7,46 | 2,99 | 0,16 | 2,8 | 18,4 | 19,7 | 22,8 |
| 1190410 | UZ. 4 0 – 30 cm | 8,34 | 7,44 | 2,84 | 0,16 | 1,0 | 31,0 | 31,5 | 17,5 |

Tablica 2. Rezultati analiza .- fizikalne značajke tla

| Oznaka uzorka tla | Dubina cm | Mehanički sastav tla u Na-pirofosfatu, %-ni sadržaj čestica, promjera mm | | | | | Teksturna oznaka |
|-------------------|-----------|--|---------------|-------------|------------|-------|------------------|
| | | Krupni pijesak | Sitni pijesak | Krupni prah | Sitni prah | Glina | |
| | | | | | | | |



REZULTATI KEMIJSKE ANALIZE TLO

Broj: 1-077/19
Zagreb, 24.04.2019.



| | | 2,0-0,2 | 0,2-0,063 | 0,063-0,02 | 0,02-0,002 | <0,002 | |
|---------|-----------|---------|-----------|------------|------------|--------|------|
| 1190410 | 0 – 30 cm | 2,5 | 2,8 | 15,5 | 47,7 | 31,5 | PrGI |

Tumač kratica: PrGI – PRAŠKASTO GLINASTA ILOVAČA