

Tartufi u nizinskim šumama dijela Podravine i mogućnosti njihovog umjetnog uzgoja

Vlašić, Mario

Professional thesis / Završni specijalistički

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:953171>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-16**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET

Mario Vlašić, dipl. ing. šum.

TARTUFI U NIZINSKIM ŠUMAMA DIJELA PODRAVINE I MOGUĆNOSTI NJIHOVOG UMJETNOG UZGOJA

SPECIJALISTIČKI RAD

Zagreb, 2018.



UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF FORESTRY

Mario Vlašić, dipl. ing. šum.

**Truffles in the lowland forests area in a part of
Podravina and the possibilities of their artificial
cultivation**

MASTER'S THESIS

Zagreb, 2018.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET

Mario Vlašić, dipl. ing. šum.

TARTUFI U NIZINSKIM ŠUMAMA DIJELA PODRAVINE I MOGUĆNOSTI NJIHOVOG UMJETNOG UZGOJA

SPECIJALISTIČKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Ivica Tikvić

Zagreb, 2018.

ZAHVALE

Ovom prilikom zahvaljujem se svima koji su na bilo koji način pridonijeli izradi ovog rada, bilo samim sudjelovanjem bilo aktivnim pomaganjem prilikom terenskih istraživanja, obrade podataka ili u obliku davanja podrške, ideja, poticaja i slično.

Prije svega htio bih se zahvaliti svome mentoru prof. dr. sc. Ivici Tikviću na stručnom vodstvu, savjetima, trudu, zalaganju, vremenu i strpljenju koji je uložio tijekom izrade ovoga poslijediplomskoga specijalističkoga rada. Također mu se zahvaljujem na pomoći oko terenskog dijela istraživanja, nabavljanja potrebne literature, pozivu na sudjelovanje u radionicama gdje se između ostalog spominjala i ova tematika te posebno oko uspostavljanja kontakata s ljudima koji se bave ovom problematikom.

Velika hvala mojim prijateljima tartufarima Anti Kneževiću i Zoranu Vukoši bez kojih terenski dio istraživanja ne bi bilo moguće provesti.

Hvala za pomoć prilikom statističke obrade podataka prof.dr.sc. Anamariji Jazbec kao i ostalim profesorima Šumarskog fakulteta kod kojih sam polagao predmete u sklopu specijalističkog studija.

Hvala i mom prijatelju sa fakulteta Mariju Šangi koji je uvijek bio tu dok je nešto trebalo pomoći vezano uz specijalistički studij.

Zahvaljujem se doc.dr.sc. Darku Vončini i doc.dr.sc. Ivanki Habuš Jerčić sa Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu sa Zavoda za fitopatologiju koji su mi omogućili korištenje mikroskopa za potrebna istraživanja.

Hvala i mom bratu Miroslavu Vlašiću na velikoj pomoći prilikom osnivanja i kasnijeg održavanja plantaže tartufa.

Zahvaljujem se posebno svojoj supruzi, djeci, mami, prijateljima te cijeloj obitelji koja mi je bila moralna potpora ne samo za vrijeme izrade ovog rada, već tijekom cijelog života.

Na kraju bih se htio zahvaliti za financiranje ovoga poslijediplomskoga specijalističkoga studija svojoj bivšoj firmi Šumarskoj savjetodavnoj službi te Hrvatskim šumama d.o.o. UŠP Koprivnica odnosno voditelju UŠP Koprivnica Mirku Kovačevu i upraviteljima šumarija Zvonimiru Ištvanu, Zlatku Listu i Mirku Balali.

Mario Vlašić

Ključna dokumentacijska kartica

TI (naslov)	Tartufi u nizinskim šumama dijela Podravine i mogućnosti njihova umjetnog uzgoja
AU (autor)	Mario Vlašić
AD (adresa)	Murska 30, 40 320 Donji Kraljevec e-pošta: mario.vlasic@savjetodavna.hr
SO (izvor)	Šumarska knjižnica – Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Svetošimunska 25, 10000 Zagreb
PY (godina objave)	2017
LA (izvorni jezik)	Hrvatski
LS (jezik sažetka)	Engleski
DE (ključne riječi)	tartufi, fizikalno kemijska svojstva tla, nalazišta tartufa, inokulirane sadnice hrasta lužnjaka, plantaža tartufa,
GE (zemlja objave)	Republika Hrvatska
PT (vrsta objave)	završni specijalistički rad
VO (obujam)	I - XIX + 150 str. + 31 tablica + 93 slika + 99 literat.
AB (sažetak)	U radu je istraživano postojanje tartufa na prirodnim nalazištima na području šumarija Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u šumskim sastojinama hrasta lužnjaka i običnoga graba. Utvrđene su dvije vrste crnih tartufa, fizikalna i kemijska svojstva tla na mjestu pronalaska tartufa te mogućnosti umjetnog razvoja tartufa kroz osnivanje plantaže tartufa. Utvrđivanje postojanja tartufa je provedeno uz pomoć dresiranih pasa pasmine <i>Lagotto romagnolo</i>, vrste tartufa su utvrđene mikroskopskom analizom, a analiza tla laboratorijskom analizom. Istraživanje je provedeno u gospodarskim jedinicama Repaš – Gabajeva Greda, Đurđevačke nizinske šume i Svibovica. U laboratoriju i novo osnovanoj plantaži tartufa istraživanjem je utvrđeno postojanje tartufa u prirodnim nalazištima na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i običnoga graba (<i>Carpino betuli</i> – <i>Quercetum roboris</i> Ht. 1938). Utvrđena su ukupno 23 plodna tijela tartufa. Prema makroskopskim i mikroskopskim morfološkim obilježjima njih 22 najbližija su bila vrsti crni zimski tartuf (<i>Tuber brumale</i>) iako pojedina plodišta imaju određene karakteristike vrste crijevoliki tartuf (<i>Tuber mesentericum</i>). A 1 plodno tijelo najbližije je bilo vrsti velikosporni tartuf (<i>Tuber macrosporum</i>). Plodna tijela pronađena su u površinskom horizontu tla do dubine od nekoliko centimetara. Velikosporni tartuf (<i>Tuber macrosporum</i>) se javlja na staništima vrlo sličnim staništima velikog bijelog tartufa (<i>Tuber magnatum</i>) odnosno uspostavlja simbiozu sa istim vrstama drveća, pa se može pretpostaviti da na području Podravine uz rijeku Dravu postoje i staništa velikog bijelog tartufa (<i>Tuber magnatum</i>). Analizom varijance nije utvrđena statistički značajna razlika srednjih vrijednosti niti za jedan fizikalno – kemijski parametar tla na mjestu pronalaska crnog tartufa (<i>Tuber spp.</i>) između analiziranih šumarija, na mjestima pronalaska tartufa. Fizikalno – kemijski parametri pH (H₂O), pH (KCl), NH₃ i suha tvar za sve tri šumarije su imali najmanju varijabilnost. Vrijednosti pH (H₂O) i pH (KCl) uzoraka tla gdje su utvrđena plodna tijela crnog tartufa (<i>Tuber spp.</i>) u ovom istraživanju bile su slična pH

vrijednostima dobivenim u drugim istraživanjima. Plantaže tartufa trebaju se osnivati prvenstveno na prirodnim šumskim staništima. Kod osnivanja umjetnih plantaža tartufa važna je dobra mehanička priprema tla, kemijska priprema tla te zaštita od negativnog utjecaja štetnih organizama. Zatim je važna upotreba certificiranih inokuliranih sadnica, pravilan odabir biljnih simbionata te pravilan prostorni raspored inokuliranog sadnog materijala unutar plantaže. Prvi urod vrste *Tuber aestivum* na vrstama iz roda hrastova prema iskustvima iz svijeta može se očekivati u razdoblju od 6 do 8 godina, a ukoliko tada ne dođe do uroda razlozi mogu biti u lošoj kvaliteti sadnog materijala odnosno utjecaju micelija konkurentskih gljiva na micelij tartufa. U radu je potvrđena glavna hipoteza da su u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i običnoga graba na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski prisutna plodna tijela vrsta iz roda *Tuber*, da nema razlike u fizikalno-kemijskim obilježjima tla između šumarija te da se plodna tijela tartufa na osnovanoj plantaži nisu razvila u vremenskom razdoblju od 3 do 4 godine od osnivanja plantaže jer se prema dosadašnjim iskustvima prvi urod vrste *Tuber aestivum* na hrastu lužnjaku (*Quercus robur*) može očekivati u razdoblju od 6 do 8 godina.

Basic documentation card

TI (Title)	Truffles in the lowland forests area in a part of Podravina and the possibilities of their artificial cultivation
OT (Original Title)	Tartufi u nizinskim šumama dijela Podravine i mogućnosti njihovog umjetnog uzgoja
AU (Author)	Mario Vlašić
AD (Author's address)	Murska 30, 40 320 Donji Kraljevec e-pošta: mario.vlastic@savjetodavna.hr
SO (Source)	Forestry Library of Faculty of Forestry, University of Zagreb, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb
PY (Publication Year)	2017
LA (Language of Text)	Croatian
LS (Language of Summary)	English
DE (Descriptors, key words)	truffles, physicochemical properties of soil, truffle habitats, inoculated seedlings of oak, truffle plantation
GE (Geo. Headings)	Republic of Croatia
PT (Publication Type)	Master's thesis
VO (Volume)	I - XIX + 150 pages + 31 tables + 93 figures + 99 references
AB (Abstract)	This paper investigates the existence of truffles on natural sites of forest districts Repas, Durdevac and Klostar Podravski in the forest stands of common oak and hornbeam. Two types of black truffles were identified, the physical and chemical properties of the soil at the site of finding truffles and the possibility of artificial development of truffles through the establishment of truffle plantations. Determination of the presence of truffles was carried out with the help of trained dogs, whose breed is Lagotto Romagnolo, the truffle types were determined by microscopic analysis while soil analysis was determined by laboratory analysis. The research was conducted in the management units of Repas - Gabajeva Greda, Durdevacke nizinske sume and Svibovica. In the laboratory and the newly established truffle plantation, the presence of truffles was established in the natural sites of forest districts Repas, Durdevac and Klostar Podravski in the forest stands of common oak and hornbeam (<i>Carpino betuli</i> - <i>Quercetum roboris</i> Ht. 1938). A total of 23 fertile truffles were found. According to macroscopic and microscopic morphological characteristics, 22 of them were the most similar to the type of black winter truffle (<i>Tuber brumale</i>) although some plants have certain characteristics of the type Bagnoli truffle (<i>Tuber mesentericum</i>). The most fertile body was the type of large-sized truffle (<i>Tuber macrosporum</i>). Fertile bodies were found in the surface horizon of the ground to a depth of several centimeters. <i>Tuber macrosporum</i> is found in habitats very similar to those of large white truffles (<i>Tuber magnatum</i>), that is, it establishes symbiosis with the same species of trees, so it can be assumed that there are also large white truffle tubers (<i>Tuber magnatum</i>) in the Podravina area along the river Drava. No

statistically significant difference has been established in mean value or a physico - chemical parameter of the soil at the site of the finding of the black truffle (*Tuber spp.*) between the analyzed forests. The physico - chemical parameters pH (H₂O), pH (KCl), NH₃ and dry matter for all of the three forestries had the lowest variability. The pH (H₂O) and pH (KCl) values of soil samples where the black truffles were found (*Tuber spp.*) in this study were similar to the pH values obtained in other studies. Truffle plantations should be established primarily on natural forest habitats. When establishing artificial plantations of truffles, good mechanical preparation of soil, chemical preparation of soil and protection from negative impacts of harmful organisms is important. It is then important to use certified inoculated seedlings, proper selection of plant symbionates and proper spatial distribution of inoculated plant material within the plantation. The first harvest of the species *Tuber aestivum* on oak species according to world experiences can be expected in the period of 6 to 8 years, the reasons as to why it may fail to occur include poor quality of planting material, i.e. the influence of micelles of competing fungi on mycelium of the truffles. The main thesis hypothesis has been confirmed that in the forest communities of oak and plaice oak in Repaš, Đurđevac and Kloštar Podravski forestry, species of *Tuber* genus are present, that there is no difference between the physical and chemical characteristics of the soil between the forestries and that the fertile bodies of the truffles in the established plantation did not develop in the period of 3 to 4 years following the founding of the plantation, because according to previous experiences the first harvest of the species *Tuber aestivum* on common oak (*Quercus robur*) can be expected in the period of 6 to 8 years.

SADRŽAJ

	str.
ZAHVALE	I
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	II
BASIC DOCUMENTATION CARD	IV
SADRŽAJ	VI
POPIS SLIKA	IX
POPIS TABLICA	XVI
POPIS GRAFIKONA	XVIII
POPIS PRILOGA	XIX
1. UVOD	1
1.1. Razlike između gljiva	3
1.2. Sistematizacija gljiva	3
1.3. Morfologija gljiva	4
1.4. Biologija gljiva	5
1.5. Sistematizacija podzemnih gljiva	7
1.6. Morfologija i biologija tartufa	9
1.7. Glavne vrste bijelih i crnih tartufa	11
1.8. Morfologija i biologija bijelih tartufa	11
1.8.1. Veliki bijeli tartuf (<i>Tuber magnatum</i> Pico)	12
1.8.2. Borhijev tartuf (<i>Tuber borchii</i> Vittad.)	14
1.8.3. Udubljeni tartuf (<i>Tuber excavatum</i> Vittad.)	15
1.8.4. Siromašni tartuf (<i>Tuber oligospermum</i> (Tul. & C. Tul.) Trappe)	16
1.8.5. Maljavi tartuf (<i>Tuber puberulum</i> Berkeley & Broome.)	17
1.8.6. Ostale važnije vrste bijelih tartufa	18
1.9. Morfologija i biologija crnih tartufa	21
1.9.1. Tamnosporni tartuf (<i>Tuber melanosporum</i> Vittad.)	21
1.9.2. Ljetni tartuf (<i>Tuber aestivum</i> Vittad.)	22
1.9.3. Neotesani tartuf (<i>Tuber uncinatum</i> Chatin.)	24
1.9.4. Zimski tartuf (<i>Tuber brumale</i> Vittad.)	25
1.9.5. Preživačkomirisni tartuf (<i>Tuber brumale</i> fm. <i>moscatum</i> (Ferry) Montecchi & Lazzari.)	26
1.9.6. Golemosporni tartuf (<i>Tuber macrosporum</i> Vittad.)	27
1.9.7. Crijevoliki tartuf (<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.)	28
	VI

1.10.	Opća obilježja mikorize	29
1.10.1.	Vrste mikoriza	30
1.10.2.	Obilježja mikorize tartufa	31
1.11.	Stanišni i ekološki čimbenici bitni za razvoj tartufa	33
1.12.	Šumsko drveće i grmlje u mikorizi s tartufima	34
1.13.	Povijesni pregled tartufarstva u svijetu	37
1.14.	Povijesni pregled tartufarstva u Hrvatskoj	39
1.15.	Današnje stanje tartufarstva u svijetu	40
1.16.	Današnje stanje tartufarstva u Hrvatskoj	42
1.17.	Zakonodavni okvir o tartufima u šumarstvu Hrvatske	43
1.18.	Gospodarenje tartufima	44
1.19.	Tržište tartufa u svijetu	44
1.20.	Tržište tartufa u Hrvatskoj	46
1.21.	Umjetni uzgoj tartufa	48
1.22.	Povijesni pregled umjetnog uzgoja tartufa u svijetu	49
1.23.	Povijesni pregled umjetnog uzgoja tartufa u Hrvatskoj	51
1.24.	Današnji pregled umjetnog uzgoja tartufa u svijetu	52
1.25.	Današnji pregled umjetnog uzgoja tartufa u Hrvatskoj	54
2.	MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	55
2.1.	Utvrdjivanje tartufa na prirodnim staništima na području UŠP Koprivnica pomoću dresiranih pasa	55
2.2.	Izbor sastojina za istraživanje tartufa	55
2.3.	Način pronalaženja plodišta tartufa	56
2.4.	Način uzorkovanja plodišta tartufa	57
2.5.	Način determinacije plodišta tartufa	57
2.6.	Determinacija plodnih tijela tartufa okularno morfološkom i laboratorijskom metodom	58
2.7.	Laboratorijska analiza uzoraka tla sa lokaliteta gdje su pronađena plodna tijela tartufa	61
2.8.	Osnivanje plantaže tartufa inokuliranim sadnicama hrasta lužnjaka	61
2.9.	Statistička obrada podataka	65
3.	CILJEVI ISTRAŽIVANJA	66

4.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	66
5.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	67
5.1.	Dosadašnja nalazišta tartufa u Hrvatskoj	67
5.2.	Nalazišta tartufa na području UŠP Koprivnica	68
5.3.	Nalazišta tartufa u Hrvatskoj	69
5.4.	Stanišni i ekološki čimbenici značajni za razvoj crnih tartufa	71
5.5.	Stanišni i ekološki čimbenici novih nalazišta crnih tartufa na području UŠP Koprivnica	72
5.6.	Struktura sastojina	74
5.6.1.	Struktura sastojine gospodarske jedinice "Repaš – Gabajeva greda"	74
5.6.2.	Struktura sastojine gospodarske jedinice "Đurđevačke nizinske šume"	76
5.6.3.	Struktura sastojine gospodarske jedinice "Svibovica"	78
5.7.	Količine i masa pronađenih plodišta tartufa	80
5.8.	Determinacija crnih tartufa iz gospodarskih jedinica Repaš – Gabajeva Greda, gospodarske jedinice Đurđevačke nizinske šume, gospodarske jedinice Svibovica	84
5.9.	Fizikalno – kemijski parametri tla na mjestu pronalaska crnih tartufa na području UŠP Koprivnica	87
5.10.	Usporedba fizikalno – kemijskih parametara tla na mjestu pronalaska crnih tartufa na području šumarije Repaš, šumarije Đurđevac i šumarije Kloštar Podravski	91
5.11.	Umjetni uzgoj tartufa kroz osnivanje plantaže	103
5.12.	Fizikalno – kemijski parametri tla prije osnivanja plantaže tartufa	107
5.13.	Mehanička priprema tla za osnivanje plantaže tartufa	107
5.14.	Kemijska priprema tla za osnivanje plantaže tartufa	108
5.15.	Inokulirani sadni materijal za osnivanje plantaže tartufa	111
5.16.	Prostorni raspored inokuliranog sadnog materijala prilikom osnivanja plantaže tartufa	113
5.17.	Ostali potrebni radovi	117
5.18.	Upravljanje plantažama tartufa	120
6.	RASPRAVA	122
7.	ZAKLJUČCI	129
8.	LITERATURA	132
9.	PRILOZI	141
	ŽIVOTOPIS	

POPIS SLIKA

	str.
Slika 1. Crni tartuf (<i>Tuber spp.</i>) u prirodnom okruženju. (Izvor: foto Vlašić).	2
Slika 2. Micelij sastavljen od mreže hifa kod gljiva.	4
Slika 3. Spolno razmnožavanje ascomiceta: dvojezgrene hife; nespolna, vegetativna rasplodna stanica, spora (konidija).	6
Slika 4. Kleistotecij: Potpuno zatvoreni ascocarp s raspršenim askusima kod ascomiceta: zatvoreno plodno tijelo kod askomiceta, askusi, askospore	8
Slika 5. Razne vrste askusa sa askosporama kod tartufa (Izvor: foto Vlašić)	8
Slika 6. Morfologija tartufa; unutarnji sadržaj tartufa (gleba), pokožica (peridijum), askusi, askospora (spore)	9
Slika 7. Razne strukture površine peridijuma kod tartufa (Izvor: foto Vlašić)	9
Slika 8. Presjek kroz glebu kod crnih tartufa (Izvor: foto Vlašić)	10
Slika 9. Uvećan presjek glebe prošaran bijelim venama i vidljivim sporama kod crnih tartufa (Izvor: foto Vlašić)	10
Slika 10. Shematski prikaz biološkog ciklusa tartufa.	10
Slika 11. Plodište velikog bijelog tartufa (<i>Tuber magnatum</i> Pico) (Izvor: http://www.trufamania.com/truffles.htm#magnatum).	12
Slika 12. Askusi sa askosporama velikog bijelog tartufa (<i>Tuber magnatum</i> Pico) (Izvor: http://www.trufamania.com/truffles.htm#magnatum).	13
Slika 13. Plodište borhijeve tartufa (<i>Tuber borchii</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20borchii%20English.htm).	14
Slika 14. Askusi sa askosporama borhijeve tartufa (<i>Tuber borchii</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20borchii%20English.htm).	14
Slika 15. Plodište vrste udubljeni tartuf (<i>Tuber excavatum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20excavatum%20English.htm).	15

Slika 16.	Askusi sa askosporama vrste udubljeni tartuf (<i>Tuber excavatum</i>) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20excavatum%20English.htm .)	16
Slika 17.	Plodište vrste siromašni tartuf (<i>Tuber oligospermum</i> (Tul. & C. Tul.) Trappe)) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm .)	16
Slika 18.	Askusi sa askosporama vrste siromašni tartuf (<i>Tuber oligospermum</i> (Tul. & C. Tul.) Trappe)) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm .)	17
Slika 19.	Plodište vrste maljavi tartuf (<i>Tuber puberulum</i> Berkeley&Broome.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm .)	17
Slika 20.	Askusi sa askosporama vrste maljavi tartuf (<i>Tuber puberulum</i> Berkeley&Broome.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm .)	18
Slika 21.	Plodište vrste tamnosporni tartuf (<i>Tuber melanosporum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20melanosporum%20English.htm)	21
Slika 22.	Askusi sa askosporama vrste tamnosporni tartuf (<i>Tuber melanosporum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20melanosporum%20English.htm)	22
Slika 23.	Plodište vrste ljetni tartuf (<i>Tuber aestivum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20aestivum%20English.htm)	23
Slika 24.	Askusi sa askosporama vrste ljetni tartuf (<i>Tuber aestivum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20aestivum%20English.htm)	23
Slika 25.	Plodište vrste neotesani tartuf (<i>Tuber uncatum</i> Chatin.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20uncinatum%20English.htm)	24
Slika 26.	Askusi sa askosporama vrste neotesani tartuf (<i>Tuber uncatum</i> Chatin.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20uncinatum%20English.htm)	24
Slika 27.	Plodište vrste zimski tartuf (<i>Tuber brumale</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20brumale%20English.htm)	25
Slika 28.	Askusi sa askosporama vrste zimski tartuf (<i>Tuber brumale</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20brumale%20English.htm)	26
Slika 29.	Plodište vrste golemosporni tartuf (<i>Tuber macrosporum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20macrosporum%20English.htm)	27
Slika 30.	Askusi sa askosporama vrste golemosporni tartuf (<i>Tuber macrosporum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20macrosporum%20English.htm)	27
Slika 31.	Plodište vrste crijevoliki tartuf (<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20mesentericum%20English.htm)	28

Slika 32.	Askusi sa askosporama vrste crijevoliki tartuf (<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.) (Izvor: http://www.trufamania.com/Tuber%20mesentericum%20English.htm)	29
Slika 33.	Karakteristične morfološke značajke ektomikorize vrste <i>Tuber aestivum</i> (Izvor: http://www.trueffelfreunde.de/tr%C3%BCffel-hypog%C3%A4erten/tuber-aestivum-uncinatum/mykorrhiza/)	31
Slika 34.	Drveće i grmlje najčešći simbionti komercijalnih bijelih tartufa	35
Slika 35.	Drveće i grmlje najčešći simbionti komercijalnih crnih tartufa	37
Slika 36.	Nalazišta ljetnog tartufa (<i>Tuber aestivum</i> Vittad.) gotovo u svim državama Europe (Izvor: TAMING THE TRUFFLE: The History, Lore and Science of the Ultimate Mushroom, Hall, Brown, Zambonelli; Podaci Chevalier and Frochot, 1997)	41
Slika 37.	Plodište i askusi sa askosporama vrste svinjski tartuf (<i>Choiromyces meandriformis</i>) (Izvor: foto Vlašić)	47
Slika 38.	Plodište i askusi sa askosporama vrste veliki bijeli tartuf (<i>Tuber magnatum</i>) (Izvor: http://www.trufamania.com/truffles.htm#magnatum).	47
Slika 39.	<i>Lagotto romagnolo</i> specijalizirana pasmina za traženje podzemnih gljiva (Izvor: foto Vlašić)	55
Slika 40.	Traženje tartufa uz pomoć specijalizirane pasmine <i>Lagotto romagnolo</i> (Izvor: foto Vlašić)	56
Slika 41.	Specijalizirana lopatica "vanga" (Izvor: foto Vlašić)	57
Slika 42.	Za obradu i identifikaciju plodišta tartufa korišten svjetlosni mikroskop Carl Zeiss Jena Jenamed-2 (Izvor: foto Vlašić)	58
Slika 43.	Crni tartufi utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)	59
Slika 44.	Mase crnih tartufa utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)	59
Slika 45.	Crni tartufi utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2013. godine (Izvor: foto Vlašić)	60

Slika 46.	Mase crnih tartufa utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2013. godine (Izvor: foto Vlašić)	60
Slika 47.	Uzimanje uzoraka tla prije osnivanja plantaže tartufa (Izvor: foto Vlašić)	62
Slika 48.	Kontejnerske sadnice i sadnice golog korijena hrasta lužnjaka inokulirane sa vrstom crni ljetni tartuf (<i>Tuber aestivum</i>) korištene kod osnivanja plantaže tartufa (Izvor: foto Vlašić)	62
Slika 49.	Svježa plodišta crnog ljetnog tartufa (<i>Tuber aestivum</i>) (a) i (b), homogenizirana suspenzija spora oslobođenih iz askusa mehaničkim usitnjavanjem plodišta (c) i injektiranje suspenzijom spora crnog ljetnog tartufa (<i>Tuber aestivum</i>) na plantaži (d); (Izvor: foto Vlašić)	63
Slika 50.	Zaštitna mreža postavljena protiv šteta od divljači na inokuliranim sadnicama hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i>); (Izvor: foto Vlašić)	63
Slika 51.	Plantaža hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i>) sa crni tartufom podignuta 2014. godine, a, b i c) 2014. godine, d) 2015. godine, e) 2016. godine. i f) 2017. godine (Izvor: foto Vlašić)	64
Slika 52.	Dosadašnja nalazišta tartufa u Hrvatskoj	67
Slika 53.	Nalazišta tartufa na području UŠP Koprivnica šumarija Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski	68
Slika 54.	Nalazišta tartufa u Hrvatskoj	69
Slika 55.	Plodna tijela podzemnih gljiva pronađena u kontinentalnom dijelu Dalmacije 2015. godine na nalazištima koja nisu navedena u literaturi (Izvor: Zoran Vukoša; Fotografije: Mario Vlašić)	70
Slika 56.	Klimadijagrami po Walteru za meteorološku postaju Đurđevac (Izvor: Državni hidrometeorološki zavod)	73
Slika 57.	Šumske sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba u g.j. "Repaš – Gabajeva Greda" (Izvor: foto Vlašić)	74
Slika 58.	Šumske sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba u g.j. "Đurđevačke nizinske šume" (Izvor: foto Vlašić)	76

Slika 59.	Šumske sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba u g.j. "Svibovica" (Izvor: foto Vlašić)	78
Slika 60.	Pretraživanje šumskih sastojina hrasta lužnjaka i običnoga graba na području šumarija Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski uz pomoć specijalizirane pasmine <i>Lagotto romagnolo</i> (Izvor: foto Vlašić)	80
Slika 61.	Pronađeni crni tartufi (<i>Tuber spp.</i>) u površinskom horizontu tla (Izvor: foto Vlašić)	80
Slika 62.	Pronađena plodna tijela crnih tartufa (<i>Tuber spp.</i>) u gospodarskoj jedinici Repaš – Gabajeva greda 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)	81
Slika 63.	Nalazišta crnih tartufa (<i>Tuber spp.</i>) na rubnim dijelovima sastojina te uz šumske ceste na području Podravine 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)	83
Slika 64.	Pronađena plodna tijela crnih tartufa (<i>Tuber spp.</i>); gospodarska jedinica Repaš – Gabajeva greda; 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)	84
Slika 65.	Pronađeno plodno tijelo crnog tartufa (<i>Tuber spp.</i>) gospodarska jedinica Repaš – Gabajeva greda; 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)	85
Slika 66.	Askusi sa askosporama pronađenih plodnih tijela crnog tartufa (<i>Tuber spp.</i>) (Izvor: foto Vlašić)	85
Slika 67.	Askusi sa askosporama pronađenog plodnog tijela crnog tartufa (<i>Tuber spp.</i>) (Izvor: foto Vlašić)	86
Slika 68.	Vrijednosti pH (H ₂ O) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	92
Slika 69.	Vrijednosti pH (KCl) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	93
Slika 70.	Vrijednosti P ₂ O ₅ tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	94
Slika 71.	Vrijednosti K ₂ O tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	95
Slika 72.	Vrijednosti hidrolitičke kiselosti tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	96
Slika 73.	Vrijednosti humusa tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	97
Slika 74.	Vrijednosti amonijski dušik (NH ₃) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	98
Slika 75.	Vrijednosti nitratnog dušika (NO ₃) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	99

Slika 76.	Vrijednosti ukupnog dušika tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	100
Slika 77.	Vrijednosti suhe tvari tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	101
Slika 78.	Vrijednosti kalcijevog karbonata CaCO_3 tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš	102
Slika 79.	Plantažni uzgoj tartufa širom svijeta (Izvor: https://trufflefarming.wordpress.com/)	103
Slika 80.	Finacijska studija ukupnih prihoda i rashoda plantaže tartufa u 20 godina po hektaru (Izvor: http://micofora.com/en/tuber-melanosporum-truffle-farming-guide/)	105
Slika 81.	Prikaz optimalnih vrijednosti pH potrebnih za plodonošenje tartufa najčešće tri vrste tartufa koje se koriste u plantažnom uzgoju	109
Slika 82.	Prikaz optimalne teksture tla u kojima dolaze od prirode najčešće tri vrste tartufa koje se koriste u plantažnom uzgoju	110
Slika 83.	Inokulirane kontejnerske sadnice i sadnice golog korijena hrasta lužnjaka korištene kod osnivanja plantaže 2014. godine (Izvor: foto Vlašić)	111
Slika 84.	Shema plantaže tartufa podignuta u sklopu ovog magistarskog rada inokuliranim sadnicama hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i>)	113
Slika 85.	Tablični prikaz gustoće sadnje u odnosu na raspored stabala unutar plantaže (Izvor: http://micofora.com/en/tuber-melanosporum-truffle-farming-guide/)	114
Slika 86.	Shematski primjeri rasporeda stabala unutar plantaža tartufa (Izvor: I.R.Hall)	114
Slika 87.	Shematski prikaz djelovanja sunca na tlo unutar plantaže tartufa kod razmaka sadnje 4,5x3,5 m i različitih godišnjih doba (Izvor: I.R.Hall)	115
Slika 88.	Shematski primjer kombiniranog rasporeda stabala unutar plantaže tartufa (Izvor: I.R.Hall)	116
Slika 89.	Održavanje inokuliranih stabala hrasta lužnjaka kroz radove orezivanja krošnje (Izvor: foto Vlašić)	117
Slika 90.	Mlado lišće hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i>) zaraženo hrastovom pepelnicom (<i>Microspheera alphitoides</i> Griff. et Maubl.). (Izvor: foto Vlašić)	118

Slika 91.	Mlada stabla hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i>) sa karakterističnim šiskama uzrokovanih osama šiškarcima (<i>Cynipidae</i>) (Izvor: foto Vlašić)	119
Slika 92.	Ličinka i larvalni hodnik u glebi tartufa (Izvor: foto Vlašić)	119
Slika 93.	Štete od kasnog proljetnog mraza na listu hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i>) (Izvor: foto Vlašić)	120

	POPIS TABLICA	str.
Tablica 1.	Taksonomski položaj roda <i>Tuber</i> u carstvu gljiva. (Izvor: www.mycobank.org).	7
Tablica 2.	Drvena zaliha i godišnji tečajni prirast po dobnim razredima uređajnog razreda hrast lužnjak iz sjemena g.j. "Repaš – Gabajeva greda"	75
Tablica 3.	Drvena zaliha i godišnji tečajni prirast po dobnim razredima uređajnog razreda hrast lužnjak iz sjemena g.j. "Đurđevačke nizinske šume"	77
Tablica 4.	Drvena zaliha i godišnji tečajni prirast po dobnim razredima uređajnog razreda hrast lužnjak iz sjemena g.j. "Svibovica"	79
Tablica 5.	Količine i mase plodišta crnih tartufa sakupljenih tijekom 2012. i 2013. godine na području šumarija Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski	82
Tablica 6.	Klasifikacija tla s obzirom na vrijednost pH izmjerenu u suspenziji tla u H ₂ O prema Gračaninu & Ilijaniću (1977) i suspenziji tla u otopini KCl prema Schefferu i Schachtschabelu.	88
Tablica 7.	Ocjena tla prema humoznosti (Gračanin & Ilijaniću, 1977)	89
Tablica 8.	Fizikalni i kemijski parametri tla gdje je utvrđena prisutnosti plodnih tijela crnog tartufa (<i>Tuber brumale</i>) za šumarije Repaš, Kloštar Podravski i Đurđevac	90
Tablica 9.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za pH (H ₂ O)	91
Tablica 10.	Deskriptivna statistika vrijednosti pH (H ₂ O) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	91
Tablica 11.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za pH (KCl)	92
Tablica 12.	Deskriptivna statistika vrijednosti pH (KCl) za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	92
Tablica 13.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za P ₂ O ₅	93
Tablica 14.	Deskriptivna statistika vrijednosti P ₂ O ₅ za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	93
Tablica 15.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za K ₂ O	94
Tablica 16.	Deskriptivna statistika vrijednosti K ₂ O za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	94
Tablica 17.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za hidrolitičku kiselost	95

Tablica 18.	Deskriptivna statistika vrijednosti hidrolitičke kiselosti za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	95
Tablica 19.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za humus	96
Tablica 20.	Deskriptivna statistika postotne vrijednosti humusa za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	96
Tablica 21.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za amonijski dušik (NH ₃)	97
Tablica 22.	Deskriptivna statistika vrijednosti amonijskog dušika (NH ₃) za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	98
Tablica 23.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za nitratni dušik (NO ₃)	98
Tablica 24.	Deskriptivna statistika vrijednosti nitratnog dušika (NO ₃) za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	99
Tablica 25.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za ukupni dušik	99
Tablica 26.	Deskriptivna statistika vrijednosti ukupnog dušika za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	100
Tablica 27.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za suhu tvar	100
Tablica 28.	Deskriptivna statistika vrijednosti suhe tvari za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	101
Tablica 29.	Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za kalcijev karbonat CaCO ₃	102
Tablica 30.	Deskriptivna statistika vrijednosti kalcijevog karbonata CaCO ₃ za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš	102
Tablica 31.	Fizikalni i kemijski parametri tla prije osnivanja plantaže tartufa	107

POPIS GRAFIKONA

str.

Grafikon 1	Postotni udio crnih tartufa prema klasama mase sakupljenih 2012. i 2013. godine na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski	82
------------	--	----

POPIS PRILOGA		str.
Prilog A.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	141
Prilog B.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	142
Prilog C.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	143
Prilog D.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	144
Prilog E.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	145
Prilog F.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	146
Prilog G.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	147
Prilog H.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	148
Prilog I.	Analiza tla Bioinstitut d.o.o. Čakovec – ISPITNI IZVJEŠTAJ	149
Prilog J.	Rezultati analize uzoraka tla Hrvatski šumarski institut	150

1. UVOD

Tartufi su raznovrsna i brojna, ali nedovoljno poznata skupina gljiva, zbog svog neobičnog razvojnog ciklusa. Tartufi su gljive gomoljače, koje se razvijaju u tlu u simbiozi sa korijenjem određenih vrsta šumskog drveća i grmlja oni su zanimljivi s biološkog, ekološkog i ekonomskog gledišta. Općenito tartufe dijelimo na crne i bijele prema boji vanjske pokožice plodišta ili peridiuma. Najčešći simbionti komercijalnih vrsta tartufa su vrste drveća iz rodova: *Quercus*, *Corylus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Tilia*, *Populus*, *Salix*, *Alnus*, *Fagus*, *Castanea*, *Cistus*, *Pinus* i *Abies*. S ekološkog gledišta tartufi su zanimljivi zbog svog razvoja u tlu i njihov razvoj je pod najvećim utjecajem obilježja tla, reljefa i klime. Sa biološkog gledišta tartufi su zanimljivi zbog svog simbiotskog odnosa sa određenim vrstama šumskog drveća i grmlja što pridonosi stabilnosti šumskih ekosustava. Što se tiče ekonomskog gledišta najviše dolazi do izražaja njihova velika financijska vrijednost.

Tartufi su kroz povijest bili poznati starim Egipćanima, Grcima i Rimljanima. Prva istraživanja tartufa provodili su u srednjem vijeku Ray, Taurnefort, Buffon, Vitadine i dr. (Hrka, 1984). Tartufi su kroz povijest bili izuzetno cijenjeni u širem području Sredozemlja. U Republici Hrvatskoj tartufi se najčešće povezuju s područjem Istre iako je već duže vrijeme poznato da se tartufi razvijaju u drugim dijelovima Hrvatske. Od poznatijih nalazišta tartufa u Hrvatskoj osim Istre spominju se nalazišta na području sliva rijeka Kupe i Save (Hrka, 1988). Na području sliva rijeke Drave u literaturi se nalazišta tartufa gotovo i ne spominju. Za razvoj svih organizama pa tako i tartufa potrebni su optimalni stanišni uvjeti. Ako se stanišni uvjeti nalaze u optimalnom stanju tartufi se razvijaju i razmnožavaju.

Sakupljanje komercijalnih vrsta tartufa posljednjih desetljeća sve je veće zbog njihove velike financijske vrijednosti te se zbog toga sve više otkrivaju nova nalazišta rasprostranjenosti tartufa. Od velikog broja vrsta tartufa mali je broj vrsta koje se komercijalno sakupljaju. Sve veće komercijalno sakupljanje tartufa dovodi do velikog pritiska na prirodna nalazišta tartufa. Zbog toga se polovicom 20. stoljeća tartufi počinju umjetno uzgajati u plantažama. U svijetu su razvijene metode različite inokulacije tartufa odnosno proizvodnje mikoriziranih sadnica sa tartufima za osnivanje plantaže tartufa. Mikorizirane sadnice proizvedene raznim metodama inokulacije koriste se za pošumljavanje degradiranih šumskih površina te zapuštenih i neiskorištenih poljoprivrednih površina kao i za podizanje plantaža tartufa.

Na taj se način na degradiranim šumskim površinama povećava stabilnost šumskih ekosustava jer se mikoriza postupno širi sa mikoriziranih sadnica na ostale jedinice u ekosustavima (Morcillo i sur., 2010). U Hrvatskoj je umjetni uzgoj tartufa tek u začetku. Cilj ovog rada je bio dati pregled mogućnosti umjetnog uzgoja tartufa kako bi se u budućnosti i Hrvatska našla na karti svjetskih proizvođača tartufa iz umjetnog uzgoja.

U radu je prikazan sistematski pregled gljiva i tartufa, njihova morfologija i biologija, opis glavnih komercijalnih vrsta tartufa, mikorizni odnos gljiva i šumskog drveća i grmlja, stanišni i ekološki čimbenici koji utječu na razvoj tartufa, povijesni pregled i današnje stanje tartufarstva, zakonska regulativa tartufarstva, tržišta tartufa u svijetu i u Hrvatskoj te umjetni uzgoj tartufa kroz povijest i današnje vrijeme.



Slika 1. Crni tartuf (*Tuber spp.*) u prirodnom okruženju (Izvor: foto Vlašić)

1.1. Razlike između gljiva

Gljive su danas izdvojene iz carstva biljaka, te čine posebno carstvo *mycota* ili *fungi* (gljiva = lat. *fungi*; grčki. *myco*). Gljive se međusobno razlikuju prema morfološkim i fiziološkim karakteristikama, podrijetlu, odnosu prema okolišnim čimbenicima te patološkim procesima koje uzrokuju.

Osnovne razlike između biljaka i gljiva su u načinu ishrane (biljke su autotrofni, a gljive heterotrofni organizmi) i vezi između stanica (kod biljaka stanice su povezane pomoću plazmodezmi kroz koje se transportira plazma, ali ne i organele). Osim toga kod gljiva u septi između stanica postoji centralna pora, zatim u građi stijenke stanica (osnovna građevna tvar kod stanica biljaka je celuloza, a kod gljiva hitin), pigmentu (kod biljaka su najčešći klorofil i karotenoidi, a kod gljiva melanin uz izuzetak gljiva iz pododjela *Oomycota* koje u stijenci imaju celulozu) te ciklusu razvoja (kod biljaka je prisutna smjena haploidne i diploidne faze, Ćosić i sur, 2006). Kod gljiva prevladavaju haploidna i dikarionska faza, a diploidna faza je rijetka ili traje vrlo kratko.

Biljke procesom fotosinteze energiju Sunčeva zračenja pretvaraju u kemijsku energiju pohranjenu u organskim molekulama gljive nemaju te mogućnosti. Zalihe hrane kod biljaka sastoje se od škroba i šećera, kod životinja od masti, a kod gljiva od glikogena. Biljke su proizvođači jer putem fotosinteze proizvode škrob, šećer, vitamine i dr. Životinje su potrošači iz razloga jer koriste tvari koje su proizvele biljke ili se hrane drugim vrstama životinja ili gljiva. Za razliku od biljaka i životinja gljive su razlagači.

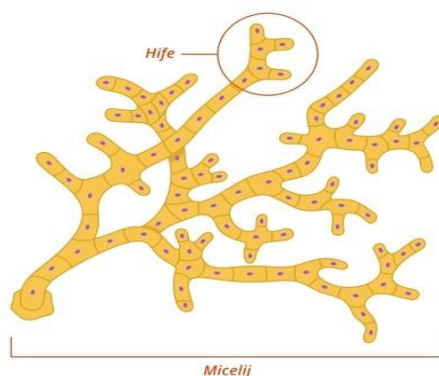
1.2. Sistematizacija gljiva

Danas se smatra da postoji između 70 000 i 100 000 vrsta gljiva koje su jedna od najslabije istraženih skupina organizama (Heywood, 1995; Mueller i Schmit 2007; Tkalčec i sur. 2008). Jedinstvena sistematika gljiva ne postoji jer se sistematičari služe različitim kriterijima podjele gljiva. Podjele gljiva se vrše prema filogenetskom razvoju, srodstvenim vezama, tipu spolne oplodnje i drugim obilježjima. Carstvo gljiva (*Fungi*) se dijeli na 5 odjeljaka: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Glomeromycota*, *Ascomycota* i *Basidiomycota* (Božac, 2005 i 2008).

Gljive se dijele u pet filogenetska razreda: *Myxomycetes* (gljive sluznjače), *Phycomycetes* (gljive algašice), *Ascomycetes* (gljive mješinarke), *Basidiomycetes* (gljive stapčarke i *Fungi imperfecti* (nesavršene gljive). Niže sistematske jedinice od razreda su redovi, rodovi, podrodovi, vrste i podvrste (Moser, 1983).

1.3. Morfologija gljiva

Vegetativno tijelo većine gljiva se sastoji od tankih, produženih cjevastih stanica koje se zovu hife osim kod nižih gljiva. Hife su obavijene staničnom stijenkom, a njihove stanice imaju jednu ili više jezgri, koje se nalaze u protoplazmi. Vegetativno tijelo viših gljiva sastoji se od velikog broja stanica, međusobno odvojenih poprečnim staničnim stijenkama ili septama. Dvije susjedne stanice jedne hife su spojene kroz specijalni otvor na septi preko kojih se održava međustanična veza. Više tako spojenih stanica čine hifu. Hife mogu biti septirane ili neseptirane, rastu produženjem vrha, te razgranjavanjem pomoću postranih ogranaka koji mogu rasti u svim pravcima. Plodno tijelo različitih vrsta gljiva je raznih oblika i veličina. Kod nadzemnih gljiva ima oblik klobuka, kišobrana, čaše, lepeze, čunja i slično, a kod podzemnih gljiva je okruglog ili nepravilnog oblika (Božac, 2003).



Slika 2. Micelij sastavljen od mreže hifa kod gljiva.

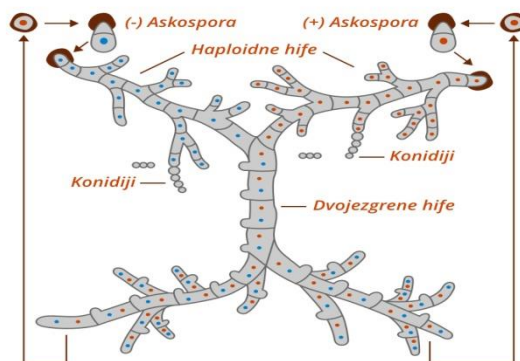
Splet hifa naziva se micelij (slika 2). Micelij (*mycelium*) se sastoji iz tankih, cjevastih stanica koje nazivamo hife i koje su teško vidljive. Postoji nekoliko tipova micelija obzirom na smještaj u odnosu na supstrat ili način isprepletanja. Razlikuje se unutarnji ili endofitni micelij, supstratni micelij, površinski ili epifitni micelij i zračni micelij.

1.4. Biologija gljiva

Gljive su organizmi koji nemaju klorofil. Vegetativno tijelo i plodište građeno im je od jedne ili više stanica. Nemaju kloroplaste te ih ubrajamo u heterotrofne organizme koji žive kao saprofiti, paraziti i simbionti, za razliku od biljaka koje su autotrofni organizmi jer proizvode organske tvari. Ako gljive žive kao saprofiti onda rastu samo na mrtvoj organskoj tvari iz koje crpe hranjive tvari za svoj razvoj, za razliku od parazitskih gljiva koje žive na račun drugog živog organizma odnosno iz njega crpe gotove asimilate (Božac, 2003). Ukoliko žive kao simbionti, što čini vrlo važnu skupinu gljiva, onda govorimo o mikoriznim gljivama, koje žive u zajednici s različitim biljkama. Jedna od osnovnih razlika između gljiva i biljaka je što gljive u procesu disanja oslobađaju CO₂ kao ljudi i životinje, dok biljke oslobađaju kisik. Stanična membrana gljiva je zbog svoje tvrdoće slična stanicama drva, a organele stanica imaju drukčiju građu, različito su smještene i različite su po broju. U odnosu na životinje i biljke kemijski sastav gljiva je u potpunosti različit. Kod velikog broja stanica gljiva javlja se hitin koji je karakterističan za stanice kukaca. Zatim gljive ne sadrže šećere kao biljke već polisaharid glikogen.

Gljive se razmnožavaju na nespolan i spolni način. Vegetativno razmnožavanje dijeljenjem micelija je najjednostavniji oblik razmnožavanja gljiva. Postoji i niz drugih nespolnih oblika razmnožavanja kod gljiva od razmnožavanja pomoću gibljivih zoospora s cilijama kod vrsta koje žive u vodi do razmnožavanja sporama obavijenim membranom koje nastaju unutar sporangija (endospore) ili izvan sporangija (konidije) kod gljiva koje se razmnožavaju izvan vode.

Kod gljiva postoji i niz spolnih oblika razmnožavanja. Tako kod najprimitivnijih vrsta gljiva spolno razmnožavanje nastaje kopulacijom pravih muških i ženskih spolnih stanica koje se razvijaju u posebnim spolnim organima. Kod askomiceta i basidiomiceta spolni organi su reducirani. Spolno razmnožavanje kod bazidiomiceta nastaje spajanjem jezgre i plazme dviju različitih kopulacijskih stanica micelija. Prvo se spajaju samo plazme dviju stanica. Na taj način nastale stanice s dvije jezgre zovemo dikarion (Wösten i Wessels, 2006). Nakon toga slijedi dijeljenje dikariona koji se produžuje u niti (sekundarni micelij) i u zgusnutom obliku grade tkivo plodnog tijela gljive. Spolno razmnožavanje askomiceta se razlikuje od bazidiomiceta (slika 3).



Slika 3. Spolno razmnožavanje ascomiceta: dvojezgrene hife; nespolna, vegetativna rasplodna stanica, spora (konidija).

Micelij koji je isključao iz jedne spore u jednom od stadija svog razvoja zadeblja i iz tog zadebljalog dijela razvije se ženski spolni organ ili askogon. Askogon se spaja pomoću cjevčice (trihogin) s muškim spolnim organom (anteridij). Anteridij se razvio iz micelija druge isključale spore. Nakon pojave povoljnih uvjeta dolazi do oplodnje kada parovi raznospolnih jezgri ulaze u askogene hife produžene iz askogena. Spajanje jezgri i redukcijska dioba spolnih stanica odnosno sazrijevanje spora nastaje u askusima.

U jednom plodnom tijelu javlja se veliki broj spora od kojih će iz malog broja nastati plodna tijela. Da bi došlo do fruktifikacije mora doći do spajanja dva različita micelija koji se sastoje od stanica s haploidnim brojem kromosoma i različitog spola.

1.5. Sistematizacija podzemnih gljiva

Suvremene sistematike za razdiobu gljiva u prvom redu uzimaju njihova međusobna srodstva u filogenetskom razvoju (Glavaš, 1996).

Tablica 1. Taksonomski položaj roda *Tuber* u carstvu gljiva. (Izvor: www.mycobank.org).

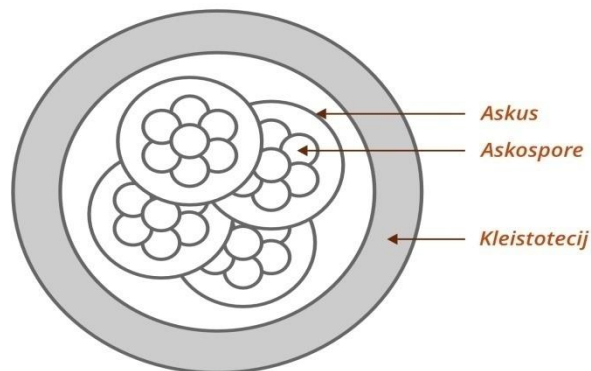
Carstvo	<i>Fungi</i>
Koljeno	<i>Ascomycota</i>
Podkoljeno	<i>Pezizomycotina</i>
Razred	<i>Pezizomycetes</i>
Podrazred	<i>Pezizomycetidae</i>
Red	<i>Pezizales</i>
Porodica	<i>Tuberaceae</i>
Rod	<i>Tuber</i>

Tartufi su podzemne odnosno hipogejne simbiotske gljive. Te podzemne gljive spadaju u razred *Pezizomycetes*, porodicu *Tuberaceae* i rod *Tuber*. Unutar te porodice nalaze se 4 roda : *Tuber*, *Terfezia*, *Balsamia* i *Choiromycetes*. Ime tartuf (eng. Truffles, franc. Truffle, tal. Tartufo, njem. Truffel) je naziv za plodno tijelo nekih podzemnih gljiva iz razreda *Ascomycetes*.

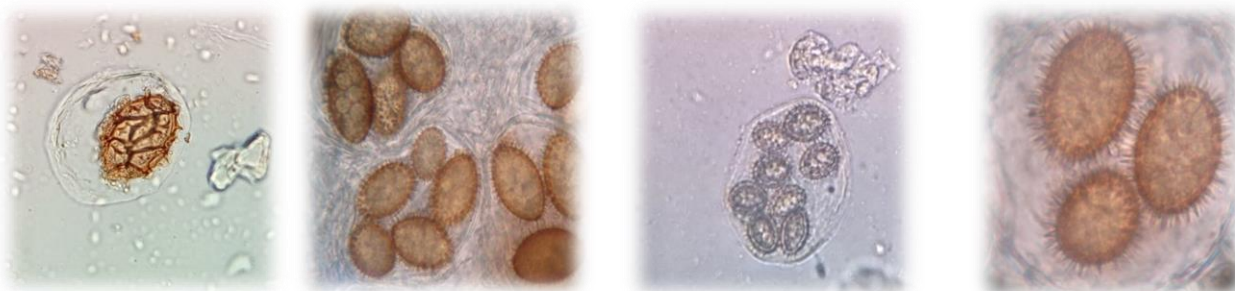
Zanimljivost tih gljiva s biološkog stajališta je u njihovoj karakterističnoj tvorbi simbioze. Koljeno *Ascomycota* i *Basidiomycota* čine gljive pregrađenih hifa, dok gljive iz odjeljaka *Chytridiomycota*, *Glomeromycota* i *Zygomycota* nemaju pregrade.

Podkoljeno *Pezizomycotina* ima oko 30000 vrsta te je ujedno i najveći podkoljeno gljiva. Njega karakteriziraju gljive koje se javljaju u tlu, šumskoj stelji, na drvu, bilju i biljnim dijelovima, na supstratima životinjskog podrijetla, na vodi i drugdje. Mnoge od gljiva podkoljena *Pezizomycotina* javljaju se kao paraziti na biljkama, dok u razlaganju i mineralizaciji organskih tvari aktivno sudjeluju saprofitski askomiceti. Saprofitski askomiceti imaju dobro razvijen mnogostanični micelij sastavljen od septiranih hifa.

Glavna karakteristika askomiceta je tvorba askusa ili mješinica u kojima se proizvode askospore nastale spajanjem jezgara dvaju susjednih stanica micelija (slika 4 i 5).



Slika 4. Kleistotecij: Potpuno zatvoreni ascocarp s raspršenim askusima kod askomiceta: zatvoreno plodno tijelo kod askomiceta, askusi, askospore



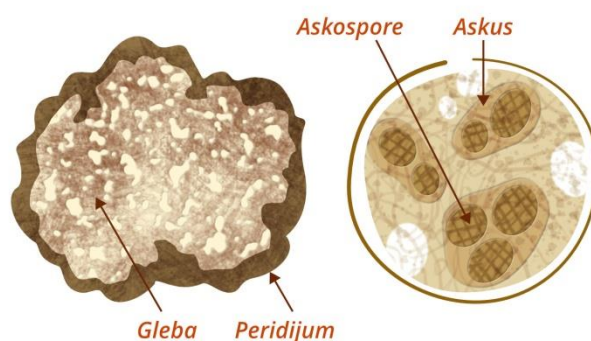
Slika 5. Razne vrste askusa sa askosporama kod tartufa (Izvor: foto Vlašić)

1.6. Morfologija i biologija tartufa

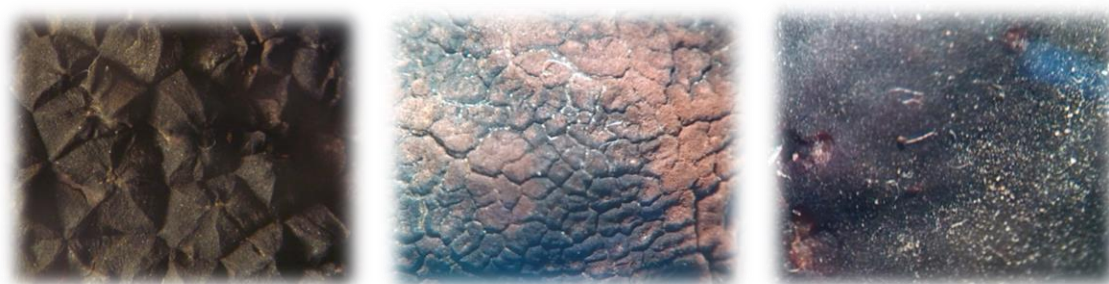
Vrste roda *Tuber* tvore mutualističku simbiozu na korijenju viših biljaka. Ta se vrsta simbioze naziva mikoriza. Kod te simbioze energija putuje od biljke prema gljivi, a anorganske tvari od gljive prema biljci. Vegetativno tijelo gljive čine spletovi hifa oko korijena, a ono tvori gomoljasta plodna tijela pod zemljom koje nazivamo tartufi. Zrelo vegetativno tijelo gljive sadrži spore koje u odgovarajućim uvjetima kliju. Proklijala spora nakon dodira sa korijenom stabla tvori jednu ili više hifa koje oblikuju mrežu micelija i stvaraju nova plodišta (tartufe) te time dolazi do mikorize.

Uloga hifa je dvojaka odnosno one imaju ulogu produžetka korijenovog sustava viših biljaka s kojim je gljiva u simbiozi, dok je druga uloga u funkciji uspostave simbioze na korijenovim dlačicama gdje još nije došlo do mikorize.

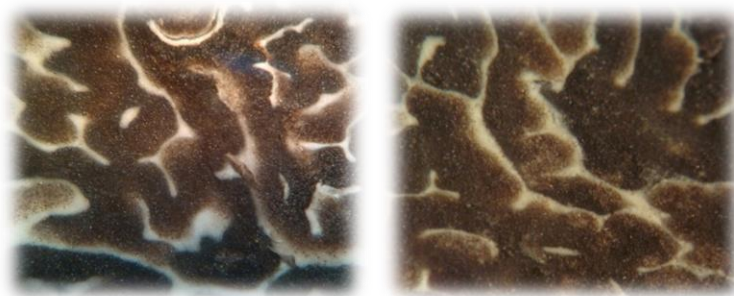
Spajanjem hifa primarnih micelija različitog spola dolazi do tvorbe plodnih tijela gljive. Plodno tijelo se razvija od nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci.



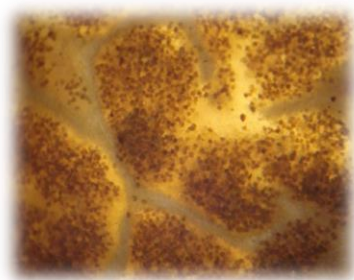
Slika 6. Morfologija tartufa; unutarnji sadržaj tartufa (gleba), pokožica (peridijum), askusi, askospora (spore)



Slika 7. Razne strukture površine peridijuma kod tartufa (Izvor: foto Vlašić)



Slika 8. Presjek kroz glebu kod crnih tartufa (Izvor: foto Vlašić)



Slika 9. Uvećan presjek glebe prošaran bijelim venama i vidljivim sporama kod crnih tartufa (Izvor: foto Vlašić)

Nakon što se plodno tijelo u potpunosti razvije dolazi do njegovog odvajanja od micelija te daljeg samostalnog razvoja tartufa do sazrijevanja askospora. Plodno tijelo tartufa većinom je okruglastog ili nepravilnog oblika. Oblik plodnog tijela ovisi u prvom redu o vrsti tartufa te o tlu u kojem se razvija. Plodno tijelo je izvana obloženo pokožicom (peridium) koja štiti unutrašnjost plodišta od vanjskih nepovoljnih utjecaja (slike 6 i 7). Unutarnji dio plodnog tijela naziva se gleba koja je većinom tvrda (slike 6, 8 i 9). Boja glebe ovisi o vrsti tartufa, zrelosti plodišta i vrsti više biljke.



Slika 10. Shematski prikaz biološkog ciklusa tartufa.

Spore ili kod mješinarki askospore su stanice za razmnožavanje koje su obložene zaštitnim tankim ovojem koji na površini ima dlačice ili rupice. Askusi gomoljača imaju 1-8 askospora. Spore u nepovoljnim uvjetima miruju dulje razdoblje, dok ne nastupe povoljni uvjeti i one prokliju u jednu ili više primarnih hifa ili micelija. Primarne hife ako dođu u kontakt sa korijenjem viših biljaka tvore simbiozu (slika 10).

U odnosu na ostale gljive tartufi ne oslobađaju svoje spore kad dosegnu zrelost nego, konzumente (insekti, sisavci) privlače intenzivnim mirisima. Nakon njihovog konzumiranja spore prolaze kroz probavni trakt konzumenta, koji ih rasprostiru u druga područja.

1.7. Glavne vrste bijelih i crnih tartufa

Glavne vrste bijelih tartufa su: veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum* Pico), borhijev tartuf (*Tuber borchii* Vittad.), pjegava gomoljača (*Tuber maculatum* Vittad.), udubljeni tartuf (*Tuber excavatum* Vittad.), crvenkasti tartuf (*Tuber rufum* Pico.), sjajni tartuf (*Tuber fulgens* Quelet.), siromašni tartuf (*Tuber oligospermum* (Tul. & C. Tul.) Trappe), hrastov tartuf (*Tuber dryophilum* Tulasne & C.Tulasne.), zaudarajući tartuf (*Tuber asa* Tulasne & C.Tulasne.) i maljavi tartuf (*Tuber puberulum*, Berkeley&Broome.).

Glavne vrste crnih tartufa su: tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittad.), ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittad.), zimski tartuf (*Tuber brumale* Vittad.), preživačkomirisni tartuf (*Tuber brumale fm. moscatum* (Ferry) Montecchi & Lazzari.), golemosporni tartuf (*Tuber macrosporum* Vittad.), crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum* Vittad.), neotesani tartuf (*Tuber uncatum* Chatin.) i *Tuber bellonae* Quelet.

1.8. Morfologija i biologija bijelih tartufa

Plodišta bijelih tartufa većinom su nepravilno okruglasta, kvrgava, režnjastog, gomoljastog i eliptičnog oblika te raznih nijansi bijele boje zbog čega su i dobili ime. U novije vrijeme bijeli tartufi se dijele u nekoliko skupina od kojih jedna ima plodišta sa dubokom bazalnom šupljinom, bijela plodišta, crvene do smeđe alveole te grubo mrežaste spore. Od važnijih vrsta koja spadaju u ovu skupinu su vrste *Tuber excavatum* i *Tuber fulgens*. Sljedeća skupina ima plodišta bijele boje, glatkog peridijuma, bijele do smeđe alveole te grubo mrežaste spore.

Od važnijih vrsta koja spada u ovu skupinu je *Tuber magnatum*. Sljedeća skupina ima plodišta bijele boje, glatkog i djelomično ispucalog peridijuma, alveole male i bijele, a spore mrežaste.

Od važnijih vrsta koja spadaju u tu skupinu su *Tuber puberulum*, *Tuber borchii*, *Tuber dryophilum*, *Tuber asa* i *Tuber oligospermum*.

1.8.1. Veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum* Pico)

Ime vrste dolazi od lat. riječi *magnatum*= što znači velik, gospodar. Plodišta su nepravilna oblika, gomoljasta, kvrgava i okruglasta te ponekad spljoštena s udubljenjima. Prosječni promjer plodišta je od 2 do 4 cm iako nisu rijetki primjerci i do 20 cm promjera. Težina plodišta je najčešće od 200 do 300 grama iako ima primjeraka težih od 1 kilograma. Plodište je bijelkaste, svijetlo žućkaste do svijetlo smeđkaste boje koja može ponekad imati nijansu zelenkaste.

Peridij je na presjeku bijelkast. Gleba je kompaktna bijelkaste boje koja kasnije poprimi žućkasto-smeđu do svijetlosmeđu boju te mramorastu strukturu sa nizom bijelkastih žilica (slika 11).



Slika 11. Plodište velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum* Pico)
(Izvor:<http://www.trufamania.com/truffles.htm#magnatum>).

Askusi su jajolikog oblika i veličine 65 x 40-60 μm u kojima se nalaze 1 – 4 spore. Spore su široko elipsoidne, mrežaste, svijetlo žućkaste boje, a dok zrele spore su žućkasto smeđe. Veličina spora je od 20-26 μm (slika 12).



Slika 12. Askusi sa askosporama velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum* Pico)
(Izvor:<http://www.trufamania.com/truffles.htm#magnatum>).

Miris plodišta je intenzivan sličan je mirisu metana, fermentiranog sira te češnjaka. Plodište je jestivo i izvanredne kvalitete.

Staništa na kojima se razvija veliki bijeli tartuf su najčešće laporovita s podjednakim omjerom pijeska i gline te aluvijalni nanosi rijeka i potoka sa neutralnom i alkalnom pH vrijednošću od 6,8 do 8,0. Tla povoljna za veliki bijeli tartuf su relativno vlažna i prozračna. U visinu rasprostranjen je od najnižih nizinskih predjela do 600 m n.v.

Veliki bijeli tartuf raste u simbiozi sa različitim listopadnim vrstama drveća i grmlja od kojih su najznačajniji hrastovi, vrbe, topole, lijeska, lipe, grabovi i dr..

Razvoj plodišta započinje u srpnju te završava dozrijevanjem u studenom i prosincu, iako ovisno o klimatskim uvjetima ciklus dozrijevanja može završiti i u rujnu ili siječnju.

Veliki bijeli tartuf u Europi se razvija u Italiji, Hrvatskoj, Sloveniji, Mađarskoj, Srbiji, Rumunjskoj i dr. zemljama. U Hrvatskoj je prirodno rasprostranjen na području riječnih slivova cijele tzv. "Bijele Istre", tj. u dolinama rijeke Mirne (najviše u Motovunskoj šumi) i Raše te u slivovima Boljunčice, Pazinčice, Dragonje i Rižane kao i na podnožju Ćićarije, Učke i drugim područjima. U kontinentalnom dijelu Hrvatske javlja se u nizinskom području rijeka Kupe i Save (Hrka, 1988).

Vrijednost velikog bijelog tartufa na svjetskom tržištu je vrlo visoka, a prosječna cijena po kilogramu iznosi 2000 do 3000 € ovisno od sezone. Veliki bijeli tartuf sakljupači gljiva često zamjenjuju sa vrstom vijugava mirisnica (*Choiromyces meandriformis* Vittad.) čije je plodište samo do pola ukupano u tlo, a javlja se se najčešće tijekom ljeta i početkom jeseni.

1.8.2. Borhijev tartuf (*Tuber borchii* Vittad.)

Borhijev tartuf je dobio naziv po mikologu De Borch-u koji ga je prvi opisao. Plodišta su različitog nepravilnog oblika gomoljasta, okruglasta i kvrgava. Prosječni promjer plodišta je od 2 do 3 cm iako može imati promjer i do 7 cm. Površina plodišta je glatka ili sitno dlakava posebno u udubljenjima. Boja plodišta varira od sivobijele do svijetlosmeđe s tamnijim crvenkastim pjegama (slika 13).

Debljina peridija je od 0,1 do 0,2 mm, a boja plodišta na presjeku je kao i na površini plodišta. Gleba je u početku razvoja plodišta bjelkasta, kasnije svijetlosmeđkasta, a u fazi zrelosti poprimi smeđe ružičastu boju, sa širokim bjelkastim žilicama koje završavaju na samom rubu peridija.



Slika 13. Plodište borhijevog tartufa (*Tuber borchii* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20borchii%20English.htm>).

Askusi su eliptičnog ili okruglastog oblika sa 1 do 4 spore veličine od 70-90 x 50-80 μm . Spore su eliptične, vrlo gustog mrežastog ornamenta sa višekutnim ili pravilnim alveolama te žutosmeđe do smeđecrvenkaste boje (slika 14).



Slika 14. Askusi sa askosporama borhijevog tartufa (*Tuber borchii* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20borchii%20English.htm>).

Miris plodišta je sličan mirisu češnjaka te prijatan na početku te neugodan nakon stajanja. Staništa na kojima se javlja su pjeskoviti vapnenci karakteristični za priobalna područja iako se može naći i na višim nadmorskim visinama u području pridolaska *T. melanosporum*. Staništa su češće južne padine sa neutralnom i alkalnom pH vrijednošću tla od 6,0 do 8,0.

Raste u simbiozi sa različitim listopadnim i crnogoričnim vrsta drveća i grmlja u čistim ili mješovitim sastojinama od kojih su najznačajniji hrastovi, vrbe, topole, lijeska, lipe, grabovi i borovi. Rasprostranjen je po čitavoj Europi.

Plodište se javlja najčešće od studenog do ožujka iako ga se može naći i u rujnu i svibnju ovisno o klimatskim uvjetima. Plodište je jestivo i vrlo slično velikom bijelom tartufu iako se može zamijeniti i sa nekoliko drugih vrsta tartufa: *Tuber foetidum* Vitt., *Tuber puberulum* Berk., *Tuber maculatum* Vitt., *Tuber dryophilum* Tul.&C.Tul.

1.8.3. Udubljeni tartuf (*Tuber excavatum* Vittad.)

Plodište je najčešće okruglasto, eliptično i kvrgavo te u osnovi ima šupljinu koja donji dio plodišta dijeli u nekoliko reznjeva (slika 15). Prosječna veličina plodišta je 2 do 3 cm. Peridij je hrapav, smeđe ili svijetložute boje ponekad smeđe crvenkastih tonova.

Gleba je kompaktna i vrlo tvrda, svijetlosmeđe boje te prošarana bijelo žućkastim sterilnim žilicama. Žilice nikad ne prelaze u vanjski sloj peridija.



Slika 15. Plodište vrste udubljeni tartuf (*Tuber excavatum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20excavatum%20English.htm>.)

Spore su eliptične i varijabilne veličine koja se u prosjeku kreće od 30-45 x 22-30 μm mrežastog ornamenta. Alveole su nepravilne i višekutne te žutosmeđe boje. Askusi sadrže 2 do 5 spora te su okruglastog oblika. Veličina askusa je od 70-120 x 60-100 μm (slika 16).



Slika 16. Askusi sa askosporama vrste udubljeni tartuf (*Tuber excavatum*)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20excavatum%20English.htm>).

Tuber excavatum je jakog mirisa koji podsjeća na češnjak dok nakon stajanja postane neugodnog mirisa. Zbog tvrde građe i kasnije neugodnog mirisa nije za jelo.

Tla na kojima se javlja su vapnenasto-ilovasta. Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus* i *Fagus*, a plodišta se javljaju od srpnja do prosinca u većini šumskih zajednica našeg podneblja.

1.8.4. Siromašni tartuf (*Tuber oligospermum* (Tul. & C. Tul.) Trappe))

Plodište je okruglasto ili nepravilna oblika sa mjestimičnim režnjevima te svijetlosmeđe boje koja kod starijih primjeraka mjestimično ima smeđkaste pjege. Prosječna veličina plodišta je 2 do 5 cm (slika 17).

Peridij je 0,3 do 0,5 mm deo, na presjeku bjelkast te u mlađih primjeraka prekriven dlačicama.

Gleba je kompaktna, tvrda u početku bjelkasta, dok kasnije poprimi smeđkastu boju sa sterilnim žilicama.



Slika 17. Plodište vrste siromašni tartuf (*Tuber oligospermum* (Tul. & C. Tul.) Trappe,
izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm>.)

Spore su okrugle, promjera 25-46 x 25-40 μm mrežastih alveola i ornamenta visokog 4 do 5 μm . Askusi su jajoliki, debelih stijenki sa 1-4 spore najčešće 2-3. Veličina askusa je od 70-100 x 60-80 μm (slika 18). Kod mlađih primjeraka miris je ugodan, sličan mirisu oraha, dok je kasnije sličan češnjaku i acetilenu. Prezreli primjerci poprime neugodan miris.



Slika 18. Askusi sa askosporama vrste siromašni tartuf (*Tuber oligospermum* (Tul. & C. Tul.) Trappe))
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm>).

Tla na kojima se javlja su najčešće pjeskovita. Raste u simbiozi sa vrstama roda *Quercus* i *Pinus* u mediteranskom području, a plodišta se javljaju od jeseni do proljeća. Vrlo je sličan velikom bijelom tartufu (*Tuber magnatum* Pico).

1.8.5. Maljavi tartuf (*Tuber puberulum* Berkeley&Broome.)

Latinski naziv dolazi od lat. riječi *puberulus* što znači mali s dlakama. Plodište je gomoljasto, okruglasto i kvrgavo, bijele do sive boje dok kasnije poprima crnkastu te smeđu boju. Površina plodišta u početku je dlakava dok je kasnije glatka jedino u šupljinama ostaje dlakava. Prosječna veličina plodišta je 0,5 do 5 cm (slika 19). Peridij na presjeku je vrlo tanak. Gleba je u početku žućkasta, a poslije poprimi smeđe crvenkastu boju te je ispresjecana bjelkastim žilicama.



Slika 19. Plodište vrste maljavi tartuf (*Tuber puberulum* Berkeley&Broome.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm>).

Spore su okrugle ili eliptične, u prosjeku veličine od 28-50 x 28-42 μm te imaju mrežasti ornament. Alveole imaju višekutni oblik. U potpunosti zrele spore imaju ružičastu boju.

Askusi su okruglog oblika, sadrže 1 do 4 spore. Veličina askusa je od 80-100 x 65-80 μm (slika 20).



Slika 20. Askusi sa askosporama vrste maljavi tartuf (*Tuber puberulum* Berkeley&Broome.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20oligospermum%20English.htm>.)

Miris *Tuber puberulum* je vrlo slab. Plodišta se javljaju od proljeća do jeseni u listopadnim i crnogoričnim šumama. Vrlo je česta vrsta diljem Europe.

1.8.6. Ostale važnije vrste bijelih tartufa

Crvenkasti tartuf (*Tuber rufum* Pico.)

Plodišta su najčešće okruglasta ili gomoljasta sa mjestimičnim režnjevima i izbočenjima sitno bradavičave površine. Peridij je crvenkaste do crvenosmeđe boje, debljine do 0,5 mm te urasta u glebu. Gleba je u početku bjelkasta, a kasnije poprimi sivožućkastu do sivosmeđu boju. Prošarana je svijetlim sterilnim žilicama koje joj daju mramoriran izgled.

Spore su eliptične ili okruglaste te žutosmeđe boje. Askusi su eliptični ili kruškoliki. U askusima se najčešće nalaze od 3 do 4 spore. *Tuber rufum* je u početku mirisa koji podsjeća na dimljenu i sušenu pancetu dok kasnije poprimi odbojan miris te nije za jelo.

Tla na kojima se javlja su vapnenasta. Javlja se u listopadnim šumama, a plodišta se razvijaju od proljeća do kraja jeseni.

Sjajni tartuf (*Tuber fulgens* Quelet.)

Plodište je najčešće okruglasto ili eliptično, sa dubokom šupljinom razvijenom do sredine plodišta. Peridij je zrnato bradavičast, crvenkaste do narančaste boje sa žućkastom nijansom oko šupljine. Gleba je tvrda i kompaktna, smeđa dok kasnije poprimi smeđe crvenkastu boju te je prošarana širokim bijelim sterilnim žilicama.

Spore su okrugle do široko eliptične. Mrežasti ornamenti nepravilni su i višekutni te žutosmeđi. Askusi sadrže 1 do 4 spore te imaju okruglast oblik. *Tuber fulgens* nije jestiv te je slabo izražena mirisa.

Razvija se u listopadnim šumama na karbonatnim tlima, a plodišta se razvijaju od ljeta do zime. Često se može naći u simbiozi sa hrastom crnikom (*Quercus ilex*).

Hrastov tartuf (*Tuber dryophilum* Tulasne & C.Tulasne.)

Plodište je najčešće nepravilno okruglasto, glatke površine, a u udubljenjima dlakave te u početku bjelkaste i smeđe boje. Gleba je u početku bjelkasta, a kasnije poprimi smeđkastu boju te na kraju postane sivo crvena do ljubičasta. Ispresjecana je bijelim razgranatim žilicama.

Spore su široko eliptične, žutosmeđe. Alveole su mrežaste te nepravilne i višekutne. Askusi sadrže 1 do 4 spore te imaju eliptičan ili okruglast oblik.

Plodište sazrijeva u jesen najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*.

Pjegava gomoljača (*Tuber maculatum* Vittad.)

Plodište je najčešće okruglasto ili nepravilno gomoljasto. Površina plodišta je glatka u početku bjelkaste boje, a kasnije zučkaste do sive ili smeđe boje. Peridije na presjeku bjelkast.

Gleba je u početku bjelkasta, a kasnije poprimi smeđu boju odnosno na kraju smeđe crvenkastu. Gleba je prošarana sa brojnim sterilnim bijelim žilicama.

Askusi su okruglastog oblika sa 1 do 5 spora. Spore su smeđe-žute boje kod potpune zrelosti te eliptičnog oblika sa mrežastim ornamentom. Pjegava gomoljača je neugodnog mirisa, gorkog okusa te nije prikladna za kuhanje.

Vrsta je vrlo česta i rasprostranjena je u svim vrstama šumskih zajednica, a najčešće raste u simiozi sa listopadnim vrstama drveća. Najčešće se javlja od ljeta do zime.

Zaudarajući tartuf (*Tuber asa* Tulasne & C.Tulasne.)

Plodište je nepravilno okruglasto i kvrgavo, žućkaste do smeđe boje, glatke površine. Peridij je bjelkast, srednje debeo i urastao u glebu. Gleba je tvrda, sivo žućkaste boje te prošarana brojnim bjelkasto sivim žilicama.

Spore su okrugle i široko eliptične. Spore su veće ukoliko se unutar askusa nalaze od 1 do 2 spore. Askusi su eliptični ili okruglasti te sadrže od 1 do 5 spora.

Javlja se na suhim pješčanim tlima Mediterana najčešće u simbozi sa biljkama iz roda *Cistus*, *Tuberaria*, *Heliantheum*, *Ephedra*. Miris je intenzivan i neugodan i podsjeća na miris smole i gume odnosno pljesniva drva te upravo zbog svojeg neugodnog mirisa nije za jelo.

1.9. Morfologija i biologija crnih tartufa

Plodišta crnih tartufa većinom su pravilnog okruglastog, ponekad nepravilnog oblika te crne boje i bradavičaste površine. U novije vrijeme crni tartufi se dijele u nekoliko skupina od kojih jedna ima velike, tamne i piramidalne bradavice, alveole bijelo smeđe te mrežaste spore.

Od važnijih vrsta tartufa koja spadaju u ovu skupinu su *Tuber aestivum*, *Tuber uncinatum* i *Tuber mesentericum*.

Druga skupina ima velike, tamne bradavice te velike crne mrežaste spore. Od važnijih vrsta tartufa koje spadaju u ovu skupinu su vrste *Tuber brumale*, *Tuber brumale fm. moscatum* i *Tuber melanosporum*. Treća skupina ima plodište sa malim tamnim bradavicama, alveole crveno smeđe boje te velike mrežaste spore. Od važnijih vrsta tartufa koje spadaju u ovu skupinu je vrsta *Tuber macrosporum*.

1.9.1. Tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittad.)

Latinski naziv dolazi od grčke riječi *melas* što znači crn i *spora* što znači spore. Plodište je pravilno, okruglasto odnosno gomoljasto ovisno od strukture tla, crne i grubo bradavičaste površine. Prosječni promjer plodišta je od 3 do 5 cm (slika 21).

Peridij je sačinjen od debelih smeđe crnih bradavica koje su piramidalne te vertikalno ispucale. Bradavice su široke oko 2 mm te su na sredini spljoštene, a ponekad mogu biti i zaokružene ili s pukotinama.

Gleba je smeđe crnkasta te prošarana sa brojnim bjelkastim žilicama. Žilice kod starijih primjeraka postaju crvene kada je plodište izloženo zraku odnosno ukoliko je smrznuto.



Slika 21. Plodište vrste tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20melanosporum%20English.htm>)

Spore su eliptične, tamno smeđe do crnkaste, obrubljene šiljastim često zakrivljenim bodljama dugim od 2 do 5 μm . Veličina spora u prosjeku se kreće od 28-48 x 20-30 μm .

Askusi su eliptični ili okruglasti te sadrže od 1 do 5 spora. Veličina askusa je od 70-80 x 50-70 μm (slika 22).



Slika 22. Askusi sa askosporama vrste tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20melanosporum%20English.htm>)

Plodišta imaju izražen vrlo ugodan miris. Tla na kojima se javlja su dobro drenirana, prozračna i karbonatna sa velikom poroznošću. Tla su obično bogata kalcijem. Tamnosporni tartuf se razvija na suncu izloženim površinama.

Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Tilia* i *Carpinus*. U Španjolskoj *Tuber melanosporum* se najčešće javlja na vrstama *Quercus ilex*, *Corylus avellana* i *Quercus faginea*. Plodišta se javljaju od prosinca do ožujka. Tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum*) se najčešće uzgaja u plantažama.

1.9.2. Ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittad.)

Latinski naziv dolazi od lat. riječi *aestivum* što znači ljeto. Plodište je okruglasto i pravilno, vrlo tvrdo i crno. Prosječni promjer plodišta je od 2 do 9 cm (slika 23).

Peridij je građen od debelih i tvrdih bradavica koje su višekutno nepravilne, na osnovi široke od 3 do 12 mm, vrh bradavica je malo spljošten. Pojedine bradavice su po piramidalnim bridovima radijalno ispucale.

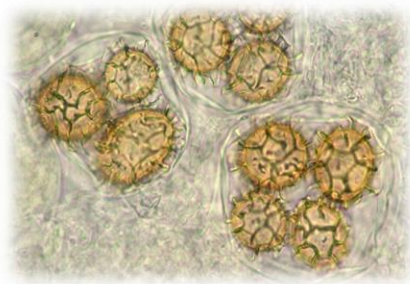
Gleba je čvrsta i svijetlo smeđa te ispresjecana bijelim sterilnim žilicama koje su jako zakrivljene. Zakrivljene žilice ne mijenjaju boju prilikom izlaganja zraku.



Slika 23. Plodište vrste ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20aestivum%20English.htm>)

Spore su eliptične, okruglaste, žutosmeđe, na površini mrežaste, alveole su nepravilne i višekutne te široke 8-10 μm . Veličina spora u prosjeku se kreće od 20-45 x 18-35 μm .

Askusi su okruglastog oblika, sadrže od 1 do 6 spora, ali najčešće 3 do 4 spore. Veličina askusa je od 60-110 x 50-70 μm (slika 24).



Slika 24. Askusi sa askosporama vrste ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20aestivum%20English.htm>)

Plodišta imaju blag i ugodan miris koji kasnije postane jak. Tla na kojima se javlja su dobro drenirana, prozračna i karbonatna sa velikom poroznošću. Može rasti i na kompaktnim ilovastim tlima. Vrsta se razvija na suncu izloženim područjima, za razliku od *Tuber uncinatum* koji raste na sjenovitijim staništima.

Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Tilia*, *Fagus* i *Carpinus*. Plodišta se javljaju od svibnja do kolovoza, ali nalaze se i u prosincu ukoliko su povoljni klimatski uvjeti. Rasprostranjen je do 1600 m n.v. U Italiji ga nazivaju 'scorzzone' upravo zbog njegove debele bradavičaste kore.

1.9.3. Neotesani tartuf (*Tuber uncinatum* Chatin.)

Latinski naziv dolazi od lat. riječi *uncinatum* što znači savijen, kukast. Plodište je okruglasto i pravilno, tvrdo i tamnosmeđe crno.

Prosječna veličina plodišta je od 2 do 9 cm (slika 25). Peridij je građen od debelih i tvrdih bradavica koje su nepravilne i poligonalne, na osnovi široke od 3 do 9 mm, vrh bradavica je malo spljošten. Pojedine bradavice su po piramidalnim bridovima radijalno ispucale.

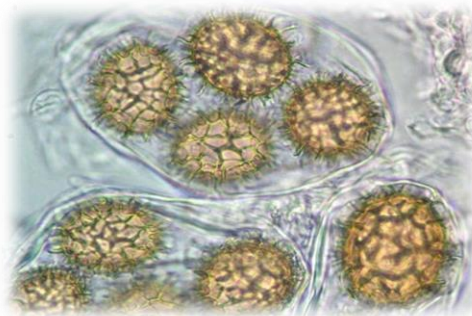
Gleba je čvrsta, tamno smeđa (tamnija nego kod *Tuber aestivum*) te ispresjecana bijelim sterilnim žilicama koje su jako zakrivljene. Zakrivljene žilice ne mijenjaju boju prilikom izlaganja zraku.



Slika 25. Plodište vrste neotesani tartuf (*Tuber uncinatum* Chatin.,
izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20uncinatum%20English.htm>)

Spore su eliptične, okruglaste, žuto smeđe, na površini mrežaste, alveole su nepravilne i višekutne te široke 8-10 μm . Veličina spora u prosjeku se kreće od 27-45 x 18-27 μm .

Askusi su okruglastog oblika, sadrže od 1 do 7 spora, ali najčešće 3 do 4 spore. Veličina askusa je od 60-90 x 50-80 μm (slika 26).



Slika 26. Askusi sa askosporama vrste neotesani tartuf (*Tuber uncinatum* Chatin.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20uncinatum%20English.htm>)

Miris je srednjeg intenziteta, ali intenzivniji od vrste *Tuber aestivum*. Kod vrlo zrelih primjeraka miris je neugodan. Okus mu je jačeg intenziteta od *Tuber aestivum* i podsjeća na orahe. Tla na kojima se javlja su dobro drenirana, prozračna i karbonatna tla sa velikom poroznošću. Raste na sjenovitijim staništima.

Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Tilia* i *Fagus*. Plodišta se javljaju od listopada do siječnja. Vrlo je sličan vrsti *Tuber aestivum* i vrlo je teško utvrditi razliku između te dvije vrste tartufa. Morfološke razlike, razlike okusa i mirisa prvenstveno su zbog ekoloških čimbenika. Prema najnovijim molekularnim istraživanjima razlika između te dvije vrste tartufa nema.

1.9.4. Zimski tartuf (*Tuber brumale* Vittad.)

Latinski naziv dolazi od lat. riječi *brumalis* što znači studen. Plodište je okruglasto i nepravilnog oblika, često s udubljenjem, crne boje koja je ponekad crvenkasta na bazi bradavice. Prosječna veličina plodišta je od 2 do 10 cm (slika 27).

Peridij je sastavljen od debelih smeđe crnih bradavica koje su široke od 1 do 3 mm, piramidalne, na vrhu su spljoštene, radijalno raspucane.

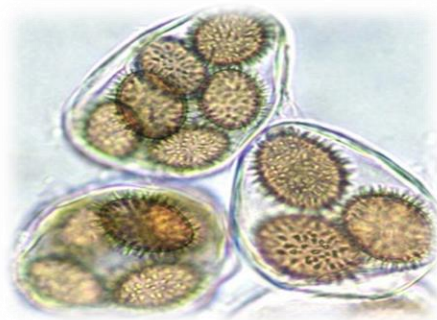
Gleba je sivo smeđa do sivo crna, tvrda, ispresjecana bijelim sterilnim širim ili tanjim žilicama koje su široko razmaknute. Bijele sterilne žilice ne mijenjaju boju ni kada su izložene zraku.



Slika 27. Plodište vrste zimski tartuf (*Tuber brumale* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20brumale%20English.htm>)

Spore su eliptične te svijetlosmeđe ili žutosmeđe, obrubljene gustim šiljcima koji su oštri i visoki 3 do 5 μm . Veličina spora u prosjeku se kreće od 22-40 x 16-27 μm .

Askusi su elipsoidnog oblika, sadrže 1 do 6 spora najčešće 4 do 5. Veličina askusa je od 60-90 x 50-70 μm (slika 28).



Slika 28. Askusi sa askosporama vrste zimski tartuf (*Tuber brumale* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20brumale%20English.htm>)

Miris je jak, ugodan kao kod *Tuber melanosporum*. Tla na kojima se javlja su karbonatna tla. Javlja se na vlažnijim tlima i tlima sa manjom pH vrijednošću od sličnih vrsta crnih tartufa. Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*, *Corylus* i *Tilia*. Plodišta se javlju od jeseni do zime. *Tuber brumale* je vrlo varijabilna vrsta tartufa.

1.9.5. Preživačkomirisni tartuf (*Tuber brumale* fm. *moscatum* (Ferry) Montecchi & Lazzari.)

Latinski naziv dolazi od arapske riječi *musk* što znači mirisna tvar i naziva se mošus. Plodište je okruglasto i nepravilnog gomoljastog oblika, tamno smeđe do crne boje. Veličina plodišta je do 10 cm.

Peridij je sastavljen od debelih tamno smeđe do crnih i širokih bradavica koje su široke od 2 do 3 mm, nepravilno poligonalne, spljoštene, na sredini udubljene.

Gleba je tvrda, ispresjecana bijelim sterilnim žilicama. Spore su eliptičnog oblika te žuto smeđe boje, obrubljene gustim šiljcima. Šiljci su visoki 3-5 μm . Veličina spora u prosjeku se kreće od 26-30 x 16-20 μm .

Askusi su eliptičnog oblika, sadrže 1 do 5 spora. Veličina askusa je od 65-85 x 50-70 μm . Miris je prodoran i ugodan, podsjeća na miris mošusa.

Plodišta se javljaju u jesen i zimu u listopadnim šumama. Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*.

1.9.6. Golemosporni tartuf (*Tuber macrosporum* Vittad.)

Latinski naziv dolazi od grčke riječi *makros* što znači velik i *spora* što znači spore. Plodište je nepravilnog oblika, okruglasto, smeđe - crne boje te mjestimično nepravilnih bradavica. Prosječna veličina plodišta je od 2 do 5 cm (slika 29).

Peridij je sastavljen od smeđe crnih višekutnih bradavica koje su na nekim dijelovima visoke i široke, a na nekim vrlo niske i sitne. Bradavice su široke od 0,5 do 2 mm.

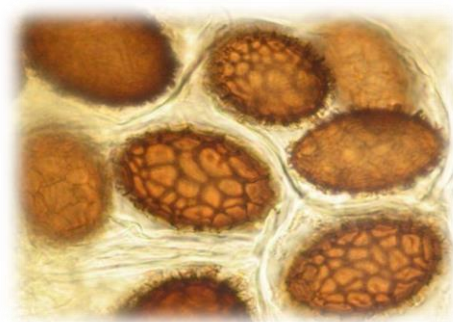
Gleba je čvrsta i tvrda, sivo smeđe, smeđe ljubičaste do crne boje, isprepletena brojnim zakrivljenim bijelim žilicama.



Slika 29. Plodište vrste golemosporni tartuf (*Tuber macrosporum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20macrosporum%20English.htm>)

Spore su eliptična oblika, svijetlo smeđe do crvenkasto smeđe boje te prilično velike zbog čega je i dobio naziv. Spore imaju mrežasti ornament. Alveole su nepravilno poligonalne. Veličina spora u prosjeku se kreće od 43 do 30 μm .

Askusi su eliptičnog ili okruglastog oblika, sadrže 1 do 4 spore najčešće 3. Veličina askusa je od 90-130 x 65-80 μm (slika 30). Miris je intenzivan i ugodan slično mirisu češnjaka.



Slika 30. Askusi sa askosporama vrste golemosporni tartuf (*Tuber macrosporum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20macrosporum%20English.htm>)

Miris ove vrste tartufa podsjeća na miris vrste *Tuber magnatum*. Plodišta se javljaju ljeti i u jesen u listopadnim šumama. Tla na kojima se javlja su vapnenasta tla. Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*, *Corylus*, *Tilia*, *Populus* i *Salix*. Javlja se često na staništima vrste *Tuber magnatum*.

1.9.7. Crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum* Vittad.)

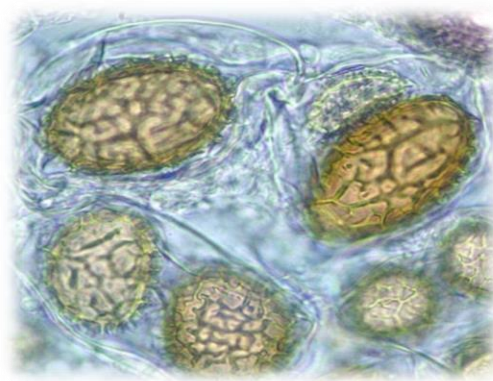
Plodište je okruglasto i eliptična oblika, crnkasto smeđe do crne boje. Prosječna veličina plodišta je od 2 do 6 cm (slika 31). Na osnovi ima udubljene i šupljine te je vrlo sličan ljetnom tartufu. Peridij je sastavljen od smeđe crvenih piramidalnih bradavica koje su pri osnovi nepravilno višekutne, široke od 2 do 8 mm te su manje nego kod ljetnog tartufa.

Gleba je tvrda, u početku svijetlo smeđe boje, a kasnije poprimi tamno smeđu boju. Gleba je tamnija nego kod ljetnog tartufa te je isprepletene sa sterilnim i zakrivljenim bijelim žilicama koje ne mijenjaju boju kada su izložene zraku. Žilice često izlaze iz bazalne šupljine i šire se radijalno.



Slika 31. Plodište vrste crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20mesentericum%20English.htm>)

Spore su eliptičnog oblika i žuto smeđe boje, mrežaste, alveole su nepravilno poligonalne. Dimenzije se kreću u prosjeku od 25-52 x 19-37 μm . Askusi su okruglastog oblika, sadrže od 1 do 6 spora, ali najčešće 3 do 4 spore. Veličina askusa je od 70-100 x 45-75 μm (slika 32).



Slika 32. Askusi sa askosporama vrste crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum* Vittad.)
(Izvor: <http://www.trufamania.com/Tuber%20mesentericum%20English.htm>)

Miris je prilično izražen, sličan mirisu katrana i joda, a kada je izložen zraku slabi i postaje ugodan. Raste najčešće u simbiozi sa vrstama iz roda *Quercus*, *Corylus*, *Pinus* i *Fagus*. Plodišta se javljaju od rujna do siječnja. Vrlo je sličan vrstama *Tuber aestivum* i *Tuber uncinatum*.

1.10. Opće karakteristike mikorize

Riječ mikoriza dolazi od grčke riječi *myco* što znači gljiva i *rhiza* što znači korijen. Mikoriza predstavlja zajednički život gljiva sa višom biljkom gdje se vrši obostrana izmjena hranjivih tvari. Mikorizu možemo definirati kao simbiozu korijena i micelija mikoriznih gljiva koja pojačava prehranu biljaka. Mikorizu kao pojam prvi je put upotrijebio Frank 1885. godine da bi definirao mikorizni korijen tj. simbiozu gljiva i viših biljaka. Kod većine vrsta šumskog drveća umjerenog podneblja micelij gljiva obavija vrlo sitno korijenje. Tako micelij gljiva funkcionalno zamjenjuje korijenove dlačice te olakšava biljci primanje mineralnih tvari i vode. Mikoriza kao oblik simbioze zajednički je život gljive i više biljke, a odvija se na završecima korijena viših biljaka i razlikuje se od drugih oblika simbioza. Do mikorize dolazi kada hife proključale iz spora dođu do korijena više biljke, obavijaju njegove najtanje završetke i prodru između stanica površinskog dijela korijenja. Zbog toga završeci korijenja nabubre i poprime sasvim drukčiji izgled i sastav te više nisu ni samo biljka, a ni gljiva već nova tvorevina, tj. mikoriza (Smith i Read, 1997).

Iz simbioze korijenja viših biljaka i mikoriznih gljiva stvara se uzajamna korisna veza gdje gljive imaju povoljne uvjete za rast sa stalnom zalihom ugljikohidrata od biljaka, dok zauzvrat gljive snabdijevaju biljku vodom i mineralima koje upijaju iz tla te svojim hifama povećavaju površinu za uzimanje vode.

Mikorizne gljive mogu ispuštati hormone rasta koji potiču korijenje na rast i grananje, zatim enzime koji omogućavaju uzimanje minerala iz organskih oblika i proizvode antibiotike koji mogu pomoći u zaštiti biljke od patogenih gljiva i bakterija u tlu (Smith i Read, 2008).

Tvari asimilirane hifama gljiva ulaze u biljku preko micelija koji je prostorno prošireniji u mikoriznoj vezi te mogu prodirati u dijelove tla koje korijen ne može koristiti. Također micelij je preko hifa fizički povezan s korijenom biljke te omogućuje protok i izmjenu svih potrebnih tvari za normalan razvoj biljke i gljive. Kroz takav oblik simbioze viših biljaka i gljiva neke biljke su postale ovisne o mikoriznim gljivama te bez njih zaostaju u normalnom razvoju najčešće zbog nedostatka fosfora (Hall, 2007). Promjena oblika i funkcije korijena biljke domaćina uvjetuje da mikorizni dio gljive kroz vrijeme mijenja svoj oblik i funkciju (Ohara, 1981).

1.10.1. Vrste mikorize

Postoji nekoliko tipova mikorize koji se prema načinu kontakta između gljive i biljke odnosno taksonomskih grupa gljivnih i biljnih partnera dijele na: arbuskularnu mikorizu, ektomikorizu, ektendomikorizu, arbutoidnu mikorizu, monotropoidnu mikorizu, erikoidnu mikorizu i orhidejsku mikorizu (Smith i Read, 2008). Endomikoriza ili arbuskularna mikoriza je takav oblik simbioze u kojem hife penetriraju unutar stanične membrane korijena biljke.

Kod endomikorize ne dolazi do miješanja protoplazme stanica već hife tvore strukturu u obliku balončića unutar stanice, čime se stvara kontakt hifa i korijenja biljke. Kod endomikorize hife se šire unutar korijenja te nakon što prodru u membranu grade guste strukture nalik čvoru (Bonfante i sur., 2010.). Te čvorove nazivamo "arbuskuli" i to su mjesta prijenosa hranjivih tvari između gljive i biljke. Taj oblik mikorize nalazimo u preko 90% biljnih vrsta.

Ektomikoriza je tip mikorize gdje dio hifa obavlja korijenove dlačice u obliku plašta, dok pojedine hife u obliku riblje kosti prodiru između stanica korijena formirajući tzv. Hartigovu mrežu. Tako obrasla korijenova dlačica naziva se mikoklena.

Hife iz mikoklene prorastaju supstrat u kojem biljka i gljiva rastu te na taj način čine produžetak korijena biljke (Hall, 2007). Ektomikoriza se javlja kada su stvoreni povoljni ekološki (klimatski i edafski) uvjeti za klijanje spora ili kada iz postojećeg micelija hifa prorastanjem supstrata uspostavi simbiotski odnos sa korijenjem biljke. Nakon toga hifa obavija najtanje dijelove korijenja te prodiranjem između stanica vanjskih slojeva korijena tvori Hartigovu mrežu. Na taj način dolazi do uspostave simbiotskog odnosa između biljke i gljive čime je uspostavljena mikoriza. Kod ektotrofne mikorize hife gljive ne prodiru u stanice ovojnice korijena već prolaze između njih, a plodna tijela razvijaju na površini korijena (Kendrick, 2000.) U umjerenom pojasu Zemljine kugle najčešći su oblici mikorize arbuskularna mikoriza i ektomikoriza. Osim prije navedenih tipova mikorize postoje i erikoidna mikoriza (npr. kod borovice) te mikoriza orhideja (neke vrste orhideja niti ne vrše fotosintezu već parazitiraju na gljivama pomoću mikoriznog odnosa, Mukerji i sur., 2000).

1.10.2. Karakteristike mikorize tartufa

Jedan od poznatijih oblika simbioze odnosno mikorize između gljiva i viših biljaka javlja se kod tartufa. Svaka vrsta iz roda *Tuber* tvori specifične mikorize koje se morfološki i anatomski međusobno razlikuju.

Za vrste iz roda *Tuber* karakteristična je ektomikoriza (slika 33). Za ektomikorizu je značajno da simbiotski partner gljiva odnosno više biljke tvori tri strukturne komponente: plašt koji obavija korijen, labirint hifa koji se prostire između stanica primarne kore korijena te sistem vankorijenskih elemenata (hife, rizomorfi, cistide) koji povezuju organ - ektomikorizni korijen sa ostatkom micelija, dijelovima supstrata i plodonosnim tijelima gljive (Smith i Read, 2008)



Slika 33. Karakteristične morfološke značajke ektomikorize vrste *Tuber aestivum*
(Izvor: <http://www.trueeffelfreunde.de/tr%C3%BCffel-hypog%C3%A4en-arten/tuber-aestivum-uncinatum/mykorrhiza/>)

Mikoklena formira cistide, rizomorfe i hife koji su važni prilikom determinacije vrsta iz roda *Tuber*. Završeci korijena mikorizirane sadnice s tartufom glatke su strukture te se zovu mikoklena (*micoclenu*).

Hife potekle iz mikoklene prorastaju supstrat u kojem biljka i gljiva rastu, te čine svojevrsan produžetak samog korijena biljke s kojom su u mikorizi (Hall, 2007). Rizomorfe su debela sterilna vlakna hifa sa debelom stijenkom. Cistide su sterilne stanice sa potpornom ulogom. Hife su cjevaste stanice bez pregrada ili s pregradama koje tvore micelij gljive. Himenij je sloj stanica koji razvija spore.

Mikoriza vrste *Tuber magnatum* je nerazgranjena, bjelkasto – siva kad je mlada, do žuto – svjetlo smeđa kad je starija. Cistide nisu uobičajene, ali kad su prisutne, dugačke su 0,4 mm, široke 3-5 μm , imaju zaobljen vrh, mogu biti igličastog oblika ili sa zadebljanjem na vršnom dijelu, raspoređene su radijalno i višestruko su septirane. Također su prisutne kratke bezbojne hife sa zadebljanjem na vrhu, koje proizlaze iz plašta, nazubljena plašta (Hall i dr., 2007).

Mikoriza vrste *Tuber melanosporum* je žuto – smeđe boje, ima jednostavne ili podijeljene, razgranate cistide, po čemu se razlikuje od drugih mikoriza koje tvore ostale vrste roda *Tuber*, pa čak i od ostalih vrsta crnih tartufa sličnih vrsti *Tuber melanosporum* Vitt. (Hall i dr. 2007).

Mikorizu vrste *Tuber brumale* karakteriziraju nerazgranate, ravne, krute i kratke žućkaste cistide, 58-134 μm duge i 3,5-6 μm široke.

Mikoriza vrste *Tuber aestivum* je svijetlo smeđe do smeđe boje, sa dugim, valovitim, žutim cistidama, 110-600 μm duge sa zaobljenim vrhom. Plašt je građen od višekutnih stanica sa zaobljenim kutevima. Mikoriza vrste *Tuber aestivum* slična je mikorizi vrste *Tuber uncinatum*.

Mikoriza vrste *Tuber mesentericum* slični mikorizi vrsti *Tuber aestivum* sa plaštom koji se sastoji od poligonalnih stanica. Vrhovi mikorize su ukrašeni sa dugim cistidama žuto smeđe boje.

Mikoriza vrste *Tuber macrosporum* je smeđe boje sa plaštom koji se sastoji od niza epidermalnih stanica. Cistide su svijetlo smeđe boje, razgranate, sa pregradama koje su blago uvećane samo ispod pregrade. Mikoriza kod vrsta *Tuber borchii*, *Tuber maculatum* i drugih vrsta bijelih tartufa imaju duge, tanke, nerazgranate, bezbojne cistide koje prekrivaju vrh korijena.

1.11. Stanišni i ekološki čimbenici bitni za razvoj tartufa

Za razvoj većine gljiva kao i tartufa potrebni su određeni stanišni uvjeti. Ako se svi stanišni uvjeti nalaze u optimalnom stanju doći će do njihova intenzivnog razmnožavanja i razvoja.

Najvažniji ekološki čimbenici koji su bitni 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. Na području sredozemne klime optimalna područja za razvoj tartufa su ona sa hladnijom i vlažnijom klimom. Jedan od važnih čimbenika za razvoj tartufa je mikroklima područja gdje se nalaze. Za razvoj plodnih tijela tartufa najvažnija je količina vlage u tlu na početku vegetacije (travanj i svibanj, Hrka, 1984).

Također je bitno da se tijekom ljetnih mjeseci odnosno sušnog razdoblja javljaju povremeni pljuskovi. Važniji čimbenici za razvoj tartufa su također kemijski sastav i struktura tla te geološka podloga. Osnovna karakteristika tartufa je da 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 iznosio od 18 do 36%, a humusa od 7 do 8%. pH tla je najčešće oko 8,0 (Hrka, 1984).

Većina vrsta crnih tartufa za razliku od bijelih tartufa se javljaju na tlima sa većim udjelom vapna. Tla na kojima se razvijaju crni tartufi su propusnija, imaju određeni postotak glineno – ilovastih čestica koje zadržavaju vlagu. Udio vapna u tlu se kreće od 10 do 40 %, a humusa od 1,5 do 3 % (Hrka, 1984). Ekspozicija ima veći utjecaj na razvoj crnih tartufa nego bijelih. Crni tartufi imaju veće zahtjeve za toplinom od bijelih te im najbolje odgovaraju južne ekspozicije. Tereni sa velikom vlažnošću tla i stajaćom vodom na površini tla ne odgovaraju za razvoj crnih tartufa.

Vrsta *Tuber aestivum* preferira karbonatna tla, bogata sitnim i krupnim česticama, koja u propusna za vodu odnosno na kojima se ne zadržava stagnirajuća voda. *Tuber borchii* se najčešće razvija na pjeskovitim tlima prvenstveno u području Mediterana. *Tuber brumale* se razvija na tlima sa velikom koncentracijom gline. U usporedbi sa drugim vrstama tartufa *Tuber brumale* nije zahtjevan što se tiče stanišnih i ekoloških čimbenika. Tako se može pronaći u tlima sa stagnirajućom vodom i pH vrijednošću čak nižom od 6,0. Vrsta *Tuber magnatum* javlja se na mjestima sa većom količinom pijeska i postotkom gline. *Tuber melanosporum* preferira sedimentna i dobro drenirana tla. *Tuber mesentericum* se javlja na

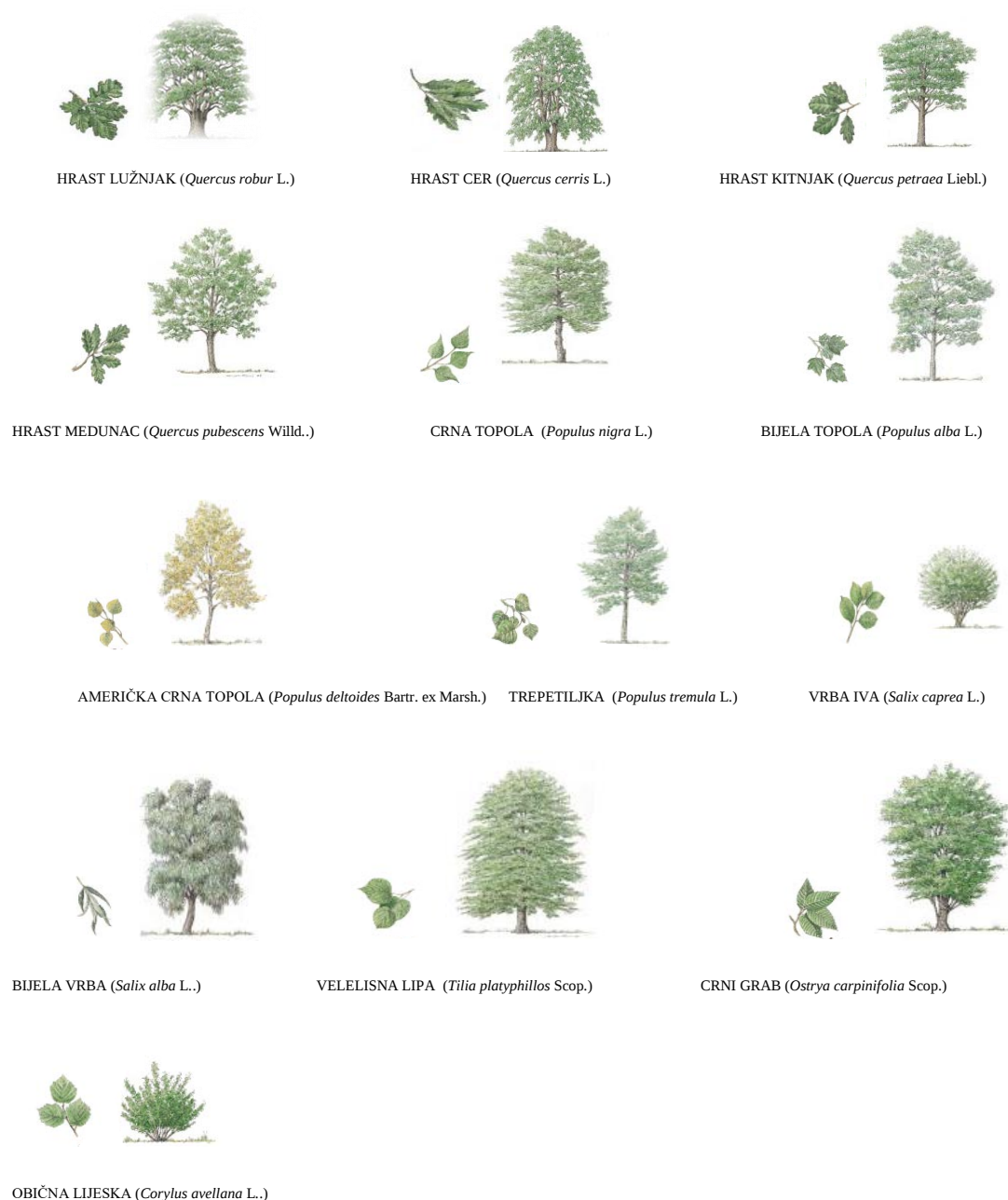
tlima bogatim organskim tvarima, kalijem i vapnencom. Mjesta gdje raste *Tuber mesentericum* su obično padine u blizini erodiranih mjesta.

1.12. Šumsko drveće i grmlje u mikorizi s tartufima

Za simbiotski odnos viših biljaka i mikoriznih gljiva (tartufa) vrlo su bitne šumske zajednice unutar kojih se razvijaju (Hall i sur., 2007). Određene vrste tartufa karakteriziraju i različite vrste šumskog drveća i grmlja s kojima tvore simbiozu (slike 34 i 35).

Veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum* Pico) se razvija u simbiozi sa sljedećim vrstama drveća i grmlja: lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom crnikom (*Quercus ilex*), hrastom kitnjakom (*Quercus petraea*), hrastom meduncem (*Quercus pubescens*), hrastom lužnjakom (*Quercus robur*), malolisnom lipom (*Tilia cordata*), velelisnom lipom (*Tilia platyphyllos*), bijelom topolom (*Populus alba*), crnom topolom (*Populus nigra*), trepetljikom (*Populus tremula*), bijelom vrbom (*Salix alba*) i vrbom ivom (*Salix caprea*).

Borchijev tartuf (*Tuber borchii* Vittad.) se razvija u simbiozi sa sljedećim vrstama drveća i grmlja: lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), običnom bukvom (*Fagus sylvatica*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom crnikom (*Quercus ilex*), hrastom kitnjakom (*Quercus petraea*), hrastom meduncom (*Quercus pubescens*), hrastom lužnjakom (*Quercus robur*), malolisnom lipom (*Tilia cordata*), velelisnom lipom (*Tilia platyphyllos*), crnim borom (*Pinus nigra*), primorskim borom (*Pinus pinaster*), pinijom (*Pinus pinea*), američkim borovcem (*Pinus strobus*), bijelim borom (*Pinus sylvestris*) i crnom topolom (*Populus nigra*).



Slika 34. Drveće i grmlje najčešći simbionti komercijalnih bijelih tartufa

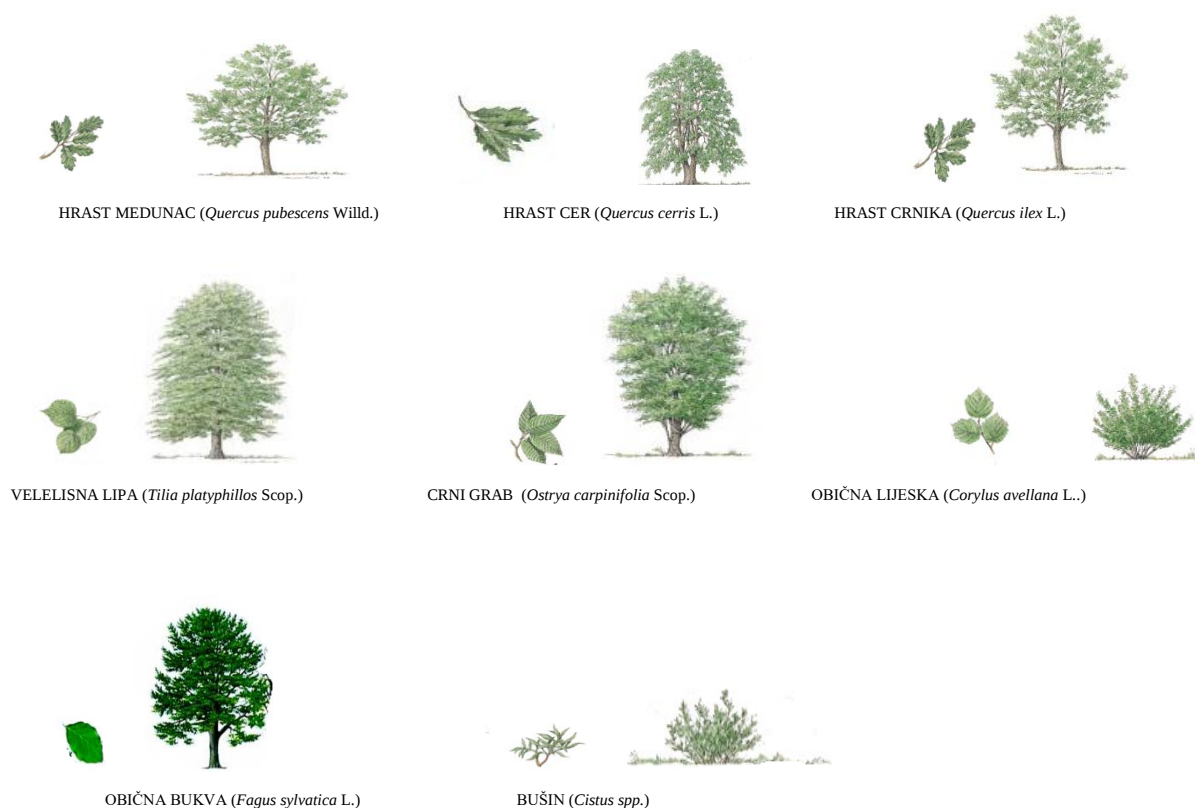
Od crnih tartufa tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittad.) se razvija u simbiozi sa sljedećim vrstama drveća i grmlja: običnim grabom (*Carpinus betulus*), lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom crnikom (*Quercus ilex*), hrastom 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 dr. vrstama.

Ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittad.) se razvija u simbiozi sa sljedećim vrstama drveća i grmlja: običnom brezom (*Betula pendula*), običnim grabom (*Carpinus betulus*), lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), pitomim kestenom (*Castanea sativa*), običnom bukvom (*Fagus sylvatica*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom crnikom (*Quercus ilex*), hrastom kitnjakom (*Quercus petraea*), hrastom meduncem (*Quercus pubescens*), hrastom lužnjakom (*Quercus robur*), malolisnom lipom (*Tilia cordata*), velelisnom lipom (*Tilia platyphyllos*), običnom jelom (*Abies alba*), atlaskim cedrom (*Cedrus atlantica*), himalajskim cedrom (*Cedrus deodara*), alepskim borom (*Pinus halepensis*), brucijskim borom (*Pinus brutia*), crnim borom (*Pinus nigra*) i bijelim borom (*Pinus sylvestris*).

Zimski tartuf (*Tuber brumale* Vittad.) se razvija u simbiozi sa sljedećim vrstama drveća i grmlja: običnim grabom (*Carpinus betulus*), lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), pitomim kestenom (*Castanea sativa*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom kitnjakom (*Quercus petraea*), hrastom lužnjakom (*Quercus robur*), lipom (*Tilia sp.*) i bijelom topolom (*Populus alba*).

Golemosporni tartuf (*Tuber macrosporum* Vittad.) se razvija u simbiozi sa sljedećim vrstama drveća i grmlja: običnom brezom (*Betula pendula*), lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), cerom (*Quercus cerris*), hrastom kitnjakom (*Quercus petraea*), hrastom meduncem (*Quercus pubescens*), hrastom lužnjakom (*Quercus robur*), velelisnom lipom (*Tilia platyphyllos*), bijelom topolom (*Populus alba*), crnom topolom (*Populus nigra*), bijelom vrbom (*Salix alba*) i vrbom ivom (*Salix caprea*).

Crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum* Vittad.) se razvija u simbiozi sa sljedećim vrstama drveća i grmlja: lijeskom (*Corylus avellana*), crnim grabom (*Ostrya carpinifolia*), pitomim kestenom (*Castanea sativa*), cerom (*Quercus cerris*), običnom bukvom (*Fagus sylvatica*), hrastom meduncem (*Quercus pubescens*), malolisnom lipom (*Tilia cordata*), velelisnom lipom (*Tilia platyphyllos*) i crnim borom (*Pinus nigra*).



Slika 35. Drveće i grmlje najčešći simbionti komercijalnih crnih tartufa

1.13. Povijesni pregled tartufarstva u svijetu

Tartufe su poznavali još stari Egipćani i to faraon Khufu (2589. do 2566. pr. Kr) koji ih je konzumirao (Hrka, 1984). Također se spomen o tartufima pojavljuju u neo-sumerskim natpisima koji su govorili o prehrambenim običajima njihovih neprijatelja. Sakupljali su ih Beduini, bušmani Kalahare i australski Aboriđini u pustinjama kroz niz generacija. Stari Rimljani su ih kiselili i smatrali ih proizvodom grmljavine (Trappe i sur., 2010.). Ciceron ih je smatrao "istinskom djecom Zemlje". U svojem djelu "Historia plantarum" u 4. stoljeću prije Krista Teofrast ih spominje kao biljke bez korijena, stabljike, grana, pupoljaka, lista, cvijeta, plodova, kore, srži, vlakana, vena. Grčki liječnik Dioskorides je u 1. stoljeću poslije Krista u svom dijelu "De materia medica" smatrao da su tartufi kvrgavo korijenje.

U svom dijelu "Historia naturalis" Plinije Stariji opisuje tartufe kao nešto prekrasno obzirom da mogu klijati i rasti bez korijena. Također staništa tartufa opisuje kao suha pjeskovita mjesta koja su obrasla grmljem.

Plinije Stariji također navodi da tartufi kreću sa plodonošenjem tijekom jesenskih kiša i grmljavinskih oluja koje su glavni uvjet njihovog rasta odnosno da ne traju duže od godine dana i da su najbolji za konzumiranje u proljeće. Mnogi povijesni radovi grčkih i rimskih pisaca i gastronomi u kojima se spominju tartufi ne odnosi se na crne tartufe već na desertne tartufe iz roda (*Terfezia sp.*). Nakon razdoblja ranog srednjeg vijeka kada gotovo i nema spomena imena tartuf Alfonso Ciccarelli napisao je prvu knjigu vezanu uz tartufe 1564. godine pod nazivom "Opusculum de tuberibus". To je vrijeme renesanse koja je ujedno značila i preporod za tartufe. Europa ih je ponovno počela cijeniti i bili su vrlo omiljeni na dvoru francuskog kralja Franje I.

Prvi počeci ozbiljnijeg razumijevanja biologije i morfologije tartufa vezani su uz opise Giambattiste della Porta odnosno njegovo djelo "Phytognomonica" iz 1588. godine gdje se prvi puta spominje proučavanje spora tartufa. Francuski botaničari Joseph Pitton de Tournefort i Claude Joseph Geoffroy prvi su ih detaljnije promatrali i opisivali početkom 18. stoljeća. Nakon toga tartufe su počeli znanstveno istraživati u Italiji (Carlo Vittadini), te nešto kasnije u Francuskoj (braća Louis-René i Charles Tulasne). Talijanski botaničar Pier Antonio Micheli dao je prvi potpuni opis spora tartufa. On je utvrdio da se spore točnije askospore razvijaju unutar askusa. To je objavljeno 1729. godine u njegovom djelu "Nova plantarum genera" što se ujedno smatra rođendanom mikologije.

Švedski mikolog Elias Magnus Fries utvrdio je početke moderne gljivarske taksonomske znanosti početkom 19. stoljeća, sa malim osvrtom na tartufe. Imenovao je i klasificirao rod *Rhizopogon*, najširi i najobilniji rod pacifičkog sjeverozapada. Njegovi opisi tartufa nisu temeljeni na izvorima ranijih mikologa, nego na njegovim vlastitim proučavanjima.

Carlo Vittadini profesor botanike Sveučilišta u Torinu, 1831. godine objavljuje djelo pod imenom "Monografija tartufa" - "*Monographia Tuberaceum*", a 11 godina kasnije "Monografiju Lycoperdaceae" - "*Monographia Lycoperdineorum*". Temelji današnje klasifikacije postavljeni su u tim djelima, uz naknadne nadopune. Vittadini je prvi prepoznao značaj utjecaja mikoriznih gljiva na ishranu njihovih domaćina (Trappe i sur., 2010.).

Tijekom druge polovice 20. stoljeća diljem svijeta provedena su mnoga istraživanja prirodnih nalazišta tartufa i determinacija podzemnih gljiva i to prvenstveno vrsta iz roda *Tuber*. Tim je istraživanjima utvrđen velik broj vrsta podzemnih gljiva te njihova široka prirodna rasprostranjenost.

1.14. Povijesni pregled tartufarstva u Hrvatskoj

Počeci i općenito tartufarstvo u Hrvatskoj prvenstveno je vezano je uz područje Istre dok tek u novije vrijeme možemo govoriti o tartufarstvu i u ostalim dijelovima Hrvatske. Prvi tartufi u Istri pronađeni su u vrijeme 20-tih godina 20. stoljeća (Kocković, 2012). Prvi nalazi tartufa datiraju iz 1929. godine kada su talijanski tartufari iz Pule Carlo Testoni i Pietro Giovannelli otkrili prve tartufe na području Pazinskih Novaka. Nakon toga slijedi prekid istraživanja zbog nedovoljno dresiranih pasa, a nastavak istraživanja slijedi 1931. godine.

Barunica Barbara von Hütterott iz Rovinja, Massimo Sella, tadašnji direktor rovinjskog Instituta za biologiju mora te dvojica Talijana, Carlo Testoni i Pietro Giovannelli, istraživači tartufa iz Pule, a podrijetlom iz tartufima poznate talijanske pokrajine Emilije osnivaju 1933. godine u Livadama tvrtku za istraživanje, sakupljanje i izvoz tartufa. Tvrtka je nosila naziv "Azienda del Tartufo - Sella, Hütterott and C. Levade". Tvrtka je dobila u koncesiju šumu sv. Marka (danas Motovunsku šumu) te od 1934. godine počinje provođenje melioracije područja oko rijeke Mirne. Tijekom 1934. godine donesene su norme i odredbe za vađenje tartufa kojih su se trebali pridržavati svi tartufari unutar područja Motovunske šume. Norme i odredbe bile su vrlo stroge i morao ih se pridržavati svaki tartufar. Tvrtka je imala koncesiju na šumu sv. Marka do 1937. godine kada je dodijeljena Facchiniju. Od 1931. do 1960. godine u Istri je bilo registrirano svega 20 do 50 tartufara, što je omogućavalo učinkovitiju kontrolu iskorištavanja i trgovine tartufa. Iskorištavanje i trgovina tartufa nastavlja se poslije drugog svjetskog rata, a od 1954. godine koncesiju nad Motovunskom šumom dobiva šumarija Buzet. Intenzivnije iskorištavanje i trgovina tartufa počinje 60-tih godina 20. stoljeća. Tijekom 1983. godine u Istri je registrirano je 400 tartufara. Do 1992. godine Šumarija Buzet otkupljivala je i prodavala tartufe nakon čega je uslijedio prekid otkupa koji su polako preuzimale privatne tvrtke. O tih godina do danas nažalost prevladava neorganizirano iskorištavanje i trgovina tartufima.

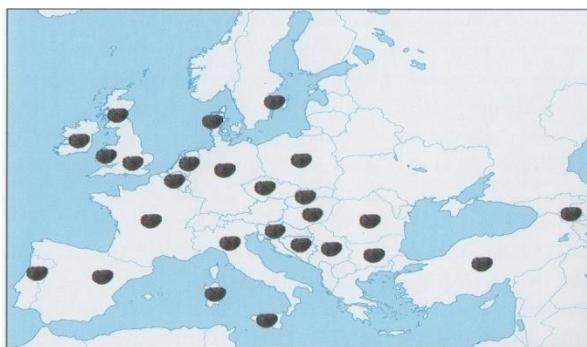
Do unazad nekoliko desetaka godina uz pojam tartufarstva vezala se gotovo isključivo Istra osim nekoliko navoda iz starije literature za ostali dio Hrvatske: Dalmacija (Mannozi-Torini, 1970.), Kalnik i Podravina kod Petrijevac (Blagaić, 1931.), Posavina (Pužar, Hrka i Šicel, 1984.). Posljednjih nekoliko desetaka godina počelo se razvijati tartufarstvo i u ostalim dijelovima Hrvatske, a utvrđena su i nova prirodna nalazišta tartufa diljem cijele Republike Hrvatske.

Tako se prema Hrki (1988) osim Istre spominju i nalazišta velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum* Pico) u slivu Kupe i srednje Posavine dok se nalazišta crnog tartufa spominju od sjevernog dijela Hrvatske, Slavonije, Hrvatskog Zagorja, centralnog dijela Hrvatske, Gorskog Kotara, Like, dalmatinskog zaleđa kao i dalmatinskih otoka. Nova prirodna nalazišta tartufa u Hrvatskoj su velik potencijal, ali i velika opasnost u budućnosti zbog prekomjernog iskorištavanja prirodnih nalazišta. Prvi pokušaj umjetnog uzgoja tartufa u Hrvatskoj kroz osnivanje plantaže proveden je 1986. godine u suradnji Uprave šuma Buzet i Šumarskog instituta Jastrebarsko u Motovunskoj šumi.

1.15. Današnje stanje tartufarstva u svijetu

Komercijalne vrste tartufa su dosada u prirodnim staništima utvrđene na četiri kontinenta i to Europa, Azija, Sjeverna Amerika i Afrika. Najpoznatija nalazišta velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum* Pico) i tamnospornog tartufa (*Tuber melanosporum* Vittad.) u današnje vrijeme su u Italiji, Francuskoj i Španjolskoj. Najpoznatija nalazišta za sakupljanje komercijalno najinteresantnije vrste bijelog tartufa (*Tuber magnatum* Pico) su u Italiji na području Albe u Piemontu i San Miniato u Toskani te na području Istre u Hrvatskoj. Nalazišta bijelog tartufa (*Tuber magnatum* Pico) u posljednje vrijeme utvrđena su i u Sloveniji, Mađarskoj, Srbiji i Švicarskoj. Najpoznatija nalazišta druge po vrijednosti vrste tamnospornog tartufa (*Tuber melanosporum* Vittad.) su u Norcia u Umbriji Italiji, Sainte Alvere u Perigordu u Francuskoj te Alavi, Guadalajari, Huesci, Valencia i Zaragoza u Španjolskoj. Tamnosporni tartuf (*Tuber melanosporum* Vittad.) rijede se može naći u Portugalu, Hrvatskoj i Bugarskoj.

Tradicionalno najpoznatija nalazišta borchijevog tartufa (*Tuber borchii* Vittad.) u Italiji nalaze se na području pokrajina Toscana, Abruzzo, Romagna, Umbria, Marche i Molise, iako su zadnjih godina njegova nalazišta proširena gotovo po cijeloj Europi od Finske do Sicilije te od Irske do Mađarske i Poljske.



Slika 36. Nalazišta ljetnog tartufa (*Tuber aestivum* Vittad.) gotovo u svim državama Europe (Izvor: Taming the truffle: the history, lore and science of the ultimate mushroom, Hall, Brown, Zambonelli; Podaci Chevalier and Frochot, 1997)

Burgundija u Francuskoj je tradicionalno vezana uz dvije vrste crnih tartufa i to ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittad.) i neotesani tartuf (*Tuber uncatum* Chatin.). Te dvije vrste crnih tartufa prvenstveno *Tuber aestivum* imaju vrlo veliku rasprostranjenost. Na području Europe one su najrasprostranjenije komercijalne vrste tartufa (slika 36). Postoji i vrsta *Tuber mesentericum* koja se još i naziva 'Bagnoli tartuf' i koji je sličan vrsti ljetni tartuf (*Tuber aestivum* Vittad.), ali je neugodnijeg mirisa koji se može ublažiti termičkom obradom. Ova vrsta je posljednjih godina popularna za skupljanje u južnoj Italiji predjel Irpinia odnosno u sjevernoj Francuskoj predjel Lorraine iako je kao vrsta vrlo česta u velikom dijelu Europe. 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 i to: 15-20 t vrste *Tuber magnatum*, 10-20 t vrste *Tuber melanosporum*, 5-10 t vrste *Tuber aestivum* i 2-3 t vrste *Tuber borchii* (Gregori, 2013). Područje Afrike i to prvenstveno sjevernog dijela karakteriziraju vrste iz roda *Terfezia*, koje su još objedinjene zajedničkim imenom "pustinjski tartufi" i koje se sve više u posljednje vrijeme komercijalno iskorištavaju. Komercijalno sakupljanje podzemnih gljiva u Sjevernoj Americi razvilo se u industriju od nekoliko milijuna dolara s nekoliko tisuća tona sakupljenih gljiva godišnje. Podrška razvoju tartufarske industrije bilo je i donošenje različitih zakonskih propisa (Molina, 1994). Veliki udio u komercijalnom sakupljanju imaju vrste gljiva na područje zapadne pacifičke obale SAD-a (Oregon). Posljednjih godina sve više se na tržištu pojavljuju i vrste tartufa sa azijskog kontinenta.

Najčešće je to vrsta komercijalnog tartufa *Tuber indicum* koji se često šalje na svjetska tržišta kao vrsta *Tuber melanosporum* što predstavlja velike probleme jer cijena i kvaliteta vrste *Tuber melanosporum* višestruko je veća od vrste *Tuber indicum*.

1.16. Današnje stanje tartufarstva u Hrvatskoj

Današnje stanje tartufarstva u Hrvatskoj prvenstveno je i dalje vezano uz šire područje Istre, ali u zadnjih nekoliko godina tartufarstvo se proširilo i na ostale dijelove Hrvatske. Razlog tome su istraživanja koja su potvrdila ranije spoznaje o nalazištima tartufa u Posavini, Pokuplju i Podravini, ali i nova nalazišta gotovo na cijelom području Republike Hrvatske. Od vrsta koja su utvrđena kroz ta istraživanja su vrste bijelih i crnih tartufa. U kontinentalnom dijelu Hrvatske komercijalno se posljednjih godina sakupljaju prvenstveno crni tartufi iz prirodnih nalazišta. Najčešće su to vrste *Tuber aestivum* i *Tuber uncinatum* iako ima neslužbenih podataka da je na kontinentu pronađena i vrsta *Tuber magnatum*. Na području Dalmacije i dalmatinskog zaleđa iz neslužbenih podataka u komercijalne svrhe se iskorištavaju vrste *Tuber borchii* i *Tuber melanosporum* iako se vrlo često pod ovim imenima u praksi prodaju neke druge vrste tartufa vrlo sličnih morfoloških i anatomskih obilježja. Danas se broj tartufara u Istri procijenjuje na 1000 do 2000 iako je u posljednje vrijeme sve više registriranih i neregistriranih tartufara i u ostalim dijelovima Hrvatske. U Istri trenutno postoje dva udruženja tartufara sa otprilike 150 članova. To su Udruga tartufara Općine Kršan koja ima 15 članova, a osnovana je 2000. godine te Udruga tartufara Buzet koja ima 154 člana, a osnovana je 2014. godine. Broj tartufarskih pasa na području Istre procijenjuje se na oko 8000 iako i u ostalim dijelovima Hrvatske ima sve više tartufarskih pasa, ali je njihov broj mnogostruko manji (Vicenc, 2014).

Današnji najvažniji problem vezan uz tartufarstvo u Hrvatskoj je nedostatak zakonske regulative odnosno nejasni i ponekad upotpunosti nelogični podzakonski akti te njihova provedba što dovodi sve više do nezakonitog trgovanja tartufima i razvoja crnog tržišta. Također u Hrvatskoj nedostaje nacionalna organizacija koja će se baviti tartufima te cjelokupnom problematikom vezanom uz njih. Ovakva organizacija u budućnosti trebala bi uvesti reda u iskorištavanje, prodaju odnosno tržište tartufa. Također bi trebala pripomoć prilikom usklađivanja trenutnih zakonskih i podzakonskih akata vezanih za tartufe kao i pri njihovoj provedbi.

1.17. Zakonodavni okvir o tartufima u šumarstvu Hrvatske

Odredbama Zakona o šumama (NN 140/05., 82/06., 129/08., 80/10., 124/10., 25/12., 68/12. i 94/14.), Zakona o zaštiti prirode (NN 70/05., 139/08. i 57/11.), Zakona o trgovini (87/08., 96/08., 116/08., 76/09., 114/11., 68/13. i 30/14.), Pravilnika o zaštiti gljiva (NN 34/02, 99/09.), Pravilnika o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimenata, popratnici i šumskom redu (NN 116/06., 74/07., 55/09. i 25/11.), Pravilniku o uređivanju šuma (NN 111/06., 141/08.) , Pravilniku o upisniku šumoposjednika (NN 137/14.) te Osnovama gospodarenja gospodarskom jedinicom, Programima za gospodarenje gospodarskim jedinicama na kršu te Programima za gospodarenje šumama šumoposjednika propisani su uvjeti korištenja, sakupljanja, otkupa i prodaje tartufa u Hrvatskoj. U Zakonu o šumama čl. 31 i 34 odnose se na sakupljanje i iznošenje nedrvnih šumskih proizvoda te potrebnu dokumentaciju. U Zakonu o zaštiti prirode u članku 153. regulira se sakupljanje strogo zaštićenih gljiva. U Zakonu o trgovini čl. 5 i 10 regulira se način prodaje sporednih šumskih proizvoda. U Pravilniku o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimenata, popratnici i šumskom redu u čl. 20 i 21 regulira se transport sporednih šumskih proizvoda. U Pravilniku o uređivanju šuma te u Osnovama gospodarenja gospodarskom jedinicom, Programom za gospodarenje gospodarskim jedinicama na kršu i Programom za gospodarenje šumama šumoposjednika reguliran je način korištenja sporednih šumskih proizvoda. Najvažniji podzakonski akt koji regulira sakupljanje, otkup i prodaju tartufa u Hrvatskoj u vlastite ili komercijalne svrhe je Pravilnik o zaštiti gljiva. U tom Pravilniku su navedene komercijalne vrste tartufa u Hrvatskoj koje se mogu skupljati u svrhu prerade, trgovine i drugog prometa.

To su vrste bijelih tartufa: *Tuber asa*, *T. borchii*, *T. maculatum*, *T. magnatum* te crnih tartufa: *Tuber aestivum*, *T. brumale*, *T. hiemalbum*, *T. macrosporum*, *T. malenconii*, *T. melanosporum*, *T. mesentericum* i *T. uncinatum*. Također Pravilnikom se regulira sakupljanje nadzemnih i podzemnih vrsta gljiva u osobne svrhe kao i u komercijalne svrhe. Za osobne potrebe dozvoljeno je sakupljati sve vrste samoniklih gljiva osim zaštićenih. Za osobne potrebe pojedini sakupljač smije sakupiti dnevno najviše 2 kg plodišta nadzemnih vrsta gljiva i 0,1 kg plodišta podzemnih vrsta gljiva. Zabranjeno je iznošenje podzemnih vrsta gljiva iz Republike Hrvatske. Komercijalno sakupljanje nadzemnih i podzemnih vrsta gljiva može obavljati osoba koja posjeduje iskaznicu komercijalnog sakupljača gljiva. Iskaznicu izdaje Ministarstvo poljoprivrede te ona vrijedi 10 godina. Program stručnog osposobljavanja za komercijalnog sakupljača gljiva provodi ovlaštena stručna institucija.

Pojedini komercijalni sakupljač gljiva u svrhu prerade, trgovine i drugog prometa smije dnevno sakupiti najviše 0,5 kg podzemnih komercijalnih vrsta gljiva.

Prije navedenim zakonskim i podzakonskim aktima šumoposjednika propisani su uvjeti korištenja, sakupljanja, otkupa i prodaje tartufa u Hrvatskoj, ali u praksi se oni ili ne primjenjuju ili se provode premalo. Razlog tome je što su ti zakonski i podzakonski akti nejasni i ponekad u potpunosti nelogični, što sve više dovodi do nezakonitog trgovanja tartufima.

1.18. Gospodarenje tartufima

Komercijalne vrste tartufa su s biološkog i ekonomskog gledišta vrlo važne vrste podzemnih gljiva u šumskim ekosustavima. Rasprostranjene su u kontinentalnom, submediteranskom i mediteranskom području Hrvatske. U Europi je razvijena duga tradicija gospodarenja tartufima iz prirodnih nalazišta i iz umjetnog uzgoja. Gospodarenje tartufima iz prirodnih nalazišta najviše je razvijeno u Italiji, Francuskoj, Španjolskoj, ali se zadnjih nekoliko godina proširilo gotovo po cijeloj Europi. U umjetnom uzgoju tartufa prednjače Italija, Francuska i Španjolska. Što se tiče Hrvatske gospodarenje tartufima je vezano prvenstveno uz područje Istre gdje počeci gospodarenja sežu u početak 20. stoljeća. Gospodarenje tartufima u Hrvatskoj prvenstveno je vezano uz šumske ekosustave zbog neposredne simbiotske povezanosti tartufa i šumskog drveća i grmlja.

Šumskim ekosustavima u kojima pridolaze tartufi potrebno je gospodariti na način da se osigura povoljno zdravstveno stanje sastojina i potrajnost od čega će korist imati cjelokupni biljnih i životinjski svijet koji u njemu pridolazi. Trenutni problemi održivog gospodarenja sa tartufima u šumama su povezani sa promjenama ekoloških uvjeta, intenzivnim i neorganiziranim sakupljanjem, kao i smanjenjem vitalnosti stabala (Tikvić i sur., 2013).

1.19. Tržište tartufa u svijetu

Svjetsko tržište tartufa ovisi najviše o Europi, kao centru distribucije i trgovine tartufima. Od ukupnog svjetskog izvoza svih vrsta komercijalnih tartufa 85 % otpada na Europu, 10 % Kinu i 5 % Sjevernu Afriku. Godišnja proizvodnja tartufa u svijetu se kreće oko 200 tona. Sjeverna Amerika također ima proizvodnju tartufa, ali se oni ne izvoze već se sve količine prodaju na lokalnoj razini.

Kina i Sjeverna Afrika izvoze svoje vrste komercijalnih tartufa i to najčešće u Europu. Najveći proizvođači tartufa u svijetu su Italija, Francuska i Španjolska. Prodaja tartufa u zemljama sa najvećom proizvodnjom tartufa, a to su Italija, Francuska i Španjolska odvija se putem burze tartufa. U zemljama sa najvećom proizvodnjom tartufa burze se održavaju na lokalnim tržnicama (Italija, Francuska) ili restoranima (Španjolska). Funkcioniraju po principu dražbe, gdje se bira najbolji ponuditelj. Jedinice lokalne uprave i samouprave organiziraju burze, a svaki prodavač mora prije početka dražbe prijaviti količinu tartufa koju namjerava prodati.

Tako se tržište odnosno prodaja crnog tartufa *Tuber melanosporum* u Francuskoj održava na dva najveća i najznačajnija mjesta, a to su u jugoistočnom dijelu Francuske u mjestu Richerenches te u jugozapadnom dijelu Francuske u mjestu Lalbenque. Tržište crnog tartufa u mjestu Richerenches obuhvaća 50% tržišta jugoistočnog dijela Francuske odnosno 30% tržišta svih tartufa u Francuskoj i ustanovljeno je 1922. godine. U mjestu Richerenches tržište tartufa odvija se svake subote počevši od 15. studenoga pa sve do ožujka. U mjestu Lalbenque tržište tartufa odvija se svakog utorka počevši od prosinca pa sve do mjeseca ožujka. U Provansi, regiji Vaucluse nalazi se najstarija burza tartufa u Francuskoj. U Španjolskoj 2001. godine u pokrajini Teruel organiziran je prvi međunarodni sajam tartufa. Glavni centar za trgovinu tartufa u Italiji je gradić Alba, provincija Cuneo, regija Piemonte i ovdje se trguje tartufima iz regija Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio i Abruzzo. U Italiji ima više od 200 000 tartufara, koji godišnje skupe od 30 do 100 t/tartufa (Pettenella i sur., 2004).

Veleprodajna cijena bijelog tartufa *Tuber magnatum* u razdoblju od 2003 do 2004. godine iznosila je 2000 €/kg za manje primjerke tartufa odnosno 3500 €/kg za veće. Radi usporedbe iste godine vrijednost crnog tartufa *Tuber aestivum* iznosila je 500 €/kg dok je vrijednost bijelog tartufa *Tuber borchii* iznosila 350 €/kg. U 2005. godini cijena crnog tartufa (*Tuber melanosporum*) iznosila je u Velikoj Britaniji 2000 €/kg, a za bijeli tartuf (*Tuber magnatum*) 4000 €/kg. Tako je 2007. godine prodan najskuplji pojedinačni komad bijelog tartufa *Tuber magnatum* težine 750 grama za 140 000 €. Prema podacima Božca početkom 1980. godine svjetska proizvodnja crnog tartufa bila od 150 do 250 tona (Božac, 2005). Godišnja proizvodnja bijelog tartufa iznosila je od 20 do 40 tona. U 2006. godini prihod od prodaje tartufa na europskom tržištu procijenjen je na 250 milijuna eura (Benucci i sur., 2012a).

Sve veći problem u posljednje vrijeme u trgovini tartufima je što se umjesto dvije najvrijednije vrste tartufa *Tuber magnatum* i *Tuber melanosporum* vrlo često prodaju slične vrste čija je tržišna cijena mnogo manja. Sve češće umjesto vrste *Tuber melanosporum* na tržištu se prodaje vrsta *Tuber indicum* porijeklom iz Azije. Upravo zbog navedenih problema Francuska je već 1960. godine uvela propis kojim se riječ 'truffe' odnosi samo na prodaju dvije vrste crnih tartufa i to *Tuber melanosporum* i *Tuber brumale* dok se jedino u postotnom udjelu od 2% može prodavati vrsta *Tuber aestivum*. Italija ima nešto blaže propise vezane uz postotni udio određenih vrsta tartufa u gotovim proizvodima.

Tako se u Italiji dozvoljava od 3 do 8 % određene vrste tartufa u nekom gotovom proizvodu od tartufa, a da se on ne nalazi na deklaraciji. Posljednjih godina važna činjenica kod trgovine tartufima je svježina proizvoda. Obzirom na to usavršavaju se razne tehnike koje održavaju svježinu tartufa što dulje jer upravo svježina tartufa odnosno njegov miris i okus diktiraju njegovu cijenu. Kod tartufa je sreća što oni za razliku od ostale većine gljiva na temperaturi od 2°C mogu sačuvati svoj miris i okus od jednog do tri tjedna. Tržišna cijena tartufa u Europi i svijetu varira iz godine u godinu ovisno o ekološkim čimbenicima koji značajno utječu na količinu uroda. Tako je u vrijeme sušnih godina i količina tartufa manja, a njihova cijena je veća. Cijena crnih tartufa je manja od cijene bijelih tartufa. Jedan od razloga je što se određene komercijalne vrste crnih tartufa uzgajaju plantažno za razliku od bijelog tartufa koji se ubire jedino iz prirodnih staništa. Cijena crnog tartufa *Tuber melanosporum* veća je na južnom dijelu zemljine polutke nego u vrijeme sezone na sjevernom dijelu zbog ponude i potražnje. Pretpostavlja se da će cijene tartufa i to prvenstveno bijelog tartufa (*Tuber magnatum*) u budućnosti rasti iz nekoliko razloga. Prvo zbog trenutne nemogućnosti plantažnog uzgoja, zatim zbog sve češćih suših godina te iscrpljivanja prirodnih staništa.

1.20. Tržište tartufa u Hrvatskoj

Nažalost tržište tartufima u Hrvatskoj za razliku od svijeta je neregulirano i neorganizirano. Tako većina tartufa skupljenih na području Hrvatske završi ilegalno u Europi i to najviše na području Italije. Godišnje se u Istri sakupi 20 do 30 tona bijelih i crnih tartufa ovisno od sezone. Cijene tartufa variraju zbog neujednačene ponude i potražnje te malih količina. U 2007. godini u Hrvatskoj cijena kilograma bijelih tartufa bila je između 15 500 i 34 000 kuna. (Kveder i Jerman, 2009).

Tartufi se najvećim intenzitetom komercijalno sakupljaju u Istri iako zadnjih godina sve je više komercijalnih sakupljača i u ostalom dijelu Hrvatske.

Otkup tartufa u Istri prvenstveno se odnosi na vrstu bijelog tartufa *Tuber magnatum*, a od crnih tartufa otkupljuju se vrste *Tuber aestivum*, *Tuber melanosporum*, *Tuber brumale* iako se vrlo često umjesto ovih vrsta bijelih i crnih tartufa prodaju i druge manje kvalitetne i manje vrijedne vrste tartufa.

Vrlo česti slučaj pogreške je zamjena vrste veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum*) sa vrstom svinjski tartuf (*Choiromyces meandriiformis*, slike 37 i 38).



Slika 37. Plodište i askusi sa askosporama vrste svinjski tartuf (*Choiromyces meandriiformis*) (Izvor: foto Vlašić)



Slika 38. Plodište i askusi sa askosporama vrste Veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum*) (Izvor:<http://www.trufamania.com/truffles.htm#magnatum>).

U zadnjih nekoliko godina značajnije količine prvenstveno crnog ljetnog tartufa (*Tuber aestivum*) na preradu u Istru dolaze i iz prirodnih nalazišta ostalog kontinentalnog dijela Hrvatske.

U Hrvatskoj se otkupna cijena tartufa kreće od 500 do 5000 €/kg, ovisno o vrsti tartufa i sezoni iskorištavnja. Vodeća tvrtka u Hrvatskoj koja konzervira, pakira i prodaje tartufe te proizvode od tartufa je Zigante tartufi d.o.o. Postoji još nekoliko tvrtki u Istri koje se bave otkupom, preradom i prodajom tartufa i proizvoda od tartufa (Karlič tartufi – GIR d.o.o., Miro tartufi d.o.o., Naturatartufi d.o.o. i dr.).

Iz podataka Ministarstva zaštite okoliša i prirode najviše registriranih sakupljača nadzemnih i podzemnih vrsta gljiva je u Istarskoj županiji i to 648.

U Istarskoj županiji registrirani su većinom sakupljači podzemnih vrsta za razliku od ostalih županija gdje su registrirani prvenstveno sakupljači nadzemnih vrsta gljiva. Od 2003 do 2013. godine ukupno je prijavljeno 15.731 kg bijelog tartufa i 21.943 kg crnih tartufa. Izvještaj je to Ministarstva zaštite okoliša i prirode za područje cijele Hrvatske, iako je za pretpostaviti da gotovo cijela ta količina otpada na područje Istarske županije. U Istri se održavaju razni festivali tartufa u Motovunu, Oprtlju, Buzetu i Livadama. Iako u Hrvatskoj ne postoje organizirane burze tartufa u budućem razdoblju trebalo bi raditi na njihovom organiziranju.

1.21. Umjetni uzgoj tartufa

Gospodarenje tartufima se treba unaprijediti poticanjem umjetne proizvodnje tartufa. Umjetna proizvodnja tartufa sve se više razvija u Europi i svijetu. Umjetno proizveden mikorizni materijal koristi se za osnivanje plantaža i proizvodnju tartufa u prirodnim sastojinama. Gledano sa gospodarskog gledišta umjetna proizvodnja tartufa u Europi i svijetu pokazala se vrlo isplativom i to u prvom redu zbog dobre cijene i količine tartufa, koje se mogu dobiti iz plantaža. Proizvodnja tartufa različita je iz godine u godinu te ovisi o klimatskim uvjetima. Umjetnom uzgoju i proizvodnji mikoriziranih sadnica sa tartufima u Republici Hrvatskoj do sada se pridavalo vrlo malo pažnje. Najveći proizvođači tartufa iz plantažnog uzgoja su Italija, Španjolska i Francuska. U novije vrijeme sa umjetnim uzgojem tartufa krenulo se i u Novom Zelandu, Australiji, Južnoj Americi, Izraelu, Mađarskoj, Srbiji, Poljskoj, SAD-u. Jedan od razloga niže cijene crnih tartufa od cijene bijelih tartufa je što se određene komercijalne vrste crnih tartufa uzgajaju plantažno za razliku od bijelog tartufa *Tuber magnatum* koji se ubire iz prirodnih staništa.

U idealnim uvjetima plodonošenje na plantažama tartufa može početi nakon 3 godine, ali najčešće plodonošenje počinje od 7. do 10. godine nakon osnivanja plantaže. Prema iskustvima u Europi i svijetu najvažniji čimbenici za osnivanje plantaža tartufa su klima, pH te struktura tla (Chevalier i sur., 2001; Hall i sur., 2001). Što se tiče simbionata drveća i grmlja utvrđeno je da tartufi najčešće rastu u mikorizi sa vrstama iz roda *Quercus* odnosno vrstama iz roda *Corylus*. S obzirom na tu činjenicu većina umjetno podignutih plantaža tartufa u Europi i svijetu osnovana je sa vrstama iz ta dva roda.

Mikorizirane sadnice proizvedene raznim tehnikama inokulacije mogu se iskoristiti za pošumljavanje degradiranih šumskih površina te zapuštenih i neiskorištenih poljoprivrednih površina kroz podizanje plantaža tartufa. Na taj način prvenstveno na degradiranim šumskim površinama dolazi do stabilnosti šumskog ekosustava jer se mikoriza postupno širi sa mikoriziranih sadnica i na ostale jedinice ekosustava. Umjetnim uzgojem tartufa kroz podizanje plantaža mikoriziranim sadnicama možemo smanjiti propadanje i nestanak prirodnih staništa tartufa.

1.22. Povijesni pregled umjetnog uzgoja tartufa u svijetu

Zbog velike ekonomske vrijednosti komercijalnih vrsta tartufa i smanjenja godišnjeg prinosa tartufa iz prirodnih nalazišta, u Europi i svijetu se krenulo sa osnivanjem umjetnih plantaža tartufa. Prvi počeci bili su u 17. stoljeću, no tek se krajem 20. stoljeća krenulo ozbilnije sa umjetnim uzgojem tartufa kroz razvijanje direktnih tehnika inokulacije sadnica šumskog drveća i grmlja sporama tartufa. Kada se u 19. stoljeću došlo do spoznaje da tartufi rastu isključivo u simbiozi s korijenjem viših biljaka i da su najčešći simbionti tartufa vrste iz roda *Quercus* nastavilo se sa daljnjim istraživanjima razvojnog ciklusa te rasprostranjenosti tartufa na prirodnim staništima, a usporedo sa time potaknuta su istraživanja vezana uz mogućnosti umjetnog uzgoja tartufa. U početku istraživanja nailazilo se na niz problema. Usporedo sa plantažnim uzgojem tartufa razvijale su se suvremenije metode za proizvodnju mikoriziranih sadnica potrebnih za osnivanje plantaža tartufa. Pokušaji umjetnog uzgoja tartufa počeli su u 18. stoljeću kada su Joseph Talon iz Francuske i Francesco Francolini iz Italije sadnjom sadnica uz drveće gdje ima crnog tartufa (*Tuber melanosporum*) te kasnijim presađivanjem istih sadnica širili mikorizu. Tu tehniku možemo smatrati početkom umjetnog razvoja mikoriziranih sadnica.

Ta tehnika je vrlo jednostavna u odnosu na današnje metode. Osnovni problem kod tog načina proizvodnje mikoriziranih sadnica je što su biljke često bile kontaminirane konkurentskim ektomikoriznim gljivama koje su djelovale antagonistički na razvoj tartufa. 1960.-ih i 1970.-ih godina 20. stoljeća došlo je do intenzivnijeg razvoja metoda inokulacije i to prvenstveno pomoću spora tartufa. Tako je tek 1970. godine inokuliran prvi crni tartuf na korijen sadnice u sterilnim laboratorijskim uvjetima (Yun i Hall, 2004). Najveća plantaža tartufa na svijetu nalazi se u Španjolskoj u regiji Castilla y León površine od 600 ha.

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. Prva plantaža crnog tartufa (*T. melanosporum*) na Novom Zelandu podignuta je 1987., a 1993. na Tasmaniji. U Australiji danas ima više od 50 plantaža tartufa, dok ih na Novom Zelandu ima više od 100 (Yun i Hall, 2004).

Proizvodnja inokuliranih sadnica sa tartufima u kontroliranim uvjetima započinje 70-tih godina 20. stoljeća što je bio preduvjet za intenzivnije podizanje plantaža tartufa u Europi. Umjetni uzgoj tartufa u Italiji ima najdužu povijest pa je u daljnjem tekstu dat pregled kroz četiri faze. U prvoj fazi do 1800. godine razmnožavanje tartufa vršeno je plodnim tijelima tartufa jer u to vrijeme nije bilo spoznaja da je za razvoj tartufa potrebna simbioza sa višim biljkama. Drugo razdoblje trajalo je od 1810. do 1930. god. koje je obilježila direktna sjetva žira umočenog u vodeni rastvor od usitnjenih zrelih tartufa. To razdoblje završava 1930. godine kada Francolini uvodi metodu inokulacije žira u rasadniku te kasnije njega sadi na teren. Tijekom prva dva razdoblja za inokulaciju je korištena vrsta *Tuber melanosporum* te sadnja mikoriziranih sadnica na terene gdje nije bilo travne vegetacije što je olakšavalo kasniju eksploataciju. Treće razdoblje je obilježila proizvodnja mikoriziranih sadnica (od 1931. do 1985. godine). U tom se razdoblju eksperimentira sa raznim vrstama tartufa te različitim vrstama simbionata. Od tartufa za mikorizaciju sadnica koristile su se vrste: *Tuber borchii*, *Tuber aestivum*, *Tuber brumale*, *Tuber mesentericum* i *Tuber magnatum*. Četvrto razdoblje su obilježile postojeće tehnike i uzgoj plantaža tartufa. Tako je Tocci (1985) predložio korištenje fragmenata korijena dobro mikoriziranih biljaka kod inokuliranja što u prvom redu čini uštedu u količini tartufa korištenih kod inokulacije.

Prvi počeci umjetnog kultiviranja tartufa u južnoj Francuskoj počeli su 1808. godine. Između dva svjetska rata proizvodnja tartufa u Francuskoj smanjena je za 80 %. Nakon drugog svjetskog rata proizvodnja tartufa sporo se oporavljala.

Nakon drugog svjetskog rata plantaže tartufa u istočnom dijelu Francuske pale su u zaborav dok je u zapadnom mediteranskom dijelu Francuske interes bio sve veći. U kasnim sedamdesetim godinama 20. stoljeća u Francuskoj su razvijene tehnike za podizanje plantaža tartufa (Chevalier i Frochot, 1989). One su uključivale inokulaciju sadnica micelijem ili sporama, zatim razvoj sadnica od jedne do dvije godine u kontroliranim uvjetima do razvoja mikorize te na kraju sadnju takvih sadnica na plantažama tartufa (Weden i sur., 2009). Nakon 5. do 10. godina dolazi do uroda tartufa nakon sadnje na plantažama tartufa.

U Francuskoj su 1974. i 1976. godine podignute plantaže tartufa sa vrstom *Tuber uncinatum*, a prvi urod uslijedio je nakon pet godina (Chevalier, 2010).

U Španjolskoj prvi počeci umjetnog uzgoja tartufa kreću 1968. godine u mjestu Castellon, ali ne sa mikoriziranim sadnicama. 70-tih godina 20. stoljeća kreće se sa osnivanjem plantaža tartufa sa mikoriziranim sadnicama iz Francuske odnosno sa sadnicama uzgojenim od strane samih uzgajivača. U mjestu Navaleno u regiji Castilla y León 1979. godine osnovana je u Španjolskoj najveća plantaža tartufa na svijetu veličine 600 ha. Tek 90-tih godina 20. stoljeća kreće se sa razvojem kultura tartufa u Španjolskoj (Estrada, 1999, Reyna i sur. 1999a, 2004; Renowden, 2005). Prva istraživanja na kulturama tartufa u Španjolskoj započela su 1980. godine. Prema procjeni u Španjolskoj je do 2003. godine osnovano oko 3500 ha plantaža tartufa (Reyna i sur., 2004).

Prva plantaža tartufa izvan Europe počela je davati urod 1991. godine. Plantaža je podignuta u Sjevernoj Kaliforniji sadnicama lijeske iz Francuske, a prvi urod dala je 9 i pol godina nakon osnivanja. Prva plantaža tartufa na Novom Zelandu prvi puta počela je davati urod 1993. godine odnosno samo 5 godina nakon osnivanja.

1.23. Povijesni pregled umjetnog uzgoja tartufa u Hrvatskoj

Prvi pokušaj umjetnog uzgoja tartufa u Hrvatskoj proveden je 1986. godine u Istri u suradnji Uprave šuma Buzet i Šumarskog instituta Jastrebarsko. Voditelj istraživanja bio je inženjer Mladen Čaleta. Istraživanje se odnosilo na umjetni uzgoj bijelog tartufa *Tuber magnatum* Pico. mikoriziranim sadnicama hrasta lužnjaka. Otprilike 1000 sadnica hrasta lužnjaka iz Slavonije koje su naknadno inokulirane vrstom *Tuber magnatum* zasađeno je u Motovunskoj šumi na površini od 3 ha.

Nakon 10 do 12 godina utvrđeno je prisustvo plodnih tijela tartufa no otežavajuća okolnost utvrđivanja točnosti ovog istraživanja je bila u tome što pokusna plantaža nije bila izdvojena i ograđena od prirodnih nalazišta plodnih tijela vrste *Tuber magnatum* te što se ovaj pokus nije sustavno kontrolirao i pratio. Prema dostupnim podacima 2007. godine obitelj Karlić podignula je prvu plantažu tartufa u Hrvatskoj. Plantaža je osnovana mikoriziranim sadnicama hrasta crnike, medunca, cera i lijeske sa crnim tartufom. Prvi urod tartufa na ovoj plantaži ostvaren je tijekom 2015. godine.

1.24. Današnji pregled umjetnog uzgoja tartufa u svijetu

U današnje vrijeme 80 % ukupne proizvodnje crnog tartufa (*Tuber aestivum* i *Tuber melanosporum*) na svjetskom tržištu potječe iz plantažnog uzgoja dok proizvodnja bijelog tartufa (*Tuber magnatum*) u ukupnoj količini je iz prirodnih nalazišta. Najznačajniji čimbenici koji utječu na plodonošenje plantaža tartufa su klimatski uvjeti te smanjenje kompeticije s ostalim ektomikoriznim gljivama. Osim vrsta iz roda *Quercus* većina plantaža tartufa odnosno proizvedenih mikoriziranih sadnica odnosi se na običnu lijesku. Većina umjetno podignutih plantaža tartufa do sada u Europi i svijetu osnovana je sa sadnicama iz roda *Quercus* i *Corylus*. Većina dosadašnjih istraživanja tartufa također je provedeno na tim vrstama, iako je istraživanjem prirodnih staništa tartufa utvrđeno niz drugih simbionata tartufa.

Prednost vrsta iz roda *Corylus* u odnosu na vrste iz roda *Quercus* je ta što se proces stvaranja plodnih tijela tartufa i njihovo iskorištavanje odvija u kraćem razdoblju te što su osim tartufa ekonomski iskoristivi i plodovi lijeske.

Trenutno je osnovano 300 plantaža tartufa izvan Europe i to najčešće sa vrstom *Tuber melanosporum*. Od toga broja oko stotinjak ih se nalazi na Novom Zelandu i još toliko u Australiji. Oko 120 plantaža nalazi se u SAD-u, Argentini, Čileu, Izraelu i Južnoj Africi. Većina tih plantaža su manjih površina što uvjetuje i manje količine uroda tartufa, kao i starosti kada još nema plodonošenja plodnih tijela tartufa. U Italiji svake godine zasadi se oko 120 000 inokuliranih sadnica tartufima na površini od oko 300 ha. Od ukupnog broja inokuliranih sadnica 80% ih je inokulirano crnim tartufom (*Tuber melanosporum*), 15% s crnim ljetnim tartufom (*Tuber aestivum*), a 5% sa dvije vrste bijelih tartufa (*Tuber magnatum* i *Tuber borchii*, Bencivenga i sur., 2009). Rasadnici u regiji Umbriji godišnje proizvedu oko 70 000 inokuliranih sadnica s tartufima (Bencivenga i Baciarelli Falini, 2012.).

U Francuskoj rasadnici godišnje proizvedu 400 000 komada mikoriziranih sadnica i to najviše inokuliranih sa vrstom *Tuber melanosporum* (Hall i sur., 2007). Umjetni uzgoj crnog tartufa *Tuber aestivum* u Francuskoj koncentriran je uz prirodna nalazišta (Chevalier i Frochot, 1997). Posljednjih nekoliko godina Španjolska kao jedan od najvećih proizvođača tartufa iz umjetnog uzgoja veliku pažnju daje nizu istraživanja iz područja inokulacije sadnica odnosno njihovom korištenju u plantažnom uzgoju tartufa. Plantažni uzgoj tartufa u Španjolskoj je prvenstveno usmjeren na korištenje inokuliranih sadnica vrstom *Tuber melanosporum* (De Roman i Boa, 2004; Bonet i sur., 2009). Vrsta *Tuber aestivum* u Španjolskoj vrlo je malo zastupljena u plantažnom uzgoju tartufa.

Uzgoj crnog tartufa na području Mediterana postao je alternativa konvencionalnoj poljoprivredi na siromašnim i teškim tlima. Također taj način uzgoja promiče pošumljavanje na terenima sa relativno teškim uvjetima.

U Mađarskoj, Češkoj, Slovačkoj i Poljskoj u posljednje se vrijeme sve više provode istraživanja mogućnosti inokulacije odnosno plantažnog uzgoja tartufa. Tako su u Poljskoj tijekom 2008. godine započela istraživanja inokulacije *Tuber aestivum* u stakleniku na sadnice hrasta lužnjaka (*Quercus robur*). Sadnice hrasta lužnjaka inokulirane su sporama *Tuber aestivum* iz plodnih tijela sakupljenih u Poljskoj. Nakon godine dana postotak mortaliteta sadnica hrasta lužnjaka iznosio je svega 4% (Hilszczanska i Sierota, 2010). U Mađarskoj je između 2005. i 2010. godine vršeno istraživanje vezano uz tehnike inokulacije temeljene na suspenziji i supstratu (Csorbaine, 2011). Eksperiment mikorizacije je vršen sa vrstom *Tuber aestivum* na sadnicama *Quercus cerris*. Rezultati istraživanja su pokazali veću uspješnost inokulacije temeljene na suspenziji u odnosu na supstrat. U Mađarskoj je također vršeno istraživanje analize tla i mikorize na plantažama osnovanim 1999. godine. Plantaže su osnovane s vrstom *Tuber aestivum* dok su simbionti bili *Quercus cerris*, *Quercus robur*, *Corylus avellana* i *Corylus colurna*. Postotak razvoja mikorize na sadnicama u tim plantaža je bio mali. Najbolji uspjeh su imale sadnice hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) dok se na sadnicama medvjede lijeske (*Corylus colurna*) mikoriza uopće nije pojavila. Jedan od razloga malog postotka uspješnosti mikorize je razvoj drugih vrsta gljiva na inokuliranim sadnicama koje su djelovale antagonistički na vrstu *Tuber aestivum*. Jedan od otežavajućih čimbenika je bio i manjak vode u sušnom razdoblju, jer na plantažama nije bilo navodnjavanja.

Također su rađena istraživanja inokulacije sa *Tuber aestivum* na vrstama *Quercus cerris*, *Quercus robur*, *Corylus avellana* i *Tilia platyphyllos* koje su ujedno najčešće vrste prirodnih staništa tartufa u Mađarskoj. Tim je istraživanjem utvrđeno da se kod nasada hrasta cera (*Quercus cerris*) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) inokuliranih *Tuber aestivum* prvi urod tartufa može očekivati u razdoblju od 6. do 8. godina, dok se kod lijeske (*Corylus avellana*) prvi urod može očekivati prije i to u razdoblju od 4. do 6. godina (Csorbaine, 2011). Također i u Austriji se posljednjih nekoliko godina krenulo sa razvojem umjetnog uzgoja tartufa. Istočni nizinski dijelovi Austrije posebno su pogodni za umjetni uzgoj tartufa tako da je osnovano nekoliko plantaža tartufa (Urban i Pla, 2008). Što se tiče Slovenije u posljednje vrijeme istraživanje tartufa i nastojanje kultivaciji tartufa je u porastu (Grebenc i sur., 2008).

Nakon iznenađujućeg pronalaska prirodnih nalazišta vrste *Tuber aestivum* u Švedskoj krenulo se i sa osnivanjem plantaža od 1999. do 2001. godine.

Prve plantaže u Švedskoj svoj prvi urod tartufa su imale 2005. godine (Weden i sur., 2009). Potaknuti švedskim iskustvom u Finskoj i Baltičkoj regiji osnovana je prva plantaža tartufa 2006. godine koja još dosada nije imala prinose (Shamekh i Turunen, 2011).

1.25. Današnji pregled umjetnog uzgoja tartufa u Hrvatskoj

U današnje vrijeme gotovo cjelokupna proizvodnja tartufa u Hrvatskoj odnosi se na sakupljanje iz prirodnih staništa. Prema dostupnim podacima jedino obitelj Karlić danas u Hrvatskoj u svom vlasništvu ima plantažu tartufa. Plantaža je prema dostupnim podacima imala prvi urod tartufa 2015. godine. Plantaža ima oko 1000 mikoriziranih stabala hrasta crnike, medunca, cera i lijeske sa crnim tartufom.

Potrebno je u budućem razdoblju stvoriti preduvjete za plantažni uzgoj tartufa ne samo u Istri već i u ostalim dijelovima Hrvatske. I to u prvom redu usklađivanjem, dopunom i izmjenama postojeće zakonske i podzakonske regulative vezane uz plantažni uzgoj tartufa odnosno kasnijim podizanjem samih plantaža tartufa prvenstveno na zapuštenim poljoprivrednim površinama te degradiranim šumskim površinama.

Tako će se u budućem razdoblju kroz umjetni uzgoj tartufa odnosno neposredno podizanje plantaža mikoriziranim sadnicama smanjivati propadanje i nestanak prirodnih staništa tartufa na koje je iz godine u godinu sve veći pritisak.

2. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

2.1. Utvrđivanje tartufa u prirodnim staništima na području UŠP Koprivnica pomoću dresiranih pasa

Na prirodnim staništima na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u šumskim sastojinama hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Ht. 1938) obavljeno je utvrđivanje postojanja tartufa te njihovo prikupljanje. Utvrđivanje plodnih tijela tartufa provedeno je na području šumarije Repaš gospodarska jedinica Repaš – Gabajeva Greda, šumarije Đurđevac gospodarska jedinica Đurđevačke nizinske šume i šumarije Kloštar Podravski gospodarska jedinica Svibovica.

Istraživanje je obavljeno u mjesecu studenom 2012. godine i u mjesecu prosincu 2013. godine uz pomoć dresiranih pasa pasmine *Lagotto romagnolo* (slika 39).



Slika 39. *Lagotto romagnolo* je specijalizirana pasmina za traženje podzemnih gljiva (Izvor: foto Vlašić)

2.2. Izbor sastojina za istraživanje tartufa

Šumske sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Ht. 1938) izabrane su nasumce unutar svake gospodarske jedinice. Najveći udio istraživanih sastojina otpada na gospodarsku jedinicu Repaš – Gabajeva Greda. Unutar gospodarske jedinice Svibovica i Đurđevačke nizinske šume istraživanjem su bile obuhvaćene manje površine sastojina hrasta lužnjaka i običnoga graba. Teren unutar odabranih i istraživanjem obuhvaćenih šumskih sastojina uzorkovan je nasumce uz pomoć dresiranih pasa.

2.3. Način pronalaženja plodišta tartufa

Najčešće korištena metoda za pronalaženje plodnih tijela tartufa je uz pomoć dresiranih pasa iako se u nekim dijelovima svijeta koriste i neke druge životinje (npr. svinje, koze itd). Psi za pronalaženje tartufa su specijalno dresirani psi koji pomažu čovjeku u pronalaženju plodnih tijela tartufa (slika 40).



Slika 40. Traženje tartufa uz pomoć specijalizirane pasmine *Lagotto romagnolo* (Izvor: foto Vlašić)

Osobine koje mora imati dobar tartufarski pas su dobar njuh, poslušnost, privrženost, izdržljivost, otpornost na bolesti, inteligencija. Osim pasmine *Lagotto Romagnolo* za traženje tartufa koriste se se i pasmine čistokrvnih pasa iz skupina retrievera, šunjkavaca, španijela i ptičara odnosno miješanci različitih pasmina. Pasmina *Lagotto Romagnolo* prvi puta se javlja u 16. stoljeću u Italiji u regiji Emilia-Romagna gdje se koristila u lovu na pernatu divljač. S vremenom se umanjivao njezin lovni instikt tako da je Lagotto u današnje vrijeme jedina specijalizirana pasmina za traženje tartufa. Osim za traženja tartufa ova pasmina se u novije vrijeme koristi i u druge svrhe zbog svojih izvanrednih osobina (vodič slijepih osoba, traženje zatrpanih osoba u ruševinama, traženje eksploziva). *Lagotto Romagnolo* tek je 1995. godine priznat kao pasmina od strane međunarodnog kinološkog saveza.



Slika 41. Specijalizirana lopatica "vanga" (Izvor: foto Vlašić)

Kod vađenja tartufa obično se koristi specijalizirani alat (slika 41). U praksi tartufari koriste raznovrstan alat, manjih ili većih dimenzija, za iskapanja pronađenih plodišta tartufa.

2.4. Način uzorkovanja plodišta tartufa

Prilikom uzorkovanja plodišta gljiva, uzorci su fotografirani fotoaparatom Olympus SP-550UZ, pohranjeni u papirnatu vrećicu te obilježeni rednim brojem, datumom i lokacijom radi kasnije obrade u laboratoriju.

2.5. Način determinacije plodišta tartufa

Uzorci plodnih tijela tartufa su nakon okularne determinacije njihovih makroskopskih karakteristika zamrznuti te su kasnijom mikroskopskom analizom identificirani na temelju mikroskopskih struktura (askusa sa askosporama) uz pomoć svjetlosnog mikroskopa standardnom metodom mikroskopiranja uz foto dokumentiranje.

Kod mikroskopske analize korišten je mikroskop Carl Zeiss Jena Jenamed 2 Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu sa Zavoda za fitopatologiju. (slika 42).



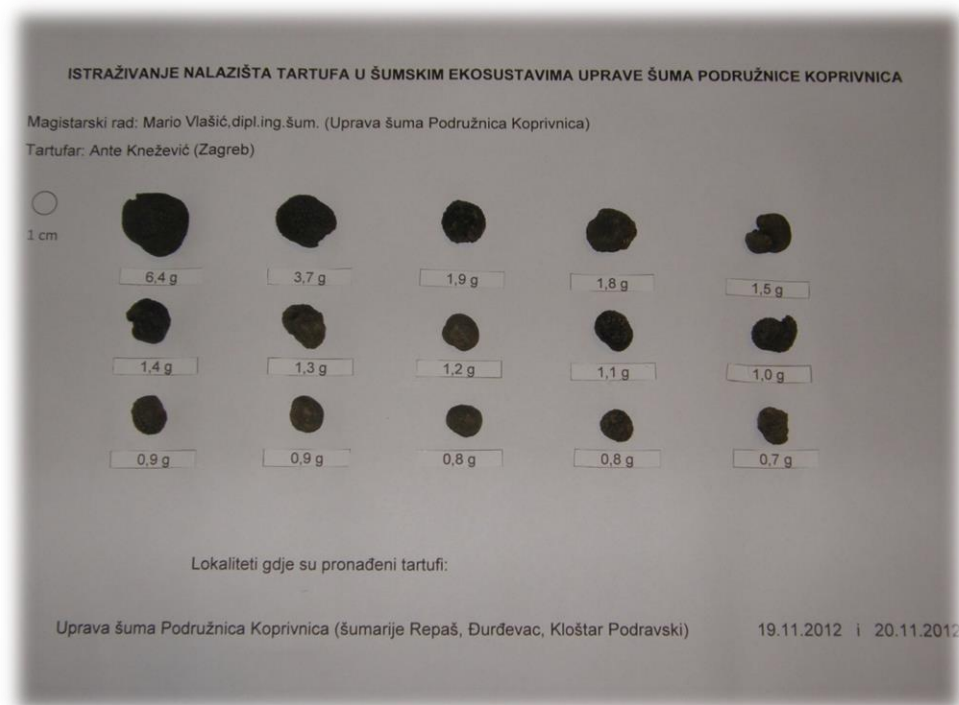
Slika 42. Za obradu i identifikaciju plodišta tartufa korišten svjetlosni mikroskop Carl Zeiss Jena Jenamed-2 (Izvor: foto Vlašić)

2.6. Determinacija plodnih tijela tartufa okularno morfološkom i labaratorijskom metodom

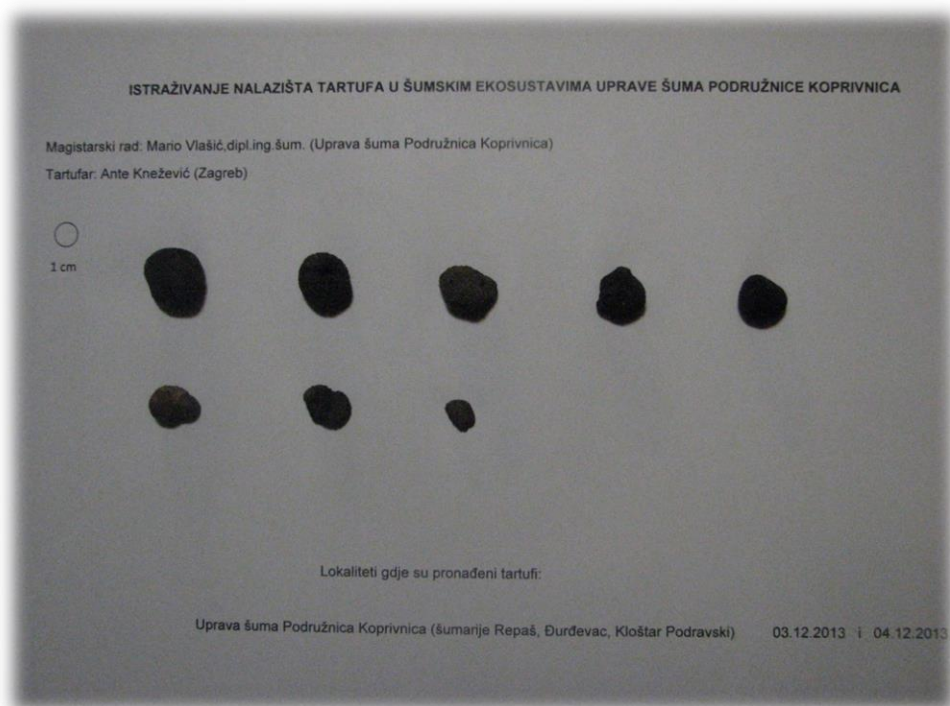
Plodna tijela tartufa nakon pronalaska na terenu pohranjivane su u manje papirnate vrećice na kojima su zabilježeni datum, lokacija i sakupljač. Uzorkovanim plodnim tijelima tartufa nakon pronalaska izmjerena je masa (slike 44 i 46). Uzorkovani svježi primjerci plodnih tijela tartufa neposredno prije determinacije su oprani te su im odstranjeni svi ostaci zemlje (slike 43 i 45).



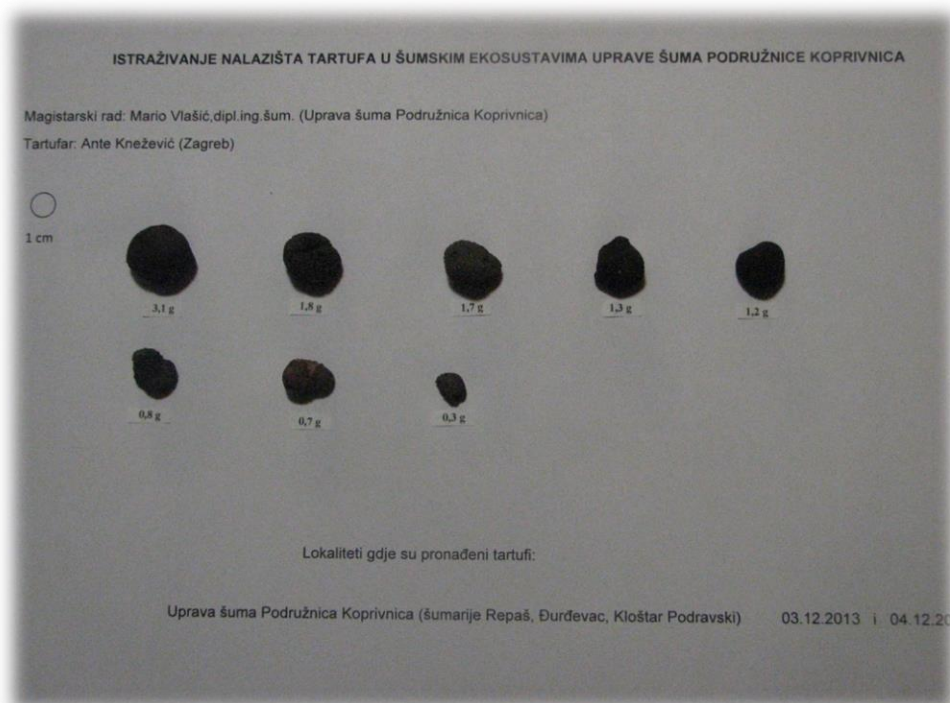
Slika 43. Crni tartufi utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)



Slika 44. Mase crnih tartufa utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)



Slika 45. Crni tartufi utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2013. godine (Izvor: foto Vlašić)



Slika 46. Mase crnih tartufa utvrđeni na području Uprave šuma podružnica Koprivnica (šumarije Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski) tijekom 2013. godine (Izvor: foto Vlašić)

Uzorci plodnih tijela kasnije su analizirani okularnom metodom u svježem stanju. Za determinaciju plodnih tijela korištena je okularna morfološka metoda. Uzorci plodnih tijela tartufa za mikroskopsku analizu su zamrznuti te je kasnije provedeno utvrđivanje i foto dokumentiranje spora uzorkovanih tartufa uz pomoć mikroskopa u laboratoriju.

2.7. Laboratorijska analiza uzoraka tla sa lokaliteta gdje su pronađena plodna tijela tartufa

Nakon pronalaska plodnih tijela tartufa na istim lokacijama uzimali su se uzorci tla radi kasnije analize u laboratoriju. Uzorci tla uzimali su se uz pomoć lopatice te su se pohranjivali u vrećice u rastresitom stanju. Dubina uzimanja uzoraka iznosila je od 0 do 30 cm. Uzeto je ukupno deset uzoraka tla. Od ukupnog broja tri su uzorka uzeta na području gospodarske jedinice Repaš – Gabajeva Greda, dva uzorka na području gospodarske jedinice Đurđevačke nizinske šume te tri uzorka na području gospodarske jedinice Svibovica.

Prije laboratorijske analize uzorci tla su osušeni, a zatim drobljeni i prosijavani kroz sito. Trajanje sušenja ovisilo je o teksturi tla, vlažnosti i debljini sloja uzorka tla.

Tijekom i nakon sušenja iz uzorka tla uklonjeni su fragmenti skeleta, korijenje i sl. Tako prosušeni i samljeveni uzorci tla su analizirani u laboratoriju nizom analitičkih metoda pomoću kojih su dobiveni potrebni fizikalno – kemijski parametri.

Analiza fizikalno-kemijskih parametara tla provedena je u laboratoriju Bioinstituta u Čakovcu. Analizirani su slijedeći fizikalno – kemijski parametri: pH – trenutna vrijednost (H_2O), pH – izmjenjiva vrijednost (KCl), fosfor (P_2O_5), kalij (K_2O), hidrolitička kiselost, humus, amonijski dušik (NH_3), nitratni dušik (NH_3), ukupni dušik, suha tvar i $CaCO_3$.

2.8. Osnivanje plantaže tartufa inokuliranim sadnicama hrasta lužnjaka

Prije sadnje inokuliranih sadnica hrasta lužnjaka provedena je kemijska analiza tla radi utvrđivanja pH tla odnosno kasnijeg tretiranja tla kalcijevim i magnezijevim karbonatom radi dovođenja pH vrijednosti u optimalno stanje. Analiza tla obuhvaćala je mjerenje bioloških, fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Fizikalna i kemijska svojstva tla unutar plantaže tartufa mjerena su na uzorcima tla u laboratoriju. Uzorkovanje tla sa plantaže za analize provedeno je 10.9.2013. godine. Tlo je uzorkovano uz pomoć lopatice, uzorci su u rastresitom stanju pohranjeni u vrećice. Dubina uzimanja uzoraka iznosila je od 0-30 cm (slika 47).



Slika 47. Uzimanje uzoraka tla prije osnivanja plantaže tartufa (Izvor: foto Vlašić)

Također je provedena i mehanička priprema tla za sadnju sadnica. Za osnivanje plantaže tartufa korištene su inokulirane sadnice hrasta lužnjaka iz Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na plantaži tartufa posađene su sadnice hrasta lužnjaka inokulirane sa vrstama *T. magnatum*, *T. melanosporum* i *T. aestivum*. Sadnice inokulirane sa vrstama *T. magnatum* i *T. melanosporum* su bile kontejnerske sadnice. Sadnice inokulirane sa vrstom *T. aestivum* su bile kontejnerske i golog korijena (slika 48).



Slika 48. Kontejnerske sadnice i sadnice golog korijena hrasta lužnjaka inokulirane sa vrstom crni ljetni tartuf (*Tuber aestivum*) korištene kod osnivanja plantaže (Izvor: foto Vlašić)

Na plantaži su posađene i neinokulirane sadnice hrasta lužnjaka golog korijena starosti 2+0. Dio sadnica hrasta lužnjaka koji nije inokuliran naknadno je inokuliran suspenzijom sa vrstom *T. aestivum* na samoj plantaži (slika 49).



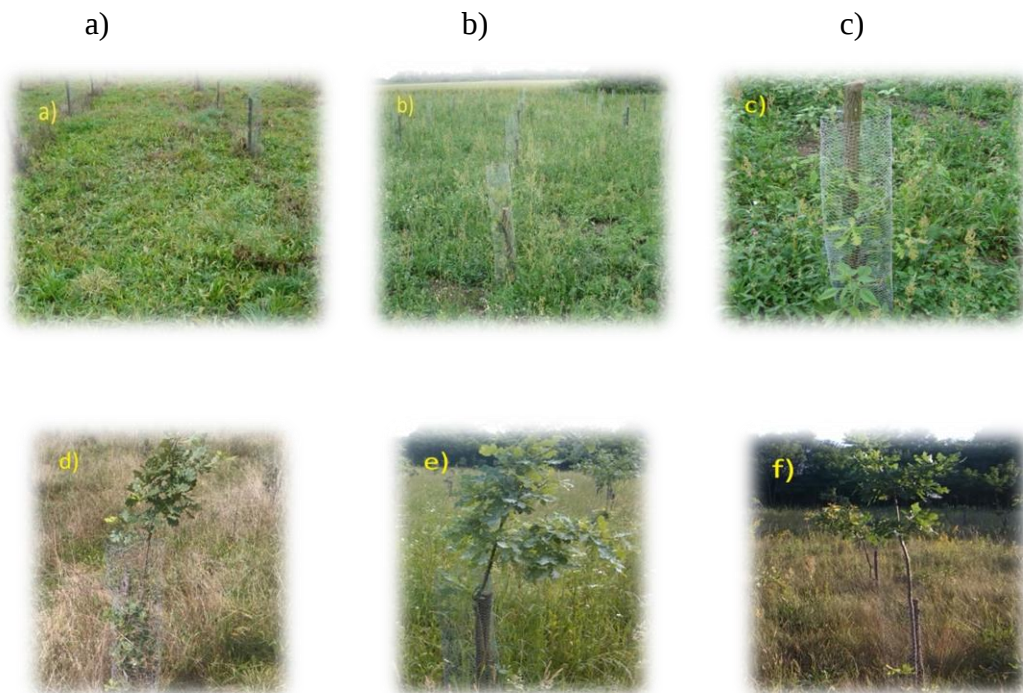
Slika 49. Svježa plodišta crnog ljetnog tartufa (*Tuber aestivum*) (a) i (b), homogenizirana suspenzija spora oslobođenih iz askusa mehaničkim usitnjavanjem plodišta (c) i injektiranje suspenzijom spora crnog ljetnog tartufa (*Tuber aestivum*) na plantaži (d); (Izvor: foto Vlašić)

Sadnice su posađene u razmaku 4x3,5 m. Svaka sadnica zaštićena je mrežom protiv šteta od divljači (slika 50).



Slika 50. Zaštitna mreža postavljena protiv šteta od divljači na inokuliranim sadnicama hrasta lužnjaka (*Quercus robur*); (Izvor: foto Vlašić)

Na plantaži su provodeni radovi njege prema potrebi i to prvenstveno košnja i uklanjanje prekomjerne korovske vegetacije (slika 51).



Slika 51. Plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) sa crni tartufom podignuta 2014. godine, a, b i c) 2014. godine, d) 2015. godine, e) 2016. godine. i f) 2017. godine (Izvor: foto Vlašić)

S obzirom na klimatske prilike svake godine je prema potrebi na plantaži provođeno navodnjavanje uz pomoć cisterne. Zbog odumiranja sadnica na plantaži se provodila sadnja novih inokuliranih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena inokuliranih sa vrstom *T. aestivum*.

2.9. Statistička obrada podataka

Podaci fizikalnih i kemijskih analiza tla prirodnih nalazišta tartufa dijela Podravine obrađeni su statističkim paketom STATISTICA 10 (StatSoft, Inc., 2011). Srednje vrijednosti fizikalno – kemijskih parametara tla na mjestu pronalaska tartufa (pH – trenutna vrijednost (H_2O), pH – izmjenjiva vrijednost (KCl), fosfor (P_2O_5), kalij (K_2O), hidrolitička kiselost, humus, amonijski dušik (NH_3), nitratni dušik (NH_3), ukupni dušik, suha tvar i $CaCO_3$) obrađene analizom u laboratoriju za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš procijenjene su univarijantnom analizom varijance.

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi istraživanja su bili:

1. Utvrditi postojanja tartufa u prirodnim nalazištima na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i običnoga graba
2. Utvrditi fizikalna i kemijska svojstva tla na mjestu pronalaska tartufa
3. Opisati i prikazati osnivanje plantaže tartufa mikoriziranim sadnicama te mogućnosti umjetnog razvoja tartufa kroz plantažni uzgoj.

4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno u šumskim sastojinama, laboratoriju i plantaži tartufa. Utvrđivanje prisustva tartufa provedeno je u šumskim sastojinama hrasta lužnjaka i običnoga graba na području šumarija Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u gospodarskim jedinicama Repaš – Gabajeva Greda, Đurđevačke nizinske šume i Svibovica.

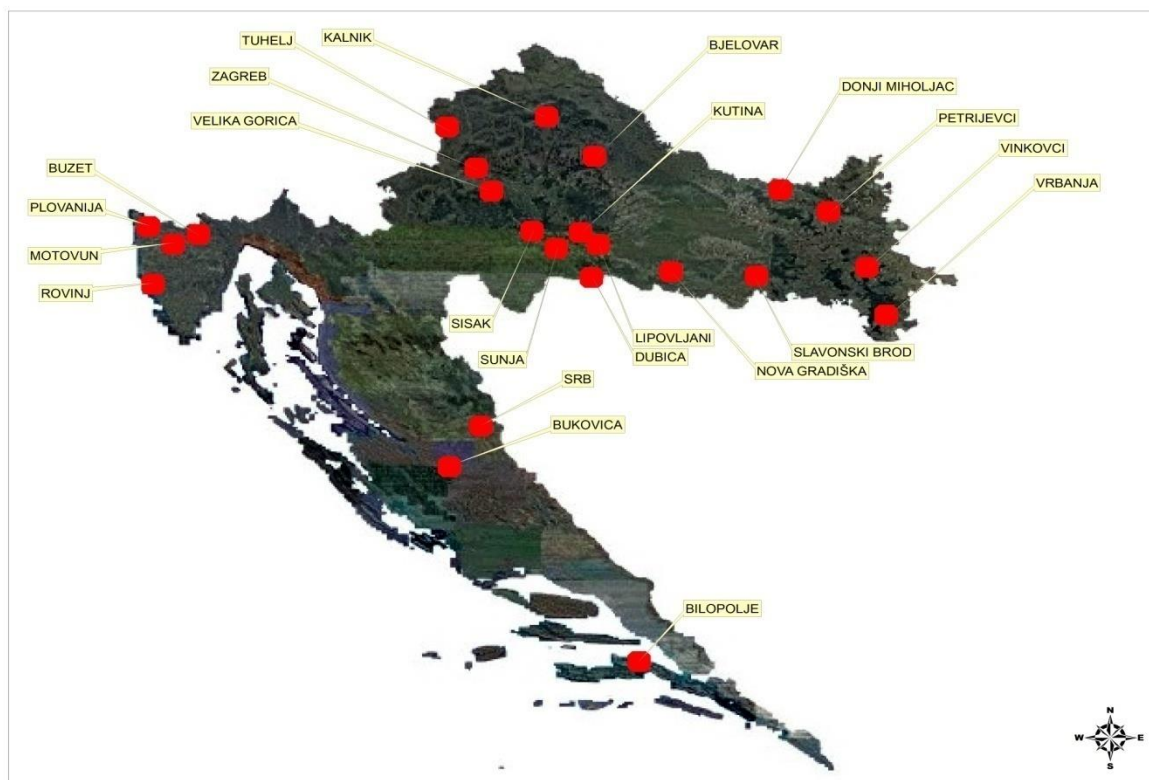
Determinacija plodnih tijela tartufa provedena je u laboratoriju Zavoda za fitopatogiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Analiza fizikalnih i kemijskih svojstava tla provedena je u laboratoriju Bioinstituta Čakovec dok je analiza tla radi utvrđivanja pH vrijednosti kod osnivanja plantaže tartufa provedena u Laboratoriju za fizikalno-kemijska ispitivanja Hrvatskog šumarskog instituta.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. Dosadašnja nalazišta tartufa u Hrvatskoj

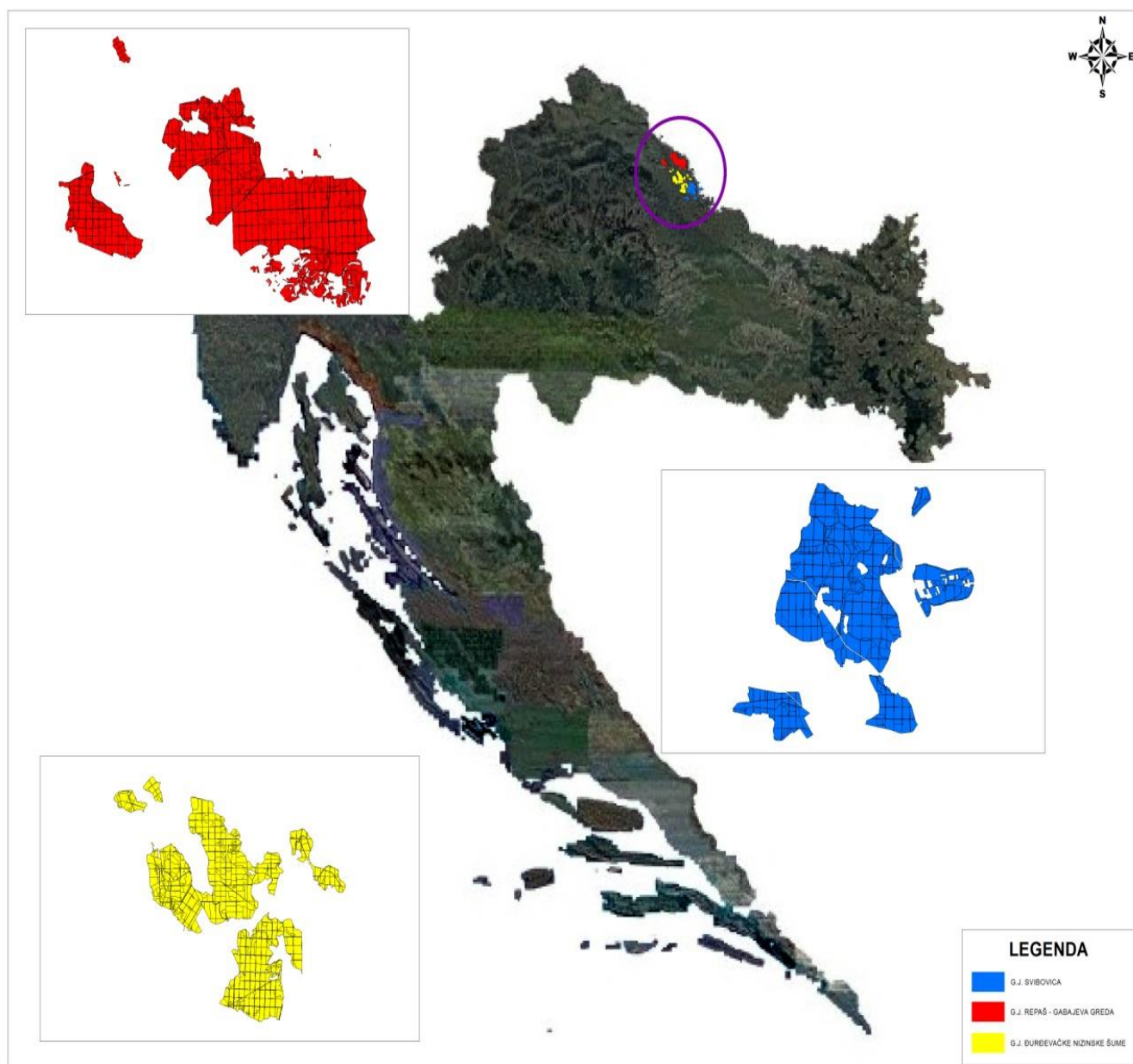
Prirodna nalazišta tartufa u Hrvatskoj su nedovoljno istražena iako je pretpostavka da je Hrvatska bogata tartufima na što ukazuju dosadašnji navodi iz literature odnosno pojedinačni nalazi na ostalim lokalitetima. Prema literaturi nalazišta tartufa su na slijedećim lokalitetima: Istra (Buzet, Motovun, Plovanija, Rovinj), Kalnik, Kutina, Velika Gorica, Sunja, Lipovljani, Donji Miholjac, Bilopolje, Petrijevci, Sisak, Bjelovar, Nova Gradiška, Slavonski Brod, Vinkovci i Vrbanja (slika 52). Osim navoda iz literature ostali lokaliteti na kojima su utvrđeni tartufi u Hrvatskoj su: Tuhelj, Dubica, Bukovica, Srb, Ravnı Kotari, Dalmatinska Zagora, Hrvatsko Zagorje, Našice.



Slika 52. Dosadašnja nalazišta tartufa u Hrvatskoj

5.2. Nalazišta tartufa na području UŠP Koprivnica

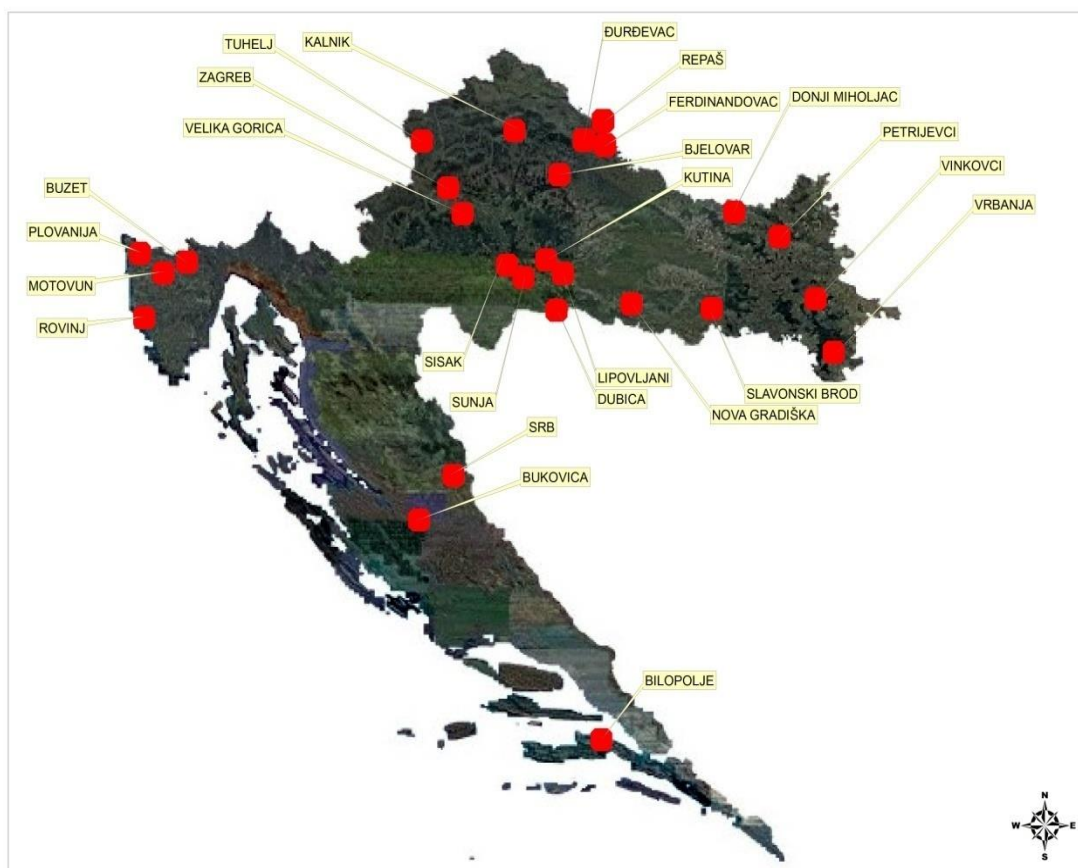
Istraživanjima provedenim 2010. i 2011. godine na području UŠP Koprivnica Šumarija Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u šumskim sastojinama hrasta lužnjaka i običnoga graba u gospodarskim jedinicama Repaš – Gabajeva Greda, Đurđevačke nizinske šume i Svibovica utvrđena su nalazišta crnih tartufa (slika 53).



Slika 53. Nalazišta tartufa na području UŠP Koprivnica šumarija Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski

5.3. Nalazišta tartufa u Hrvatskoj

Prema dosadašnjim navodima iz literature, pojedinačnim nalazima na ostalim lokalitetima i pronalasku tartufa u ovom radu na području dijela Podravine može se ustvrditi da se tartufi u Hrvatskoj rasprostiru od Istre, Dalmacije i Like do Posavine, Podunavlja, Slavonije, Podravine i Hrvatskog Zagorja (slika 54).



Slika 54. Nalazišta tartufa u Hrvatskoj

Plodna tijela podzemnih gljiva kontinentalnog dijela Dalmacije pronađenih od gljivara amatera na nalazištima koja nisu dosad znanstveno utvrđena te navedena u literaturi.



Slika 55. Plodna tijela podzemnih gljiva pronađena u kontinentalnom dijelu Dalmacije 2015. godine na nalazištima koja nisu navedena u literaturi (Izvor: Zoran Vukoša; Fotografije Mario Vlašić)

5.4. Stanišni i ekološki čimbenici značajni za razvoj crnih tartufa

Crni tartufi imaju veliku ekološku valenciju što utječe na njihov razvoj. Tla u kojima se razvijaju crni tartufi su većinom propusnija sa pH reakcijom od blago kisele do blago lužnate. Crni tartufi imaju veliki raspon horizontalne i vertikalne rasprostranjenosti. Tako se *Tuber aestivum* razvija u karbonatnim tlima, ali i u kompaktnim tlima sa većim udjelom gline, ali bez stagnirajuće vode, neutralne do blago kisele ili lužnate pH reakcije, velikog raspona horizontalne i vertikalne rasprostranjenosti od hladnijih do toplijih predjela.

Tuber unciatum se razvija sličnim stanišnim čimbenike uvjetima kao i *Tuber aestivum*. *Tuber melanosporum* se razvija na siromašnim, dobro dreniranim, karbonatnim tlima, porozne strukture, blago lužnate do lužnate reakcije. Prvenstveno se razvija u toplijim predjelima sa toplim ljetima. Raspored oborina je pravilan tijekom cijele godine.

Tuber brumale ima veliki raspon horizontalne i vertikalne rasprostranjenosti. Razvija se u šumskim tlima sa velikim udjelom gline. Podnosi veću vlažnost tla odnosno tla kiselijske reakcije (pH niži od 6,0). U usporedbi sa ostalim vrstama crnih tartufa *Tuber brumale* je manje zahtjevan prema stanišnim čimbenicima.

Tuber macrosporum se razvija u karbonatnim i glinenim tlima, velike i dobro uravnotežene vlažnosti tla, neutralne do blago lužnate reakcije. Prema literaturi *Tuber macrosporum* je vrsta vlažnijih i ilovastih staništa te sjeverno izloženih padina, donjih dijelova dolina (Vezzola, 2004) ili aluvijalnih staništa blizu vodotoka (Milenković i Marjanović, 1999). *Tuber macrosporum* je pronađen u crvenim tlima, bogatim željeznim oksidom, blago kisele reakcije te udjelom vapna u tragovima (Vezzola, 2006). Većina autora smatra da se *Tuber macrosporum* javlja samo na staništima vrlo sličnim ili istim kao vrsta *Tuber magnatum* (Stecchi, 1994; Mazzei, 1998; Milenković i Marjanović, 1999; Gregori i Stocchi, 2000; Rioussset i sur, 2001; Vezzola, 2003). Prema nekim autorima *Tuber macrosporum* ima veću toleranciju na sušu (Gregori i Stocchi, 2000). U nekim slučajevima karakteristike staništa vrste *Tuber macrosporum* su slična staništima vrste *Tuber aestivum* (Rossi, 1990; Vezzola, 2004). Prema Benucci i sur. (2012) *Tuber macrosporum* se javlja na hladnijim staništima na mjestima prekrivenim bujnom vegetacijom.

Tuber mesentericum se razvija u tlima bogatim organskim tvarima, kalijem i vapnencom. Često se javlja na padinama u blizini erodiranih mjesta.

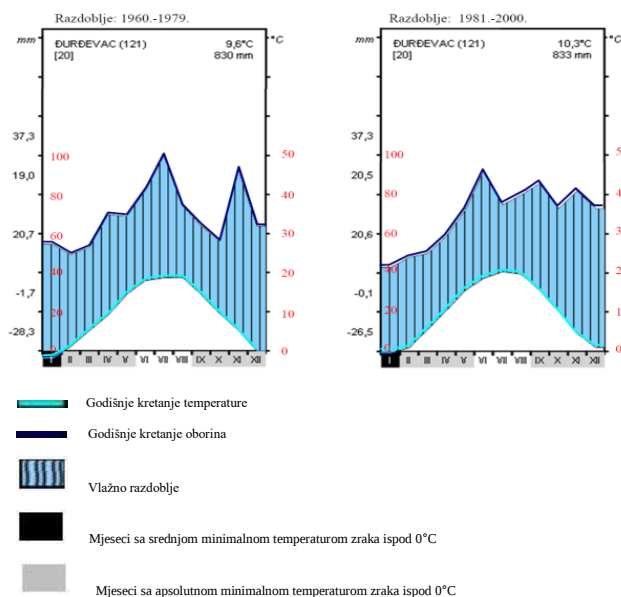
5.5. Stanišni i ekološki čimbenici novih nalazišta crnih tartufa na području UŠP Koprivnica

Stanišne i ekološke čimbenike novih nalazišta crnih tartufa na području UŠP Koprivnica karakteriziraju mineralno močvarna tla koja se razvijaju na aluvijalnim nanosima i terasama u šumskim zajednicama tipične šume hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris typicum* Rauš 1969). To su najčešće pseudoglejna i glejna tla koja se u orografskom pogledu javljaju na mikrouzvisinama (gredama) i riječnim terasama. Šumska zajednica hrasta lužnjaka i običnoga graba karakteristična za nalazišta crnih tartufa na području UŠP Koprivnica najčešće se razvija na terenima koji su izvan dohvata poplavne vode. Ako poplava i zahvati niže, vlažne grede, ona je kratkotrajna i rijetka. Površinski horizonti tla u kojima se prvenstveno i javljaju plodna tijela crnih tartufa su dobro opskrbljeni hranjivima i humusom. Tla su slabo kisele do neutralne reakcije. Vodni režim karakterizira vlaženje putem oborina i poplavne vode, uz značajnije zadržavanje vode u površinskom sloju tla.

Ta tla karakterizira izmjena mokrih i suhih razdoblja pri čemu količine vode u tlu variraju od mokre faze, tijekom koje su sve pore tla ispunjene vodom, do suhe faze kada je vlažnost zemljišta ispod točke venuća. Tijekom godine izražena su dva maksimuma oborina tijekom ranog ljeta i kasne jeseni. Oborine su ravnomjerno raspoređene tijekom cijele godine s najmanjom količinom oborina tijekom zimskih mjeseci.

Srednja godišnja temperatura zraka je 10,3°C. Srednja minimalna temperatura zraka je 0,1 °C dok je srednja maksimalna temperatura zraka 20,5 °C. Najhladniji mjesec je siječanj dok je najtopliji mjesec srpanj. Prosječna godišnja količina oborina je oko 833 mm, a prosječna količina oborina u vegetacijskom razdoblju je oko 460 mm (slika 56).

Vrste crnih tartufa koji su po svojim makroskopskim i mikroskopskim karakteristikama slične vrsti *Tuber brumale* koji je utvrđen na području UŠP Koprivnica manje su zahtjevne prema stanišnim čimbenicima odnosno veće su horizontalne i vertikalne rasprostranjenosti. Kako je već poznato vrsta *Tuber brumale* je široko rasprostranjena što utječe na njezine ekološke zahtjeve.



Slika 56. Klimadijagrami po Walteru za meteorološku postaju Đurđevac (Izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Prema bazi podataka vrsta *Tuber brumale* može se naći na područjima s godišnjom količinom oborina od 240 do 1000 mm (u prosjeku 776 ± 238 mm), od 70 do 1000 m n.v. te sa srednjom godišnjom temperaturom zraka od 3,7 do 15,8 °C. (Gazo i sur. 2005; Granetti i sur., 2005; Diamandis i Perlerou, 2008; Valverde-Asenjo i sur., 2009; Merényi i sur., 2010; Stobbe i sur., 2012). Vrijeme sakupljanja vrste *Tuber brumale* u Francuskoj je od prosinca do ožujka, u Njemačkoj i Italiji od studenog do ožujka, a u Turskoj od listopada do siječnja (Hall i sur., 2007; Stobbe i sur., 2012; Türkoglu i Castellano, 2014).

5.6. Struktura sastojine

5.6.1. Struktura sastojine gospodarske jedinice "Repaš – Gabajeva greda"

Za prikaz strukture sastojina gospodarske jedinice Repaš – Gabajeva greda korišteni su podaci važeće osnove gospodarenja. Sastojine u kojima su provođena istraživanja tartufa pripadaju uređajnom razredu hrast lužnjak iz sjemena, koji zauzima površinu od 2.264 ha ili 62 % obrasle površine, dok u ukupnoj drvnj zalihi sudjeluje s 802.822 m³ ili 69 %, a godišnji tečajni prirast iznosi 16.119 m³. Većina obrasle površine gospodarske jedinice Repaš – Gabajeva greda pripada uređajnom razredu hrasta lužnjaka iz sjemena. Udio dobro formirane podstojne etaže pomoćnih vrsta drveća u odsjecima ovog uređajnog razreda raste od sjevera prema jugoistoku.

Prema zastupljenosti uz hrast lužnjak kao najzastupljeniju vrstu (80 %), u omjeru smjese značajan je udio običnoga graba (13 %) te poljskog jasena (4 %, tablica 2).

To su mješovite sastojine hrasta lužnjaka i običnog graba, u optimumu svog prirodnog rasprostranjenja, uglavnom dobre i vrlo dobre strukture i kakvoće, ponegdje s nešto većim udjelom poljskog jasena te primjesama ostalih vrsta drveća. Hrast lužnjak kao glavna vrsta dominira promjerima i visinama. Sklop je uglavnom potpun zahvaljujući dobro razvijenoj podstojnoj etaži običnog graba, osim na mjestima gdje je u proteklom polurazdoblju bila izraženija pojava izvanrednog odumiranja stabala hrasta lužnjaka. (slika 57).



Slika 57. Šumske sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba u g.j. "Repaš – Gabajeva Greda" (Izvor: foto Vlašić)

Tablica 2. Drvna zaliha i godišnji tečajni prirast po dobnim razredima uređajnog razreda hrast lužnjak iz sjemena g.j. "Repaš – Gabajeva greda"

Vrsta drveća	D O B N I R A Z R E D I													U K U P N O		Omjer smjese	
	I	II		III		IV		V		VI		VII					
	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Drv.masa	Prirast			
	ha	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	%		
LUŽNJAK		26383	893	1245	43	24319	579	158524	2873	256801	3929	170844	2366	638116	10683	79,48	
CER																	
O. BUKVA										1		64		65		0,01	
P. JASEN		4240	315	43	1	5350	113	17512	425	5165	92	2723	46	35033	992	4,36	
O. GRAB		5893	283	52	1	2748	89	24026	736	33965	1264	33901	863	100585	3236	12,53	
KLEN		1279	54	185	7	2089	82	5558	220	10227	400	2782	108	22120	871	2,76	
N. BRIJEST		187	12	56	4	298	17	898	50	922	56	295	14	2656	153	0,33	
BAGREM						26	1	61	3	11				98	4	0,01	
C. ORAH																	
TREŠNJA		168	10	2		20	1	46	2	41	2	11		288	15	0,04	
OTB		842	44	2		416	18	380	15	665	24	277	10	2582	111	0,32	
C. JOHA		331	21			258	8	160	5	10		169	4	928	38	0,12	
O. VRBA		7						137	7					144	7	0,02	
D. TOPOLE		36	2	2		14	1					48	3	100	6	0,01	
OMB				8										35			
SMREKA		72	3							11		16		72	3	0,01	
U k u p n o		39438	1637	1595	56	35538	909	207302	4336	307819	5767	211130	3414	802822	16119	100,00	
Površina ha	233,63	361,49		4,59		97,53		467,10		660,76		438,54		2263,64			
Ukupna površina bez I dobnog razreda														2030,01			
Pr. starost	11	28		52		71		94		111		127		85 / 94			
m3 / 1 ha		109	4,53	347	12,20	364	9,32	444	9,28	466	8,73	481	7,78	395	7,94		
Neobraslo proizvodno zemljište za pošumljavanje																	

5.6.2. Struktura sastojine gospodarske jedinice "Đurđevačke nizinske šume"

Za prikaz strukture sastojina gospodarske jedinice "Đurđevačke nizinske šume" korišteni su podaci važeće osnove gospodarenja. Sastojine u kojima su provođena istraživanja tartufa pripadaju uređajnom razredu hrast lužnjak iz sjemena, koji zauzima površinu od 1.728 ha ili 44 % obrasle površine dok u ukupnoj drvnj zalihi sudjeluje s 423.709 m³ ili 40 %, a godišnji tečajni prirast iznosi 9.679 m³.

Prema zastupljenosti uz hrast lužnjak kao najzastupljeniju vrstu (71 %), u omjeru smjese značajan je udio običnoga graba (11 %) te poljskog jasena (8 %, tablica 3).

To su mješovite sastojine hrasta lužnjaka i običnog graba, u optimumu svog prirodnog rasprostranjenja, uglavnom dobre i vrlo dobre strukture i kakvoće, ponegdje s nešto većim udjelom poljskog jasena te primjesama ostalih vrsta drveća. Hrast lužnjak kao glavna vrsta dominira promjerima i visinom. Sklop je uglavnom potpun zahvaljujući dobro razvijenoj podstojnoj etaži običnog graba, osim na mjestima gdje je u proteklom polurazdoblju bila izraženija pojava izvanrednog odumiranja stabala hrasta lužnjaka (slika 58).



Slika 58. Šumske sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba u g.j. "Đurđevačke nizinske šume" (Izvor: foto Vlašić)

Tablica 3. Drvna zaliha i godišnji tečajni prirast po dobnim razredima uređajnog razreda hrast lužnjak iz sjemena g.j. "Đurđevačke nizinske šume"

Vrsta drveća	D O B N I R A Z R E D I													U K U P N O		Omjer smjese
	I	II		III		IV		V		VI		VII				
		Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Drv.masa	Prirast	
	ha	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	
LUŽNJAK		13710	1099	23714	805	32378	643	84405	1881	99644	1734	49984	736	303835	6898	71,71
P.JASEN		1460	78	2083	51	10432	209	5783	110	7374	122	6515	102	33647	672	7,94
A.JASEN						12		39	1	10				61	1	0,01
O.GRAB		54	3	1616	57	9983	290	6516	204	18489	470	10428	240	47086	1264	11,11
KLEN		35	2	1520	39	544	14	1537	42	2140	59	2278	63	8054	219	1,90
N.BRIJEST		109	4	267	8	558	18	811	28	536	21	435	15	2716	94	0,64
BAGREM						69	2	587	18	84	2			740	22	0,17
P.ORAH		9		41	2	1		7		1				59	2	0,01
TREŠNJA		133	4	168	5	173	4	643	16	199	4	32		1348	33	0,32
OTB		21		82	1	13		45	1	41	1	2		204	3	0,05
C.JOHA		79	4	128	2	2789	51	5769	97	9142	154	5917	98	23824	406	5,62
O.VRBA		49	3	164	7	4				93	3			310	13	0,07
OMB		267	11	17	1			147	5	36	2	6		473	19	0,11
B.BOR						208	5	1068	25					1276	30	0,30
BOROVAC		36	2	40	1									76	3	0,02
U k u p n o		15962	1210	29840	979	57164	1236	107357	2428	137789	2572	75597	1254	423709	9679	100,00
Površina ha	669,86	137,15		97,60		137,86		249,77		279,97		155,82		1728,03		
Ukupna površina bez I dobnog razreda														1058,17		
Pr.starost	11	26		56		77		91		108		131		58 / 88		
m3 / 1 ha		116	8,82	306	10,03	415	8,97	430	9,72	492	9,19	485	8,05	400	9,15	
Neobraslo proizvodno zemljište za pošumljavanje																

5.6.3. Struktura sastojine gospodarske jedinice "Svibovica"

Za prikaz strukture sastojina gospodarske jedinice "Svibovica" korišteni su podaci važeće osnove gospodarenja. Sastojine u kojima su provođena istraživanja tartufa pripadaju uređajnom razredu hrast lužnjak iz sjemena, koji zauzima površinu od 1.897 ha ili 69 % obrasle površine dok u ukupnoj drvnj zalih sudjeluje s 466.921 m³ ili 71 %, a godišnji tečajni prirast iznosi 11.502 m³.

Prema zastupljenosti uz hrast lužnjak kao najzastupljeniju vrstu (73 %), u omjeru smjese značajan je udio običnoga graba (15 %) te poljskog jasena (7 %, tablica 4).

To su mješovite sastojine hrasta lužnjaka i običnog graba, u optimumu svog prirodnog rasprostranjenja, uglavnom dobre i vrlo dobre strukture i kakvoće, ponegdje s nešto većim udjelom poljskog jasena te primjesama ostalih vrsta drveća. Hrast lužnjak kao glavna vrsta dominira promjerima i visinom. Sklop je uglavnom potpun zahvaljujući dobro razvijenoj podstajnoj etaži običnog graba, osim na mjestima gdje je u proteklom polurazdoblju bila izraženija pojava izvanrednog odumiranja stabala hrasta lužnjaka (slika 59).



Slika 59. Šumske sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba u g.j. "Svibovica" (Izvor: foto Vlašić)

Tablica 4. Drvna zaliha i godišnji tečajni prirast po dobnim razredima uređajnog razreda hrast lužnjak iz sjemena g.j. "Svibovica"

Vrsta drveća	D O B N I R A Z R E D I													U K U P N O		Omjer smjese
	I	II		III		IV		V		VI		VII				
		Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Dr.masa	Prir.	Drv.masa	Prirast	
	ha	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	
LUŽNJAK	59904	3928	4048	137	32420	797	25633	431	104285	1439	113126	1320	339416	8052	72,69	
P.JASEN	8998	449	3007	73	8183	189	9710	151	2031	33	1279	21	33208	916	7,11	
O.GRAB	9799	593	968	33	5742	164	24065	443	18630	399	12844	278	72048	1910	15,43	
KLEN	847	30	185	6	1380	36	1678	38	3433	97	4702	126	12225	333	2,62	
N.BRIJEST	292	10	358	12	1116	40	222	7	391	14	523	17	2902	100	0,62	
BAGREM			119	4	110	3			8		8		245	7	0,05	
TREŠNJA	230	6	45	1					436	13	1533	42	2244	62	0,48	
OTB	2		161	2	877	16	29	1	28		234	2	1331	21	0,29	
LIPA sp.					640	22			17		168	6	825	28	0,18	
C.JOHA	882	42	227	5	846	18			488	7	6		2449	72	0,52	
O.VRBA	28	1											28	1	0,01	
U k u p n o		80982	5059	9118	273	51314	1285	61337	1071	129747	2002	134423	1812	466921	11502	100,00
Površina ha	360,78	585,04		37,17		160,48		157,74		304,24		291,79		1897,24		
Ukupna površina bez I dobnog razreda														1536,46		
Pr.starost	11	31		53		66		92		115		128		64 / 77		
m3 / 1 ha		138	8,65	245	7,34	320	8,01	389	6,79	426	6,58	461	6,21	304	7,49	
Neobraslo proizvodno zemljište za pošumljavanje																

5.7. Količine i masa pronađenih plodišta tartufa

Unutar sve tri gospodarske jedinice pronađena su plodna tijela tartufa u površinskom horizontu tla do dubine od nekoliko centimetara. (slike 60 i 61).



Slika 60. Pretraživanje šumskih sastojina hrasta lužnjaka i običnoga graba na području šumarija Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski uz pomoć specijalizirane pasmine *Lagotto romagnolo* (Izvor: foto Vlašić)



Slika 61. Pronađeni crni tartufi (*Tuber spp.*) u površinskom horizontu tla (Izvor: foto Vlašić)

Najviše plodnih tijela pronađeno je unutar gospodarske jedinice Repaš – Gabajeva greda tijekom 2012. i 2013. godine. Tijekom 2012. godine pronađeno je petnaest plodnih tijela tartufa od čega četrnaest grubo crne bradavičaste vanjske površine i jedno plodno tijelo smeđe crnkaste površine (tablica 5).

Tijekom 2013. godine pronađeno je osam plodnih tijela crne bradavičaste vanjske površine. Na temelju okularne procjene na terenu je utvrđeno da plodna tijela spadaju u skupinu crnih tartufa (slika 62).



Slika 62. Pronađena plodna tijela crnih tartufa (*Tuber spp.*) u gospodarskoj jedinici Repaš – Gabajeva greda 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)

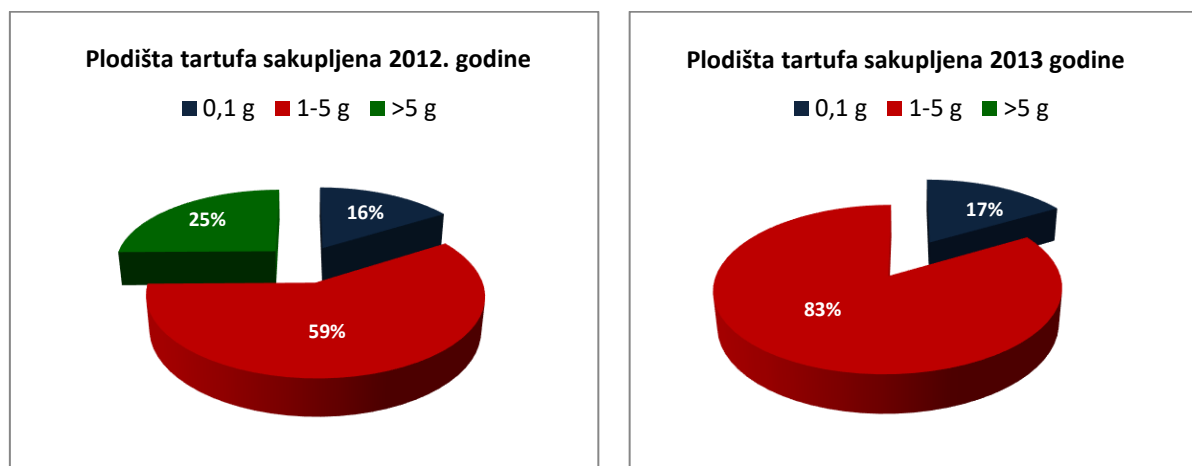
Masa plodnih tijela tartufa pronađenih tijekom 2012. godine kretala se od 0,7 do 6,4 g. Masa plodnih tijela tartufa pronađenih tijekom 2013. godine kretala se od 0,3 do 3,1 g. (tablica 5).

Od ukupne količine sakupljenih tartufa tijekom 2012. godine 59 % plodnih tijela tartufa je bilo mase od 1 do 5 grama. 25 % plodnih tijela tartufa je bilo mase veće od 5 grama, 16 % plodnih tijela je bilo mase do 1 grama. Od ukupne količine tartufa sakupljenih tijekom 2013. godine 83 % plodnih tijela bilo je mase od 1 do 5 grama. 17% plodnih tijela tartufa bio je mase do 1 grama, a niti jedno plodno tijelo nije bilo mase veće od 5 grama.

Tablica 5. Količine i mase plodišta crnih tartufa sakupljenih tijekom 2012. i 2013. godine na području šumarija Repaš, Đurđevac, Kloštar Podravski

GODINA UZORKOVANJA	2012			2013		
TEŽINA	0-1 g	1-5g	>5g	0-1 g	1-5g	>5g
BROJ UZORAKA						
1.		3,7	6,4		3,1	
2.		1,9			1,8	
3.		1,8			1,7	
4.		1,5			1,3	
5.		1,4			1,2	
6.		1,3		0,8		
7.		1,2		0,7		
8.		1,1		0,3		
9.		1,0				
10.	0,9					
11.	0,9					
12.	0,8					
13.	0,8					
14.	0,7					
Σ	4,1	14,9	6,4	1,8	9,1	

Grafikon 1. Postotni udio crnih tartufa prema klasama mase sakupljenih 2012. i 2013. godine na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski



Većina plodnih tijela pronađena je unutar šumskih sastojina hrasta lužnjaka i običnoga graba dok je jedan dio pronađen i na rubovima šumskih sastojina uz šumske ceste (slika 63).



Slika 63. Nalazišta crnih tartufa (*Tuber spp.*) na rubnim dijelovima sastojina te uz šumske ceste na području Podravine 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)

Tijekom istraživanja nalazišta tartufa određeni dio tartufa oštećen je od strane pasa prilikom iskapanja i kao takvi nisu bili upotrebljivi za daljnju analizu.

5.8. Determinacija crnih tartufa iz gospodarskih jedinica Repaš – Gabajeva greda, Đurđevačke nizinske šume i Svibovica

Uzorkovani svježi primjerci plodnih tijela tartufa su nakon terenskog obilaska analizirani okularnom metodom u svježem stanju u uredu. Neposredno pred determinaciju uzorci plodnih tijela su oprani te su im odstranjeni svi ostaci zemlje. Za determinaciju plodnih tijela korištena je okularna morfološka metoda (slika 64).



Slika 64. Pronađena plodna tijela crnih tartufa (*Tuber spp.*); gospodarska jedinica Repaš – Gabajeva greda; 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)

Plodišta četrnaest uzoraka su bila okruglasta do nepravilno gomoljasta. Peridij je bio crne do smeđe boje, crne bradavice nepravilno poligonalnog oblika, koje slabo strše, spljoštenog vrha te radijalno raspuknute. Gleba je bila sivosmeđe boje, protkana bijelim sterilnim žilicama koje su šire ili tanje. Miris je bio ugodan te intenzivan.

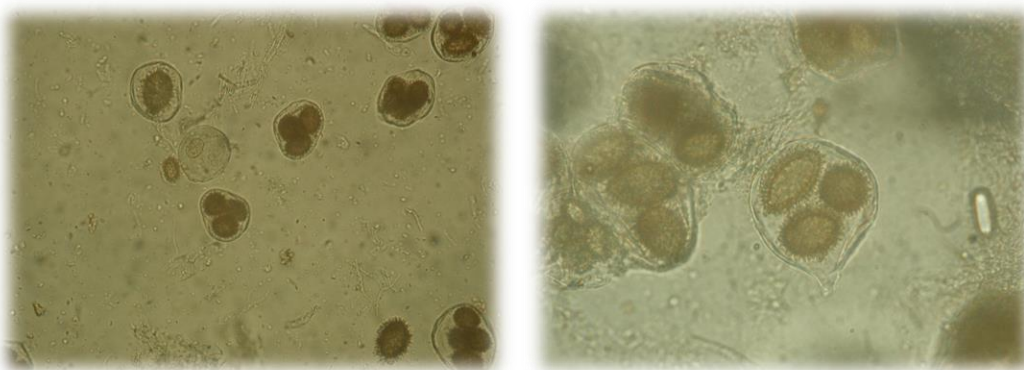
Plodište jednog uzorka je bilo nepravilno do okruglasto izduljeno (slika 65).



Slika 65. Pronađeno plodno tijelo crnog tartufa (*Tuber spp.*); gospodarska jedinica Repaš – Gabajeva greda; 2012. godine (Izvor: foto Vlašić)

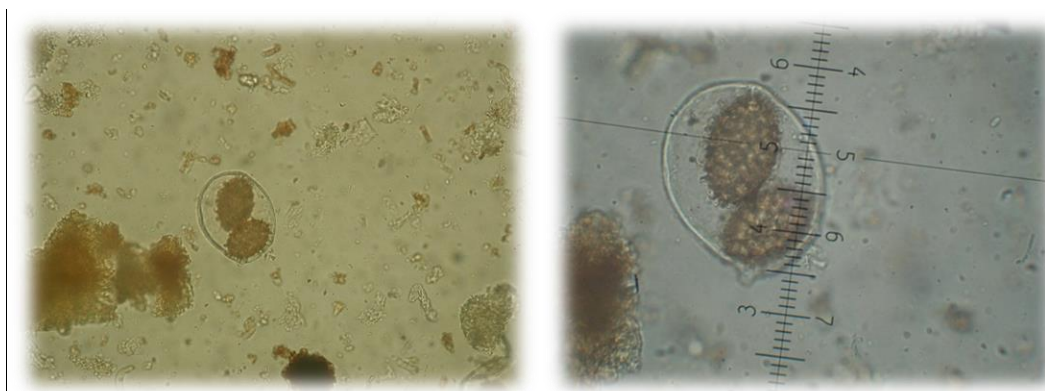
Površina plodišta je bila smeđe do crnkaste boje te mjestimično nepravilnih bradavica. Peridij je bio sastavljen od smeđih i crnih višekutnih bradavica koje su mjestimično bile visoke i široke, a mjestimično niske i sitne. Peridij je bio mjestimično crvenkaste boje. Gleba je bila smeđe – ljubičasto – sive boje protkana zaobljenim bijelim žilicama. Miris je bio intenzivan i ugodan te je podsjećao na miris bijelog tartufa (*Tuber magnatum*).

Mikroskopirano je četrnaest uzoraka te jedan uzorak koji se okularnom metodom razlikovao od ostalih uzoraka. Kod grupe od četrnaest uzoraka utvrđeni su askusi eliptičnog oblika. Unutar askusa nalazile su se od 1 do 5 askospora koje su bile eliptične, gustog, visokog i oštro šiljatog ornamenta (slika 66).



Slika 66. Askusi sa askosporama pronađenih plodnih tijela crnog tartufa (*Tuber spp.*) (Izvor: foto Vlašić)

Kod pojedinačnog uzorka koji se okularnom metodom razlikovao od grupe od četrnaest uzoraka utvrđeni su askusi okruglasto eliptičnog oblika (slika 67).



Slika 67. Askusi sa askosporama pronađenog plodnog tijela crnog tartufa (*Tuber spp.*) (Izvor: foto Vlašić)

Unutar askusa nalazilo se od 1 do 4 askospore koje su bile eliptične, dosta velike, mrežastog ornamenta, nepravilno poligonalnih alveola.

Na temelju okularne metode i kasnije mikroskopske analize plodna tijela pronađena tijekom 2012. i 2013. godine na području UŠP Koprivnica prema svojim morfološkim obilježjima spadaju u grupu crnih tartufa. Četrnaest uzoraka plodišta tartufa prema svojim morfološkim obilježjima plodišta najviše odgovaraju vrsti crni zimski tartuf (*Tuber brumale*) iako pojedina plodišta od četrnaest uzoraka imaju određene karakteristike vrste crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum*) dok pojedinačni uzorak najviše odgovara vrsti velikosporni tartuf (*Tuber macrosporum*). Radi detaljnijeg utvrđivanja postojanja plodnih tijela tartufa odnosno njihove determinacije na područja UŠP Koprivnica potrebno je provesti detaljnija istraživanja.

5.9. Fizikalno – kemijski parametri tla na mjestu pronalaska crnih tartufa na području UŠP Koprivnica

Istraživanja tla obuhvaćaju mjerenje bioloških, fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Fizikalna i kemijska svojstva tla pretežno se mjere na uzorcima tla u laboratoriju. Uzorkovanje tla zbog kasnije analize dobivenih rezultata provedeno je 3. i 4. 12. 2013. godine na području šumarije Repaš, Kloštar Podravski i Đurđevac. Uzorci tla uzimani su uz pomoć lopatice te su pohranjeni u vrećice u rastresitom stanju. Dubine uzimanja uzoraka iznosile su od 0-30 cm. Uzorci tla uzimani su na lokacijama gdje je utvrđena prisutnost plodnih tijela crnog tartufa (*Tuber spp.*). Za sve tri šumarije definiran je tip tla. U većini slučajeva na području ove tri šumarije zastupljeni su humofluvisol, euglej i hipoglej. Istraživanje fizikalno – kemijskih parametara tla na lokalitetima gdje je utvrđeno postojanje tartufa odnosilo se na šumske zajednice hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris Ht. 1938*). Fizikalno – kemijski parametri tla utvrđeni su u uzorcima tla sa lokacija gdje su pronađena plodišta crnog tartufa (*Tuber spp.*) na području šumarije Repaš, Kloštar Podravski i Đurđevac.

Reakcija tla određena je odnosom koncentracije H^+ i OH^- iona, a izražava se kao pH-vrijednost. Reakcija tla može biti kisela, neutralna ili alkalna i vrlo je važna za procese u tlu, posebno za iskoristivost hranjivih tvari.

Prema podrijetlu vodikovih iona ukupna pH reakcija (titracijom tla određena kiselost ili bazičnost) razvrstava se u dvije kategorije: aktivna kiselost ili aktualna pH reakcija i potencijalna kiselost ili izmjenjiva pH reakcija tla (tablica 6).

Reakcija tla (stupanj kiselosti odnosno bazičnosti) ima veliki utjecaj na kemijska, fizikalna i biološka svojstva tla, tj. na kemijsko trošenje minerala, tvorbu sekundarnih minerala, proces humifikacije, pokretljivost hranjivih tvari kao i na aktiviranje ekološki aktivnih elemenata (Al, Mn, Fe i dr.) odnosno elemenata koji su u normalnim količinama više ili manje prisutni u tlu. Poznavanje samo aktivne kiselosti daje informaciju o osnovnoj pH reakciji tla koja utječe na adsorpcijski kompleks tla, a preko njega i na strukturu tla i njegova biološka svojstva. Određivanje reakcije tla u vodi (aktivni aciditet) služi uglavnom u pedogenetske i pedodinamske svrhe.

Tablica 6. Klasifikacija tla s obzirom na vrijednost pH izmjerenu u suspenziji tla u H₂O prema Gračaninu & Ilijaniću (1977) i suspenziji tla u otopini KCl prema Schefferu i Schachtschabelu.

pH (H ₂ O)	Ocjena	pH (1M KCl)	Ocjena
<4,0	vrlo jako kiselo	<4,0	izrazito kiselo tlo
4,0-5,0	jako kiselo	4,0-4,9	jako kiselo tlo
5,0-6,0	osrednje kiselo	5,0-5,9	umjereno kiselo tlo
6,0-6,5	slabo kiselo	6,0-6,9	slabo kiselo tlo
6,5-6,9	vrlo slabo kiselo	7,0	neutralno tlo
oko 7,0	neutralno	7,1-8,0	slabo alkalno tlo
7,1-7,5	vrlo slabo alkalno	8,1-9,0	umjereno alkalno tlo
7,5-8,0	slabo alkalno	9,1-10,0	jako alkalno tlo
8,0-9,0	osrednje alkalno	>10,0	izrazito alkalno tlo
9,0-11,0	jako alkalno		
>11,0	vrlo jako alkalno		

Sadržaj fosfora u tlu vrlo je promjenjiv (0,02-0,15%) jer fosfor ulazi u sastav velikog broja različito topljivih minerala, ali se nalazi i vezan u organskoj tvari tla. Primarni minerali raspadanjem oslobađaju kalij koji se najvećim dijelom odmah veže na adsorpcijski kompleks tla te mu je mogućnost ispiranja iz tla mala.

Tlo se prema količini raspoloživog fosfora i kalija može podijeliti u tri različite grupe opskrbljenosti. Grupe (klase) opskrbljenosti su sljedeće:

1. klasa **dobro opskrbljeno tlo** (preko 20 mg P₂O₅ ili K₂O na 100 g tla),
2. klasa **srednje opskrbljeno tlo** (od 11 do 20 mg P₂O₅ ili K₂O na 100 g tla),
3. klasa **slabo opskrbljeno tlo** (od 0 do 10 mg P₂O₅ ili K₂O na 100 g tla).

Kod klasifikacije tla prema količini fosfora treba uzeti u obzir i pH - vrijednost tla, a kod pristupačnosti kalija vrlo je važan mehanički sastav tla.

Biljke koriste dušik u amonijskom i nitratnom obliku. Glavni izvor dušika za tlo je atmosferski dušik koji se u procesu biološke fiksacije uz pomoć posebne skupine mikroorganizama transformira u oblike dostupne za više biljke i mikroorganizme.

Amonijski oblik dušika adsorbira se dobro te se zbog toga trajnije zadržava u tlu. Nitratni oblik dušika adsorbira se vrlo slabo te je zbog toga podložan ispiranju.

Humus je kompleks organskih tvari tla nastao procesom nepotpunog razlaganja izumrlih biljnih i životinjskih ostataka te nema određen kemijski sastav. Predstavlja dinamičku komponentu tla koja se neprekidno stvara te je netopljiv u vodi. Udio humusa u tlu najčešće se izražava u postocima (tablica 7).

Tablica 7. Ocjena tla prema humoznosti (Gračanin & Ilijaniću, 1977)

Udjel humusa (%)	OCJENA TLA
<1	vrlo slabo humozno
1-3	slabo humozno
3-5	osrednje humozno
5-10	jako humozno
>10	vrlo jako humozno

U tlima čija je pH-vrijednost iznad 7 ima slobodnih karbonata. To su soli kalcija ili drugih elemenata koji se akumuliraju u tlu. O sadržaju CaCO_3 u tlu ovisi niz fizikalnih i kemijskih svojstava. CaCO_3 može se odrediti kvalitativno i kvantitativno. Kvalitativnim metodama samo se utvrđuje prisustvo i približna količina CaCO_3 , dok se kvantitativnim metodama utvrđuje njegova točna količina. Sadržaj suhe tvari odnosi se na ukupnu količinu krute tvari nakon laboratorijske obrade. Količina suhe tvari određuje se gravimetrijskom metodom i dobiveni rezultat predstavlja postotni udio suhe tvari.

Nakon provedenih analiza dobiveni su podaci o fizikalno – kemijskim obilježjima tla za područje šumarije Repaš, Kloštar Podravski i Đurđevac gdje je utvrđena prisutnost plodnih tijela crnog tartufa (*Tuber spp.*). Prema tipu tala na području sve tri šumarije dominantno su bila zastupljena hidromorfna tla, klase semiglejnih tala, fluvijativno - livadsko (humofluvisol) tlo i klasa glejnih tala, euglej i pseudoglej – glejno tlo.

U tablici 8. prikazani su fizikalno – kemijski parametri tla dobiveni analizom u laboratoriju za svaku šumariju pojedinačno : pH – trenutna vrijednost (H₂O), pH – izmjenjiva vrijednost (KCl), fosfor (P₂O₅), kalij (K₂O), hidrolitička kiselost, humus, amonijski dušik (NH₃), nitratni dušik (NO₃), ukupni dušik, suha tvar i CaCO₃.

Tablica 8. Fizikalni i kemijski parametri tla gdje je utvrđena prisutnosti plodnih tijela crnog tartufa (*Tuber spp.*) za šumarije Repaš, Kloštar Podravski i Đurđevac

ŠUMARIJA	UZORCI	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	P ₂ O ₅	K ₂ O	HIDROLITIČKA KISELOST	HUMUS	NH ₃	NO ₃	UKUPNI DUŠIK	SUHA TVAR	CaCO ₃
				mg/100g	mg/100g	cmol(+)/kg	%	mg/100g	mg/100g	kg Nmin/ha	%	%
Đurđevac	1	6,20	4,97	5,04	8,75	7,18	5,806	1,09	0,97	38,4	95,0	1,31
Đurđevac	2	6,05	5,45	3,44	19,90	7,90	6,631	1,24	0,97	42,4	95,1	1,56
Kloštar Podravski	3	6,56	5,97	6,94	17,88	4,77	8,056	0,81	0,89	29,7	94,4	0,00
Kloštar Podravski	4	7,52	6,32	6,24	15,08	0,72	4,268	1,05	0,00	29,2	96,0	0,46
Kloštar Podravski	5	6,41	6,05	3,04	12,41	5,68	7,314	0,64	0,18	19,3	95,1	0,86
Kloštar Podravski	6	5,83	5,13	1,64	16,77	8,26	4,801	0,62	0,50	21,3	95,7	0,12
Repaš	7	6,28	5,47	2,44	24,33	6,92	14,590	0,78	0,00	21,7	93,7	0,00
Repaš	8	7,40	6,44	6,84	24,73	2,58	9,489	1,02	1,44	40,2	95,1	1,61
Repaš	9	7,54	6,59	10,54	15,46	0,67	5,176	1,17	0,86	39,8	97,2	0,00

5.10. Usporedba fizikalno – kemijskih parametara tla na mjestu pronalaska crnih tartufa na području šumarije Repaš, šumarije Đurđevac i šumarije Kloštar Podravski

Nakon određivanja fizikalno – kemijskih parametara tla na mjestu pronalaska crnih tartufa provedena je njihova usporedba.

Srednja vrijednost kiselosti u vodi gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Repaš ($\text{pH u (H}_2\text{O)} = 7,07$), a najmanja na području šumarije Đurđevac ($\text{pH u (H}_2\text{O)} = 6,13$). Najveća apsolutna vrijednost kiselosti u vodi izmjerena je na uzorku 9 na području šumarije Repaš ($\text{pH u (H}_2\text{O)} = 7,54$) dok je apsolutna najmanja vrijednost kiselosti u vodi izmjerena na uzorku 6 na području šumarije Kloštar Podravski ($\text{pH u (H}_2\text{O)} = 5,83$).

Tablica 9. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za pH (H_2O)

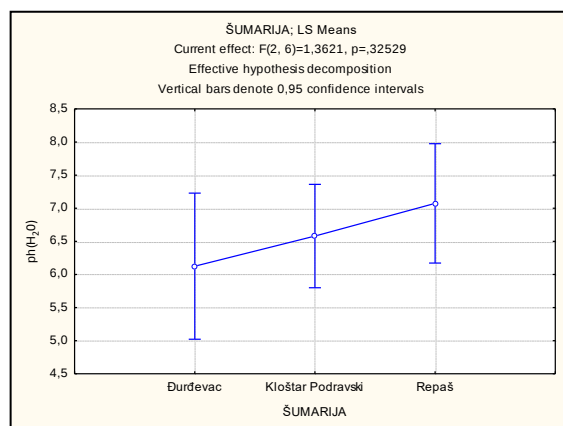
Effect	Univariate Tests of Significance for ph(H ₂ O) (podaci.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	361,0915	1	361,0915	887,7420	0,000000
ŠUMARIJA	1,1081	2	0,5540	1,3621	0,325293
Error	2,4405	6	0,4068		

Tablica 10. Deskriptivna statistika vrijednosti pH (H_2O) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Effect	Descriptive Statistics (podaci.sta)					
	Level of Factor	N	ph(H ₂ O) Mean	ph(H ₂ O) Std.Dev.	ph(H ₂ O) Std.Err	ph(H ₂ O) -95,00%
						+95,00%
Total		9	6,643333	0,666014	0,222005	6,131389
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	6,125000	0,106066	0,075000	5,172035
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	6,580000	0,701285	0,350642	5,464100
ŠUMARIJA	Repaš	3	7,073333	0,690604	0,398720	5,357779

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za kiselost u vodi ($\text{pH u (H}_2\text{O)}$). Rezultati su prikazani u tablicama 9 i 10, a grafički prikaz vrijednosti vidljiv je na slici 68.

Iz analize varijance u tablicama 9 i 10 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti pH u (H_2O) između analiziranih šumarija ($F=1,3621$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 68. Vrijednosti pH (H₂O) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost izmjenjive vrijednosti pH (KCl) gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Repaš (pH u (KCl) = 6,17), a najmanja na području šumarije Đurđevac (pH u (KCl) = 5,21). Najveća apsolutna vrijednost pH (KCl) izmjerena je na uzorku 9 na području šumarije Repaš (pH u (KCl) = 6,59) dok je apsolutna najmanja vrijednost pH (KCl) izmjerena na uzorku 1 na području šumarije Đurđevac (pH u (KCl) = 4,97).

Tablica 11. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za pH (KCl)

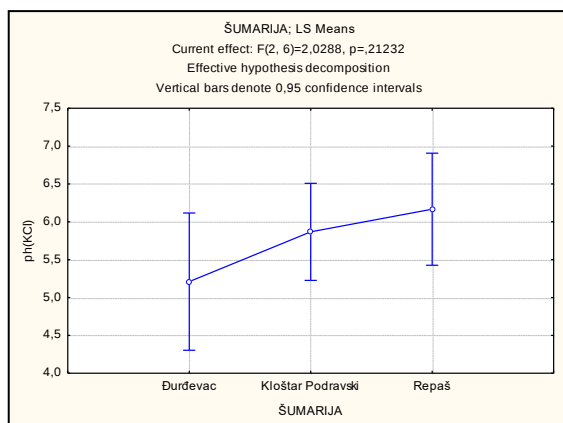
Univariate Tests of Significance for ph(KCl) (podaci.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	274,4873	1	274,4873	999,9893	0,000000
ŠUMARIJA	1,1137	2	0,5569	2,0288	0,212316
Error	1,6469	6	0,2745		

Tablica 12. Deskriptivna statistika vrijednosti pH (KCl) za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Descriptive Statistics (podaci.sta)						
Effect	Level of Factor	N	ph(KCl) Mean	ph(KCl) Std.Dev.	ph(KCl) Std.Err	ph(KCl) -95,00% +95,00%
Total		9	5,821111	0,587440	0,195813	5,369565 6,272658
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	5,210000	0,339411	0,240000	2,160511 8,259489
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	5,867500	0,513963	0,256982	5,049670 6,685330
ŠUMARIJA	Repaš	3	6,166667	0,607975	0,351014	4,656374 7,676960

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za izmjenjivu pH (pH u (KCl)). Rezultati su prikazani u tablicama 11 i 12, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 69.

Iz analize varijance u tablicama 11 i 12 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti pH u (KCl) između analiziranih šumarija ($F=2,0288$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 69. Vrijednosti pH (KCl) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost P_2O_5 gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Repaš ($P_2O_5 = 6,61$), a najmanja na području šumarije Đurđevac ($P_2O_5 = 4,24$). Najveća apsolutna vrijednost P_2O_5 izmjerena je na uzorku 9 na području šumarije Repaš ($P_2O_5 = 10,54$) dok je apsolutna najmanja vrijednost P_2O_5 izmjerena na uzorku 6 na području šumarije Kloštar Podravski ($P_2O_5 = 1,64$).

Tablica 13. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za P_2O_5

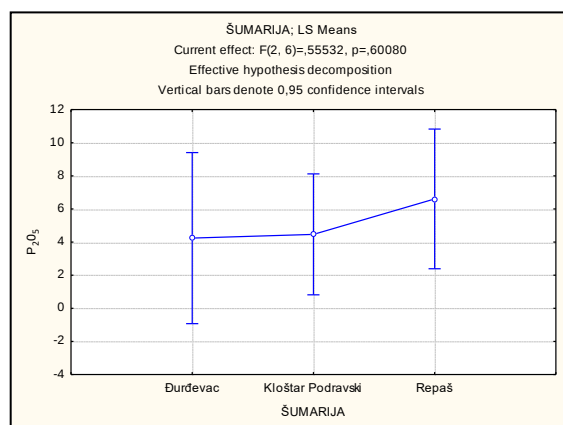
	Univariate Tests of Significance for P ₂ O ₅ (podaci.sta)				
	Sigma-restricted parameterization				
	Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	216,4127	1	216,4127	24,29140	0,002634
ŠUMARIJA	9,8947	2	4,9474	0,55532	0,600797
Error	53,4542	6	8,9090		

Tablica 14. Deskriptivna statistika vrijednosti P_2O_5 za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Effect	Descriptive Statistics (podaci.sta)					
	Level of Factor	N	P_2O_5 Mean	P_2O_5 Std.Dev.	P_2O_5 Std.Err	P_2O_5 -95,00% +95,00%
Total		9	5,128889	2,814003	0,938001	2,96585 7,29192
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	4,240000	1,131371	0,800000	-5,92496 14,40496
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	4,465000	2,535580	1,267790	0,43033 8,49967
ŠUMARIJA	Repaš	3	6,606667	4,055038	2,341177	-3,46661 16,67994

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za P_2O_5 .

Rezultati su prikazani u tablicama 13 i 14, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 70. Iz analize varijance u tablicama 13 i 14 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti P_2O_5 između analiziranih šumarija ($F=0,5553$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 70. Vrijednosti P_2O_5 tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost K_2O gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Repaš ($K_2O = 21,51$), a najmanja na području šumarije Đurđevac ($K_2O = 14,33$). Najveća apsolutna vrijednost K_2O izmjerena je na uzorku 8 na području šumarije Repaš ($K_2O = 24,73$) dok je apsolutna najmanja vrijednost K_2O izmjerena na uzorku 1 na području šumarije Đurđevac ($K_2O = 8,75$).

Tablica 15. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za K_2O

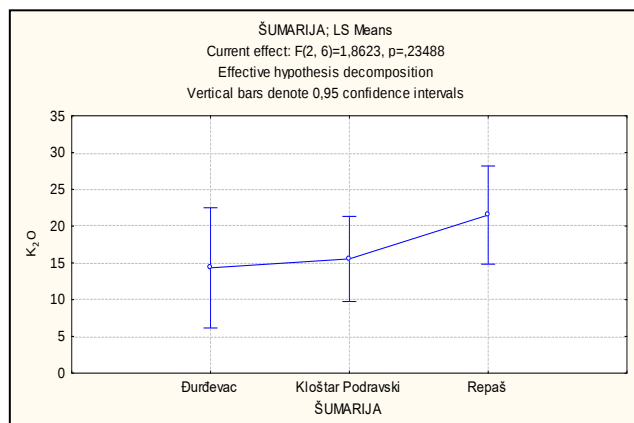
Univariate Tests of Significance for K_2O (podaci)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2435,570	1	2435,570	108,9892	0,000045
ŠUMARIJA	83,233	2	41,617	1,8623	0,234876
Error	134,081	6	22,347		

Tablica 16. Deskriptivna statistika vrijednosti K_2O za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Descriptive Statistics (podaci)						
Effect	Level of Factor	N	K_2O Mean	K_2O Std.Dev.	K_2O Std.Err	K_2O -95,00% +95,00%
Total		9	17,25667	5,211943	1,737314	13,2504 21,26292
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	14,32500	7,884241	5,575000	-56,5121 85,16209
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	15,53500	2,380259	1,190130	11,7475 19,32252
ŠUMARIJA	Repaš	3	21,50667	5,240385	3,025538	8,4888 34,52450

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za K_2O .

Rezultati su prikazani u tablicama 15 i 16, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 71. Iz analize varijance u tablicama 15 i 16 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti K_2O između analiziranih šumarija ($F=1,8623$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 71. Vrijednosti K_2O tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost hidrolitičke kiselosti gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Đurđevac (hidrolitička kiselost=7,54), a najmanja na području šumarije Đurđevac (hidrolitička kiselost=3,39). Najveća apsolutna vrijednost hidrolitičke kiselosti izmjerena je na uzorku 6 na području šumarije Kloštar Podravski (hidrolitička kiselost=8,26) dok je apsolutna najmanja vrijednost hidrolitičke kiselosti izmjerena na uzorku 9 na području šumarije Repaš (hidrolitička kiselost=0,67).

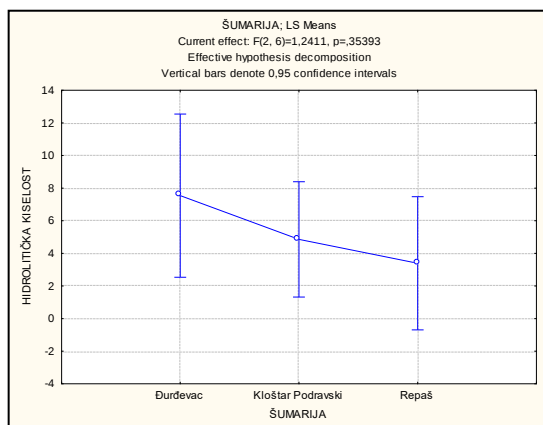
Tablica 17. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za hidrolitičku kiselost

Univariate Tests of Significance for HIDROLITIČKA KISELOST (podaci)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	230,0725	1	230,0725	27,52355	0,001927
ŠUMARIJA	20,7493	2	10,3747	1,24112	0,353933
Error	50,1547	6	8,3591		

Tablica 18. Deskriptivna statistika vrijednosti hidrolitičke kiselosti za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Descriptive Statistics (podaci)						
Effect	Level of Factor	N	HIDROLITIČKA KISELOST Mean	HIDROLITIČKA KISELOST Std.Dev.	HIDROLITIČKA KISELOST Std.Err	HIDROLITIČKA KISELOST -95,00% +95,00%
Total		9	4,964444	2,977080	0,992360	2,67606 7,25283
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	7,540000	0,509117	0,360000	2,96577 12,11423
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	4,857500	3,129434	1,564717	-0,12213 9,83713
ŠUMARIJA	Repaš	3	3,390000	3,202764	1,849117	-4,56611 11,34611

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za hidrolitičku kiselost. Rezultati su prikazani u tablicama 17 i 18, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 72. Iz analize varijance u tablicama 17 i 18 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti hidrolitičke kiselosti između analiziranih šumarija ($F=1,2411$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 72. Vrijednosti hidrolitičke kiselosti tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost postotka humusa gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Repaš (humus=9,75), a najmanja na području šumarije Kloštar Podravski (humus = 6,11).

Najveća apsolutna vrijednost humusa izmjerena je na uzorku 7 na području šumarije Repaš (humus=14,59) dok je apsolutna najmanja vrijednost humusa izmjerena na uzorku 4 na području šumarije Kloštar Podravski (humus=4,27).

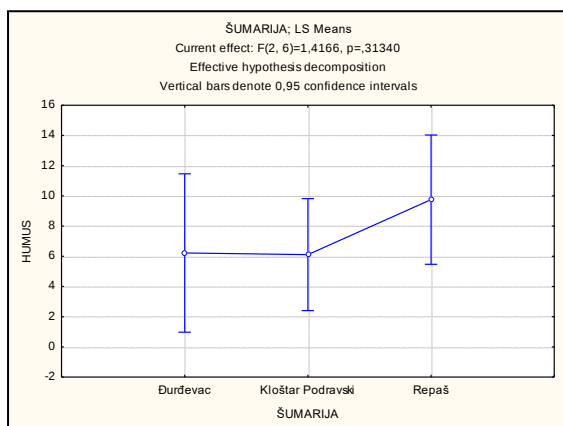
Tablica 19. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za humus

Effect	Univariate Tests of Significance for HUMUS (podaci)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	450,0210	1	450,0210	49,00545	0,000423
ŠUMARIJA	26,0174	2	13,0087	1,41660	0,313401
Error	55,0985	6	9,1831		

Tablica 20. Deskriptivna statistika postotne vrijednosti humusa za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Effect	Descriptive Statistics (podaci)						
	Level of Factor	N	HUMUS Mean	HUMUS Std.Dev.	HUMUS Std.Err	HUMUS -95,00%	HUMUS +95,00%
Total		9	7,347889	3,184256	1,061419	4,90025	9,79553
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	6,218500	0,583363	0,412500	0,97719	11,45981
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	6,109750	1,856787	0,928394	3,15519	9,06431
ŠUMARIJA	Repaš	3	9,751667	4,712493	2,720759	-1,95482	21,45815

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za postotak humusa. Rezultati su prikazani u tablicama 19 i 20, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 73. Iz analize varijance u tablicama 19 i 20 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti postotka humusa između analiziranih šumarija ($F=1,4166$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 73. Vrijednosti humusa tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost amonijskog dušika (NH_3) gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Đurđevac (amonijski dušik (NH_3) =1,17), a najmanja na području šumarije Kloštar Podravski (amonijski dušik (NH_3) =0,78). Najveća apsolutna vrijednost amonijskog dušika (NH_3) izmjerena je na uzorku 2 na području šumarije Đurđevac (amonijski dušik (NH_3) =1,24) dok je apsolutna najmanja vrijednost amonijskog dušika (NH_3) izmjerena na uzorku 6 na području šumarije Kloštar Podravski (amonijski dušik (NH_3) =0,62).

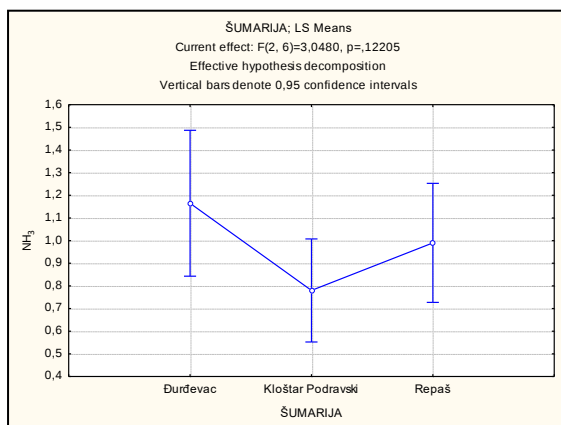
Tablica 21. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za amonijski dušik (NH_3)

Univariate Tests of Significance for NH_3 (podaci)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7,951592	1	7,951592	229,7595	0,000005
ŠUMARIJA	0,210972	2	0,105486	3,0480	0,122048
Error	0,207650	6	0,034608		

Tablica 22. Deskriptivna statistika vrijednosti amonijskog dušika (NH_3) za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Effect	Descriptive Statistics (podaci)					
	Level of Factor	N	NH_3 Mean	NH_3 Std.Dev.	NH_3 Std.Err	NH_3 -95,00% +95,00%
Total		9	0,935556	0,228753	0,076251	0,759721 1,111390
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	1,165000	0,106066	0,075000	0,212035 2,117965
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	0,780000	0,199165	0,099582	0,463084 1,096916
ŠUMARIJA	Repaš	3	0,990000	0,196723	0,113578	0,501313 1,478687

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za vrijednosti amonijskog dušika (NH_3). Rezultati su prikazani u tablicama 21 i 22, a slikovni prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 74. Iz analize varijance u tablicama 21 i 22 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti amonijskog dušika (NH_3) između analiziranih šumarija ($F=3,0480$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).

Slika 74. Vrijednosti amonijski dušik (NH_3) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost nitrarnog dušika (NO_3) najveća je u tlima šumarije Đurđevac (nitrarni dušik (NO_3) =0,97), a najmanja na području šumarije Kloštar Podravski (nitrarni dušik (NO_3) =0,39). Najveća apsolutna vrijednost nitrarnog dušika (NO_3) izmjerena je na uzorku 8 na području šumarije Repaš (NO_3 =1,44) dok je apsolutna najmanja vrijednost nitrarnog dušika (NO_3) izmjerena na uzorku 4 i 7 na području šumarije Kloštar Podravski i Repaš (nitrarni dušik (NO_3) =0,00).

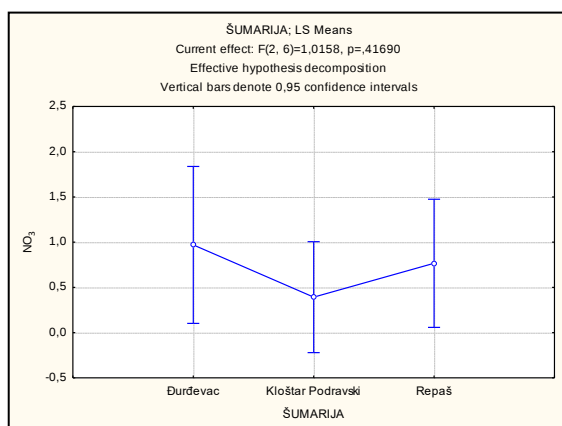
Tablica 23. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za nitrarni dušik (NO_3)

Effect	Univariate Tests of Significance for NO_3 (podaci)				
	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4,184631	1	4,184631	16,64816	0,006501
ŠUMARIJA	0,510681	2	0,255340	1,01585	0,416900
Error	1,508142	6	0,251357		

Tablica 24. Deskriptivna statistika vrijednosti nitratnog dušika (NO_3) za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Effect	Descriptive Statistics (podaci)					
	Level of Factor	N	NO_3 Mean	NO_3 Std.Dev.	NO_3 Std.Err	NO_3 -95,00% +95,00%
Total		9	0,645556	0,502347	0,167449	0,25942 1,031694
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	0,970000	0,000000	0,000000	0,97000 0,970000
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	0,392500	0,390843	0,195422	-0,22942 1,014419
ŠUMARIJA	Repaš	3	0,766667	0,724523	0,418303	-1,03315 2,566481

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za vrijednosti nitratnog dušika (NO_3). Rezultati su prikazani u tablicama 23 i 24, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 75. Iz analize varijance u tablicama 23 i 24 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti nitratnog dušika (NO_3) između analiziranih šumarija ($F=1,0158$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).

Slika 75. Vrijednosti nitratnog dušika (NO_3) tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost ukupnog dušika gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Đurđevac (ukupni dušik=40,40), a najmanja na području šumarije Kloštar Podravski ($\text{NO}_3=24,88$). Najveća apsolutna vrijednost ukupnog dušika izmjerena je na uzorku 2 na području šumarije Đurđevac (ukupni dušik=42,40) dok je apsolutna najmanja vrijednost ukupnog dušika izmjerena na uzorku 5 na području šumarije Kloštar Podravski (ukupni dušik=19,30).

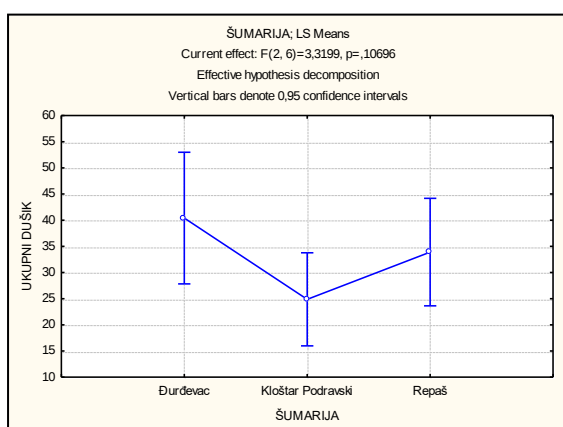
Tablica 25. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za ukupni dušik

Effect	Univariate Tests of Significance for UKUPNI DUŠIK (podaci) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	9079,090	1	9079,090	171,7424	0,000012
ŠUMARIJA	351,013	2	175,506	3,3199	0,106962
Error	317,188	6	52,865		

Tablica 26. Deskriptivna statistika vrijednosti ukupnog dušika za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Effect	Descriptive Statistics (podaci)					
	Level of Factor	N	UKUPNI DUŠIK Mean	UKUPNI DUŠIK Std.Dev.	UKUPNI DUŠIK Std.Err	UKUPNI DUŠIK -95,00% +95,00%
Total		9	31,33333	9,13920	3,046400	24,30832 38,35835
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	40,40000	2,82843	2,000000	14,98759 65,81241
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	24,87500	5,34938	2,674688	16,36295 33,38705
ŠUMARIJA	Repaš	3	33,90000	10,56740	6,101093	7,64912 60,15088

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za vrijednost ukupnog dušika. Rezultati su prikazani u tablicama 25 i 26, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 76. Iz analize varijance u tablicama 25 i 26 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti ukupnog dušika između analiziranih šumarija ($F=3,3199$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 76. Vrijednosti ukupnog dušika tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost suhe tvari gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Repaš (suha tvar=95,33), a najmanja na području šumarije Đurđevac (suha tvar=95,05). Najveća apsolutna vrijednost suhe tvari izmjerena je na uzorku 9 na području šumarije Repaš (suha tvar=97,20) dok je apsolutna najmanja vrijednost suhe tvari izmjerena na uzorku 7 na području šumarije Repaš (suha tvar=93,70).

Tablica 27. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za suhu tvar

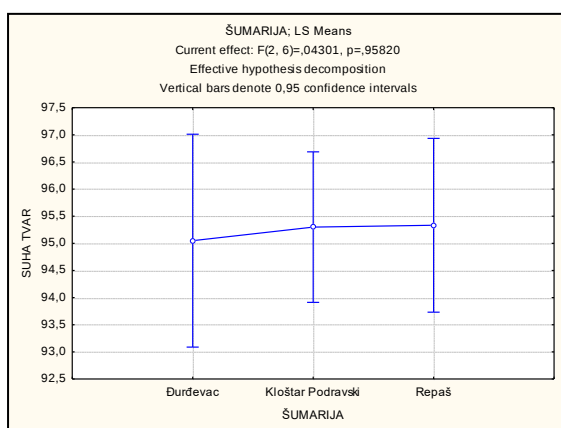
Effect	Univariate Tests of Significance for SUHA TVAR (podaci)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	75336,89	1	75336,89	58615,26	0,000000
ŠUMARIJA	0,11	2	0,06	0,04	0,958196
Error	7,71	6	1,29		

Tablica 28. Deskriptivna statistika vrijednosti suhe tvari za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Effect	Descriptive Statistics (podaci)						
	Level of Factor	N	SUHA TVAR Mean	SUHA TVAR Std.Dev.	SUHA TVAR Std.Err	SUHA TVAR -95,00%	SUHA TVAR +95,00%
Total		9	95,25556	0,988826	0,329609	94,49548	96,01563
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	95,05000	0,070711	0,050000	94,41469	95,68531
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	95,30000	0,707107	0,353553	94,17484	96,42516
ŠUMARIJA	Repaš	3	95,33333	1,761628	1,017076	90,95721	99,70946

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za vrijednost suhe tvari. Rezultati su prikazani u tablicama 27 i 28, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 77.

Iz analize varijance u tablicama 27 i 28 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti suhe tvari između analiziranih šumarija ($F=0,0430$; stupanj slobode = 2; $p<0,05$).



Slika 77. Vrijednosti suhe tvari tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

Srednja vrijednost kalcijevog karbonata CaCO_3 gdje su pronađeni crni tartufi bila je najveća u tlima šumarije Đurđevac ($\text{CaCO}_3 = 1,43$), a najmanja na području šumarije Kloštar Podravski (kalcijev karbonat $\text{CaCO}_3 = 0,36$). Najveća apsolutna vrijednost kalcijevog karbonata CaCO_3 izmjerena je na uzorku 8 na području šumarije Repaš (kalcijev karbonat $\text{CaCO}_3 = 1,61$) dok je apsolutna najmanja vrijednost kalcijevog karbonata CaCO_3 izmjerena na uzorku 3,7,9 na području šumarije Kloštar Podravski i Repaš (kalcijev karbonat $\text{CaCO}_3 = 0,00$).

Tablica 29. Rezultati univarijantne analize varijance (ANOVA) za kalcijev karbonat CaCO_3

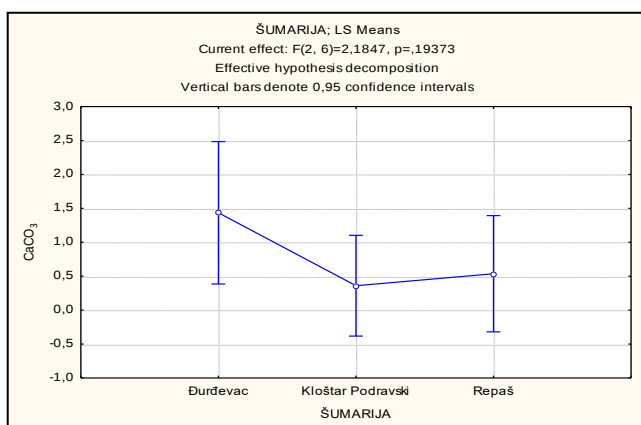
Univariate Tests of Significance for CaCO_3 (podaci)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	5,018464	1	5,018464	13,64630	0,010159
ŠUMARIJA	1,606839	2	0,803419	2,18467	0,193731
Error	2,206517	6	0,367753		

Tablica 30. Deskriptivna statistika vrijednosti kalcijevog karbonata CaCO_3 za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš

Descriptive Statistics (podaci)							
Effect	Level of Factor	N	CaCO_3 Mean	CaCO_3 Std.Dev.	CaCO_3 Std.Err	CaCO_3 -95,00%	CaCO_3 +95,00%
Total		9	0,657778	0,690413	0,230138	0,12708	1,188476
ŠUMARIJA	Đurđevac	2	1,435000	0,176777	0,125000	-0,15328	3,023276
ŠUMARIJA	Kloštar Podravski	4	0,360000	0,386092	0,193046	-0,25436	0,974358
ŠUMARIJA	Repaš	3	0,536667	0,929534	0,536667	-1,77242	2,845757

Za područje šumarija gdje je provedena analiza uzoraka tla izvršena je analiza varijance za vrijednosti kalcijevog karbonata CaCO_3 .

Rezultati su prikazani u tablicama 29 i 30, a grafički prikaz srednjih vrijednosti vidljiv je na slici 78. Iz analize varijance u tablicama 29 i 30 može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika srednjih vrijednosti kalcijevog karbonata CaCO_3 između analiziranih šumarija ($F=2,1846$; stupanj slobode = 2; $p < 0,05$).

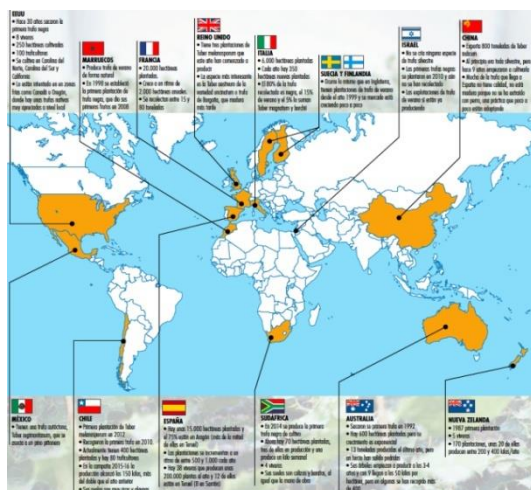


Slika 78. Vrijednosti kalcijevog karbonata CaCO_3 tla za šumarije Đurđevac, Kloštar Podravski, Repaš

5.11. Umjetni uzgoj tartufa kroz osnivanje plantaže

Zbog prekomjernog iskorištavanja prirodnih staništa tartufa iz godine u godinu dolazi do smanjenja njihovih prinosa. Kako bi se umanjio utjecaj na prirodna staništa tartufa u mnogim zemljama svijeta podignute su ili se podižu nove plantaže tartufa. Postoje i pokušaji podizanja plantaža tartufa i na području Republike Hrvatske, najčešće na području Istre. Većina crnih tartufa proizvedenih u Francuskoj, Italiji i Španjolskoj skupljaju se u plantažama tartufa, a u Francuskoj se samo 10% tartufa sakuplja iz prirodnih staništa (Reyna & Garcia-Barreda, 2014). Uzgojeni crni tartufi također su proizvedeni u SAD-u, Kanadi, Maroku, Čileu i Južnoj Africi (Reyna i Garcia-Barreda, 2014; Berch i Bonito, 2014).

Na slici 79. prikazani su podaci u kojim se državama svijeta proizvode tartufi u plantažama zaključno sa 2017. godinom. Nažalost Hrvatske trenutno nema na toj karti, ali se nadamo da će se u dogledno vrijeme to promijeniti.



Slika 79. Plantažni uzgoj tartufa širom svijeta (Izvor: <https://trufflefarming.wordpress.com/>)

Umjetni uzgoj vrste *Tuber aestivum* je sve zanimljiviji zbog toga što je ekonomski važna vrsta, ima uređeno tržište te se prodaje diljem svijeta (Hall i sur., 2007) osim toga ona je prilagođena širem rasponu klimatskih uvjeta te fizikalnih i kemijskih svojstava tla od vrste *Tuber melanosporum* koja se najčešće koristi u umjetnom uzgoju tartufa (Hall i sur., 2007). Unatoč podizanju plantaža bijelog tartufa u Italiji od ranih 1980-ih do kraja devedesetih samo nekoliko plantaža bijelog tartufa *Tuber magnatum* proizvelo je nekoliko kilograma po hektaru (Gregori i sur., 2010). U Italiji se od oko 120.000 stabala inokuliranih tartufima godišnje samo 15% inokulira sa vrstom *Tuber aestivum*.

Kod umjetnog uzgoja tartufa kroz osnivanje plantaža klimatski čimbenici te fizikalna i kemijska svojstva tla na mjestu podizanja plantaže predstavljaju bitne čimbenike za uspjeh plodonošenja. Prvo se mora pronaći odgovarajuće zemljište koristeći prethodna iskustva položaja zemljišta, svojstva tla i lokalne klime (Chevalier i sur. 2001; Hall i sur. 2001). Lokalna klima je odlučujući čimbenik u odabiru vrste tartufa i drveća (Garland 2001; Hall i sur. 2001; Hall & Zambonelli 2005). Ljetni tartuf (*Tuber aestivum*) može se uzgajati u polukontinentalnoj i kontinentalnoj klimi. Ovisnost između mjesečne temperature zraka i skupljanja tartufa još nije utvrđena. Prema Wedenu i sur. (2004b) prosječne mjesečne temperature na Gotlandu u Švedskoj rezultiraju ranijim početkom i završetkom dozrijevanja vrste *Tuber aestivum* nego u Francuskoj.

Sadržaj vapna u tlu kod razvoja vrste *Tuber aestivum* može biti nizak, ali podaci o ovim svojstvima pokazuju veliku varijabilnost (Bratek and Bene, 2003). Staništa vrste *Tuber aestivum* u Karpatskom bazenu slična su francuskim i švedskim staništima, a karakterizira ih veliki sadržaj humusa uglavnom u teškim, ilovastim, neutralno ili slabo alkalnim tlima s promjenjivom koncentracijom vapna (Bratek and Halász, 2005). Vrsta *Tuber brumale* smatrala se štetnom, kontaminirajućom gljivom, ali suprotno tome plantaže vrste *Tuber brumale* mogu biti ekonomski korisne (Benucci i sur. 2012, Murat 2014, Liu i sur., 2014), osobito kad se uzgajaju na gospodarski značajnim biljkama domaćinima (Benucci i sur., 2012). *T. brumale* pokazuje slične ekološke zahtjeve kao i vrsta *T. melanosporum*, ali ima širu ekološku amplitudu (Mamoun i Olivier 1993, Callot i sur., 1999, Raglione i sur., 2001). U znanstvenim člancima ne nailazimo na rezultate istraživanja koji dokazuju negativno potiskujuće djelovanje vrste *Tuber brumale* u odnosu na vrstu *Tuber melanosporum* (Valverde i sur., 2009, Belfiori i sur., 2012, Liu i sur., 2014, Martin-Santafe i sur., 2014). Prema Sourzat (2011) i De Miguel i sur. (2014) kod vrste *Tuber brumale* može doći do ranijeg plodonošenja na stablima domaćina. Unošenje vapna u plantaže tartufa postala je široko rasprostranjena praksa kako bi se kontrolirala prisutnost vrste *Tuber brumale* (Riousset et al. 2001). U plantaži tartufa sa vrstom *T. melanosporum* u jugoistočnoj Francuskoj kamenitost tla je glavni ekološki čimbenik koji utječe na prostornu varijabilnost razvoja plodišta tartufa (Oliach i sur., 2005). Prinos na plantažama tartufa postupno se povećava u razdoblju od 10 do 20 godina. Mnoge plantaže tartufa u Europi nemaju sustav navodnjavanja. Prosječni godišnji prinos od 15 do 20 kg/ha na plantaži tartufa smatra se dobrim.

Prirodna nalazišta tartufa imaju godišnji prinos oko 10 kg/ha dok većina plantaža na Novom Zelandu ima godišnji prinos od 50 kg/ha. Gerard Chevalier (1998) iznio je najbolji rezultat na plantažama koje je promatrao u Burgundiji i Perigordu. Plantaže su podignute sa vrstama domaćinima *Corylus avellana* i *Quercus pubescens* i u starosti između 11 i 14 godina imale su prosječni godišnji prinos od 100 do 150 kg/ha.

Godišnji prinosi plantaža tartufa u Italiji za vrstu *Tuber melanosporum* iznose od nekoliko kilograma pa do 100 kg/ha prosječno od 40 do 50 kg/ha, a za vrstu *Tuber aestivum* preko 100 kg/ha (Bencivenga i sur., 2009). Godišnji prinos crnog tartufa na 14 godina starim plantažama hrasta crnike u Italiji iznosio je 50 kg/ha, u Francuskoj 15 do 110 kg/ha, a u Španjolskoj oko 45 kg/ha (Bonet i sur., 2006). Godišnji prinos na najvećoj svjetskoj plantaži tartufa koja se nalazi u Španjolskoj iznosi od 2 do 50 kg/ha na dijelovima bez navodnjavanja odnosno do 150 kg/ha na dijelovima sa navodnjavanjem (Wang i Hall, 2004.).

Na slici 80. data je financijska studija prihoda i rashoda kod osnivanja plantaže tartufa za vrstu *Tuber melanosporum* u Španjolskoj.

Year	Works	Cost €/ha	Maintenance €/ha	Production Kg/ha	Truffle €/ha	Cash Flow	Balance
0	Plantation	-1.800				-1.800	-1800
1			-300			-300	-2100
2			-300			-300	-2400
3			-300			-300	-2700
4			-300			-300	-3000
5			-300			-300	-3300
6			-300			-300	-3600
7			-300			-300	-3900
8			-300			-300	-4200
9			-300			-300	-4500
10	Fencing Irrigation	-1500 -1500	-300			-1800	-6300
11			-300	8	2400	2100	-4200
12			-300	10	3000	2700	-1500
13			-300	12	3600	3300	1800
14			-300	13	3900	3600	5400
15			-300	15	4500	4200	9600
16			-300	16	4800	4500	14100
17			-300	17	5100	4800	18900
18			-300	18	5400	5100	24000
19			-300	19	5700	5400	29400
20			-300	20	6000	5700	35100

Slika 80. Financijska studija ukupnih prihoda i rashoda plantaže tartufa u 20 godina po hektaru (Izvor: <http://micofora.com/en/tuber-melanosporum-truffle-farming-guide/>)

Trenutna netto vrijednost plantaža u Španjolskoj, Francuskoj i Italiji je od 19.424 €/ha do 66.972 €/ha. Razdoblje povrata kod plantažnog uzgoja tartufa je jednako ili veće od 10 godina.

U Finskoj kod prvog uspješnog uzgoja tartufa klimatske razlike u odnosu na idealne uvjete nisu utjecale na rast vrste *Tuber aestivum*. Prva plodna tijela javila su se tijekom mjeseca listopada kada je prosječna temperatura bila 4 do 5°C. Plodna tijela vrste *Tuber aestivum* javljaju se uglavnom pri temperaturi od 3,5 do 15°C (Shamekh i sur., 2013). Temperatura tla na dubini gdje je micelij tartufa (*Tuber melanosporum*) najčešće prisutan ne smije se spustiti ispod -5°C čak niti na kratko vrijeme (Suz i sur., 2006). Plodna tijela tartufa domaćini su raznovrsnih bakterija (Barbieri i sur., 2005, 2007), među kojima su i bakterije koje fiksiraju dušik (Cerigini i sur., 2008, Barbieri i sur. 2010) i koje su blisko vezane s bakterijama koje stvaraju kvržice na korijenskom sustavu mahunarki. Određene vrste tartufa imaju sposobnost proizvodnje alelopatskih tvari koje dovode do formiranja tzv. "brulea" (Bonfante i sur., 1971; Pacioni, 1991; Papa i sur., 1992). To su područja gdje se pojavljuje najviše plodišta tartufa, a karakterizira ga smanjen intenzitet vegetacije. To je karakteristično za vrste *Tuber melanosporum* i *Tuber mesentericum*.

Razlika u dozrijevanju plodišta pojedinih vrsta tartufa je vrlo važna kod odabira vrsta za osnivanje plantaže tartufa jer ukoliko dođe do smrzavanja tartufa u tlu oni trunu nakon odmrzavanja i nisu tržišno vrijedni (Riousset i sur. 2001; Chevalier and Frochot, 1997). U Europi se morfološke i molekularne metode certificiranja inokuliranih sadnica tartufa primjenjuju lokalno (Andrés-Alpuente i sur., 2015; Murat, 2014).

Neki znanstvenici pretpostavljaju da je nedostatak prinosa na plantažama tartufa posljedica uglavnom lošeg izbora zemljišta za uzgoj. Isto tako značajan utjecaj imaju klimatske prilike i obilježja tla (Garcia Montero i sur., 2008) kao i prisutnost različitih vrsta ektomikorize na sadnicama inokuliranim tartufima u vrijeme sadnje (Hall i sur., 2003). Gljive iz porodice *Pyronemataceae* su najpoznatije konkurentske gljive u umjetnim i prirodnim staništima tartufa (Baciarrelli Falini i sur., 2006; Rubini i sur., 2011b).

Prilikom osnivanja plantaže tartufa u sklopu ovog magistarskog rada prvo je provedena kemijska analiza tla radi utvrđivanja pH tla odnosno potrebe za kasnijim tretiranjem tla kalcijevim i magnezijevim karbonatom radi dovođenja pH vrijednosti u optimalno stanje. Također je provedena i mehanička priprema tla za sadnju sadnica.

Nakon toga uslijedilo je osnivanje plantaže sadnjom inokuliranih sadnica hrasta lužnjaka. Sadnice su bile inokulirane sa vrstama *T. magnatum*, *T. melanosporum* i *T. aestivum*.

5.12. Fizikalno – kemijski parametri tla prije osnivanja plantaže tartufa

Srednja vrijednost kiselosti tla iznosila je 5,36 prije osnivanja plantaže tartufa. Srednja vrijednost izmjenjive vrijednosti kiselosti tla iznosila je 4,36 prije osnivanja plantaže tartufa. Srednja vrijednost P_2O_5 prije osnivanja plantaže tartufa iznosila je 2,59. Srednja vrijednost K_2O prije osnivanja plantaže tartufa iznosila je 10,35. Srednja vrijednost postotka humusa prije osnivanja plantaže tartufa iznosila je 6,53.

Tablica 31. Fizikalni i kemijski parametri tla prije osnivanja plantaže tartufa

UZORCI	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	P ₂ O ₅	K ₂ O	HUMUS
			mg/ 100g tla	mg/ 100g tla	%
1.	5,36	4,36	2,59	10,35	6,53

5.13. Mehanička priprema tla za osnivanje plantaže tartufa

Kod podizanja plantaže tartufa treba prvo obratiti pozornost na odabir napogodnijeg zemljišta za plantažu obzirom na klimatske i edafske čimbenike. Za podizanje plantaže treba izbjegavati područja koja su vlažna i slabo drenirana. Na klimatske čimbenike kod osnivanja plantaža tartufa teže je utjecati nego na karakteristike tla koje je moguće lakše prilagoditi idealnim uvjetima za uzgoj tartufa (Wang i Hall, 2004.). Pogodne površine za podizanje plantaža su zapuštene šumske i poljoprivredne površine. Za osnivanje plantaže tartufa u sklopu magistarskog rada odabrana je zapuštena poljoprivredna površina obrasla travnatom vegetacijom. Ukoliko se na odabranom zemljištu javljaju osim travnate vegetacije i grmolike biljke potrebno ih je najprije ukloniti uz pomoć mehanizacije. Učinci različitih malč materijala i tkanina kod reguliranja travne vegetacije još su uvijek nejasni, ali je dokazano da *Tuber aestivum* može imati koristi prilikom kontrole travne vegetacije pomoću crne, vodonepropusne malč tkanine (Zambonelli i sur., 2005). Površina odabrana za podizanje plantaže bila je obrasla samo travnom vegetacijom te nije bilo potrebno uklanjati grmolike biljke.

Osnovni mehanički zahvat prilikom osnivanja plantaža tartufa je osnovna obrada tla oranjem prije same sadnje sadnica. U našem slučaju obavljeno je prvo duboko oranje strojno na dubini od 30 do 40 cm u jesenskom razdoblju. Nakon što se tlo sleglo slijedila je površinska priprema tla. Površinska obrada tla na plantaži provedena je pomoću tanjurača.

Na plantaži nije bilo potrebno provoditi druge mehaničke zahvate obrade tla jer je struktura tla bila dobra.

Prema Hall i sur. (2007) pripremu tla potrebno je provesti dvije godine prije planirane sadnje inokuliranih sadnica. Površinsku obradu tla potrebno je ponoviti nakon 6 mjeseci kako bi se osiguralo potrebna struktura tla.

Tuber aestivum preferira dobro prozračivanje tla pa je obzirom na navedeno važno smanjiti zbijenost tla u procesu osnivanja plantaže kroz korištenje prikladne mehanizacije.

Ukoliko su tereni kamenitije strukture koristi se mehanizacija koja usitnjava kamen i omogućava primjenu ostale mehanizacije. To se prvenstveno koristi na području južne Europe gdje je udio kamena u tlu veći odnosno kod podizanja plantaža tartufa vrste *Tuber melanosporum*.

Intenzitet naknadnog oranja u plantaži treba se smanjiti zbog mogućnosti oštećenja korijenja (Chevalier, 1999). Ricard i sur. (2003) navode da mehanička obrada tla u vrijeme proizvodnog razdoblja plantaže tartufa utječe na veličinu i zaobljenost plodišta. U jugozapadnoj Francuskoj na plantažama koje su pripremane za sadnju dubokim oranjem pojava karakterističnih krugova tzv. "brule" oko mladih biljaka nakon pojave tartufa bila je vidljiva već u trećoj godini na 61% biljaka, dok je na nepripremljenim plantažama postotak iznosio 25% (Wiliam, 2010).

5.14. Kemijska priprema tla za osnivanje plantaže tartufa

Kod podizanja plantaža tartufa ukoliko je prenizak pH može se inokulirani sadni materijal posaditi prije nego pH postigne optimalnu razinu, ali u tom slučaju može doći do razvoja drugih gljiva koje su bolje prilagođene uvjetima sa nižim pH. Bolje je prvo kroz pripremu tla pH dovesti na optimalnu razinu te nakon toga provoditi sadnju inokuliranog sadnog materijala. Gnojenje plantaže tartufa treba se zasnivati na prethodnoj analizi tla (Chevalier, 1999.). Kada su tla previše kisela za proizvodnju tartufa, to se može riješiti primjenom vapna prije sadnje (Garland 2001, Hall i sur., 2001, Hall i Zambonelli, 2005). *Tuber aestivum* se smatra tolerantnijim na relativno visoku razinu fosfora i kalija u tlu od vrste *Tuber melanosporum* (Chevalier i sur., 2001). Prisutnost zamjenjivog kalcija u tlu bitan je za razvoj vrste *Tuber aestivum* (Chevalier, 2012). Osim zahtjeva za visokim pH povezanog sa visokom razinom Ca i Mg u tlu *Tuber aestivum* uspijeva u tlu sa visokim udjelom organske tvari od 9 do 12 %, čak i do 20% (Chevalier i sur. 2001, Wedén i sur. 2004b).

Tuber aestivum najbolje plodonosi raspona pH od 7.1 do 8.0 (Chevalier 1978b; Wedén i sur., 2004a). Za razliku od većine poljoprivrednih usjeva *Tuber aestivum* zahtijeva pH tla iznad 7,0 za plodonošenje (Riousset i sur., 2001). Kapacitet zadržavanja hranjivih tvari izravno je povezan sa sadržajem gline i organskih tvari. *Tuber aestivum* uspijeva u umjerenim razinama gline i organskih tvari (Chevalier i sur. 2001; Wedén i sur., 2004b) na tlu u kojem je porozno i ocijedito (Riousset i sur., 2001).

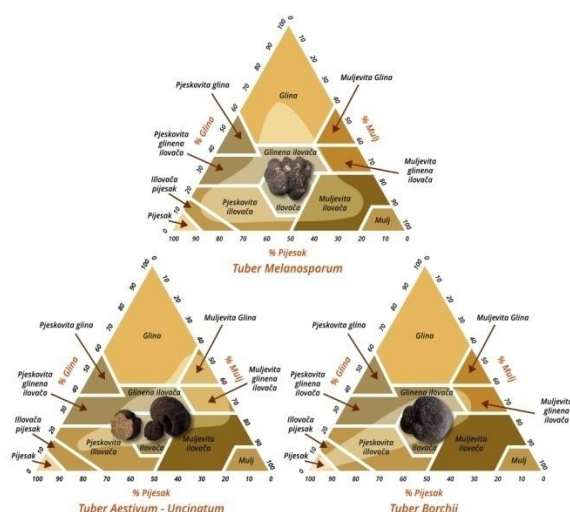
Prilikom osnivanja plantaža tartufa nakon provedene fizikalno-kemijske analize tla potrebno je dovesti pH tla u optimalno stanje. pH tla osnovane plantaže je bio prenizak te se postupnim unošenjem vapna vrijednost pH iz godine u godinu dovodi do optimalnog stanja.



Slika 81. Prikaz optimalnih vrijednosti pH potrebnih za plodonošenje tartufa najčešće tri vrste tartufa koje se koriste u plantažnom uzgoju

Raspon pH vrijednosti potrebnih za plodonošenje tartufa kod najčešće tri vrste tartufa koje se koriste u plantažnom uzgoju je relativno širok. Na slici 81 su date optimalne vrijednosti pH.

Približno 1,0 do 1,5 tona/ha usitnjenog vapnenca je potrebna da se pH tla 10 cm dubine podigne za 0,1 (Hall sur., 2007). Kod osnivanja mađarskih plantaža tartufa u nekim slučajevima je bilo potrebno korištenje usitnjenog vapnenca i vapna u prahu (Csorbaine i sur., 2007). pH vrijednost tla može se regulirati intenzivnim dodavanjem vapna, a nakon toga mogu se regulirati i nedostaci elemenata u tragovima (Hall i sur., 2007).



Slika 82. Prikaz optimalne teksture tla u kojima dolaze od prirode najčešće tri vrste tartufa koje se koriste u plantažnom uzgoju

Većina fizikalno-kemijskih parametara koji su se prije analizirali kod podizanja plantaža tartufa u posljednje vrijeme ne uzimaju se u obzir (slika 82). Danas se analizira vrijednost pH tla, količina karbonata, struktura tla i biološka aktivnost tla (konkurentne ektomikorizne gljive u tlu).

5.15. Inokulirani sadni materijal za osnivanje plantaže tartufa

Prilikom osnivanja plantaže tartufa korištene su inokulirane sadnice hrasta lužnjaka. Dio sadnica hrasta lužnjaka korišten za osnivanje plantaže nije inokuliran, ali je naknadno inokuliran suspenzijom sa vrstom *T. aestivum* na samoj plantaži.



Slika 83. Inokulirane kontejnerske sadnice i sadnice golog korijena hrasta lužnjaka korištene kod osnivanja plantaže 2014. godine (Izvor: foto Vlašić)

Najčešći domaćini za mikorizu sa vrstom *Tuber aestivum* su lijeska (*Corylus avellana*), crni grab (*Ostrya carpinifolia*), crni bor (*Pinus nigra*), hrast kitnjak (*Quercus petraea*) i hrast lužnjak (*Quercus robur*) (Chevalier i sur., 2001). Domaćin kod mikoriziranih sadnica korištenih prilikom osnivanja plantaže tartufa u sklopu ovog magisterija je bio hrast lužnjak (*Quercus robur*).

Najbolje vrijeme za sadnju inokuliranih sadnica je kasna jesen ili rano proljeće kada je tlo lako obradivo. Sadnja mikoriziranih sadnica provedena je u kasnu jesen.

Prosječna veličina inokuliranih sadnica hrasta lužnjaka kontejnerskih i golog korijena korištenih za osnivanje plantaže u dobi 2+0 bila je 47 cm. Prosječna veličina neinokuliranih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena korištenih za osnivanje plantaže u dobi 2+0 bila je 52 cm. Prosječna veličina inokuliranih sadnica hrasta lužnjaka kontejnerskih i golog korijena u 2017. godini iznosila je 190 cm. Prosječna veličina neinokuliranih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena u 2017. godini iznosila je 180 cm.

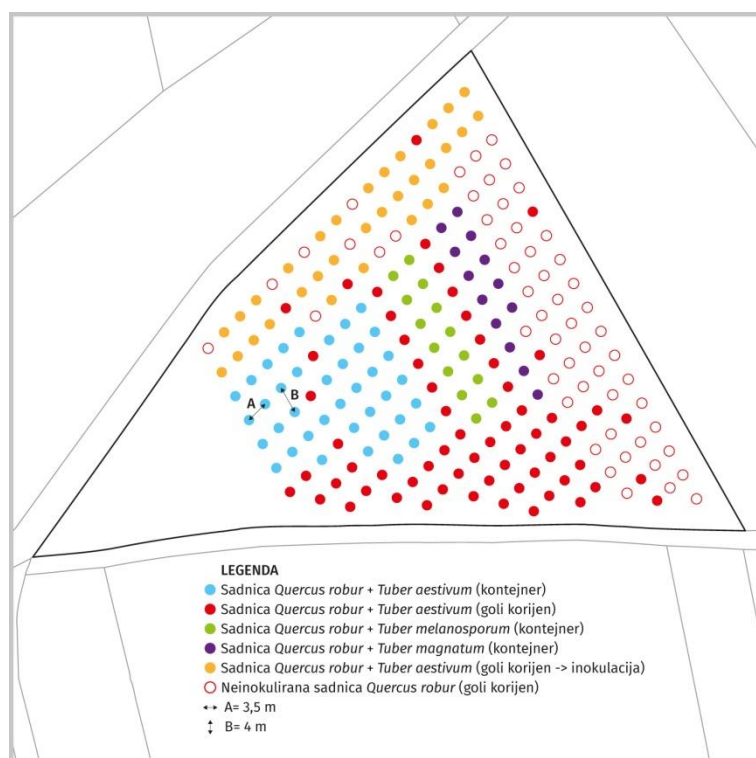
Tuber aestivum je manje zahtjevna vrsta obzirom na okolišne uvjete u usporedbi sa ostalim komercijalnim vrstama tartufa (Chevalier and Frochot, 2002).

Budući da je lijeska manja i kraćeg životnog vijeka te sa ranijim plodonošenjem od hrastova moguće je postupno uklanjanje lijeske kako plantaža sazrijeva (Hall i sur., 2007). Neki znanstvenici također smatraju da genetika stabla ima utjecaj na proizvodnju tartufa (Callot i sur., 1999; Chevalier, 2001a). Umjetno proizvedene mikorizirane sadnice boljeg su zdrastvenog stanja, otpornije su na bolesti i ekološke ekstreme, imaju bujniji rast i bolji prirast.

Hall tvrdi da loša kvaliteta sadnica predstavlja problem kod inokuliranih sadnica (Hall i sur, 2003). Istraživanjem se došlo do zaključka da inokulirane sadnice posađene na terenu mogu mikorizu sa tartufom prenijeti i na susjedne sadnice koje nisu inokulirane (Morcillo i sur., 2007). Cijene inokuliranih sadnica sa tartufima kreću se od 7 do 11 €/kom u Italiji odnosno 6 €/kom u Španjolskoj (Samils i sur., 2008). Cijene inokuliranih sadnica sa tartufima u Francuskoj su skuplje što ovisi od metoda certificiranja i školovanja. Tako se cijene sadnica inokuliranih bijelim tartufom (*Tuber magnatum*) kreće od 94 do 125 €/kom, dok se cijene sadnica inokulirane crnim tartufima kreću od 9 do 36 €/kom (Robin Pepinieres, 2013). U zadnjih nekoliko godina pojavile su se na tržištu inokulirane sadnice iz Mađarske i Srbije koje su manjih cijena od sadnica iz Italije, ali su i upitne kvalitete. Tako se u Mađarskoj cijene sadnica kreću od 4,5 do 6 €/kom, ovisno od vrste drveća i grmlja te vrste tartufa. Vrste drveća i grmlja su iz rodova *Quercus*, *Corylus* i *Tilia*, a vrste tartufa su *Tuber aestivum* i *Tuber uncinatum*. Osim vrste *Tuber aestivum* najčešća vrsta tartufa koja se uzgaja umjetno je *Tuber melanosporum*.

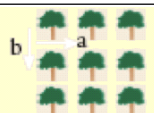
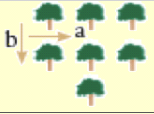
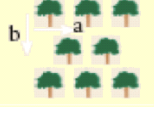
5.16. Prostorni raspored inokuliranog sadnog materijala prilikom osnivanja plantaže tartufa

Prostorni raspored stabala između redova i unutar redova plantaže tartufa može biti različit (slike 85 i 86). Prvenstveno to ovisi od vrste inokuliranog sadnog materijala, vrste uzrasta sadnog materijala, planiranog načina održavanja plantaže, vrste tartufa i dr. Prostorni raspored sadnica unutar osnovane plantaže je iznosio 4x3,5 m (slika 84).

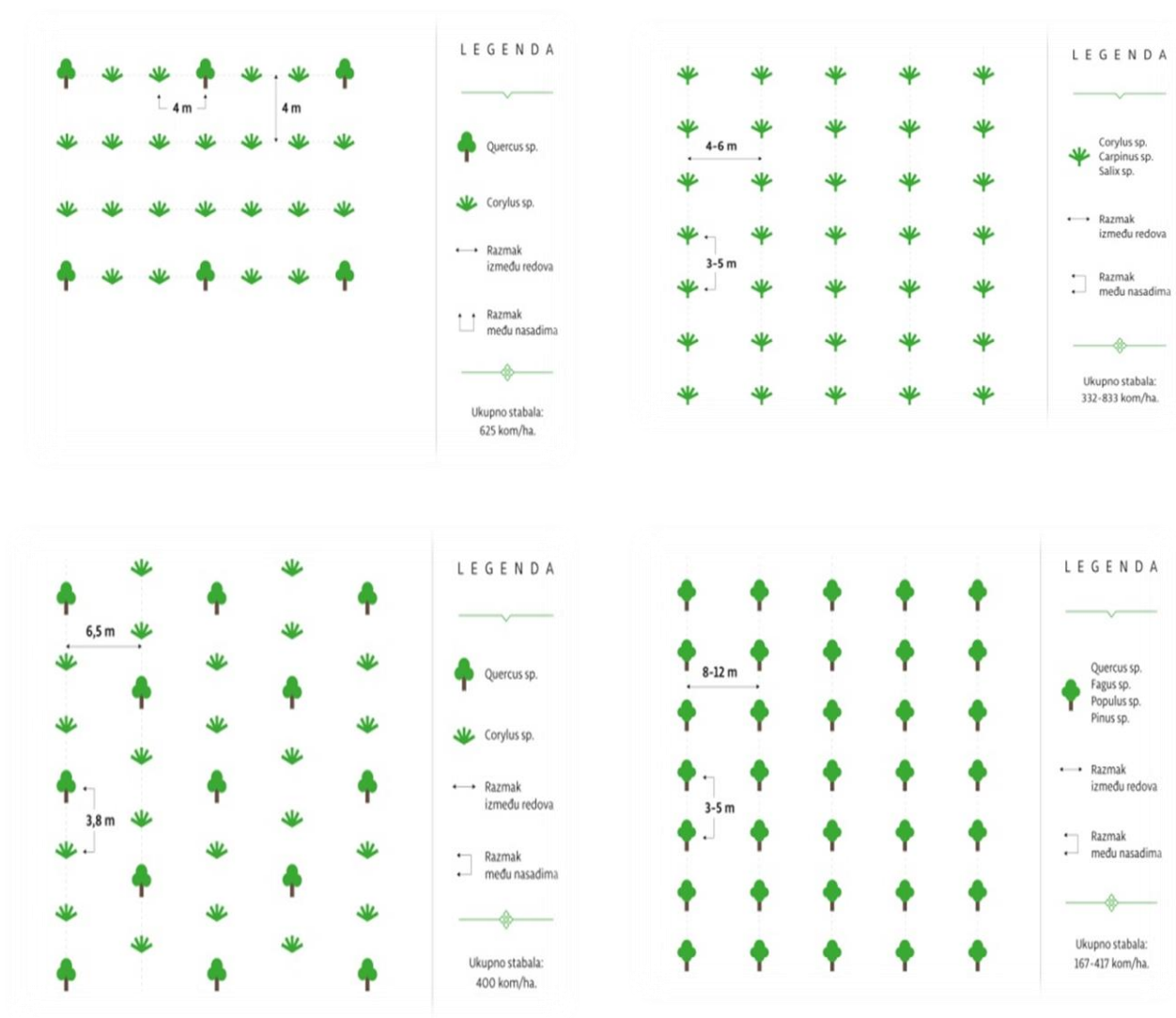


Slika 84. Shema plantaže tartufa podignute u sklopu ovog magistarskog rada inokuliranim sadnicama hrasta lužnjaka (*Quercus robur*)

Veći broj stabala unutar plantaže tartufa ne osigurava veću proizvodnju tartufa. Veći broj stabala na plantažama tartufa može imati negativni utjecaj kroz gustoću sklopa na razvoj tartufa prvenstveno kod vrste *T. melanosporum* (Chevalier i sur., 2001). Kod gušće sadnje korijenski kontakt između stabala olakšava širenje micelija tartufa, ali samim tim olakšava se i širenje micelija konkurentskih gljiva (Chevalier i sur., 2001).

REDOVNA ŠABLONA		$a=b$	BROJ STABALA/ha $\frac{10000}{a^2}$
U REDOVIMA		$a \neq b$	$\frac{10000}{a \times b}$
ŠESTEROKUTNI		REDOVI POMAKNUTI POLA UDALJENOSTI $a/2$	$\frac{10000}{0,866 \times a^2}$

Slika 85. Tablični prikaz gustoće sadnje u odnosu na raspored stabala unutar plantaže (Izvor:<http://micofora.com/en/tuber-melanosporum-truffle-farming-guide/>)

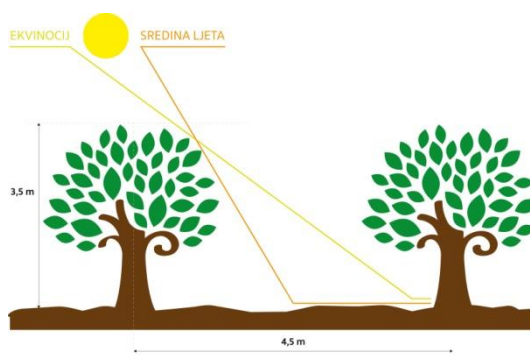


Slika 86. Shematski primjeri rasporeda stabala unutar plantaža tartufa (Izvor:I.R.Hall)

Kod gušće sadnje vjerojatnost ranijeg uroda tartufa na plantažama je veća (Chevalier i sur. 2001). Gustoća sadnje u plantažama sa vrstom *Tuber aestivum* je veća (400-1200 stabala/ha) jer *Tuber aestivum* bolje podnosi zasjenu krošnjama i deblji sloj prostirke nego plantaže sa vrstom *Tuber melanosporum* (400 i manje stabala/ha) koja manje podnosi zasjenu tla krošnjama (Chevalier i sur., 2001).

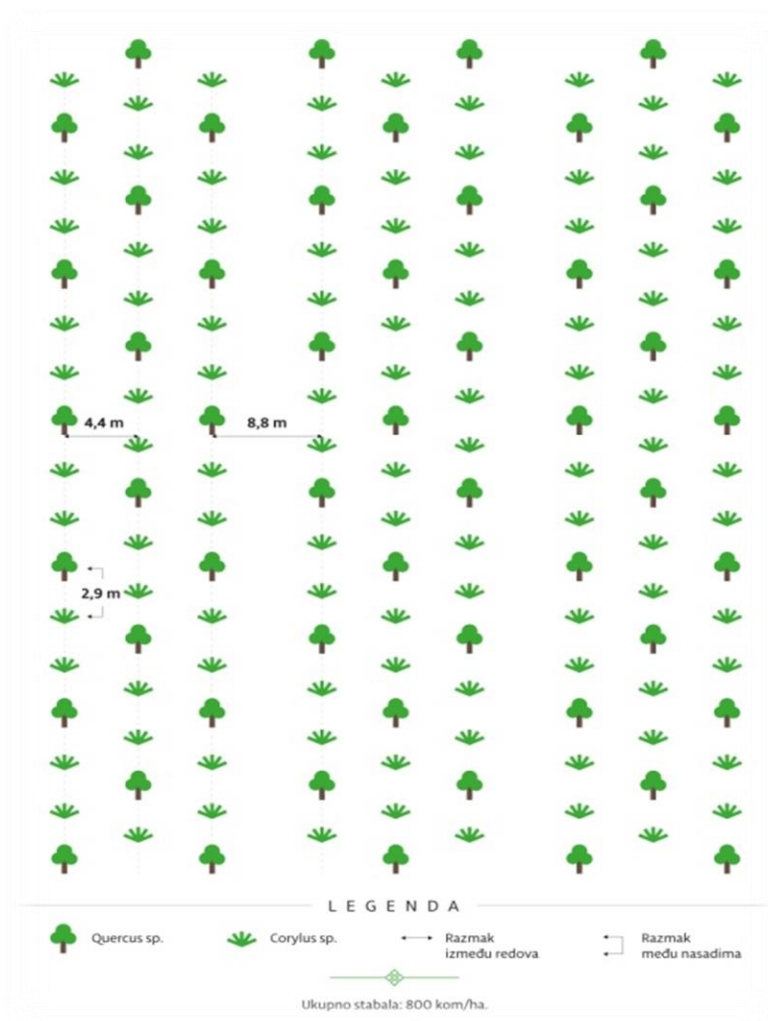
Neki od primjera rasporeda stabala unutar plantaža tartufa su: 4x4; 4x5, 6x6; 7x7; 6x8; 5x7; 4x10; 6,5x3,8; 8 do 12x3 do 5; 4 do 6x3 do 5 m (slika 86).

Najčešće udaljenosti među stablima kod plantaža sa vrstom *T. melanosporum* kreću se od 4x5 m do 8x8m za hrastove, lijesku i grabove (Reyna i Garcia-Barreda, 2007).



Slika 87. Shematski prikaz djelovanja sunca na tlo unutar plantaže tartufa kod razmaka sadnje 4,5x3,5 m i različitih godišnjih doba (Izvor:I.R.Hall)

Na slici 87 prikazano je djelovanje sunca na tlo pri prostornom rasporedu stabala između redova od 4,5 m i visine stabala od 3,5 m u vrijeme proljetnog i jesenskog ekvinocija te sredine ljeta.



Slika 88. Shematski primjer kombiniranog rasporeda stabala unutar plantaže tartufa (Izvor:I.R.Hall)

Na Novom Zelandu korišten je oblik osnivanja plantaže tartufa gdje su na istoj površini korištena velika i mala stabla i to lijeska i stabla hrasta kako bi se iskoristila ranija proizvodnja ispod malih stabala (lijeska) te vremenski duža proizvodnja ispod velikih stabala (hrast).

Kod ovog načina podizanja plantaže sade se dva grma lijeske i jedno stablo hrasta (slika 88). Lijeska će početi plodonositi nekoliko godina prije hrasta, ali njezina proizvodnja će se smanjiti nakon 20 do 30 godina. Hrastovi će početi plodonositi kasnije, ali će njihova proizvodnja trajati dulje oko 50 godina. Najčešća vrsta koja se koristi u komercijalnoj inokulaciji sadnica tartufima je *Tuber melanosporum* (Chevalier i Grente, 1978).

5.17. Ostali potrebni radovi

Sadnice nakon sadnje su zaštićene mrežom koja je fiksirana pomoću kolčića. Zaštita plantaže tartufa od štetnog djelovanja divljači provodi se ograđivanjem. Godinu dana nakon sadnje na sadnicama je izvršeno uklanjanje jačih bočnih grana koje su urastale u mrežu. U proljeće 2017. godine provedeno je na plantaži orezivanje novoizraslih bočnih grana krošnje (slika 89). Razlog orezivanja je sprečavanje uraštanja u zaštitnu mrežu.



Slika 89. Održavanje inokuliranih stabala hrasta lužnjaka kroz radove orezivanja krošnje (Izvor: foto Vlašić)

Intervali orezivanja krošnji ovise o vrsti domaćina te ekološkim čimbenicima u kojima plantaža raste (Zgrablić i sur., 2014). Plantaža je tijekom sušnih ljetnih mjeseci navodnjavana uz pomoć cisterne priključene na traktor. Bez obzira na intenzitet upravljanja prilikom održavanja plantaže tartufa treba izbjegavati prekomjerno dohranjivanje (Chevalier, 1999.). Budući da se plodna tijela tartufa razvijaju tijekom nekoliko mjeseci razvoj je vrlo osjetljiv na sušu i potrebno je održavati odgovarajuću vlažnost tla tijekom vegetacijske sezone (Chevalier i sur., 2001; Rioussset i sur., 2001). Na mađarskim plantažama tartufa osim u godinama osnivanja nije provedeno navodnavanje (Csorbaine i sur., 2007). Bonet i sur., 2006 su utvrdili da veliki intenzitet ljetnog navodnjavanja utječe na smanjenje kratkih korijenčića kod domaćina *Q.ilex* za mikorize *T. melanosporum* u usporedbi sa smanjenim intenzitetom navodnjavanja.

Jednom godišnje nakon osnivanja plantaže tartufa provođeno je malčiranje travne vegetacije međuredno. Malčiranje unapređuje širenje vrsta *Tuber aestivum* i *Tuber uncinatum* i smanjenje djelovanja ektomikoriznih gljiva (Zambonelli i sur., 2005).

Unošenje malča u plantaže tartufa oko stabala obično se sastoji od vapnenačkog kamenja, grana grmova (drvnih ostataka) ili slame žitarica. Cilj mu je spriječiti isparavanje vode iz tla (Horton i sur., 1996), ali može imati nuspojave na razvoj mikorize (Reyna i Garcia-Barreda, 2007). Pesticidi se općenito ne preporučuju u plantažama tartufa jer nije poznat njihov utjecaj na *T. melanosporum*, faunu tla i mikrofloru tla. Samo su glifosati i amonij-glifosati (herbicidi) znanstveno testirani i njihov utjecaj nije bio nepovoljan u kratkom razdoblju (Garvey i Cooper, 2001; Bonet i sur., 2006). Veća upotreba pesticida i gnojiva smanjuje značajno udio mikorize tartufa na drveću i grmlju (Morcillo i sur., 2007.).

Kod plantažnog uzgoja tartufa česte su štete koje uzrokuju parazitske gljive, razni kukci, divljač, glodavci, ali i sam čovjek. Štete mogu biti na biljkama domaćinima ili na tartufima. Ukoliko je biljka domaćin iz roda hrastova (*Quercus spp.*) na mladom lišću često se javlja hrastova pepelnica. Navedeno gljivično oboljenje javljalo se i na osnovanoj plantaži (slika 90). Plantaža nije tretirana fungicidima protiv hrastove pepelnice (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) zbog nepoznatog utjecaja na mikorizu tartufa u tlu. Ukoliko kao domaćina koristimo lijesku česte štete čini lijeskova grinja (*Phytophys avellanae*) koja uzrokuje štete na pupovima kroz nabreknuće zaraženih pupova, koji se naknadno ne otvaraju ili se razvija deformirano lišće koje se postupno suši. Navedenog štetnika potrebno je tretirati zbog šteta na smanjenom urodu lješnjaka.



Slika 90. Mlado lišće hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) zaraženo hrastovom pepelnicom (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.). (Izvor: foto Vlašić)

Na osnovanoj plantaži zadnje dvije godine primjećena je česta pojava šiški na stablima hrasta lužnjaka uzrokovanih osama šiškarcama (slika 91).



Slika 91. Mlada stabla hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) sa karakterističnim šiškama uzrokovanih osama šiškarcama (*Cynipidae*) (Izvor: foto Vlašić)

Od gusjenica koje čine veće štete na lisnoj masi domaćina su hrastov savijač (*Tortrix viridana*) i hrastov gubar (*Lymantria dispar*). Na plantažama tartufa javljaju se i štetnici koji napadaju korijenje domaćina, ali i sama plodna tijela tartufa. Česte štete na korijenju čine klišnjaci (*Elateridae*), hruštevi (*Scarabeidae*), krtice (*Talpidae*), miševi (*Mus*), voluharice (*Myodes*) i dr. Najčešći štetnici na samim plodištima tartufa su tzv. tartufarske muhe iz roda *Suillia* sp. (slika 92). Osim što pričinjavaju štete ujedno su i indikatori nalazišta tartufa jer se imaga pojavljuju na mjestima gdje ima plodišta tartufa.



Slika 92. Ličinka i larvalni hodnik u glebi tartufa (Izvor: foto Vlašić)

Štetu na plantažama čine i puževi (*Gastropoda*) i to prvenstveno na plodištima tartufa. Velike štete na plantažama tartufa čini i divljač. Navedeni problem najlakše se rješava ograđivanjem plantaža ili pojedinačnim zaštitnim mrežama fiksiranim uz pomoć kolčića oko svake pojedinačne inokulirane sadnice.

Tijekom 2016. godine na osnovanoj plantaži javile su se u proljeće štete od kasnog proljetnog mraza na mladom listu hrasta lužnjaka. Zbog šteta od mraza list je počeo tamniti i sušiti (slika 93).



Slika 93. Štete od kasnog proljetnog mraza na listu hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) (Izvor: foto Vlašić)

5.18. Upravljanje plantažama tartufa

Metoda upravljanja plantažom tartufa ovisi o različitim čimbenicima. Tanguy metoda koja se prilikom održavanja sastoji samo od košnje travnate vegetacije, doprinosi boljem urodu, ali početak prvog uroda je tek nakon 10 i više godina (Chevalier, 1999). Tanguy metoda ne uključuje orezivanje, navodnjavanje i gnojidbu. Metoda je sigurnija u smislu manjih intervencija na plantaži tartufa što utječe na manju mogućnost oštećenja plantaže. Međutim kod ove metode početak prvog uroda tartufa je kasniji.

Pallier metoda prilikom održavanja plantaža tartufa uključuje obradu tla, navodnjavanje (po potrebi) i orezivanje stabala, financijski je skuplja, ali doprinosi kvantitativno boljem urodu odnosno ranijem prvom prinosu (Chevalier, 1999.).

Stabla kod Pallier metode su orezana u obliku stožca. Kod ove metode može doći do jačeg razvoja konkurentnih gljiva.

Reinokulacija *Tuber aestivum* na već postojeću plantažu *T. aestivum* već nakon prve godine povećava proizvodnju tartufa. Utvrđeno je da ukoliko inokuliramo *Tuber aestivum* na 14 godišnja stabla koja su u mikorizi sa *Tuber brumale* dolazi do ranijeg razvoja plodišta *Tuber aestivum* u odnosu na drveće bez mikorize. Ponovnim održavanjem stare zapuštene plantaže tartufa radovima sječe stabala narušenog zdravstvenog stanja, orezivanjem i uklanjanjem korovske vegetacije i grmlja neposredno je ponovo potaknuto plodonošenje tartufa (Gregori i sur., 2005).

"Spanish wells" je nova korektivna tehnika upravljanja plantažama tartufa predložena od strane Christine Fischer 2011. godine kojom se želi poboljšati plodonošenje tartufa u postojećim plantažama. U kontroliranim uvjetima duž plantaže tartufa u zoni korijenovog sustava inokuliranih stabala ukopavaju se rupe u koje se u rano proljeće raspoređuju spore tartufa. Ovom tehnikom novi izrasli korijeni sustavi inokuliranih stabala mogu doći u kontakt sa novo raspoređenim sporama čime se osnažuje postojeći inokulat.

6. RASPRAVA

Glavni cilj istraživanja je bio utvrditi postojanje tartufa u prirodnim nalazištima na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Ht. 1938). Tijekom 2012. godine uz pomoć dresiranih pasa pasmine Lagotto Romagnolo na području dijela hrvatske Podravine utvrđeno je 15 plodišta, a tijekom 2013. godine 8 plodišta crnih tartufa. Time je dokazano postojanje podzemnih gljiva roda *Tuber* i na području hrvatske Podravine gdje prema dosadašnjim navodima iz literature nije bilo utvrđeno postojanje tartufa. Jedino nalazište podzemnih gljiva prema dosadašnjim navodima iz literature iz roda *Tuber* na području uz rijeku Dravu u Hrvatskoj je bilo u okolini Donjeg Miholjca.

Nalazišta podzemnih gljiva iz roda *Tuber* u Hrvatskoj su nedovoljno istražena. Prema pretpostavkama Republika Hrvatska je bogata vrstama iz roda *Tuber*, na što ukazuju dosadašnji navodi iz literature te brojni pojedinačni nalazi tartufa navedeni u ovom radu. Stoga će u budućem razdoblju trebati provesti sustavna istraživanja tartufa na području cijele Hrvatske. Trajni monitoring stanja prirodnih nalazišta komercijalnih vrsta tartufa i njihove rasprostranjenosti u šumskim ekosustavima cijele Hrvatske doveo bi do mogućnosti unapređenja gospodarenja tartufima. Šumska staništa tartufa u Hrvatskoj su vrlo povoljna (Tikvić i sur., 2012). Također je potrebno unaprijed odrediti i mjere za upravljanje šumskim ekosustavom koje će osigurati da sve njegove vrijednosti ostanu sačuvane za sadašnje i buduće generacije, posebice osigurati potrajnost proizvodnje tartufa u prirodnim staništima (Zgrablić i sur., 2014). Gospodarenje tartufima kao vrijednim prirodnim obnovljivim resursom u Republici Hrvatskoj je neorganizirano unatoč nizu zakonskih i podzakonskih akata vezanih uz ovu problematiku. Gospodarenje tartufima potrebno je organizirati u skladu sa pozitivnim iskustvima iz svijeta. Iako je gospodarenje tartufima usko vezano uz šumske ekosustave, šumarska struka ima trenutno vrlo mali utjecaj i dodir sa ovom problematikom zbog čega treba težiti da šumarska struka dobije važnost koju zaslužuje u gospodarenju tartufima. U narednom razdoblju potrebno je donijeti nove i prilagoditi postojeće zakonske i podzakonske propise koji se odnose na gospodarenje tartufima u šumskim ekosustavima.

Na temelju okularne metode i mikroskopske analize morfoloških obilježja sakupljenih plodnih tijela utvrđeno je da ona pripadaju u skupinu crnih tartufa. Od ukupno 23 plodna tijela njih 22 su imala obilježja vrste crni zimski tartuf (*Tuber brumale*) iako pojedina plodišta imaju određene karakteristike vrste crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum*).

Većina plodnih tijela pronađena je unutar šumskih sastojina hrasta lužnjaka i običnoga graba, dok je jedan dio pronađen i na rubovima šumskih sastojina uz šumske ceste.

Pretpostavka zbog čega je pronađen određeni broj plodnih tijela crnih tartufa (*Tuber spp.*) uz šumske ceste je nasipavanje šumskih cesta kamenom tucanikom, čiji je glavni sastojak kalcijev karbonat (CaCO_3). U takvim stanišnim uvjetima vjerojatno se postižu optimalni stanišni i biološki uvjeti za razvoj korijenja rubnih stabala pa tako i tartufa.

Prema literaturi crni zimski tartuf (*Tuber brumale*) najčešće plodonosi od siječnja do ožujka. U ovom istraživanju plodna tijela te vrste su pronađena u studenom 2012., odnosno u prosincu 2013. godine. Razlog ranijem razvoju plodišta te vrste su najvjerojatnije sve učestalije klimatske promjene. Slični rezultati su utvrđeni i u drugim zemljama. Tako su plodišta vrste *Tuber brumale* pronađena početkom studenog i u Njemačkoj (Büntgen i sur., 2011).

Vrsta *Tuber brumale* je rasprostranjena po cijeloj Europi, osim borealnih i arktičkih područja (Ławrynowicz, 1992). Međutim ona je nestala ili je vrlo rijetka u Engleskoj, Njemačkoj, Skandinaviji i Poljskoj, dok se u drugim zemljama kao što su Francuska, Italija, Mađarska, Srbija, Rumunjska i Slovenija smatra čestom (Grebenc, 2008; Marjanović, 2008; Bratek i sur., 2013; Merényi i sur., 2014).

Manja veličina plodnih tijela vrste *Tuber brumale* čini njihovo skupljanje i preradu otežanom i smanjuje njihovu potražnju na tržištu. Ta je vrsta također komercijalno zanemarena zbog nedostataka kulinarske promocije (Martin-Santafe i sur., 2014).

Jedno plodno tijelo pronađeno u ovom istraživanju značajno se razlikovalo od ostalih plodišta. Prema svojim makroskopskim i mikroskopskim morfološkim obilježjima utvrđeno je da pripada vrsti velikosporni tartuf (*Tuber macrosporum*).

Prema različitim autorima velikosporni tartuf (*Tuber macrosporum*) se javlja na staništima vrlo sličnim staništima velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum*; Stecchi, 1994; Mazzei, 1998; Milenković i Marjanović, 1999; Gregori i Stocchi, 2000 Rioussset i sur, 2001; Vezzola, 2003). Budući da se javlja na istim terenima, plodonosi u isto vrijeme i uspostavlja simbiozu sa istim vrstama drveća (rodovi *Quercus*, *Populus*, *Tilia*, *Corylus*) kao i veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum*), može se pretpostaviti da na području Podravine uz rijeku Dravu postoje i nalazišta velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum*). U prilog tome neki autori navode i sličnost arome plodnog tijela *Tuber macrosporum* koja podsjeća na *Tuber magnatum* (Gregori and Stocchi, 2000; Zambonelli and Iotti, 2005).

U šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Ht. 1938) od vrsta crnih tartufa najčešće se javljaju vrste *Tuber aestivum* i *Tuber uncinatum*. Prema nekim autorima obilježja staništa *Tuber macrosporum* su slična staništima *Tuber aestivum* (Rossi, 1990; Vezzola, 2004).

Vrsta *Tuber macrosporum* ne pojavljuje se ravnomjerno u svim zemljama Europe. Smatra se da je uobičajen u Srbiji, rjeđi je u Italiji i Sloveniji, rijetko se pronalazi u Francuskoj i Velikoj Britaniji, dok se javlja u Njemačkoj, Češkoj, Švicarskoj, Ukrajini, Hrvatskoj, Slovačkoj i Rumunjskoj (Pázmány, 1990; Astier, 1998; Milenković and Marjanovic, 1999; Ceruti, 2003; Piltaver i sur, 2008).

Razdoblje plodonošenja može biti od lipnja (Vezzola, 2008), češće od rujna do prosinca (Bernini, 1990; Gregori and Stocchi, 2000). Prema Milenkoviću i Marjanoviću (1999) glavno razdoblje plodonošnja je od rujna do siječnja. U Mađarskoj je razdoblje plodonošenja od kolovoza do prosinca (Bagi and Fekete, 2007).

Tuber macrosporum raste u simbiozi sa listopadnim vrstama drveća, uključujući hrastove (*Quercus pubescens* Willd., *Q. robur* L., *Q. petraea* Liebl., *Q. cerris* L., *Q. suber* L.), lijesku (*Corylus avellana* L.), grabove (*Ostrya carpinifolia* Scop., *Carpinus betulus* L.), johe (*Alnus cordata* (Loisel.) Desf.), vrbe (*Salix viminalis* L., *S. alba* L., *S. vitellina* L., *S. caprea* L.), lipe (*Tilia cordata* Miller, *T. platyphyllos* Scop.) i topole (*Populus nigra* L., *P. tremula* L., *P. alba* L.; Ceruti, 2003).

Unatoč dobroj kvaliteti i povećanom interesu plodna tijela vrste *Tuber macrosporum* se na tržištu prodaju po cijenama manje vrijednih vrsta crnih tartufa (Iotti i sur., 2002).

Zbog svega navedenog potrebno je provesti sustavna istraživanja radi dobivanja detaljnijeg pregleda stanja podzemnih gljiva iz roda *Tuber* i njihove točne determinacije do razine vrste.

Veliki problem prilikom sakupljanja tartufa u Hrvatskoj je što komercijalni sakupljači često griješe u determinaciji plodnih tijela, jer za jednu vrstu tvrde da je neka druga vrsta i oslanjaju se na svoje iskustvene okularne metode. Vrlo česti slučaj pogreške je zamjena vrste veliki bijeli tartuf (*Tuber magnatum*) sa vrstom svinjski tartuf (*Choiromyces meandriformis*).

Kod crnih tartufa vrlo često je slučaj zamjene ljetnog tartufa (*Tuber aestivum*) i neotesanog tartufa (*Tuber uncinatum*) te tamnospornog tartufa (*Tuber melanosporum*) i zimskog tartufa (*Tuber brumale*).

Na temelju analize ekoloških obilježja nalazišta crnih tartufa na području UŠP Koprivnica i njihove usporedbe sa ekološkim obilježjima nalazišta tartufa na području gospodarske jedinice "Opeke" u Posavini iz projekta PPTH iz 2010. godine (Smjernice za povećanje proizvodnje tartufa na privatnim šumoposjedima u Republici Hrvatskoj) može se zaključiti da se crni tartufi u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Ht. 1938) javljaju na terenima koji su izvan utjecaja poplavne vode. Ako poplava i zahvati niže, vlažne grede, ona je kratkotrajna i rijetka. Na području UŠP Koprivnica tijekom godine postoje dva maksimuma oborina i to u vrijeme ranog ljeta i kasne jeseni. Zimske mjesece karakteriziraju nešto manje količine oborina. Ukupna godišnja količina oborina kreće se oko 833 mm. Staništa na području gospodarske jedinice "Opeke" NPŠO Lipovljani gdje su utvrđena nalazišta tartufa u sklopu projekta PPTH karakterizira jednoliko raspoređene oborine tijekom čitave godine, a za vrijeme vegetacijskog razdoblja padne nešto više od 50% ukupnih godišnjih oborina. Klima ima značajke makroklima kontinentalnog dijela Hrvatske. Ukupna godišnja količina oborina kreće se oko 865 mm.

U pogledu tipa tla prevladavaju pseudoglejna i glejna tla. Nadmorska visina lokaliteta obuhvaćenih istraživanjem u gospodarskoj jedinici "Opeka" NPŠO Lipovljani iznosila je od 94 do 96 m u odnosu na 106 do 122 m n.v na području UŠP Koprivnica. Prema omjeru smjese glavnih vrsta drveća na predjelima koji se nalaze na gredi nešto je veći udio hrasta lužnjaka na području gospodarske jedinice Repaš – Gabajeva greda u odnosu na gospodarsku jedinicu Đurđevačke nizinske šume i gospodarsku jedinicu Svibovica. Udio običnoga graba u smjesi je bio veći na području gospodarske jedinice "Opeka" NPŠO Lipovljani nego na području UŠP Koprivnica. Udio poljskoga jasena u smjesi na području gospodarske jedinice "Opeka" NPŠO Lipovljani je bio manji od udjela na području UŠP Koprivnica.

Plodna tijela crnih tartufa javljaju se prvenstveno u površinskom horizontu tla koji je dobro opskrbljen hranjivima i humusom. Tla su slabo kisele do neutralne reakcije. Vodni režim tih tala ovisan je o količini oborina i djelomično o poplavnoj vodi.

Niti za jedan fizikalno – kemijski parametar tla nisu utvrđene statistički značajne razlike srednjih vrijednosti na mjestu pronalaska tartufa (*Tuber spp.*) između analiziranih šumarija Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš.

Fizikalno – kemijski parametri pH (H₂O), pH (KCl), NH₃ i suha tvar za sve tri šumarije su imali najmanju varijabilnost.

Kod uzoraka tla gdje je utvrđeno postojanje crnog tartufa vrijednosti pH (H₂O) su iznosile od 6,28 do 7,54, dok je srednja vrijednost iznosila 7,07.

Kod uzoraka tla gdje je utvrđeno postojanje crnog tartufa vrijednosti za pH (KCl) su iznosile od 5,47 do 6,59, dok je srednja vrijednost iznosila 6,17.

Vrijednosti pH (H₂O) i pH (KCl) uzoraka tla gdje su utvrđena plodna tijela crnog tartufa (*Tuber brumale*) u ovom istraživanju bile su u rasponu pH vrijednosti na prirodnim nalazištima crnih tartufa dobivenih iz drugih istraživanja.

Navedene vrijednosti pH (H₂O) i pH (KCl) tala iz prirodnih nalazišta tartufa mogu se koristiti kod umjetnog uzgoja tartufa odnosno pripreme tla.

Vrste iz roda *Tuber* su s biološkog gledišta važne u šumskim ekosustavima jer tvore simbiotski odnos sa određenim vrstama šumskog drveća i grmlja. Njihov simbiotski odnos utječe na proizvodnju primarnih i sekundarnih šumskih proizvoda te stabilnost šumskog ekosustava.

Tartufi prirodno rastu u šumskim ekosustavima i na šumskim tlima. Stoga se plantaže tartufa trebaju osnivati prvenstveno na prirodnim šumskim staništima. Budući da šumsko drveće može rasti i na drugim tlima koja nemaju obilježja šumskih tala, moguće je osnivati plantaže tartufa i na takvim tlima uz njihovu pripremu.

Prilikom osnivanja umjetnih plantaža tartufa u prvom redu je važna dobra mehanička priprema tla te postizanje optimalne pH vrijednosti tla radovima kemijske pripreme tla.

Prilikom podizanja plantaža tartufa potrebno je obratiti pozornost na odabir napogodnijeg zemljišta za podizanje plantaže s obzirom na klimatske i edafske čimbenike, kako bi se mehanička obrada tla i kemijska priprema tla svele na minimum. Zbijanje tla i odnošenje listinca može smanjiti zastupljenost ektomikoriznih gljiva i njihovu raznolikost za 60% (Wiensczyk i sur., 2002). Oštećenja šumskog tla i korijenja šumskog drveća mehanizacijom, divljim i domaćim životinjama i djelovanjem čovjeka, kao i promjene stanišnih uvjeta u šumama, izazivaju oštećenja vrlo sitnih i osjetljivih spletova hifa, što rezultira slabijim rastom vegetativnih tkiva, slabom fruktifikacijom tartufa i smanjenjem rasta stabala (Tikvić i sur., 2012). Kod uzgoja tartufa nepovoljnim čimbenicima se smatra ukoliko u ljetnim mjesecima temperatura od 23 °C traje dulje od šest dana, a zimi temperatura od -10 °C traje dulje od pet dana (Bonet i sur., 2009).

Proizvodnja kvalitetnih inokuliranih sadnica sa tartufima je također važna kod osnivanja plantaža tartufa i za kasnije kvalitetno plodonošenje. Potrebno je obratiti pozornost na vrste tartufa koje se želi inokulirati. U konkretnom slučaju korištena je vrsta *T. aestivum* koja je najbolje odgovarala stanišnim obilježjima područja gdje je plantaža osnovana.

Mikoriza poboljšava rast inokuliranih sadnica. Tako su inokulirane sadnice hrasta lužnjaka s ektomikoriznom gljivom *Laccaria bicolor* bile višlje za 13% u odnosu na neinokulirane sadnice u uvjetima normalne vlažnosti, ali u nepovoljnim uvjetima vlažnosti mikoriza nije imala utjecaj na visinu sadnica (Tikvić i sur., 2007).

U novije vrijeme u svijetu se proizvode certificirane inokulirane sadnice sa tartufima, naročito u Italiji, Francuskoj i Španjolskoj, što je potrebno razviti i u Hrvatskoj.

U posljednjih nekoliko godina u svijetu su razvijeni specifični protokoli za brzu molekularnu identifikaciju vrsta iz rod *Tuber spp.* (Paolocci i sur., 1999; Douet i sur., 2004).

Molekularne metode osiguravaju kontrolu plodišta tartufa i umjetno proizvedenih inokuliranih sadnica sa tartufima (Mabru i sur., 2004; Richard i sur., 2005; Mello i sur., 2006; Suz i sur., 2006).

Kod osnivanja plantaža tartufa je također važan odabir biljnih simbionata. U konkretnom slučaju kao simbiot je odabran hrast lužnjak (*Quercus robur*), koji je najbolje odgovarao postojećim stanišnim obilježjima.

Prilikom osnivanja umjetne plantaže tartufa važan je prostorni raspored sadnica unutar plantaže. U konkretnom slučaju na plantaži tartufa korišten je raspored sadnica 4 x 3,5 m.

Kod osnivanja umjetnih plantaža tartufa važna je zaštita plantaže, koja obuhvaća zaštitu staništa plantaža i zaštitu simbionata.

U konkretnom slučaju osnivanja plantaže najviše pažnje je posvećeno zaštiti od divljači, koja predstavlja i najveću opasnost za plantažu, kao i na zaštitu od nepovoljnih ekoloških čimbenika (suše). Kod osnivanja plantaža tartufa veliki problem predstavlja i širenje micelija konkurentskih gljiva. *Thelephora* i *Scleroderma* su rodovi podzemnih gljiva koji zbog svoje velike konkurentnosti utječe nepovoljno na plantažnu proizvodnju tartufa (Hall i sur., 2007). Rod *Hebeloma* je čest na inokuliranom sadnom materijalu hrasta crnike (*Quercus ilex*) (Perez i sur., 2007).

U današnje vrijeme 80 % ukupne proizvodnje crnog tartufa na svjetskom tržištu potječe iz plantažne proizvodnje, dok proizvodnja bijelog tartufa (*Tuber magnatum*) 100 % potječe iz prirodnih šumskih ekosustava. Umjetna proizvodnja tartufa sve se više razvija u Europi i svijetu. U Republici Hrvatskoj umjetna proizvodnja tartufa i proizvodnja mikoriziranih sadnica sa tartufima nije razvijena. Radi budućeg manjeg pritiska na prirodna nalazišta tartufa potrebno je u Hrvatskoj poticati umjetni uzgoj tartufa. Razvoj gospodarstva tartufima potrebno je uskladiti i sa drugim usko vezanim granama gospodarstva kao što su šumarstvo i lovstvo.

Iako u Hrvatskoj ne postoje organizirane burze tartufa u budućem razdoblju trebalo bi raditi na njihovom organiziranju jer one pridonose ravnomjernijoj cijeni tartufa, smanjenju nezakonitog trgovanja tartufima, uklanjanju nepoštene konkurencije te neposredno utječu na lokalnu ekonomiju.

7. ZAKLJUČCI

1. Na prirodnim nalazištima na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Ht. 1938) od prirode dolaze podzemne gljive iz roda *Tuber* koje su pronađene uz pomoć dresiranih pasa pasmine *Lagotto Romagnolo*. Tijekom 2012. i 2013. godine utvrđena su ukupno 23 plodna tijela tartufa. Od 23 plodna tijela prema makroskopskim i mikroskopskim morfološkim obilježjima njih 22 najbližije je bilo vrsti crni zimski tartuf (*Tuber brumale*) iako pojedina plodišta imaju određene karakteristike vrste crijevoliki tartuf (*Tuber mesentericum*), a 1 plodno tijelo najbližije je bilo vrsti velikospori tartuf (*Tuber macrosporum*).
2. Plodna tijela crnog tartufa (*Tuber spp.*) unutar sve tri gospodarske jedinice pronađena su u površinskom horizontu tla do dubine od nekoliko centimetara.
3. Prema različitim autorima velikospori tartuf (*Tuber macrosporum*) se javlja na staništima vrlo sličnim staništima velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum*) odnosno uspostavlja simbiozu sa istim vrstama drveća, na temelju čega se može pretpostaviti da na području Podravine uz rijeku Dravu postoje i staništa velikog bijelog tartufa (*Tuber magnatum*).
4. Prilikom sakupljanja tartufa u Hrvatskoj komercijalni sakupljači često griješe u determinaciji vrsta tartufa jer koriste iskustvene okularne metode, a ne znanstvene metode determinacije.
5. Jedan dio plodnih tijela crnih tartufa (*Tuber spp.*) pronađen je uz šumske ceste gdje se zbog nasipavanja šumskih cesta kamenom tucanikom, čiji je glavni sastojak kalcijev karbonat (CaCO_3), postižu optimalni stanišni i biološki uvjeti za razvoj crnog zimskog tartufa (*Tuber brumale*) na korijenju rubnih stabala.
6. Zbog sve učestalijih klimatskih promjena došlo je najvjerojatnije do ranijeg razvoja plodišta na prirodnim nalazištima na području šumarije Repaš, Đurđevac i Kloštar Podravski, obzirom da su plodna tijela pronađena u studenom i prosincu, a crni zimski tartuf (*Tuber brumale*) prema literaturi najčešće plodonosi od siječnja do ožujka.

7. Analizom varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike srednjih vrijednosti niti za jedan fizikalno – kemijski parametar tla na mjestu pronalaska crnog tartufa (*Tuber spp.*) između analiziranih šumarija odnosno utvrđeno je da ne postoje razlike u analiziranim fizikalno – kemijskim parametrima između šumarija Đurđevac, Kloštar Podravski i Repaš na mjestima pronalaska crnog tartufa (*Tuber spp.*).

Uzorci za fizikalno – kemijske parametre pH (H₂O), pH (KCl), NH₃ i suha tvar za sve tri šumarije imali su najmanju razinu varijabilnosti što ih je činilo homogenim.

Razina varijabilnosti za analizirana svojstva NO₃, P₂O₅, humus, CaCO₃ i hidrolitička kiselost je kod šumarija Kloštar Podravski i Repaš bila velika. Razina varijabilnosti za analizirana svojstva NO₃, P₂O₅, humus, CaCO₃ i hidrolitička kiselost je kod šumarije Đurđevac bila mala. Razina varijabilnosti za analizirano svojstvo K₂O kod šumarije Đurđevac, a za analizirano svojstvo ukupni dušik kod šumarije Repaš je bila velika. Razina varijabilnosti za analizirano svojstvo K₂O kod šumarija Kloštar Podravski i Repaš je bila mala. Razina varijabilnosti za analizirano svojstvo ukupni dušik kod šumarija Kloštar Podravski i Đurđevac je bila mala.

8. Kod osnivanja plantaža tartufa obzirom na edafske čimbenike treba izbjegavati vlažna i slabo drenirana tla. Korištenjem prikladne mehanizacije u početnoj fazi osnivanja plantaža treba provesti prozračivanje tla kojim će se povećati dreniranost tla.
9. Prilikom osnivanja plantaže tartufa treba postići optimalno stanje pH tla unošenjem vapna nakon provedene fizikalno-kemijske analize tla.
10. Prilikom osnivanja plantaže tartufa koristiti certificirane inokulirane sadnice.
11. Prilikom osnivanja plantaže tartufa važan je pravilan odabir biljnih simbionata za inokuliranje sadnica.
12. Odabir pravilnog prostornog rasporeda inokuliranog sadnog materijala prilikom osnivanja plantaže je od izrazite važnosti.
13. Zaštita plantaža tartufa od štetnog djelovanja divljači ograđivanjem je također nužna.
14. Prilikom osnivanja plantaže tartufa 2014. godine posađene su sadnice hrasta lužnjaka inokulirane sa vrstama *T. magnatum*, *T. melanosporum* i *T. aestivum*. Kontejnerske sadnice inokulirane su sa vrstama *T. magnatum* i *T. melanosporum* dok su sadnice golog korijena inokulirane sa vrstom *T. aestivum*. Naknadno je inokuliran dio sadnica hrasta lužnjaka suspenzijom sa vrstom *T. aestivum*. Tijekom 2016. i 2017. godine na plantaži nije utvrđeno prisustvo plodnih tijela tartufa što je vremensko razdoblje od 3 do 4 godine od osnivanja plantaže što ukazuje na navode iz literature da prvi urod

tartufa na plantažama osnovanim sadnicama hrastova inokuliranim vrstom *T. aestivum* u pravilu se može očekivati u razdoblju od 6 do 8 godina. Ako osnovana plantaža neće imati urod tartufa niti u razdoblju od 6 do 8 godine tada moramo tražiti razloge u lošoj kvaliteti sadnog materijala odnosno utjecaju micelija konkurentskih gljiva na micelij tartufa.

8. LITERATURA

1. Bencivenga M., Di Massimo G., Donnini D., Baciarelli Falini L., 2009: The cultivation of truffles in Italy. *Acta Bot Yunnanica* 31 (Suppl 16):21-28
2. Bencivenga M., Baciarelli Falini L., 2012: Manuale di Tartuficoltura. Esperienze di coltivazione dei tartufi in Umbria. Perugia, Italy.
3. Benucci G. M. N., Bonito G., Baciarelli Falini L., Bencivenga M. 2012a. 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
4. Blagaić, K. 1931: Gljive naših krajeva, Jugoslavanska Tiskarna, Ljubljana
5. Bonet, J.A., Fischer, C.R., Colinas, C. 2006: Cultivation of black truffle to promote reforestation and land-use stability, *Agronomy for Sustainable Development* 26:69-76
6. Božac, R., 2005: Enciklopedija gljiva 1. Školska knjiga, Zagreb: str. 6 - 35.
7. Božac, R., 2008: Enciklopedija gljiva 2. Školska knjiga, Zagreb: str. 678 - 713.
8. Božac, R., Širić, I., Kos, I. 2012: *Tuber donnagotto*, a new winter truffle species from Istria, Croatia. *Periodicum biologorum*, Vol 114, No 1, 125-128.
9. Božac, R., Širić, I., Kos, I. 2012: *Tuber decipiens*, a new black *Tuber* species from Croatia. *Acta Bot. Croat.* 71 (2), 1-6.
10. Bragato, G., Sladonja, B., Peršurić, Đ., 2004: The soil environment for *Tuber magnatum* growth in Motovun forest, Istria, Nat. Croat., Vol. 13, No 2: 171-185, Zagreb
11. Bonfante M.C., Genre A., 2010: Mechanisms underlying beneficial plant-fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications* 48
12. Čaleta, M., 2001: Kako sačuvati tartufe i uvesti red među tartufare, Hrvatske šume, broj 61: 16 – 17, Zagreb
13. Chevalier, G. 2010a: The truffle of Europe (*Tuber aestivum* Vitt.): ecology and possibility of Cultivation, - In: First Conference on the European Truffle *Tuber aestivum/uncinatum* 6-8.11.2009 Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna
Sažetak dostupan na: <http://www.tartufonerofragno.it/vienna%202009.PDF>

14. Chevalier G., 2012: Europe, a continent with high potential for the cultivation of the Burgundy truffle (*Tuber aestivum* / *uncinatum*). Acta Mycologica Vol. 47(2): 127-132, 2012
15. Chevalier G., Frochot H., 1989: Ecology and possibility of culture in Europe of the Burgundy truffle (*Tuber uncinatum* Chatin). Agric Ecosyst Environ 28:71–73. doi:10.1016/0167-8809(90)90016-7
16. 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.
17. Csorbaine A., 2011: Studies on cultivation possibilities of summer truffle (*Tuber aestivum* Vittad.) and smooth black truffle (*Tuber macrosporum* Vittad.) in Hungary, Szent Istvan University,(dissertation).
Sažetak dostupan na: [http://szie.hu/file/tti/archivum/csorbaine thesis.pdf](http://szie.hu/file/tti/archivum/csorbaine%20thesis.pdf)
18. Csorbaine A., Bratek, Z., Illyes, Z., Dimeny J., 2008: Studies on *Tuber macrosporum* Vittad. Natural truffle habitats in the Carpatho-Pannon region, 3rd Congresso Internazionale de Spoleto sul Tartufo, At Spoleto
19. Csorbaine A., Edvi G., Godo, N., Dimeny D., 2009: Mycorrhization experiments with summer truffle (*Tuber aestivum*Vitt). In: First Conference on the European Truffle *Tuber aestivum/uncinatum*, Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna
Sažetak dostupan na: <http://www.tartufonerofragno.it/vienna%202009.PDF>
20. Črneha, B., 1992: Tartufi i njihova gospodarska važnost, diplomski rad, Šumarski fakultet, Zagreb
21. De Román M., Boa E., 2004: Collection, marketing and cultivation of edible fungi in Spain. Micología Aplicada Internacional 16: 25-33.
22. Donnini, D., Baciarelli Falini, L., Di Massimo, G., Benucci, G., Bencivenga, M. 2009: Experience of *Tuber aestivum* Vittad. cultivation in Central Italy, In: First Conference on the European Truffle *Tuber aestivum/uncinatum*, Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna
Sažetak dostupan na: <http://www.tartufonerofragno.it/vienna%202009.PDF>
23. Estrada J.M., 1999: Historia y economía del cultivo de la trufa en España. Colinas C, Fischer C ed. Lleida, University of Lleida. pp. 71-72.

24. Frank, J., Barry, S., Madden, J., Southworth, D. 2008: Oaks belowground: mycorrhizas, truffles, and small mammals. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-217. Albany
Sažetak dostupan na: http://www.fs.fed.us/psw/.../psw.../psw_gtr217_131.pdf
25. Franković, L., 2016 : Tartufi u Istri, diplomski rad, Filozofski fakultet, Rijeka
26. Focht, I., 1979 Gljive Jugoslavije, NOLIT, str. 1-311, Beograd.
27. Frančišović, S., 1950: Naši tartufi, Šumarski list, 1-2:23-38, Zagreb
28. Gašpar, D., 2009: Intenzitet razvoja bijelog tartufa (*Tuber magnatum*) na sadnicama hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) i obične lijeske (*Corylus avellana*) iz umjetnog i prirodnog uzgoja, diplomski rad, Šumarski fakultet, Zagreb
29. Gažo J., Miko M. 2008: History and perspectives of economical use of the Burgundy truffles (*Tuber aestivum* Vitt.) in Slovak Republic. (In:) Le Causse corrézien (eds). La culture de la truffe dans le monde: Brive: 173–182.
30. Glamočlija, J. 2000: Mycorrhization of oak and hazel trees with different species of the genus *Tuber*, Arch. Biol. Sci. 52(2): 109-11
31. Glavaš, M.: Osnove šumarske fitopatologije, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 1996.
32. Gogan, A., Bratek, Z., Dimeny, J., Bujaki, G. 2006: Truffle in Hungary – past, present and future. – In: Biodiversity of hypogeous fungi 1, 31-35, Nitra
Sažetak dostupan na: http://szie.hu/file/tti/archivum/csorbaine_thesis.pdf
33. Grebenc, T. 2005: Tipi ektomikorize na bukvi (*Fagus sylvatica* L.) v naravnem in gospodarskem gozdu. Ljubljana 2005, dizertacija
34. Grebenc, T., Kraigher H., Martin MP., Piltaver A., Ratosa I., 2008: Research and cultivation of truffle in Slovenia – current status. Le Causse corrézien (eds). La culture de la truffe dans le monde, Brive: 183–191.
35. Hall, I., Brown, G., Zambonelli, A. 2007: Taming the Truffle: The History, Lore, and Science of the Ultimate Mushroom. Timber press, Portland, London.
36. Hall, I.R.; Brown, G.; Byars, J. 2001: The black truffle: its history, uses and cultivation. Reprint of second edition on cd rom plus booklet. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited, Christchurch, New Zealand.
37. Heywood, 1995: Global Biodiversity Assessment. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, Cambridge.

38. Hilszczanska, D., Rosa-Gruszecka, A., Sikora, K., Szmidla, H. 2013: First report of *Tuber macrosporum* occurrence in Poland, Vol. 8(23), 1096-1099; Academic Journals
39. Hilszczańska D., Sierota Z., 2010: First attempts towards cultivation of *Tuber aestivum* in Poland. Österr. Z. Pilzk. 19: 209–212.
40. Hilszczanska, D., Sierota, Z., Palenzona, M. 2008: New Tuber species found in Poland, Mycorrhiza 18(4):223-226.
41. Hrka, J., 1984: Općenito o tartufima, njihovim nalazištima i uzgoju na umjetan način, Šumarski list, 11 – 12: 523 – 536., Zagreb
42. Hrka, J., 1988: Tartufi. Mladost, Zagreb.
43. Jazbec, A., : Osnove statistike, Šumarski fakultet, Zagreb, 2008
44. Kendrick, B., 2000: The fifth kingdom, Third edition. Focus Publishing, R. Pullins Co., Newburyport, str. 1–373.
45. Kobasić, Z., 2010: Tartufi u šumskim ekosustavima Hrvatske, diplomski rad, Šumarski fakultet, Zagreb
46. Kocković, T., 2012: Poduzetnički duh barunice Barbare Hütterott i njen doprinos razvoju tartufarstva u Istri, Godišnjak Njemačke zajednice, Vol. 19, str. 185-196
47. Kveder, H., Jerman, Biserka-Marija., 2009: Industrijsko – gospodarski pregled, *Kem.Ind.* 58, (1), 2009. str. 28-31
48. Lawrynowicz, M., 2011: Hypogeous fungi in the anthropogenic sites in Poland. Comunita Montana dei Monti Martani e del Serano (eds). Proc. 3d Intern. Congr. on Truffle, Spoleto: 166–172.
49. Lawrynowicz, M., Krzyszczyk, T., Faldzinski, M. 2008: Occurrence of black truffles in Poland, *Acta Mycologica* 43(2): 143-151.
50. Leski, T., Pietras, M., Rudawska, M., 2010: Ectomycorrhizal fungal communities of pedunculate and sessile oak seedlings from bare-root forest nurseries, *Mycoorrhiza* 20: 179-190
51. Mannozi-Torini, L., 1970: Manuale di Tartuficoltura. Bologna : Edagri- 7 cole, 169
52. Marjanović Z., Grebenc T., Marković M., Glišić A., Milenković M., 2009: Ecological specificities and molecular diversity of truffles (genus *Tuber*) originating from mid-west of the Balkan Peninsula. *Sydowia* 62:67-87.

53. Matočec, N., Ozimec, R., 2013: Alge, gljive, lišaji i mahovine područja Tomislavgrada
54. Meiere, D., Balode, A., Weden, C., 2012: Perspectives on truffle cultivation in Latvia, Research for Rural Development - International Scientific Confer; 2012, Vol. 1, p72
55. Miko, M., Gažo, J., Bratek, Z., 2006: *Tuber macrosporum* Vitt. and *Tuber mesentericum* Vitt. – one hundred years neglected hypogeous fungi species in Slovak Republic, Acta Fytotechnica et Zootechnica 4, Slovaca Universitas Agriculturae Nitrae, 58–90, Nitra.
56. Milotić, M., 2010: Razvoj bijelog (*Tuber magnatum* Pico) i crnog tartufa (*Tuber melanosporum* Vitt.) umjetnim uzgojem na sjemenu i sadnicama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i obične lijeske (*Corylus avellana* L.), diplomski rad, Šumarski fakultet, Zagreb
57. Molina, R., 1994: The role of mycorrhizal symbioses in the health of Giant Redwoods and other forest ecosystems. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-151, str. 78–81.
58. Montecchi, A., Sarasini, M., 2000: *Funghi ipogei d'europa*, Associazione Micologica Bresadola, Trento
59. Morcillo M., Sanchez M., Vidal C., Mateu J., Gracia E., 2010: Inoculation of adult hazelnut groves with *Tuber brumale* and *Tuber melanosporum*. In. Proceedings from the 3rd international congress on *Tuber*, Spoleto, Italy, pp 638-643.
60. Morcillo M., Moreno B., Pulido E., Sánchez M., 2007: Manual de truficultura Andaluza. Ed. Gypaetus y Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
61. Moser, M., 1983: Keys to agarics and boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). Roger Phillips Publication, London.
62. Mueller G., Schmit J., 2007: Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? Biodivers Conserv, 16:1–5
63. Mukerji K.G., Chamola B.P., Singh, J., 2000: Mycorrhizal Biology. Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York.
64. Nikolić, B., Matović, M., Ratknić, M., Veselinović, M., Golubović-Čurguz, V. 2006: Bioindicators of truffle sites in forest communities, International Scientific

- Conference, In occasion of 60 year of operation of Institute of Forestry, Belgrade, Serbia
65. Osnova gospodarenja gospodarska jedinica "Đurđevačke nizinske šume" 2007.-2016.
66. Osnova gospodarenja gospodarska jedinica "Repaš" 2011.- 2020.
67. Osnova gospodarenja gospodarska jedinica "Svibovica" 2005.- 2014.
68. Paškvan, R., 1956: O uzgoju tartufa općenito sa osvrtom na uzgoj bijelog tartufa u Istri, Agronomski glasnik 1 (str. 23 – 31)
69. Pernar, N, Bakšić, D. i Perković, I.: Terenska i laboratorijska istraživanja tla priručnik za uzorkovanja i analizu, Šumarski fakultet, Zagreb, 2013.
70. Pettenella D., Klohn S., Brun F., Carbone F., Venzi L., Cesaro L., Ciccarese L., 2004: Economic integration of urban consumer's demand and rural forestry production, COST Action E30.
71. Piltaver, A., Ratoša, I. 2006: Prispevek k poznavanju podzemnih gljiv v Sloveniji. Gozdarski Vestnik 64, (7-8): 303-330
72. Potočić, Z., 1987: Šumarska enciklopedija 3: Jugoslavenski leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb
73. Pravilnik o zaštiti gljiva, 2002, Narodne novine, 34/02.
74. Program gospodarenja šumama s posebnom namjenom NPŠO Lipovljani, gospodarska jedinica Opeke 2006. – 2015.
75. Pruett, G. 2008: The biology and ecology of *Tuber aestivum* mycorrhizae establishment in the greenhouse and the field. Faculty of the Graduate School, University of Missouri – Columbia, (dissertation).
- Sažetak dostupan na: <http://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/.../research.pdf>
76. Renowden G., 2005: The truffle book. Christchurch, Limestone Hills Publishing.
77. Reyna S., De Miguel A.M., Hernández B., Esteban H., 1999: Historia y perspectiva de la truficultura en España. In: Corvoisier M., Olivier JM., Chevalier G., ed. V International Congress: Science and Cultivation of Truffle. Aix en Provence, Fédération Française des Trufficulteurs. 33-41.
78. Reyna S., De Miguel A.M., Palazón C., 2004: Truffle cultivation in Spain: state of the art and future prospects. Información Técnica Económica Agraria. Producción Vegetal 100(3): 187-199.

79. Santelices, R., Palfner, G., 2010: Controlled rhizogenesis and mycorrhization of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cuttings with black truffle (*Tuber melanosporum* Vitt.). Chilean Journal of Agricultural Research, 70(2): 204-212
80. Shamekh, S., Turunen, O., Leisola, M. 2009: *Tuber aestivum* orchards in Finland, In: First Conference on the European Truffle *Tuber aestivum/uncinatum* Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna
Sažetak dostupan na: <http://www.tartufonerofragno.it/vienna%202009.PDF>
81. Smith, S. E., Read, D. J., 1997: Mycorrhizal Symbiosis, Academic Press, p. 1-605, San Diego
82. Smith S.E., Read, D.J., 2008: Mycorrhizal Symbiosis. Academic press, London.
83. Streiblova, E., Gryndlerova, H., Valda, S., Gryndler, M. 2010: *Tuber aestivum* – hypogeous fungus neglected in the Czech Republic. A review, Czech Mycol. 61(2): 163-173
84. Tikvić I., 2001: Prirodne ektomikorizne zajednice na hrastu lužnjaku (*Quercus robur* L.) u Posavini. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilište u Zagrebu, str. 1-163.
85. Tikvić I., Seletković Z., Ugarković D., Rosavec R., 2007. Growth of pedunculate oak seedlings inoculated with ectomycorrhiza *Laccaria bicolor* in excessively humid substrate conditions. Periodicum Biologorum 109 (1): 47-53.
86. Tikvić I., Seletković Z., Ugarković D., Žnidarić G., 2006. Utjecaj endomikoriznog inokuluma na rast sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i crne johe (*Alnus glutinosa* (L) Gaertn.) u rasadniku. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 5: 129-138, Zagreb.
87. Tikvić I., Ugarković D., Kobasić Z., 2012: Ecophysiological Disturbances of Mycorrhiza Caused by the Application of Forest Operations in Forest Ecosystems – Review. Proceedings of 45th IUFRO International Symposium on Forestry mechanization, Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment, str. 1-9, Zagreb.
88. Tikvić I., Ugarković D., Zečić Ž., Korijan P., Gašpar D., 2017. Prirodna nalazišta tartufa u Hrvatskoj i ekološki problemi njihovog razvoja. Šumarski list, 5 – 6: 263 – 269., Zagreb

89. Tikvić I., Zečić Ž., Ugarković D., Kuzmanić S., 2013: Stanje i perspektive gospodarenja tartufima u Hrvatskoj, Znanstveni skup HAZU u povodu 20. obljetnice utemeljenja Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo.
90. Tkalčec Z., Mešić Z., Matočec N., Kušan I., 2008: Crvena knjiga gljiva Hrvatske. Ministarstvo kulture i Državni zavod za zaštitu prirode Republika Hrvatska.
91. Tocci A., 1985: Ecologia del *Tuber magnatum* Pico nell'Italia Centrale. Ann Ist Sper Selvicolt Arezzo 16:425-542
92. Trappe J.M., Kovacs G., Claridge A.W., 2010: Comparative taxonomy of desert truffles of the Australian outback and the African Kalahari
93. Ugrenović A., 1948: Upotreba drveta i sporednih proizvoda šume, Izdanje Nakladnog zavoda Hrvatske, Zagreb
94. Urban A., Pla T., 2008: Truffles and truffle cultivation in Austria. (In:) Le Causse corrézien (eds). La culture de la truffe dans le monde, Brive: 19–34.
95. Vrbek, B., 2003: Svojstva tala šume hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* Ht. 1938) Pokupskog bazena, Česme i Repaša. // Rad. Šumar. inst. 38 (2): 177-194, Jastrebarsko
96. Weden C., Pettersson L., Danell W., 2009: Truffle cultivation in Sweden: Results from *Quercus robur* and *Corylus avellana* field trials on the island of Gotland. Scan J Forest Res 24:37–53.
97. Wösten H.A.B., Wessels J.G.H., 2006: The emergence of fruiting bodies in basidiomycetes. In The Mycota. Part I: Growth, Differentiation and Sexuality. Kües U and Fisher R. (eds). Berlin: Springer Verlag, pp. 393–414.
98. Yun W., Hall I.R., 2004: Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. Canadian Journal of Botany 82: 1063–1073
99. Zgrablić Ž., Brenko A., Matočec N., Kušan I., Fornažar A., Čulinović J., Prekalj G., 2014: Povijesni pregled poznavanja i gospodarenja tartufima, Strategija održivog tartufarstva u Istarskoj županiji, Istarska županija, Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu, str. 9-11, 22-27, Pazin

<http://hr.wikipedia.org/wiki/Simbioza>

<http://hr.wikipedia.org/wiki/Mikoriza>

<http://www.trueeffelfreunde.de>

<https://trufflefarming.wordpress.com/>

<http://www.trufflesandmushrooms.co.nz/>

<http://www.truffletree.com/truffcult.html>

<http://www.garlandtruffles.com/>

<http://www.micofora.com/index.asp?Idioma=EN...>

<http://www.dzvp.hr › Novosti>

<http://www.poslovniforum.hr/ about02/ tartufi.asp>

<http://www.agroklub.com/ratarstvo/mikoriza-simbioza-korijenja-i-micelija-mikoriznih-glijiva>

<http://www.trufamania.com/truffles.htm>

<http://casopis.hrsume.hr/pdf/216.pdf>

<http://miro-tartufi.com/>

<http://www.naturatartufi.com/>

<http://karlictartufi.hr/>

<http://ziganetetartufi.com/index.php/hr/>

9. PRILOZI



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/91/14

Količina uzorka: 1 kg Uzorkovanje izvršeno: 03. i 04.01.2014.
Početak analize: 21.01.2014. Završetak analize: 10.02.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 1 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA
VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA ĐURĐEVAC
Analitički broj: O/91/14

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/91/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	6,20
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	4,97
1.3	Određivanje AL fosfora mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	5,04
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	8,75
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	7,18
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	5,806
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	1,09
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,97
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	38,4
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	95,0
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	1,31

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:
dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing.

Analitičarka:
dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:
Mario Posedi, prof. fiz. i kem.



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

O-5.10-01
Stranica 1/10



Bioinstitut d.o.o.
 Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
 OIB: 425 888 98 414
 Matični broj: 3108589
 Trg. sud u Varaždinu: 070002678
 Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
 Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
 Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
 Raiffeisenbank d.d. Čakovec
 Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
 laboratorij@bioinstitut.hr
 www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

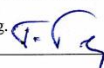
Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/92/14

Količina uzorka: 1 kg **Uzorkovanje izvršeno:** 03. i 04.01.2014.
Početak analize: 21.01.2014. **Završetak analize:** 10.02.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 2 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA
 VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA ĐURĐEVAC
Analitički broj: O/92/14

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/92/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	6,05
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	5,45
1.3	Određivanje AL fosfora mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	3,44
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	19,90
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	7,90
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	6,631
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	1,24
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,97
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	42,4
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	95,1
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	1,56

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:
dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing. 
Voditelj Laboratorijske djelatnosti:
Mario Posedi, prof. fiz. i kem.

Analitičarka:
dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5.10-01
 Stranica 2/10



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/93/14

Količina uzorka: 1 kg
Početak analize: 21.01.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 1 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA KLOŠTAR PODRAVSKI
Analitički broj: O/93/14
Uzorkovanje izvršeno: 03. i 04.01.2014.
Završetak analize: 10.02.2014.

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/93/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	6,56
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	5,97
1.3	Određivanje AL fosfora mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	6,94
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	17,88
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	4,77
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	8,056
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	0,81
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,89
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	29,7
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	94,4
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	0,0

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:
dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing.

Analitičarka:
dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:
Mario Posedi, prof. fiz. i kem.



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5.10-01
Stranica 3/10



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/94/14

Količina uzorka: 1 kg **Uzorkovanje izvršeno:** 03. i 04.01.2014.
Početak analize: 21.01.2014. **Završetak analize:** 10.02.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 2 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA KLOŠTAR PODRAVSKI
Analitički broj: O/94/14

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/94/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	7,52
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	6,32
1.3	Određivanje AL fosfor mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	6,24
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	15,08
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	0,72
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	4,268
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	1,05
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,00
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	29,2
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	96,0
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	0,46

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:
dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing.

Analitičarka:
dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:
Mario Posedi, prof. fiz. i kem.



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5.10-01
Stranica 4/10



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/95/14

Količina uzorka: 1 kg **Uzorkovanje izvršeno:** 03. i 04.01.2014.
Početak analize: 21.01.2014. **Završetak analize:** 10.02.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 3 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA
VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA KLOŠTAR PODRAVSKI
Analitički broj: O/95/14

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/95/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	6,41
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	6,05
1.3	Određivanje AL fosfor mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	3,04
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	12,41
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	5,68
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	7,314
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	0,64
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,18
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	19,3
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	95,1
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	0,86

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:
dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing. 

Analitičarka:
dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:
Mario Posedi, prof. fiz. i kem. 



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5-10-01
Stranica 5/10



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/96/14

Količina uzorka: 1 kg **Uzorkovanje izvršeno:** 03. i 04.01.2014.
Početak analize: 21.01.2014. **Završetak analize:** 10.02.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 4 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA KLOŠTAR PODRAVSKI
Analitički broj: O/96/14

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/96/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	5,83
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	5,13
1.3	Određivanje AL fosfora mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	1,64
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	16,77
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	8,26
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	4,801
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	0,62
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehm) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,50
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	21,3
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	95,7
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	0,12

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:

dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing. 

Analitičarka:

dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:

Mario Posedi, prof. fiz. i kem. 



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5.10-01
Stranica 6/10



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/97/14

Količina uzorka: 1 kg
Početak analize: 21.01.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 1 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA REPAŠ
Analitički broj: O/97/14
Uzorkovanje izvršeno: 03. i 04.01.2014.
Završetak analize: 10.02.2014.

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/97/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	6,28
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	5,47
1.3	Određivanje AL fosfora mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	2,44
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	24,33
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	6,92
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	14,590
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	0,78
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,00
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	21,7
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	93,7
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	0,0

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvješčaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:
dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing.

Analitičarka:
dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:
Mario Posedi, prof. fiz. i kem.



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5.10-01
Stranica 7/10



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/99/14

Količina uzorka: 1 kg
Početak analize: 21.01.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 3 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA REPAŠ
Analitički broj: O/99/14
Uzorkovanje izvršeno: 03. i 04.01.2014.
Završetak analize: 10.02.2014.

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/99/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	7,40
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	6,44
1.3	Određivanje AL fosfor mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	6,84
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	24,73
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	2,58
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	9,489
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	1,02
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	1,44
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	40,2
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	95,1
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	1,61

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:

dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing.

Analitičarka:

dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:

Mario Posedi, prof. fiz. i kem.



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5.10-01
Stranica 9/10



Bioinstitut d.o.o.
Rudolfa Steinera 7, HR-40000 Čakovec
OIB: 425 888 98 414
Matični broj: 3108589
Trg. sud u Varaždinu: 070002678
Uprava: dir. Dr.sc. Saša Legen D.V.M.
Temeljni kapital: 34.060.600,00 kn uplaćen u cijelosti
Žiro račun (IBAN): HR5824840081100327923
Raiffeisenbank d.d. Čakovec
Tel. 040 391 485 • Fax: 040 391 493
laboratorij@bioinstitut.hr
www.laboratorij.eu • www.bioinstitut.hr

Čakovec, 10.02.2014

ISPITNI IZVJEŠTAJ BROJ O/100/14

Količina uzorka: 1 kg **Uzorkovanje izvršeno:** 03. i 04.01.2014.
Početak analize: 21.01.2014. **Završetak analize:** 10.02.2014.
Predmet ispitivanja: TLO (0-30 cm) UZORAK 4 – TUBER BRUMALE
Uzorkovao i dostavio: Osobno, djelatnik HRVATSKIH ŠUMA 20.01.2014.
Podaci o naručitelju: HRVATSKE ŠUME D.O.O., UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA KOPRIVNICA, LJUDEVITA FERKAŠA VUKOTINOVIĆA 2, ZAGREB
Lokacija uzimanja: ŠUMARIJA REPAŠ
Analitički broj: O/100/14

1	Fizikalno-kemijski parametri	Oznaka metode:	O/100/14
1.1	pH-trenutna vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390:2005*	7,54
1.2	pH-izmjenjiva vrijednost (KCl)	HRN ISO 10390:2005*	6,59
1.3	Određivanje AL fosfor mg P ₂ O ₅ /100 g tla	KO-39/59a	10,54
1.4	Određivanje AL kalija mg K ₂ O/100 g tla	HRN EN ISO 11885:2010	15,46
1.5	Određivanje hidrolitičke kiselosti cmol(+)/kg	KO-39/136	0,67
1.6	Određivanje humusa(%)	KO-39/09b	5,176
1.7	Određivanje amonijskog dušika (po Nessleru) mg NH ₃ /100g	KO-39/53	1,17
1.8	Određivanje nitratnog dušika (po Riehmu) mg NO ₃ -/100g	KO-39/21	0,86
1.9	Ukupno dušika kg Nmin/ha	--	39,8
1.10	Suha tvar (tlo) (%)	HRN ISO 11465:2004*	97,2
1.11	CaCO ₃ (%)	HRN ISO 10693:2004	0,0

Napomena: Ovaj nalaz odnosi se samo na ispitivani uzorak. Mišljenje/tumačenje izraženo u ovom izvještaju je izvan područja akreditacije laboratorija.

Voditeljica Laboratorija za ekologiju:

dr.sc. Teuta Tompić, dipl.ing.

Analitičarka:

dr.sc. Silvija Zeman, dipl. ing. agr.

Voditelj Laboratorijske djelatnosti:

Mario Posedi, prof. fiz. i kem.



BIOINSTITUT d.o.o., Laboratorijska djelatnost, Rudolfa Steinera 7, 40000 ČAKOVEC, akreditirana je od Hrvatske akreditacijske agencije, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, za ispitivanje hrane, hrane za životinje, vina, voda, otpada, tla, uzoraka okoliša iz primarne proizvodnje, uzorkovanje voda i otpada, te mikrobiološke dijagnostike bolesti životinja. Akreditacija važi za postupke navedene u potvrdi o akreditaciji br. 1073.

0-5.10-01
Stranica 10/10

REZULTATI ANALIZA UZORAKA TLA

Tablica 1. Rezultati kemijske analize uzoraka tla (99/13)

Redni broj uzorka	Oznaka uzorka	Dubina cm	pH		mg/ 100g tla		N	Humus	C	C/N	S
			H ₂ O	1M KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	%	%	%	%	%
99/13	ICVŽ	0-30	5,36	4,36	2,59	10,35	0,39	6,53	3,80	9,74	0,47

Kemijske analize uzoraka tla (99/13) rađene su prema :

1. Priprema uzorka za analizu makroelemenata
(UN EC ICP Forests, 2006: Soil Sampling and Analysis)
 2. Određivanje pH u H₂O i n-KCl
(ISO 10390, 1995: Soil Quality – Determination of pH)
 3. Određivanje ukupnog dušika CNS 2000
(ISO 13878, 1995: Soil Quality – Determination of total nitrogen content by dry combustion ("elemental analysis"))
 4. Određivanje sadržaja humusa po Tjuriu
(Škorić, A., 1982: Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb)
 5. Određivanje lako pristupačnog P₂O₅ i K₂O
(Škorić, A., 1982: Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb)
 6. Određivanje ukupnog sumpora u uzorcima tla na elementarnom analizatoru SC132
(Leco corporation USA: SC-132 Instruction Manual, St. Joseph, 1987.)
- Analize uzoraka tla (99/13) rađene su u Laboratoriju za fizikalno-kemijska ispitivanja Hrvatskog šumarskog instituta u Jastrebarskom.
- Napomena: Rezultati se odnose isključivo na primljeni uzorak.

Ovo izvješće smije se preslikavati, osim u cijelosti, bez pisanog odobrenja Laboratorija za fizikalno-kemijska ispitivanja.

Voditelj laboratorija:

U Jastrebarskom 14.11.2013.

Dr.sc. Tamara Jakovljević

2/2

ŽIVOTOPIS

Mario Vlašić rođen je 04. siječnja 1977. godine u Čakovcu. Od lipnja 2014. godine stalno zaposlen u Savjetodavnoj službi, Podružnici Međimurske županije na radnome mjestu viši stručni savjetnik za šume šumoposjednika gdje radi poslove vezane uz privatne šume. Od siječnja 2011. godine do lipnja 2014. godine radio je u Hrvatskim šumama d.o.o. Odjel za uređivanje šuma UŠP Koprivnica gdje je radio na poslovima izrade šumskogospodarskih planova. Od veljače 2007. godine do siječnja 2011. godine radio je u Šumarskoj savjetodavnoj službi na poslovima revirnika i voditelja podružnice Zagorje – Međimurje. Od svibnja 2004. godine do veljače 2007. godine radio je u Hrvatskim šumama d.o.o., šumariji Korenica, UŠP Gospić na poslovima revirnika. Od listopada 2002. godine do svibnja 2004. godine radio je u Hrvatskim šumama d.o.o. Odjel za uređivanje šuma UŠP Gospić gdje je radio na poslovima izrade šumskogospodarskih planova. Od travnja 2002. godine do listopada 2002. godine radio je u Hrvatskim šumama d.o.o. Odjel za uređivanje šuma Koprivnica UŠP Koprivnica kao pripravnik. Od veljače 2002. godine do travnja 2002. godine radio je u Hrvatskim šumama d.o.o. šumarija Čakovec kao pripravnik.

Obrazovanje:

1995 – 2001.	Šumarski fakultet, Zagreb, smjer: šumarski
1990 – 1995.	Gimnazija Čakovec

Stručno usavršavanje:

2007	Tečaj savjetničkih metoda i vještina
od 2011.	ovlašteni inženjer šumarstva i ovlašteni inženjer uređivanja šuma, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne industrije