

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Tine GREBENC

**TIPI EKTOMIKORIZE NA BUKVI (*Fagus sylvatica* L.) V NARAVNEM
IN GOSPODARSKEM GOZDU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**TYPES OF ECTOMYCORRHIZAE ON BEECH (*Fagus sylvatica* L.) IN
NATURAL AND MANAGED FOREST**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2005

Doktorska disertacija je zaključek Interdisciplinarnega podiplomskega študija biotehnologije na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Delo je bilo opravljeno na Gozdarskem inštitutu Slovenije, Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, v Botaničnem vrtu Madrid, Oddelek za mikologijo - Departamento de Micología, Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid in na Inštitutu za sistematsko botaniko, Ludwig-Maximilians-Universität München.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani in po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepu Senata Univerze je bila za mentorico doktorata znanosti s področja biotehnologije imenovana doc. dr. Hojka Kraigher univ dipl. biol, univ. dipl. ing. gozd..

Mentorica: doc. dr. Hojka Kraigher, univ dipl. biol, univ. dipl. ing. gozd.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: doc. dr. Marjana Regvar, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za biologijo

Članica: doc.dr. Hojka Kraigher, Gozdarski inštitut Slovenije

Član: doc. dr. Davorin Kajba, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Datum zagovora: 14. junija 2005

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Tine Grebenc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd
 DK UDK 630*1+582.28:581.5(043.3)=863
 KG mikoriza/ektomikoriza/glive/tipi ektomikorize/popis trosnjakov/PCR-RFLP baza podatkov/sekvenciranje rDNK/sestojna vrzel/ozon/indeksi vrstne pestrosti/bukev/naravni gozd/gospodarski gozd
 AV GREBENC, Tine, univerzitetni diplomirani biolog
 SA KRAIGHER, Hojka (mentor)
 KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Interdisciplinarni podiplomski študij biotehnologije
 LI 2005
 IN TIPI EKTOMIKORIZE NA BUKVI (*Fagus sylvatica* L.) V NARAVNEM IN GOSPODARSKIM GOZDU
 TD Doktorska disertacija
 OP XIV, 174 str., 20 preg., 61 sl., 7 pril., 210 vir.
 IJ sl
 JI sl/en
 AI Glive predstavljajo ključno povezovalno biotsko komponento med posameznimi elementi gozdnega ekosistema, predvsem med viri hranil in drevesnimi partnerji v simbiozi – ektomikorizi. Spremenjene razmere v okolju, zaradi naravnih sprememb ali človekovih vplivov se odražajo tudi na ektomikorizi. Za sledenje spremembam in njihovo potencialno uporabo za mikobioindikacijo je nujno poznavanje vrstne sestave populacije ektomikoriznih gliv. V našem delu smo na ploskvah z različnimi vplivi (naravna ali antropogena sestojna vrzel, ploskev z dvakratno koncentracijo ambientalnega ozona) spremljali pojavljanje ektomikoriznih gliv na bukvi. V standardizirano odvzetih vzorcih zemlje določevali, kvantificirali, z indeksi pestrosti prikazali spremembe v populaciji ektomikoriznih gliv na bukvi in drugih drevesnih partnerjih na ploskvah ter z metodo ordinacije korelirali pojavljanje z nekaterimi lastnostmi ploskev, kjer smo odvezemali vzorce. Osredotočili smo se na čim uspešnejše določevanje tipov ektomikorize, zato smo uporabili kombiniran pristop določevanja po anatomske lastnostih tipov in določevanje s primerjavo PCR-RFLP vzorcev z lastno bazo podatkov in s primerjavo pomnoženih nukleotidnih zaporedij z javno dostopnimi bazami. Na vseh ploskvah smo tudi popisovali in herbarizirali trosnjake ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv kot referenčni material za PCR-RFLP bazo. Različni pristopi pri določevanju ektomikorize so pričakovano rezultirali v večjem deležu do vrst ali do rodu določenih tipov ektomikorize kot v primerljivih študijah, zaradi uporabe molekularnih pristopov. Pomembna je predvsem primerjava z PCR-RFLP bazo, ki vsebuje referenčni material lokalnega izvora. V mali sestojni vrzeli smo opazili statistično značilne spremembe v pojavljanju in indeksih pestrosti predvsem v novo nastali antropogeni vrzeli Snežna jama, kjer še ni prišlo do naravne regeneracije, ki na drugih ploskvah zabriše spremembe. Na pojavljanje tipov ektomikorize ima vpliv število drevesnih partnerjev na ploskvi in prisotnost vrzeli, kar smo pokazali tudi z metodo ordinacije. Rezultati enoletnega vzorčenja na ploskvi s povišano koncentracijo ozona niso pokazali značilnih razlik v številu in vrstni sestavi tipov ektomikoriz med tretiranimi drevesi in kontrolnimi ploskvami.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
 DC UDC 630*1+582.28:581.5(043.3)=863
 CX mycorrhiza/ectomycorrhiza/fungi/types of ectomycorrhizae/mapping of sporocarps/PCR-RFLP database/rDNA sequencing/canopy gap/ozone/biodiversity indices/beech/natural forest/managed forest
 AU GREBENC, Tine
 AA KRAIGHER, Hojka (supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Interdisciplinary Postgraduate Study in Biotechnology
 PY 2005
 TI TYPES OF ECTOMYCORRHIZAE ON BEECH (*Fagus sylvatica* L.) IN NATURAL AND MANAGED FOREST
 DT Doctoral Dissertaion
 NO XIV, 174 p., 20 tab., 61 fig., 7 ann., 210 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB Fungi represent an important link between several biotic components of forest ecosystem with sources of nutrients in ectomycorrhiza. Natural or anthropogenic changes in environment can be detected as drift within functional and/or population diversity of macro- and microsymbionts. Identification of symbionts to the species level is crucial for following the drift in population structures from differently stressed plots in micobioindication approach. The aim of our research was to identify and describe species of ectomycorrhizal fungi forming symbiosis on beech and to briefly analyse ectomycorrhizae of other tree hosts from differently stressed research plots. Research plots with natural occurring or man made small canopy gaps and a plot with ozonated canopies of trees, were selected. Soil samples for analysis were collected using standardised procedure. Ectomycorrhizae was identified and counted in all soil samples. Biodiversity indices were calculated and ordination method was applied to show changes in population structure of ectomycorrhizae. Combined approach for identification of ectomycorrhizae was applied with an aim to identify as many as possible different types of ectomycorrhizae to the species level. Anatomical identification in combination with PCR-RFLP and sequencing were applied. On all plots sporocarps of ectomycorrhizal species were mapped and reference fungal material was stored in herbarium for build-up of PCR-RFLP database. Different approaches for identification of ectomycorrhizae resulted in higher proportion of types of ectomycorrhizae identified to the species or to the genus level in comparison to some comparable studies. The PCR-RFLP database is of high importance for identification since it contains the reference material from the same locations as an ectomycorrhiza originate. Significant difference was observed in small man-made canopy gaps for occurence and diversity indices compared to plots with at least some natural regeneration. Ordination method revealed significant influence of number of tree partners and presence of canopy gap on the number of vital types of ectomycorrhizae counted in soil samples. After one year sampling on research plot fumigated with double ambient ozone concentration no significant differences were observed compared to control plot in species composition and in number of vital types of ectomycorrhizae.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	str. III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	IX
Kazalo slik	X
Kazalo prilog	XII
1 UVOD	1
1.1 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED LITERATURE	3
2.1 GLIVE	3
2.2 SPLOŠNE LASTNOSTI MIKORIZE	3
2.2.1 Oblike mikorize	3
2.2.2 Zgodovina	6
2.3 RAZVOJ IN DELOVANJE MIKORIZE	7
2.3.1 Razvoj gliv	7
2.3.2 Privzem in prenos hranil	7
2.3.3 Delitev gliv glede na načine pridobivanja hranil	10
2.4 NAČINI IDENTIFIKACIJE GLIVE V EKTOMIKORIZI	10
2.4.1 Določevanje ektomikorize na osnovi morfoloških in anatomskih struktur plašča	11
2.4.2 Pojavljanje trosnjakov ektomikoriznih gliv in sledenje ektomikorizi na osnovi pojavljanja trosnjakov	11
2.4.3 Identifikacija glive v ektomikorizi z uporabo molekularnih markerjev	13
2.4.4 Metode molekularne identifikacije	14
2.4.4.1 PCR-RFLP analiza ribosomalne DNK	14
2.4.4.2 Sekvenciranje ITS in drugih regij v genomu gliv	15
2.4.5 Korelacije pojavljanja trosnjakov in rezultati molekularne identifikacije ektomikorize na isti lokaciji	16
2.5 KOMPLEKSNE INTERAKCIJE V MIKORIZOSFERI	16
2.5.1 Kompleksni sistemi gostiteljev <i>in vitro</i>	17
2.5.2 Stopnja specifičnosti ektomikoriznih gliv	18
2.5.3 Interakcije ektomikoriznih gliv z drugimi organizmi v rizosferi	19
2.5.3.1 Ektomikorizne glive in bakterije v rizosferi	19
2.5.3.2 Ektomikorizne in saprofitne glive	20
2.5.4 Sukcesija združbe ektomikoriznih gliv	20
2.5.5 Razmere na rastiščih in pojavljanje ektomikorize	21
2.5.6 Pomen žepaste razporeditve hranil in potenciala mikoriznih gliv	21
2.6 STARANJE EKTOMIKORIZNIH KORENIN	22
2.7 MIKOBIOINDIKACIJA SPREMEMB V OKOLJU	23
2.7.1 Povišane koncentracije ozona in njegovo delovanje v gozdnih ekosistemi	24
2.7.2 Vpliv sestojne vrzeli in sledenje spremembam v rizosferi	24

2.8 BUKEV	25
2.8.1 Vpliv suše na bukev in njeno ektomikorizo	25
2.8.2 Tipi ektomikorize na bukvi	26
2.8.3 Kompetitivnost korenin bukve v mešanem gozdu	26
3 MATERIAL IN METODE	27
3.1 OPIS RAZISKOVALNIH PLOŠKEV	27
3.1.1 Raziskovalna ploskev Rajhenavski Rog	27
3.1.2 Raziskovalna ploskev Snežna jama	28
3.1.3 Raziskovalna ploskev Rude Skov (Danska)	29
3.1.4 Raziskovalna ploskev Ravnsholte Skov (Danska)	29
3.1.5 Raziskovalna ploskev Kranzberg (Nemčija)	30
3.2 POPIŠOVANJE TROSNJAKOV EKTOMIKORIZNIH VRST GLIV	30
3.2.1 Herbarij in mikoteka GIS in vzorci za PCR-RFLP analizo	31
3.3 VZORČENJE, ČIŠČENJE IN DOLOČEVANJE TIPOV EKTOMIKORIZE	32
3.3.1 Vzorčenje zemlje na raziskovalnih ploskvah za analizo tipov ektomikorize	32
3.3.2 Shranjevanje in čiščenje vzorcev zemlje ter ločevanje tipov ektomikorize	32
3.3.3 Določevanje tipov ektomikorize	33
3.3.4 Shranjevanje tipov ektomikorize v Herbariju in mikoteki Gozdarskega inštituta Slovenije	33
3.3.4.1 Trajni preparati	33
3.3.4.2 Trajni preparati v mešanici FAA	33
3.3.5 Barvanja, uporabljena pri identifikaciji tipov ektomikorize	34
3.4 DOLOČEVANJE TIPOV EKTOMIKORIZE Z MOLEKULARNIMI PRISTOPI	34
3.4.1 Ekstrakcija DNK	35
3.4.2 Pomnoževanje DNK	35
3.4.3 Cepljenje produkta polimerazne verižne reakcije	37
3.4.4 Ločevanje z gelsko elektroforezo	38
3.4.5 Analiza RFLP vzorcev s programskim paketom Taxotron®	38
3.4.6 Sekvenciranje DNK	39
3.5 STATISTIČNA ANALIZA POJAVLJANJA TIPOV EKTOMIKORIZE V VZORCIH ZEMLJE	40
3.5.1 Število različnih tipov ektomikorize	40
3.5.2 Število vitalnih, starih in nemikoriznih kratkih korenin v vzorcu	40
3.5.3 Delež posameznega tipa na ploskvi	40
3.5.4 Delež vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcu	41
3.5.5 Bogastvo vrst (d) oziroma indeks vrstne pestrosti	41
3.5.6 Shannon-Weaverjev indeks vrstne pestrosti	41
3.5.7 Teoretični maksimalni Shannon-Weaverjev indeks vrstne pestrosti	41
3.5.8 Izenačenost	42
3.5.9 Uravnoveženost	42
3.5.10 Berger-Parkerjev indeks izenačenosti	42
3.5.11 Bray-Curtisov indeks podobnosti	42
3.5.12 CANOCO analiza podatkov	43
3.5.12.1 Podatki o lastnostih ploskvic za CANOCO analizo	43
3.5.12.2 Analiza podatkov	43
4 REZULTATI	45
4.1 POPISI TROSNJAKOV EKTOMIKORIZNIH IN DOMNEVNO EKTOMIKORIZNIH VRST GLIV	45
4.1.1 Pojavljanje trošnjakov na ploskvah	45

4.2 PCR-RFLP BAZA PODATKOV IN IDENTIFIKCIJA NEZNANIH TIPOV EKTOMIKORIZE S PRIMERJAVO RESTRIKCIJSKIH VZORCEV	48
4.3 DOLOČEVANJE NEZNANIH TIPOV EKTOMIKORIZE S PRIMERJAVO NUKLEOTIDNIH ZAPOREDIJ DELA ITS V rDNK Z JAVNO DOSTOPNIMI BAZAMI PODATKOV	50
4.4 KRATKI OPISI TIPOV EKTOMIKORIZE.....	52
4.4.1 <i>Byssocorticium atrovirens</i> (Fr.) Bondartsev & Singer	52
4.4.2 <i>Cenococcum geophilum</i> Fr.	52
4.4.3 <i>Fagrhiza fusca</i>	54
4.4.4 <i>Fagrhiza pallida</i>	54
4.4.5 <i>Fagrhiza setifera</i>	55
4.4.6 <i>Fagrhiza spinulosa</i>	56
4.4.7 <i>Genea hispidula</i> Berk et Br.....	57
4.4.8 <i>Hebeloma sinapizans</i> (Fr.) Sacc.....	59
4.4.9 <i>Laccaria amethystina</i> Cooke	60
4.4.10 <i>Lactarius acris</i> (Bolton) Gray	61
4.4.11 <i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.....	63
4.4.12 <i>Lactarius camphoratus</i> (Bull.) Fr.	63
4.4.13 <i>Lactarius pallidus</i> Pers ex. Fr.	64
4.4.14 <i>Lactarius rubrocinctus</i> Fr.....	65
4.4.15 <i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	66
4.4.16 <i>Lactarius</i> sp. tip <i>blennius/vellereus</i>	67
4.4.17 <i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray.....	68
4.4.18 <i>Lactarius subsericatus</i> Kuhner&Romagn.....	70
4.4.19 <i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	71
4.4.20 <i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	73
4.4.21 <i>Russula densifolia</i> Secr. ex. Gillet	74
4.4.22 <i>Russula fellea</i> (Fr.: Fr.) Fr.	75
4.4.23 <i>Russula illota</i> Romagn.	76
4.4.24 <i>Russula lepida</i> Fr.	78
4.4.25 <i>Russula mairei</i> Singer	79
4.4.26 <i>Russula ochroleuca</i> (Pers.) Fr.	80
4.4.27 <i>Tomentella terrestris</i> (Berk. & Broome) M.J. Larsen	81
4.4.28 <i>Tricholoma sciodes</i> (Secr.) Mart	82
4.4.29 <i>Tuber puberulum</i> Berk. & Broome	83
4.4.30 <i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull.) Quel.....	84
4.4.31 <i>Cortinarius</i> sp. 1.....	86
4.4.32 <i>Cortinarius</i> sp. 2.....	87
4.4.33 <i>Laccaria</i> sp. 1	87
4.4.34 <i>Lactarius</i> sp. 1	88
4.4.35 <i>Lactarius</i> sp. 2	89
4.4.36 <i>Lactarius</i> sp. 3	90
4.4.37 <i>Russula</i> sp. 1	90
4.4.38 <i>Russula</i> sp. 2	91
4.4.39 <i>Russula</i> sp. 3	92
4.4.40 <i>Russula</i> sp. 4	93
4.4.41 <i>Russula</i> sp. 5	94
4.4.42 <i>Russula</i> sp. 6	95
4.4.43 <i>Russula</i> sp. 7	96
4.4.44 <i>Russula</i> sp. 8	96
4.4.45 <i>Russula</i> sp. 9	97
4.4.46 <i>Tomentella</i> sp. 1	98
4.4.47 <i>Tomentella</i> sp. 2	99

4.4.48 <i>Tomentella</i> sp. 3	100
4.4.49 <i>Tricholoma</i> sp. 1	100
4.4.50 <i>Tricholoma</i> sp. 2	101
4.4.51 Neznani tip na bukvi 1	102
4.4.52 Neznani tip na jelki 1	103
4.4.53 Neznani tip na jelki 2	105
4.4.54 Neznani tip na jelki 3	106
4.4.55 Neznani tip na jelki 4	107
4.4.56 Neznani tip na jelki 5	107
4.4.57 Neznani tip na jelki 6	108
4.4.58 Neznani tip na jelki 7	109
4.4.59 Neznani tip na jelki 8	110
4.4.60 Neznani tip na jelki 9	111
4.4.61 Neznani tip na jelki 10	112
4.4.62 Neznani tip na jelki 11	113
4.4.63 Neznani tip na jelki 12	114
4.4.64 Neznani tip na jelki 13	114
4.4.65 Neznani tip na smreki 1	115
4.5 POPOLN OPIS TIPA EKTOMIKORIZE NA PRIMERU <i>ENTOLOMA NIDOROSUM</i> (FR.) QUÉL. X <i>FAGUS SYLVATICA</i> L.	116
4.6 POJAVLJANJE TIPOV EKTOMIKORIZE NA POSAMEZNIH RAZISKOVALNIH PLOSKVAH IN REZULTATI STATISTIČNIH IZRAČUNOV	120
4.6.1 Pojavljanje tipov ektomikorize, starih in nemikoriznih korenin na posamezni ploskvi v transektu preko vrzeli in izračunani indeksi za karakterizacijo posameznega vzorca	120
4.6.2 Primerjava pojavljanja tipov ektomikorize med ploskvami	125
4.7 POJAVLJANJE TIPOV EKTOMIKORIZE, STARIH IN NEMIKORIZNIH KORENIN V POSAMEZNEM VZORČENJU NA PLOSKVI S POVIŠANO KONCENTRACIJO OZONA IN IZRAČUNANI INDEKSI ZA KARAKTERIZACIJO POSAMEZNEGA VZORCA.....	128
4.7.1 Primerjava homogenosti pojavljanja morfotipov med posameznimi vzorčenji	130
4.8 CANOCO ANALIZA NABORA PODATKOV POJAVLJANJA TIPOV EKTOMIKORIZE IN LASTNOSTI PLOSKEV VZORČENJA.....	131
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	137
5.1. PRISTOPI PRI UGOTAVLJANJU PESTROSTI EKTOMIKORIZE	137
5.2 POJAVLJANJE TROSNJAKOV	143
5.3 POJAVLJANJE TIPOV EKTOMIKORIZE PREKO SESTOJNE VRZELI	146
5.4. VPLIV ŠTEVILA DREVESNIH PARTNERJEV NA PESTROST TIPOV EKTOMIKORIZE	149
5.5. MOŽNOSTI BIOINDIKACIJE VPLIVOV GOSPODARJENJA IN OZONA	150
6 POVZETEK	156
6.1 POVZETEK.....	156
6.2 SUMMARY	159
7 LITERATURA.....	162

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Oblike mikorize s skupinami gliv, ki jo tvorijo, skupinami rastlinskih partnerjev, izbrane značilnosti in generalno geografsko pojavljanje posamezne	4
Preglednica 2: Sestava mešanica FAA (formailin – etanol-ledocetna kislina) za shranjevanje trajnih preparatov tipov ektomikorize.	33
Preglednica 3: Pufer za ekstrakcijo DNK, sestava in količine za ekstrakcijo 15 vzorcev	35
Preglednica 4: Reakcijska mešanica za pomnoževanje v PCR, sestavine in količina za končni volumen reakcije 50 µl.	36
Preglednica 5: Začetni oligonukleotidi, uporabljeni v PCR in sekvenčni reakciji.....	36
Preglednica 6: PCR program, uporabljen pri pomnoževanju ITS regij.	37
Preglednica 7: Sestava in količine restrikcijske mešanice za posamezno reakcijo.	37
Preglednica 8: Uporabljeni restrikcijski encimi, mesta rezanja in optimalna temperatura reakcije.....	38
Preglednica 9: Sestavine pufra FBB (Ficoll-Bromphenol-Blue) za nanos DNK na gelsko elektroforezo.....	38
Preglednica 10: Programa ločevanja fragmentov DNK na gelski elektroforezi.	38
Preglednica 11: Seznam vrst z več kot enim restrikcijskim vzorcem v PCR-RFLP bazi podatkov. Za vsako vrsto smo ločili variante in pripisali lokacijo, kjer je bil vzorec nabran in drevesne mikorizne partnerje, ki so se nahajali v neposredni bližini najdenega trosnjaka.....	49
Preglednica 12: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem.	50
Preglednica 13: Podatki o številu tipov ektomikorize, vitalnih in starih ektomikoriznih korenin in kratkih korenin ter preračunani indeksi za opis razlik pestrosti ektomikorize med sestojem (vzorci 1, 2, 9 in 10) in vrzelijo (vzorci 3-8) za ploskve Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama.....	121
Preglednica 14: Prikaz nekaterih razmerij za opis in primerjavo populacije tipov ektomikorize za ploskve Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama.....	125
Preglednica 15: Prikaz vrst ektomikoriznih gliv, ki smo jih našli kot tipe ektomikorize v vzorcih zemlje in se na posamezni ploskvi pojavljajo izključno v vzorcih iz vrzeli ali v vzorcih iz sestoj.....	126
Preglednica 16: Deleži ektomikoriznih vrst, ki dokazano tvorijo ektomikorizo na več kot enem drevesnem partnerju, ločeni po ploskvah in letih vzorčenja ter njihov delež glede na vse vitalne ektomikorizne korenine na ploskvi.....	127
Preglednica 17: Podatki o številu tipov ektomikorize, vitalnih in starih ektomikoriznih korenin in kratkih korenin ter preračunani indeksi pestrosti ektomikorize med vzorci s tretiranih in netretiranih dreves.....	129
Preglednica 18: Bray-Curtisovi indeksi homogenost pojavljanja morfotipov med dvema primerjanima vzorčenjema.	130
Preglednica 19: Bray-Curtisovi indeksi homogenosti pojavljanja morfotipov med dvema vzorcema, odvzetima pod netretiranimi in tretiranimi drevesi znotraj posameznega vzorčenja.....	130
Preglednica 20: Spremenljivke – celoten nabor lastnosti, vključenih v študijo, ki smo jih analizirali s CCA.....	132

KAZALO SLIK

Slika 1: Splošne lastnosti glavnih oblik mikorize, njihovo geografsko in ekološko pojavljanje, encimski sistemi za razgradnjo kompleksnih snovi, pestrost in lastnosti opada, kjer se pojavljajo. Prikazana je tudi stopnja razvitosti gozda, glede na pojavljanje glavnih oblik mikorize.	5
Slika 2: Shematski prikaz sprejemanja hranil iz okolja in smeri transporta hranil v ektomikorizi	8
Slika 3: Shematski prikaz enote v tandemskih ponovitvah jedrne ribosomalne DNK regije. Prikazana so mesta naleganja začetnih oligonukleotidov in smer pomnoževanja v PCR za začetne oligonukleotide, ki smo jih uporabili za pomnoževanje ITS regij pri določevanju glive v ektomikorizi.	14
Slika 4: Shema raziskovalne ploskve v Rajhenavskem Rogu, mala vrzel, z mesti vzorčenj ektomikorize in vzorcev za druge ekološke parametre	28
Slika 5: Shema raziskovalne ploskve v Snežni jami, mala vrzel, z mesti vzorčenj ektomikorize in vzorcev za druge ekološke parametre	29
Slika 6: Shema ploskve z 1 m x 1 m mrežo za popisovanje trosnjavo ektomikoriznih gliv na primeru ploskve v Snežni jami.	31
Slika 7: Shematski prikaz pojavljanje trosnjakov najpogostejših vrst ektomikoriznih gliv na bukvi vključno s številom najdenih trosnjakov vzdolž transeкта preko vrzel na ploskvi Ravnscholte Skov.	46
Slika 8: Shematski prikaz pojavljanje trosnjakov najpogostejših vrst ektomikoriznih gliv na bukvi vključno s številom najdenih trosnjakov vzdolž transeкта preko vrzel na ploskvi Rude Skov.	46
Slika 9: Shematski prikaz pojavljanja trosnjakov ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv na 40 m x 40 m ploskvi, ki prekriva celotno malo vrzel, na raziskovalni ploskvi Rajhenavski Rog.	47
Slika 10: Shematski prikaz pojavljanja trosnjakov ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv na 40 m x 40 m ploskvi, ki prekriva celotno malo vrzel, na raziskovalni ploskvi Snežna jama.	47
Slika 11: Dendrogram za kombinacijo restrikcijskih vzorcev po cepljenju pomnožene DNK s <i>Hinf</i> I, <i>Mbo</i> I in <i>Taq</i> I restrikcijskimi endonukleazami. Drevo je konstruirano z UPGMA metodo. Prikazani so tudi ločeni restrikcijski vzorci za vsak restrikcijski encim.	49
Slika 12: <i>Cenococcum geophilum</i> . a – tip ektomikorize; b – zunanje plasti plašča z izhajajočimi hifami.	53
Slika 13: <i>Fagihiza pallida</i> . Zunanje plasti plašča z izhajajočimi hifami.	55
Slika 14: <i>Fagihiza spinulosa</i> . a – plašč s cistidami; b – izhajajoče hife z zaponkami.	57
Slika 15: <i>Genea hispidula</i> . Zunanje plasti plašča, celične stene odebeljene in obarvane	58
Slika 16: <i>Genea hispidula</i> . Izhajajoče hife, celične stene odebeljene in obarvane.	58
Slika 17: <i>Hebeloma sinapizans</i> , zunanje plasti plašča in izhajajoče hife.	60
Slika 18: <i>Laccaria amethystina</i> . Zunanje plasti plašča.	61
Slika 19: <i>Lactarius acris</i> . Zunanje plasti plašča s cistidami.	62
Slika 20: <i>Lactarius camphoratus</i> . a – zunanje plasti plašča; b – rizomorf.	64
Slika 21: <i>Lactarius salmonicolor</i> . Zunanje plasti plašč; preparat pripravljen v mlečni kislini.	67
Slika 22: <i>Lactarius salmonicolor</i> . Ektomikorizna korenina, na poškodbi izhaja oranžen mleček.	67
Slika 23: <i>Lactarius subdulcis</i> . a – trosnjak; b – ektomikoriza	69
Slika 24: <i>Lactarius subdulcis</i> . Zunanje plasti plašča	69
Slika 25: <i>Lactarius subdulcis</i> . Rizomorf s posameznimi izhajajočimi hifami.	70
Slika 26: <i>Lactarius subsericatus</i> . Zunanje plasti plašča, celice z odebeljeno in obarvano celično steno.	71
Slika 27: <i>Lactarius vellereus</i> . a – zunanje plasti plašča; b – notranje plasti plašča	72
Slika 28: <i>Russula cyanoxantha</i> , a izhajajoče hife z značilnimi odebelitvami; b cistide	74
Slika 29: <i>Russula fellea</i> . Zunanje plasti plašča s cistidami. Barvano z laktofenol modrim.	76
Slika 30: <i>Russula illota</i> . a – cistide; b – zunanje plasti plašča, barvano s sulfovanilinom.	77
Slika 31: <i>Russula illota</i> . Cistide.	78
Slika 32: <i>Russula ochroleuca</i> . Zunanje plasti plašča s posameznimi izhajajočimi hifami.	81
Slika 33: <i>Russula ochroleuca</i> . Zunanje plasti plašča s skupkom rumeno obarvanih kroglastih celic na površini.	81
Slika 34: <i>Tricholoma sciodes</i> . Rizomorf; 1 – anastomoza tip A; 2 – hifa z zaponko. Temna hifa – parazitska hifa.	83
Slika 35: <i>Xerocomus chrysenteron</i> . Zunanje plasti plašča z značilno krožno urejenimi hifami	85
Slika 36: <i>Xerocomus chrysenteron</i> Tip ektomikorize, 12.5 x povečava.	85

Slika 37: <i>Xerocomus chrysenteron</i> . Rizomorf, puščica označuje odebeljeno centralno hifo.....	86
Slika 38: <i>Laccaria</i> sp. 1. Zunanje plasti plašča.....	88
Slika 39: <i>Russula</i> sp. 1. Zunanje plasti plašča. Stene celic prozorne do rahlo obarvane, rahlo odebeljene.	91
Slika 40: <i>Russula</i> sp. 4, zunanje plasti plašča in izhajajoče hife.....	94
Slika 41: <i>Russula</i> sp. 5, zunanje plasti plašča.....	95
Slika 42: <i>Russula</i> sp. 9, zunanje plasti plašča.....	98
Slika 43: <i>Tomentella</i> sp. 1, zunanje plasti plašča.....	99
Slika 44: <i>Tricholoma</i> sp. 2. Izhajajoče hife z zaponkami in tipom A anastomoze.	102
Slika 45a: Neznani tip ektomikorize na jelki 1, zunanje plasti plašča.	104
Slika 45b: Neznani tip ektomikorize na jelki 1, izhajajoče hife, septirane, septe z zaponkami, rizomorf.	104
Slika 46: Neznani tip ektomikorize na jelki 2, zgornje plasti plašča.	105
Slika 47: Neznani tip ektomikorize na jelki 3, zunanje plasti plašča in posamezne izhajajoče hife.....	106
Slika 48: Neznani tip na jelki 7.....	109
Slika 49: Neznani tip na jelki 7, zunanje plasti plašča.....	110
Slika 50: Neznani tip na jelki 9, zunanje plasti plašča.....	112
Slika 51: Neznani tip ektomikorize na jelki 10. Zunanje plasti plašča in izhajajoče hife (debelejše).....	113
Slika 52: <i>Entoloma nidorosum</i> na bukvi. Zunanje plasti plašča, plektenhimatski, z delci in notranje plasti plašča, plektenhimatski, s spremenjenimi celicami, ki so v neposrednem stiku s koreninskimi celicami.....	118
Slika 53: <i>Entoloma nidorosum</i> na bukvi – rizomorf, s prilepljenimi delci substrata na bazi rizomorfa.	119
Slika 54: Število vitalnih ektomikoriznih korenin, prikazano glede na položaj odvzetega vzorca v vrzeli... ..	122
Slika 55: Delež korenin drugih vrst v vzorcih, prikazanih v transektu preko ploskve za ploskvi Rajhenavski Rog in Snežna jama.	123
Slika 56: Tipi ektomikorize v vseh vzorcih zemlje in njihovi deleži pojavljanja na raziskovalnih ploskvah Rajheavanski Rog, Snežna jama, Rude Skov in Ravnscholte Skov.	124
Slika 57a in b Ordinacijski diagram vzdolž prve in druge ordinacijske osi za vse tipe ektomikorize, vključene v analizo in gradienti vseh parametrov (lastnosti) ploskev, ki smo jih analizirali.	134
Slika 58: Linearni model krivulje odziva za tipe ektomikorize, ki so se statistično značilno (pri $p < 0.1$) pojavljali glede na prisotnost vrzeli na mestu odvzema vzorca zemlje.....	135
Slika 59a: Linearni model krivulje odziva za tipe ektomikorize, ki so se statistično značilno (pri $p < 0.1$) pojavljali glede na število ektomikoriznih partnerjev (drevesnih vrst) na ploskvi.....	136
Slika 59b: Linearni model krivulje odziva za tipe ektomikorize, ki so se statistično značilno (pri $p < 0.1$) pojavljali glede na količino humusa na globini 10 cm.	136

KAZALO PRILOG

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov

Priloga B: Seznam trosnjakov ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv na vseh raziskovalnih ploskvah, urejen po abecednem redu

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka"

Priloga D: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem, s podanimi akcesijami, opisom, kot je naveden v bazi podatkov in nekaterimi parametri podobnosti zaporedij

Priloga E: Podatki o pojavljanju tipov ektomikorize po posameznih ploskvah

Priloga F: Podatke o številu vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcih zemlje odvzetih v sestoju (vzorci 1, 2, 9 in 10) in v vrzeli (vzorci 3-8) za ploskve Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama.

Priloga G: Podatki o številu vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcih zemlje odvzetih na kontrolni ploskvi (vzorci 1-4) in ob drevesih tretiranih s povišano koncentracijo ozona (vzorci 5-9) za ploskev Kranzberg

1 UVOD

Glive, ki tvorijo ektomikorizo z gozdnim drevjem, predstavljajo ključno povezovalno komponento med viri hranil ter simbiotskimi rastlinami in tako bistveno pripomorejo k delovanju ekosistema. Za razumevanje delovanja in sledenje morebitnim spremembam v opazovanem gozdnem ekosistemu je nujno poznavanje vrstne sestave partnerjev v simbiozi. Spremembe v okolju, bodisi naravne ali kot posledica človekove dejavnosti, se lahko hitro odražajo pri makro- ali mikrosimbiontih, predvsem pri glivah. V našem delu smo želeli ugotoviti vrste oziroma višje taksonomske skupine gliv, ki v naravnih in gospodarskih gozdovih tvorijo ektomikorizo z bukvijo, drugo najpogostejšo drevesno vrsto v Sloveniji. Poleg samega pojavljanja vrst gliv, ki tvorijo ektomikorizo z bukvijo, nas je zanimala tudi njihova pestrost na raziskovalnih ploskvah, izražena z indeksi pestrosti, prirejenimi za ocene pri ektomikoriznih vrstah in razporejanje tipov glede na njihove morfološke značilnosti v ekološke skupine. Omenjeni parametri omogočajo primerjavo rezultatov z rezultati nekaterih že obstoječih študij s področja ektomikorize.

Na osnovi podatkov o pojavljanju smo želeli ugotoviti tudi morebitne vplive nekaterih dejavnikov na samo pojavljanje, vrstno sestavo in število tipov ektomikorize na bukvi. Pri delu smo se osredotočili na vpliv antropogenih in naravnih malih sestojnih vrzeli na populacijo ektomikoriznih gliv ter na morebitne povezave z ekološkimi spremembami, ki sledijo pojavi in regeneraciji vrzeli. Zastavljene raziskovalne probleme smo reševali s študijem pojavljanja tipov ektomikorize z različnimi pristopi: popisovanjem trosnjakov ektomikoriznih vrst na raziskovalnih ploskvah, anatomsko morfološko analizo tipov ektomikorize v sistematično odvzetih vzorcih zemlje ter potrditvijo identifikacije znanih oziroma identifikacijo neznanih tipov ektomikorize z molekularnimi metodami.

Rezultate raziskav tipov ektomikorize v Sloveniji smo aplicirali tudi kot mikobioindikacijo antropogenih vplivov na gozd (gospodarjenje, vplivi onesnaženja z ozonom).

1.1 DELOVNE HIPOTEZE

Pri delu smo se omejili na nekatere vplive oziroma motnje v gozdnem ekosistemu sklenjenih sestojev z bukvijo kot prevladujočo drevesno vrsto. Študirali smo manjše sestojne vrzeli in posredno delovanje ozona, bodisi kot posledica delovanja naravnih ujm (vrzeli) ali posrednega oziroma neposrednega delovanja človeka (antropogene sestojne vrzeli in delovanje povišane koncentracije ozona). Pri svojem delu smo si zastavili naslednje delovne hipoteze:

- Predvidevamo, da različni pristopi pri ugotavljanju pestrosti ektomikorize na opazovanem področju pripeljejo do različnih rezultatov. Na izbranih raziskovalnih ploskvah smo določevali ektomikorizo z več metodami in primerjali dobljene podatke o uspešnosti s podatki iz literature. Z uporabo več kot ene metode identifikacije tipov ektomikorize in z večanjem števila razpoložljivih znakov od anatomsko morfološkega pristopa, preko analize polimorfizma dolžine restrikcijskih fragmentov do sekvenciranja, pričakujemo večji delež do rodu ali do

vrste določenih tipov ektomikorize, kot je bil dosežen v primerljivih študijah na bukvi ali na smreki.

- Predvidevamo, da pojav manjše sestojne vrzeli v sicer sklenjenem sestoju vpliva na pojavljanje trosnjakov ektomikoriznih gliv. Z odstranitvijo simbiotskega partnerja (bukve in rastlinskih partnerjev drugih drevesnih vrst v mešanih sestojih) z določenega področja pričakujemo spremembe v pojavljanju števila trosnjakov ektomikoriznih gliv na območju vrzeli. Predvidevamo drastično zmanjšanje števila trosnjakov predvsem v sredini vrzeli, saj se z odstranitvijo dreves odstrani ključni vir ogljika za mikorizne vrste ter s tem kljub opaženi sposobnosti razgrajevanja kompleksnih spojin v tleh precej zmanjša vitalnost gliv. Ob robovih vrzeli ter v vrzelih, kjer se že pojavlja naravna regeneracija, pričakujemo manjši učinek.
- Različne motnje v ekosistemu lahko privedejo do sprememb v vrstni sestavi in številu tipov ektomikorize na območju, ki je pod stresom. Ugotovljena je bila tudi izredno velika pestrost tipov ektomikorize na robovih gozdnih vrzeli. Na osnovi tega predvidevamo, da se bodo na različnih delih transekta skozi sestojno vrzel pojavljali različni tipi ektomikorize v različnem številu.
- Predvidevamo, da bo celotna pestrost tipov ektomikorize in število ektomikoriznih korenin na bukvi, analiziranih v sestojni vrzeli, večja na področjih, kjer se pojavlja pretežno bukev in manjša na ploskvah, kjer se bukev pojavlja še z drugimi drevesnimi vrstami, medtem ko pričakujemo, da bo celokupna pestrost tipov ektomikorize, ne glede na drevesnega partnerja, večja v mešanih sestojih.
- Predvidevamo, da spremembe biokemijskih in ekoloških lastnosti tal in spremembe vegetacije vplivajo na pojavljanje tipov ektomikorize. Ugotoviti želimo, kateri parametri značilno vplivajo na pojavljanje tipov ektomikorize na bukvi ter oceniti možnosti njihove uporabe za mikobioindikacijo s pomočjo postavitve modelov odzivanja posameznih vrst ektomikoriznih gliv.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 GLIVE

Glive predstavljajo enega od petih samostojnih kraljestev (Whittaker, 1969) in jih najdemo v vseh okoljih (so ubikvitni organizmi). So skupina organizmov, ki ne morejo sami fiksirati energije, ampak prejemajo energijo, shranjeno v rastlinskem in živalskem materialu (Dighton, 2003), ali s transportom od simbiotskih partnerjev (Read, 1997). Glive vstopajo v številne interakcije v okolju in predstavljajo pomemben element pri prenosu in kontroli prenosa mineralov in energije ter s tem vplivajo tudi na vrstno sestavo drugih organizmov v ekosistemu. Glive so manj »opazni« elementi ekosistema in so zato pogosto spregledane kot pomembni organizmi v okolju, ki vstopajo v številne interakcije z drugimi organizmi in predstavljajo eno od ključnih biotskih komponent pri kroženju hranil (Dighton, 2003).

2.2 SPLOŠNE LASTNOSTI MIKORIZE

Simbioza, sožitje dveh ali več višjih organizmov, se pojavlja pri številnih skupinah organizmov. Znane so simbioze gliv in alg, gliv in rastlin, rastlin in fiksatorjev atmosferskega dušika in druge. Sprva se je pojem simbioza uporabljal kot nevtralni termin za opis različnih organizmov, šele kasneje se je izoblikoval kot odnos, ki ima pozitivne koristi za vse vpletene partnerje (Smith in Read, 1997). Danes vemo, da niso vse oblike simbioze zgolj koristne za partnerje in da težko postavimo mejo med simbiozo in drugimi oblikami sobivanja.

Mikoriza je pojem, ki ga je prvič uporabil Frank (1885) in označuje organ – mikorizno korenino - simbiozo med glivami in višjimi rastlinami. Glive in rastline v tem primeru imenujemo partnerje v simbiozi. Mikoriza je asociacija, pri kateri imata oba oziroma vsi vpleteni partnerji koristi, ki jih lahko ugotovimo bodisi neposredno z ugotavljanjem prehajanja hranil med kompartmenti partnerjev bodisi posredno, kot boljšo rast in razvoj osebkov v mikorizi v primerjavi z osebki, ki niso v mikorizi. Mikoriza ni nujno izključno pozitivna za vse partnerje. Učinkovitost se lahko spreminja glede na čas opazovanja in pogoje okolja pri isti asociaciji in jo opazimo kot spremembe v funkciji pa tudi v anatomskih strukturah (Smith in Read, 1997).

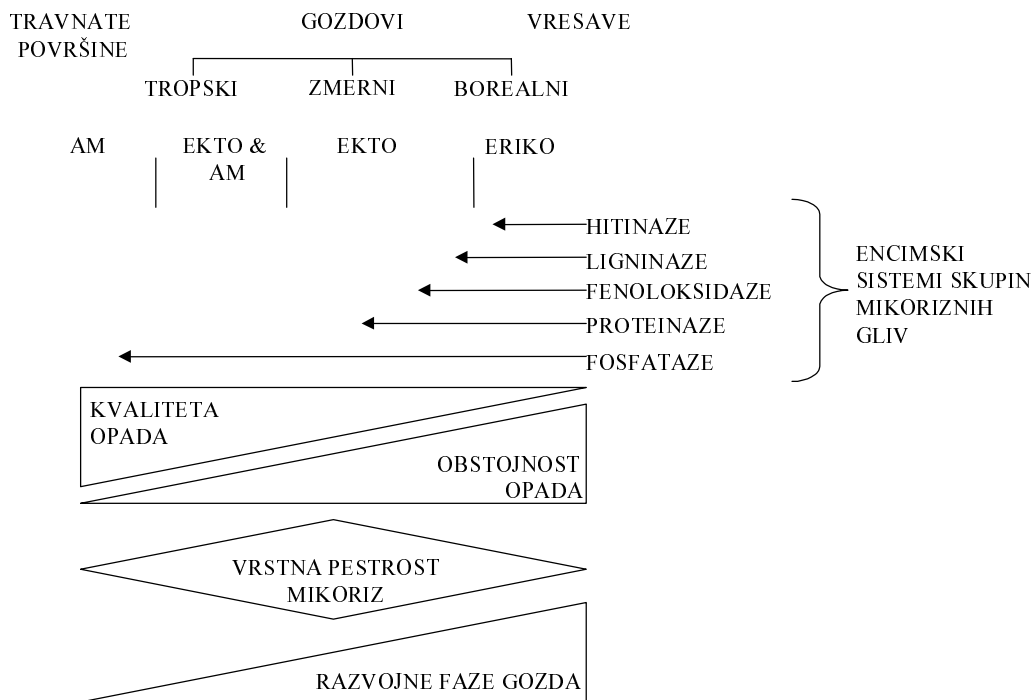
2.2.1 Oblike mikorize

Poznamo različne oblike mikorize (Smith in Read, 1997), ki jo delimo glede na način stika med glivo in rastlino ter specifičnega gostitelja: arbuskularno mikorizo, ektomikorizo, ektendomikorizo, arbutoidno mikorizo, monotropoidno mikorizo, erikoidno mikorizo ter orhidejsko mikorizo. Osnovne lastnosti posamezne oblike mikorize smo zbrali v preglednici 1 in na sliki 1

Preglednica 1: Oblike mikorize s skupinami gliv, ki jo tvorijo, skupinami rastlinskih partnerjev, izbrane značilnosti in generalno geografsko pojavljanje posamezne oblike (Read in Smith, 1997; Dighton, 2003; de Kroon in Visser, 2003).

Table 1: Different forms of mycorrhizae including general group of fungi forming each of the forms, groups of plant symbiotic partners, some general features and geographical distribution of each form of mycorrhizae (Read in Smith, 1997; Dighton, 2003; de Kroon in Visser, 2003).

	SKUPINE RASTLINSKIH PARTNERJEV	SKUPINE GLIVNIH PARTNERJEV	LASTNOSTI OBLIKE MIKORIZE	SPLOŠNA GEOGRAFSKA RAZPOREDITEV
ektomikoriza	golosemenke, kritosemenke	askomicete, bazidiomicete in nekatero zigomicete	plašč hif na površini korenine, Hartigova mreža hif, ki prodirajo med celice primere skorje do endoderma	zmerni in hladni gozdni ekosistemi
arbuskularna mikoriza	golosemenke, kritosemenke, nekatero praproti in mahovi; 80 % vseh kopenskih rastlin	zigomicete (red <i>Glomales</i>) oziroma <i>Glomeromycota</i> (po Schüßler in sod. 2001)	tvorijo arbuskule znotraj celic primerne skorje gostiteljske rastline	zmerni in tropski travniški sistemi, tropski gozdovi, aridne in puščavske združbe
ektendomikoriza	golosemenke	askomicete in bazidiomicete	tvorijo intracelularne hife	/
erikoidna mikoriza	<i>Ericales</i> , nekateri mahovi	askomicete (<i>Hymenoscyphus</i> in <i>Oidiodendron</i>)	klopčiči hif znotraj celic primarne skorje	borealni ekosistemi
arbutoidna mikoriza	<i>Arbutus</i>	bazidiomicete	klopčiči hif znotraj celic primarne skorje, lahko tudi plašč hif na površini korenine	/
monotropoidna mikoriza	<i>Ericales</i> ; rastline brez klorofila	bazidiomicete	klopčiči hif znotraj celic primarne skorje	/
orhidejska mikoriza	orhideje	bazidiomicete	značilno se pojavljajo propagule gliv v semenu rastlinskega partnerja in klopčiči hif znotraj celic primarne skorje	/



Slika 1: Splošne lastnosti glavnih oblik mikorize, njihovo geografsko in ekološko pojavljanje, encimski sistemi za razgradnjo kompleksnih snovi, pestrost in lastnosti opada, kjer se pojavljajo. Prikazana je tudi stopnja razvitosti gozda, glede na pojavljanje glavnih oblik mikorize (Last in sod., 1987; Dighton, 1991, 2003).

Figure 1: General features of major predominant forms of mycorrhizae, their geographical and ecological distribution, enzyme systems they possess for decomposition of complex organic compounds and litter quality in areas they occur. The developmental stage of forests where each of the forms of mycorrhizae dominates (Last in sod., 1987; Dighton, 1991, 2003).

Dve najpogostejši obliki mikorize v zmernem pasu sta ektomikoriza in arbuskularna mikoriza. Za naše raziskave je zanimiva predvsem ektomikoriza. Za ektomikorizo je značilno, da poleg rastlinskega tkiva najdemo glivnega partnerja v treh strukturnih komponentah: plašč hif, ki obdajajo korenino, labirint hif, ki se razraščajo med celicami rizoderma in primarne skorje korenine in sistem izhajajočih elementov (hife, rizomorfi, cistide), ki povezujejo organ – ektomikorizno korenino s preostankom micelija, deli substrata in s trosnjaki glive (Smith in Read, 1997). Vse tri strukturne komponente lahko precej variirajo v razvitosti pri različnih vrstah in predstavljajo ključne elemente razločevanja pri identifikaciji ektomikorize po anatomske metode (Agerer, 1991; Agerer in Rambold, 1996, 2004). Značilnost ektomikorize je tudi, da se pojavlja izključno pri večletnih lesnatih rastlinah in da gliva nikoli ne vstopa v rastlinske celice. Izjema so ektomikorizne glive, ki lahko penetrirajo celice v odmirajočih delih mikorizne korenine oziroma v nekaterih primerih, ko je podrt ravnotežje hranil in lahko gliva deluje kot saprofit na koreninskem tkivu (Smith in Read, 1997; Agerer in Waller, 1993).

Ektomikorizne glive so glavna glivna komponenta v združbi gliv v večini borealnih in zmernih gozdov ter nekaterih (sub)tropskih gozdov. Ektomikorizne glive uspešno privzemajo vodo, organska in anorganska hranila iz substrata ter jih translocirajo do naseljenih korenin, od katerih prejemajo ogljikove hidrate. Velika vrstna pestrost mikorize, specifičnost za gostitelja ter metabolna aktivnost omogočajo učinkovito izrabo razpoložljivih substratov (Read, 1991).

Za nekatere drevesne vrste zmerne pasu je znano, da lahko tvorijo t.i. kombinirano mikorizo, kjer je koreninski sistem istega osebk hkrati naseljen z eno ali več ektomikoriznimi vrstami gliv in glivami, ki tvorijo arbuskularno mikorizo. Znani primeri so nekatere vrste iz rodu *Alnus*, *Populus*, *Salix*, *Eucalyptus* (van der Heiden, 2001; Neville in sod., 2002). Strukture, kot jih tvorijo arbuskularne glive, pa so opazili tudi na koreninah drevesnih vrst iz rodov, ki so sicer znani kot ektomikorizi, to so rodovi *Abies*, *Pinus*, *Tsuga*, *Pseudotsuga* (Cázares in Trappe, 1993; Cázares in Smith, 1996). Na primeru vrste *Salix repens* so ugotovili, da je inokulacija z glivami, ki tvorijo arbuskularno mikorizo, rezultirala v sicer nizkem deležu naseljenih korenin, a velikem kratkotrajnem (v manj kot 12 tednih) pozitivnem učinku na rast poganjkov in korenin (merjeno kot vsebnost fosforja v poganjkih), medtem ko je inokulacija z vrstami, ki tvorijo ektomikorizo, v istem poskusu dala visok delež naseljenih korenin, a se je pozitiven vpliv pokazal šele dolgoročno (po več kot 12 tednih). Vrste s kombinirano mikorizo naj bi imele selekcijsko prednost v nekaterih, predvsem zelo dinamičnih ekosistemih, kot so poplavna območja in nekateri ekstremni habitati. Arbuskularna mikoriza je predvsem vezana na območja, kjer je glavni omejujoč dejavnik fosfor, ektomikoriza pa na območja, kjer je glavni omejujoč dejavnik dušik (Read, 1991). Kombinirana mikoriza tako zagotavlja funkcionalno simbiozo v sistemih s pomanjkanjem več ključnih hranil ter optimalno preskrbo rastline glede na notranji status (razpoložljivost in potrebe) hranil (predvsem fosforja in dušika) glede na rastno sezono in fiziološko stanje rastlinskega partnerja (cvetenje,...). Arbuskularna mikoriza naj bi bila funkcionalna predvsem spomladi, v času cvetenja in v času velike razpoložljivosti P, ektomikoriza pa kasneje v rastni sezoni (van der Heiden, 2001).

2.2.2 Zgodovina

Evolucija gliv in prehod rastlin na kopno sta bila tesno povezana in te tesne povezave so se ohranile v različnih oblikah do danes: kot mikoriza, endofitizem ali kot rastlinski patogeni (Pirozynski in Malloch, 1975). Primitivne oblike mikorize so se pojavile že relativno zgodaj v razvoju in prehodu rastlin na kopno (Simon in sod., 1993). Kljub temu, da so bile prve kopenske rastline še brez pravih korenin, so že bile naseljene s hifami gliv, ki so tvorile vezikle in arbuskule (Hibbet in sod., 2000). Anatomske strukture, ki so jih opazili pri fosilnih ostankih rodu *Aglaeophyton* v sedimentih iz devona, so zelo podobne današnji obliki arbuskularne mikorize (Smith in Read, 1997). Na osnovi rezultatov modelov divergence med tremi družinami endomikoriznih gliv sklepamo, da so se na kopnem prvi pojavili predniki današnjih arbuskularnih mikoriznih gliv, ki pripadajo skupini *Glomeromycota* in izvirajo iz paleozoika, torej v času pojavljanja prvih kopenskih rastlin. Modele divergence podpirajo tudi omenjene fosilne najdbe. Predvidevanja potrjujejo tudi fosilni ostanki rastlin iz drugih rodov, *Rhynia* in *Asteroxylon*, pri katerih so našli strukture, ki ustrezajo veziklom in sporam, podobnim takratnemu rodu *Glomus* (Simon in sod., 1993).

Vrste gliv, ki lahko tvorijo ektomikorizo, ne tvorijo enega grozda na filogenetskem drevesu. Kaže, da se je lastnost pojavila pri različnih filogenetskih skupinah ter se med evolucijo večkrat tudi izgubila (Hibbet in sod., 2000).

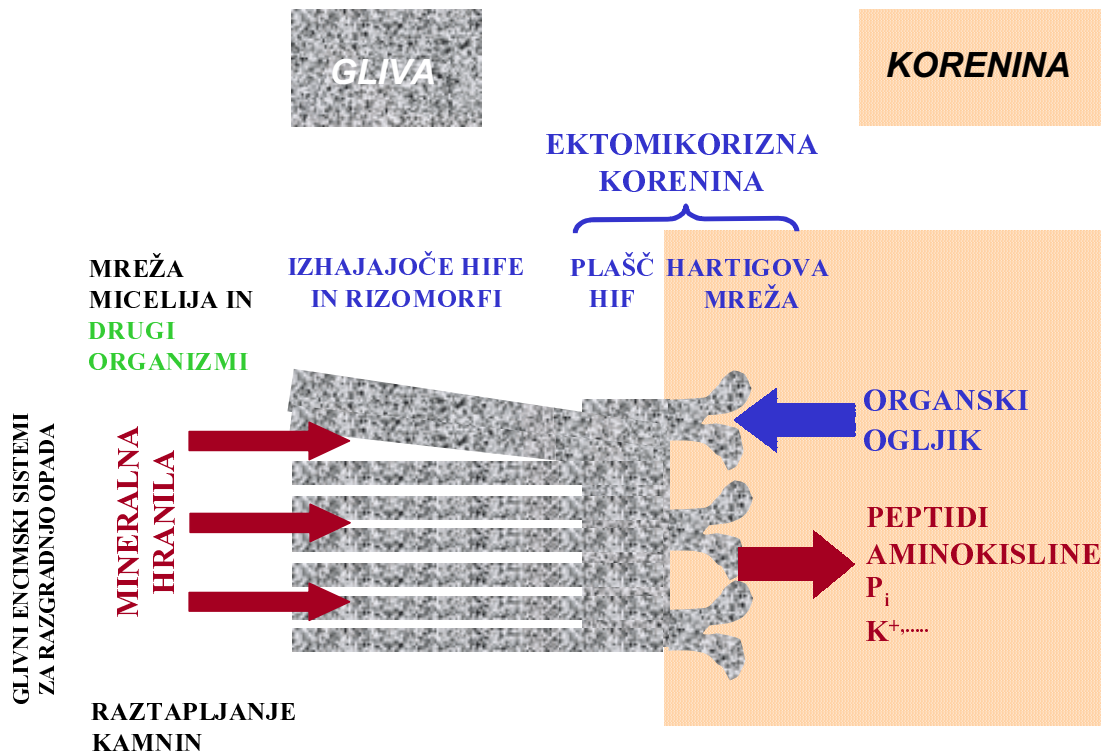
2.3 RAZVOJ IN DELOVANJE MIKORIZE

2.3.1 Razvoj gliv

Gliva po kalitvi spore tvori najprej monokariontski (enojedrni) micelij, ki je sposoben preživetja za določen čas in se lahko, ko najde komplementarni micelij, z njim zlije v dikariontski (dvojedrni) micelij. Pri večini bazidiomicet pride do zlitja kmalu po srečanju komplementarnih micelijev, nato se micelij v dikariontskem stanju deli in raste, dokler tik pred nastankom spor v trosnjaku ali na trosišču ne pride do zlitja jeder v diploidno jedro. Pri askomicetah pride do zlitja celic in nastanka dikariontskega micelija šele tik pred nastankom trosnjaka ter kasneje tudi do zlitja jeder (Carlile in Watkinson, 1994). Tako monokariontski kot dikariontski stadij imata sposobnost samostojne rasti. Le micelij nekaterih vrst je sposoben tudi v monokariontskem stanju naseliti korenine in tvoriti ektomikorizo, praviloma le do določene stopnje diferenciacije organa. Monokariontski micelij nima sposobnosti tvorbe rizomorfov in izražanja številnih genov, tudi ne genov, povezanih s tvorbo trosnjakov (Smith and Read, 1997).

2.3.2 Privzem in prenos hranil

Delovanje mikorize je odvisno od sposobnosti glivnega partnerja, da privzema organsko ali anorgansko vezana hranila iz substrata in jih v nespremenjeni obliki ali metabolizirane prenaša do korenin rastlinskega partnerja preko vegetativnega micelija. Prenos hranil med glivo in rastlino vedno poteka preko tesnih kontaktov med hifo in rastlinsko celico v ektomikorizi, pretežno v področju Hartigove mreže. V večini primerov se organski ogljik, pridobljen s fotosintezo, transportira v smeri micelija glive, druga hranila, ki jih gliva privzame iz substrata, pa v smeri proti koreninam rastlinskega partnerja (slika 2). Dvosmerni prenos hranil in ogljikovih spojin med partnerjema predstavlja osnovo za mikorizo kot mutualistično simbiozo in je hkrati eden od glavnih dejavnikov, ki favorizira nizko specifičnost partnerskega odnosa med glivami in rastlinami, opaženega pri večini oblik mikorize (Smith in Read, 1997).



Slika 2: Shematski prikaz sprejemanja hranil iz okolja in smeri transporta hranil v ektomikorizi. Levo – gliva, njene morfološke strukture in delovanje v substratu; desno – drevesni partner; vmes – ektomikoriza z značilnimi strukturami (plašč, Hartigova mreža) in smerjo prehajanja posameznih skupin hranil na stikih (Plassard in sod., 2004).

Figure 2.: Aquisition of nutrients from substrate and directions of transport of nutrients in ectomycorrhizae. Left – ectomycorrhizal fungus with morphological structures and functioning in substrate; right – tree partner; in middle – ectomycorrhizae with common structures (hyphal sheath and Hartig net) with directions of transport of different groups of nutrients (Plassard in sod., 2004).

Poleg prenašanja hranil ektomikorizne glive tudi povečujejo prevodnost korenin za vodo, tako da zmanjšujejo upornost apoplasta. Pomen povečanja je predvsem pri nižjih temperaturah korenin (4-20°C), kar je pomembno za rast rastlinskega partnerja tudi v hladnejših tleh in v pogojih, ko je metabolizem in transport vode zaradi drugih dejavnikov omejen (Muhsin in Zwiazek, 2002).

Micelij ektomikoriznih gliv in s tem tudi ektomikorize je v tleh pogosto žepasto razporejen. Kot enega od razlogov za neenakomerno razporeditev ektomikorize v tleh Agerer in Göttlein (2003) navajata vpliv nenakomerne razporeditve hranil ter ugotavljata,

da so nekateri tipi pozitivno korelirani z vsebnostjo hranil v tleh (*Lactarius theiogalus* in *Cortinarius obtusus*), medtem ko nekatere druge vrste niso statistično značilno povezane z vsebnostjo hranil (*Russula ochroleuca* in *Lactarius decipiens*). Na razporeditev pa lahko vplivajo tudi kombinacije vrst gliv na nekem območju, ki se bodisi ne pojavljajo skupaj ali pa kažejo določeno stopnjo skupnega pojavljanja (Agerer in sod., 2002)

Ena od razlag, zakaj ektomikorizne glive lahko vstopajo v kroženje hranil tudi aktivno, z encimsko razgradnjo organskega materiala, je tudi, da se v zmernih gozdovih večina kratkih korenin in z njimi povezane ektomikorize pojavlja v zgornjih organskih slojih humusa. V laboratorijskih poskusih je bilo dokazano, da se delež kolonizacije drevesa z ektomikoriznimi glivami poveča, če je prisotnega več organskega opada. Tako korenine, mikorizne glive in prisotnost organskega opada predstavljajo idealno možnost mineralizacije in ponovnega prevzema hranil iz opada ter s tem zmanjšanje izgub hranil z izpiranjem. Poleg tega imajo številne ektomikorizne glive relativno hitro rast hif in ekstracelularno encimsko aktivnost (Chen in sod., 2001) ter sposobnost, da tvorijo številne povezave (anastomoze) in rizomorfe, ki omogočajo translokacijo hranil na daljše razdalje v smeri padanja koncentracije hranil. Micelij mikoriznih gliv v tleh zmernih gozdov lahko predstavlja 10-20 % zgornjih 10 cm tal oziroma 45-55 % celotne biomase tal.

Tako saprofitne kot mikorizne glive pa lahko sodelujejo tudi pri raztapljanju matične kamenine oziroma anorgansko vezanih mineralov v skeletu tal. Tesna in najverjetneje sinergistična povezava gliv z bakterijami, predvsem v mikorizosferi, lahko pospešuje raztapljanje kamninske osnove in sodeluje pri sproščanju mineralnih snovi v obliki, dostopni glivam in ali drugim organizmom. Mikorizne glive raztapljajo kamnino praviloma v sodelovanju z bakterijami v mikorizosferi, nekatere vrste tudi same, a je njihova aktivnost raztapljanja relativno manjša, znani pa so tudi intermediati, ki jih sintetizira gliva in sodelujejo pri raztapljanju kamnine (Dighton, 2003).

Pri razgradnji organskega opada v okolju največkrat omenjajo le saprofitske glive kot dejavnik aktivne razgradnje organskega materiala. Chen s sod. (2001) so z analizo DNK pri 40 vrstah ektomikoriznih gliv ugotavljali prisotnost genov, ki kodirajo ključne encime za sintezo manganove in lignin peroksidaze kot ključnih encimov pri razgradnji kompleksnih organskih molekul v opadu (Zabel in Morrell, 1992). 68 % preiskanih vrst ektomikoriznih gliv ima gene za vsaj enega od obeh iskanih encimov. Chen s sod. (2001) zato sklepajo, da imajo tudi ektomikorizne glive potencial za razgradnjo lignina v zmernih gozdovih in s tem za osvajanje širšega spektra substratov. Ali se geni dejansko izražajo, koliko in ali vodijo do sinteze aktivnih ekstracelularnih encimov, pa še ni povsem raziskano (Read in Perez-Moreno, 2003).

Že leta 1975 sta Gadgil in Gadgil ugotovila, da mikorizne glive in glive, ki razkrajajo opad, sobivajo v opadu. Ugotovila sta tudi, da naj bi prisotnost aktivnih mikoriznih gliv zmanjševala aktivnost razkrajanja opada s saprofitskimi glivami (Gadgil in Gadgil, 1975). Mnogi avtorji njunih rezultatov niso uspeli ponoviti (Smith in Read, 1997). Kljub temu je jasno, da mikorizne in saprofitske glive sobivajo v opadu in vplivajo druge na druge (Cairney in Meharg, 2002). Mikorizne glive so vključene tudi v privzem in prenos dušika in fosforja iz žepkov delno razgrajenega listnega opada, ki ga je prepredel micelij glive, do rastlinskega partnerja (Perez-Moreno in Read, 2000). Mnogi avtorji dvomijo v jasno

ločene skupine (saprofiti, paraziti in mikorizne glive), kar potrjujejo tudi rezultati na primerih modelnih polimerov in naravnih organskih substanc, kjer je vedno več dokazov, da nekatere skupine mikoriznih gliv lahko mobilizirajo hranila (dušik in fosfor) iz omenjenih primarnih virov ali njihovih intermediatov razgradnje. Z vstopom v proces mineralizacije in zagotavljanjem teh hranil rastlinskemu partnerju, še preden jih remobilizirajo drugi organizmi v mikroflori rizosfere, lahko značilno povečajo učinkovitost in ponovno uporabo ter s tem zadrževanje dušika in fosforja v ekosistemu (Read in Perez-Moreno, 2003).

Transport vode in hranil med partnerji v ektomikorizi si pogosto predstavljamo kot enosmerni tok vode in hranil od glive proti rastlini in povratni tok organskih substanc od rastline proti glivi. Tudi po miceliju gliv naj bi bil tok enosmeren, od vira do porabnika. Lindahl s sod. (2001) je na primeru vrste *Hypholoma fasciculare*, les razkrajajoče vrste, ugotovil, da so se hranila, označena z markiranim fosforjem, prenašala med obema viroma hranil (leseni bloki) v obe smeri hkrati. Možnost dvosmernega prenosa omogoča kroženje hranil v miceliju glive zaradi izenačevanja koncentracij hranil v različnih delih micelija, kar omogoča neto prenos hranil od mest z visoko v mesta z nižjo koncentracijo oziroma visoko porabo (Lindahl in sod., 2001).

2.3.3 Delitev gliv glede na načine pridobivanja hranil

Višje glive nekateri avtorji ločujejo glede na način pridobivanja hranil v saprofitske, parazitske in mikorizne glive. Kategorije so arbitrarne, znani pa so številni prehodi med posameznimi kategorijami. Točno število vrst gliv ni znano. Trenutno je opisanih več kot 80000 vrst (vključno z nižjimi glivami) (Bridge in Spooner, 2001), po ocenah pa naj bi bilo vseh vrst gliv med enim in tremi milijoni (Dighton, 2003). Od opisanih vrst Molina s sod. (1992) ocenjujejo, da 5000 do 6000 vrst lahko tvori ektomikorizo in/ali ektendomikorizo. Le za manjši delež so dejansko dokazali neposredno povezavo micelija med tipom ektomikorize in trosnjakom glive (Agerer, 1991) in tako potrdili funkcionalno povezavo. Preostale vrste tvorijo druge oblike mikorize (Smith in Read, 1997) ali pa so saprofiti, epifiti, paraziti na drugih živih organizmih oziroma substratih.

2.4 NAČINI IDENTIFIKACIJE GLIV V EKTOMIKORIZI

Za večino vrst povezava temelji na opazovanju pojavljanja trosnjakov pod vrstami gostiteljev (Smith in Read, 1997). Za nesporno potrditev prisotnosti vrste glive v ektomikorizi moramo najti neposredno povezavo trosnjaka glive s tipom ektomikorize (preko hif ali rizomorfov), ponovno vzpostaviti povezavo med glivo in drevesno vrsto v kulturi ter potrditi identičnost trosnjaka in glive v ektomikorizi z molekularnimi metodami (Zak, 1971; Kraigher, 1996; Smith and Read, 1997). Identifikacija tipa s sledenjem miceliju ni vedno uspešna, zato Agerer predlaga, da tipe ektomikorize, katerih glivni partner ni najden, sam tip ektomikorize pa je korektno opisan, poimenujemo po principu binominalne nomenklature. Ime tako sestavljata rod rastlinskega partnerja in epitet s končnico *-rhiza*, ki ponazarja eno od ključnih lastnosti tipa ektomikorize (Agerer, 1991; Smith in Read, 1997) (npr.: *Fagrhiza fusca* predstavlja tip ektomikorize temne (črne) barve na bukvi (Brand, 1991)). Če kasneje pri neznanem tipu ektomikorize ugotovimo, za katero vrsto glive gre, zamenjamo ime s pravim imenom vrste glive. Tako je do sedaj

opisanih okoli 500 različnih tipov ektomikorize (Agerer, 1991; Agerer in Rambold, 1996; Agerer in Rambold, 2004; Agerer, 1987-2002)

2.4.1 Določevanje ektomikorize na osnovi morfoloških in anatomskih struktur plašča

Že zgodaj se je pojavila težnja po klasifikaciji tipov ektomikorize, kar bi omogočilo enostavnejšo identifikacijo glive v partnerstvu. Trenutno je najširše v uporabi sistem identifikacije na osnovi morfoloških in anatomskih struktur plašča (Agerer, 1987-2002; Ingleby s sod., 1990; Agerer, 1991; Kraigher, 1996). Klasifikacija predvideva fotografiranje novega tipa, opis morfoloških lastnosti tipa ektomikorize in izhajajočih elementov, analizo anatomije plašča in izhajajočih elementov, nekatere biokemijske reakcije in barvanje ter shranjevanje referenčnih preparatov in vzorcev. Slojevitost Hartigove mreže je pretežno pod vplivom rastlinskega partnerja, medtem ko zgradbo plašča pretežno določa vrsta glivnega partnerja in je zato pomembna informacija pri identifikaciji glive v ektomikorizi. Izhajajoče elemente (hife in rizomorfe) najdemo pri vseh znanih tipih ektomikorize bolj ali manj izražene, nosijo pa tudi pomen pri klasifikaciji in identifikaciji ektomikorize. Najpreprostejša struktura so hife, ki lahko izhajajo posamič (npr. *Cenococum geophilum* in druge askomicete) ali pa se združujejo (kot pri *Tricholoma* spp.) in nastajajo rizomorfi (Smith in Read, 1997). Poznamo več kategorij rizomorfov (*senso* Agerer, 1991), ki so bodisi preproste strukture nediferenciranih hif s kosmatimi robovi, kjer posamezne hife izhajajo z robov do bolj ali manj povezanih hif. Najbolj diferencirani rizomorfi imajo hife tesno povezane med seboj, značilno se pojavlja ena ali več centralnih hif z večjim premerom od zunanjih in pogosto z razgrajenimi septami (na primer rizomorfi vrste *Xerocomus chrysenteron* in *X. badius*). Skupno je danes znanih okoli 420 znakov, v večini primerov gre za znake v več oblikah/stanjih, na osnovi katerih opišemo tip in ločimo med seboj dva različna tipa ektomikorize. Večji del znakov je zbran v atlasu in opisih za identifikacijo ektomikorize (Agerer, 1987-2002) in v interaktivni različici ključa za določevanje tipov ektomikorize DEEMY (An Information System for Characterization and DEtermination of EctoMYcorrhizae) (Agerer in Rambold, 1996; 2004).

2.4.2 Pojavljanje trosnjakov ektomikoriznih gliv in sledenje ektomikorizi na osnovi pojavljanja trosnjakov

Pri identifikaciji tipov ektomikorize ter študiju pojavljanja vrst gliv v ektomikorizi uporabljamo nekaj pristopov, ki dajejo različno natančne podatke. Najpreprostejši pristop pri študiju populacije ektomikoriznih gliv je popisovanje trosnjakov ektomikoriznih vrst in rodov gliv na študiranim območju. Časovno in laboratorijsko zahtevnejše je ugotavljanje glivnega partnerja po anatomski metodi, predvsem pri večjem številu vzorcev (za potrebe ekoloških študij), ter uporaba molekularnih tehnik pri identifikaciji vrste glive v ektomikorizi.

Trosnjak je reprodukcijska struktura glive, ki jo glive tvorijo nad zemljo (epigeje glive) ali v substratu (zemlji, opadu, razpadajočem lesu – hipogeje glive). Za nastanek trosnjaka mora iti micelij glive skozi proces diferenciacije. Proces je povezan s spremembami v izražanju genov, ki vodijo morfogenezo in nastanek trosnjaka. Od znanih genov s povečanim izražanjem so našli gene za nekatere encime, ki sodelujejo v metabolizmu dušika in

ogljika, metabolizmu fosfata, transportu heksoz in sintezi celične stene (Lacourt in sod., 2002). Trosnjaki se pojavljajo vedno tam, kjer je prisoten micelij glive in tako omogočajo posredno sledenje področju, ki ga micelij neke vrste ali osebkka zavzema. V študiji pojavljanja trosnjakov vrste *Russula brevipes* z analizo mikrosatelitov v genomu glive so dobili rezultate, ki kažejo, da so razdalje med trosnjaki enega osebkka (genetsko identični trosnjaki) praviloma manj kot 3 m. Najdaljša ugotovljena razdalja med trosnjaki istega osebkka vrste je bila 18 m, iz česar sklepamo na najmanjšo površino, ki jo en osebek lahko zavzema. Prisotnost manjših osebkov kaže na pozno naselitev področja ali intenzivno spolno razmnoževanje (preko mejospor). Na osnovi pojavljanja trosnjakov enega osebkka so tudi ugotovili, da so osebkki vrste *R. brevipes* kot micelij prisotni na istem rastišču vsaj 11 let (Bergmann in Miller, 2002). Primerljivo velike in dolgožive osebkke so opazili tudi pri vrstah rodu *Suillus* in *Xerocomus* (Dahlberg in Stenlid, 1990, 1994; Dahlberg, 1992; Fiore-Donno in Martin, 2001), medtem ko so za vrsto *Laccaria bicolor*, ki jo štejemo med vrste t.i. zgodnje faze razvoja (Selosse in sod., 2001), na osnovi RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA - naključno pomnoženih polimorfnihih regij DNK) analize trosnjakov ugotovili, da isti osebek na eni lokaciji lahko tvori trosnjake vsaj 3 leta zaporedoma (De la Bastide in sod., 1994). Precej manjše obsege micelija kot pri vrsti *R. brevipes* so opazili pri vrsti *Laccaria amethystina*, vrsti t.i. zgodnje faze, ki izkazuje pionirsko (ruderalno) strategijo. Pri tej vrsti so na osnovi pojavljanja genetsko identičnih trosnjakov izračunali, da pokriva en osebek površino največ 1m², večina osebkov pa je prekrivala le nekaj kvadratnih centimetrov (Gherbi in sod., 1999; Selosse in sod., 2001). Rezultati kažejo, da se ta vrsta pretežno razširja z generativnimi sporami in tako omogoča ponovno naselitev drevesnega partnerja vsako leto z genetsko različnimi osebkki. Pomembno je, da genetsko različni osebkki med seboj variirajo v sposobnosti naselitve genetsko različnih gostiteljev kot tudi v sposobnosti izboljšanja rasti, prilagajanju spremembam abiotičnih faktorjev okolja (na primer koncentracija dušika, pH zemlje) (Gherbi in sod., 1999). Bistvena razlika med vrstami t.i. zgodnje in pozne faze je tudi v razširjanju s sporami. Spore ruderalnih vrst kalijo hitreje in imajo večji odstotek kalivosti, medtem ko se vrste pozne faze redko razmnožujejo s sporami. Za razliko od vrst zgodnje faze vrste pozne faze za razmnoževanje potrebujejo tudi hranila, ki jih vsebujejo koreninski eksudati, mnoge vrste pa tudi snovi, ki jih proizvaja aktiven micelij, s katerimi le ta prekine dormanco spor. Spore ruderalnih vrst naj bi bile bolj občutljive na delovanje koreninskih eksudatov in naj bi imele tudi večjo sposobnost naselitve v monokariontskem stanju (Deacon in Fleming, 1992).

Pojavljanje trosnjakov na rastišču potrjuje prisotnost vrste na tem rastišču, odsotnost trosnjakov pa ne pomeni tudi odsotnosti micelija na rastišču. Glive ne tvorijo trosnjakov vsako leto, zato moramo v zmernem pasu na izbrani ploskvi vzorčiti trosnjake vsaj 3 do 8 let, da dobimo zadovoljivo predstav o populacijski strukturi ektomikoriznih gliv. Kljub temu pa vrste, ki se pojavljajo kot trosnjaki, ne predstavljajo vseh vrst, ki jih lahko najdemo v ektomikorizi. Hkratno vzorčenje trosnjakov in analiza ektomikorize na istih ploskvah nam nudi boljši vpogled v populacijo ektomikoriznih gliv, rezultati pa kažejo, da različne vrste gliv različno razporejajo vire med proizvodnjo trosnjakov ali ektomikorize, in da je ocena vrstne pestrosti in korelacija med vrstami nad zemljo in v zemlji na nivoju združbe, v najboljšem primeru nenatančna (Gardes in Bruns, 1996; Kraigher, 1997).

Pri kombinaciji popisa trosnjakov in tipov ektomikorize v vzorcih zemlje je ujemanje vrst, ki jih najdemo nad zemljo in v njej, relativno nizko, tako da vrstna sestava združbe ektomikorize ne odraža sestave, ki jo opazimo s popisovanjem trosnjakov na isti lokaciji (Shaw in sod., 1992; Gardes in Bruns, 1996; Kårén in sod., 1997; Kraigher, 1997; Jonsson in sod., 1999).

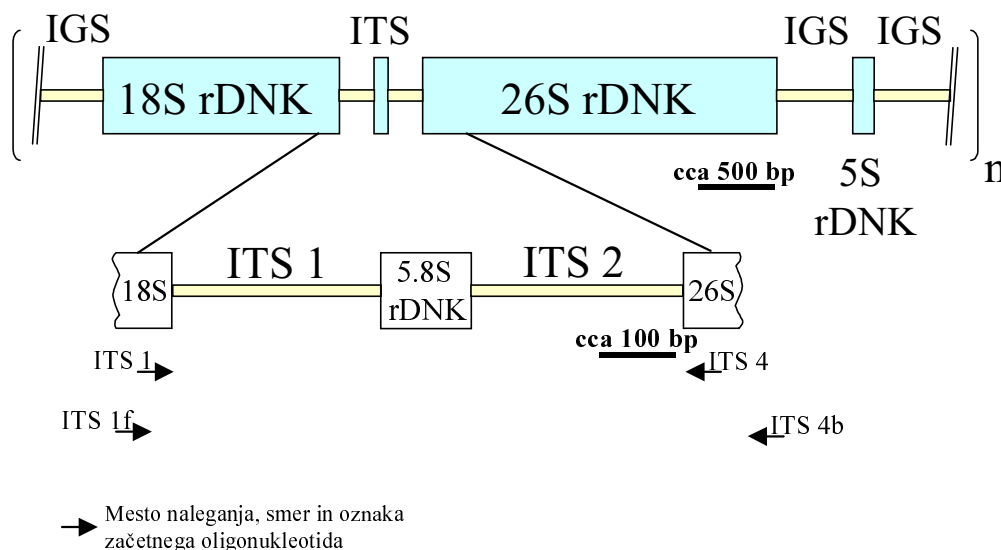
2.4.3 Identifikacija glive v ektomikorizi z uporabo molekularnih markerjev

Najbolj razširjena metoda določevanja glive v ektomikorizi je anatomska metoda, pri kateri tip ektomikorize določamo glede na morfološke, anatomske in kemijske znake. Ugotavljanje populacijske strukture ektomikoriznih gliv in spremljanje njenega spreminjanja je samo z določevanjem vrste glive v ektomikorizi na osnovi anatomske lastnosti ektomikorize in ugotavljanjem pojavljanja trosnjakov, ki je pogosto sporadično, težko. Omenjene pristope lahko dopolnujemo z molekularnimi tehnikami, ki omogočajo relativno hiter in od okoljskih razmer neodvisen pristop in omogočajo identifikacijo tudi na velikem številu vzorcev v relativno kratkem času (Egger, 1995).

Molekularne tehnike omogočajo določevanje glive v ektomikorizi s primerjavo enega ali več molekularnih markerjev, pridobljenih iz determiniranih trosnjakov in ektomikorize (White in sod., 1990; Gardes in sod., 1991; Gardes in Bruns, 1993; Kraigher in sod., 1995; Agerer in sod., 1996; Martín in sod., 1999; Grebenc in sod., 2000). Molekularne markerje, pretežno zaporedja v jedrni in/ali mitohondrijski ribosomalni DNK v kombinaciji PCR (verižna reakcija s polimerazo) z RFLP (polimorfizem dolžine restrikcijskih fragmentov) analizo ali sekvenciranjem, so prvič uporabili v začetku devetdesetih let (White in sod., 1990). Metoda se je pokazala kot občutljiva in dovolj specifična za detekcijo in analizo posamezne mikorizne korenine ter identifikacijo na nivoju rodov, vrst in sevov ektomikoriznih gliv (Gardes s sod., 1991), kot tudi za detekcijo, identifikacijo in potencialno kvantifikacijo arbuskularnih endomikoriznih gliv (Simon s sod., 1992).

Z molekularnimi metodami izkoriščamo informacije, ki jih nosi nukleotidno zaporedje v DNK. Sledenje in identifikacija glive na osnovi DNK zaporedja predstavlja uporabno orodje predvsem pri delu z vzorci iz okolja, ki ne predstavljajo vedno čiste kulture, na primer vzorci mikorize iz zemlje (Bridge, 2002). Tako lahko ugotavljamo prisotnost glive v ektomikorizi s pomnoževanjem segmentov v genomu glive s PCR in ugotavljanjem polimorfizma dolžine restrikcijskih fragmentov (RFLP) (Kårén in sod., 1997) ali sekvenciranjem pomnožene regije (White in sod., 1990). Za analizo RFLP je primerna in pogosto uporabljena jedrna ribosomalna DNK (rDNK), za katero je značilno, da se v genomu pojavlja v velikem številu ponovitev (Russel in sod., 1984). rDNK sestoji iz visoko ohranjenih zaporedij zapisov za ribosomalne gene (5.8S, 18S in 28S pri višjih glivah) in vmesnih, nekodirajoših regij (ITS1, ITS2, IGS), ki generirajo večje število mutacij (slika 3). Nekodirajoče regije v rDNK se znotraj taksonomske vrste malo razlikujejo pri večini ektomikoriznih gliv in so zato primerne za ločevanje osebkov tudi na ravni vrste in rodov (Bridge in sod., 1998; Horton, 2002). Večje število ponovitev rDNK olajšuje pomnoževanje tudi iz majhnih in delno degradiranih vzorcev (Gardes in Bruns, 1993), majhna znotrajvrstna variabilnost pomnoženih regij pa ob izbiri ustreznih restrikcijskih encimov omogoča ločevanje večine ektomikoriznih gliv na nivoju vrste (Kårén in sod., 1997) kot tudi sintezo rodovno in vrstno specifičnih začetnih

oligonukleotidov (Bruns in Gardes 1993). rDNK regija v genomu gliv se pogosto uporablja v sistematiki in pri ugotavljanju filogenetskih odnosov med skupinami gliv pa tudi v razvoju metod molekularne identifikacije in diagnostike, v medicini, kmetijstvu, gozdarstvu in splošno v ekologiji (Bridge, 2002).



Slika 3: Shematski prikaz enote v tandemskih ponovitvah jedrne ribosomalne DNK regije. Prikazana so mesta naleganja začetnih oligonukleotidov in smer pomnoževanja v PCR za začetne oligonukleotide, ki smo jih uporabili za pomnoževanje ITS regij pri določevanju glive v ektomikorizi (Bruns, 2004a; Bruns, 2004b).

Figure 3: Schematic view of one tandem repeat of nuclear ribosomal DNA region in higher fungi. Only sites for primers used in molecular identification of ectomycorrhizae based on ITS regions in rDNA are shown. Arrows show direction of amplification in PCR (Bruns, 2004a; Bruns, 2004b).

2.4.4 Metode molekularne identifikacije

Cilj določevanja glive v ektomikorizi je določitev do vrste. Znani so številni koncepti vrste, med katerimi so pogostejše uporabljani morfološki, biološki in filogenetski. Predvsem prvi in zadnji se uporabljata pri višjih glivah. Koncept vrste se v praksi pokaže kot prepoznavanje vrste, pri čemer lahko metode različnih konceptov dajo nekoliko različne rezultate, predvsem morfološki koncept lahko vodi do ene vrste, ki se pri uporabi metod drugih konceptov (na primer filogenetskega koncepta) izkaže kot skupek več vrst, kot je na primer vrsta *Armillaria mellea* (Harrington in Rizzo, 1999; Taylor in sod., 2000; Munda, 1990).

2.4.4.1 PCR-RFLP analiza ribosomalne DNK

Osnovno orodje pri molekularnih analizah je PCR, verižna reakcija s polimerazo, v kateri pomnožujemo tarčno zaporedje v genomu glive. Verižna reakcija s polimerazo je sama po

sebi le redko orodje za analizo, saj se razlike v dolžinah pomnožkov pokažejo šele pri manj sorodnih skupinah in praviloma ne na nivoju rodov, razen redkih izjem, pri katerih vključitev krajšega nukleotidnega zaporedja v ITS regiji podaljša pomnoženo zaporedje DNK za več sto baznih parov, kar lahko vidimo tudi po ločevanju PCR produktov na gelski elektroforezi. PCR je tako predvsem orodje, ki z namnoževanjem izbranega dela DNK omogoča ali olajšuje nadaljnje analize, kot sta sekvenciranje in analiza nukleotidnih zaporedij ter RFLP analiza dolžine fragmentov DNK po cepljenju PCR produkta z restrikcijskimi endonukleazami (PCR-RFLP) (Bridge, 2002).

S študijem nukleotidnih zaporedij ITS regije v jedrni rDNK je Johannessonova s sodelavci (1999) poskušala ugotoviti morebitni pretok dednega materiala med dvema podobnima vrstama (*Sarcodon imbricatus* in *S. squamosus*). Minimalne razlike med geografsko oddaljenimi vzorci domnevno ene vrste ter jasne razlike v primerjavi z vzorci druge vrste so potrdili, da dejansko obstajata dve različni vrsti, ki ju na molekularnem nivoju lahko ločimo. ITS regija se med vrstami razlikuje, znotraj vrste pa je pri mnogih skupinah gliv ohranjena, tako da lahko ugotavljamo razlike med dvema morfološko zelo podobnima vrstama na molekularnem nivoju tudi z restrikcijo pomnožene ITS regije, kot na primeru vrst *Russula postiana* in *R. subcompacta* (Grebenc s sod., 2000). Metodo PCR-RFLP so uspešno uporabili tudi pri identifikaciji višjih gliv iz razpadajočega lesa, še preden je prišlo do opazne izgube teže razpadajočega lesa (Jasalavich in sod., 2000).

Odsotnost variabilnosti v ITS regiji znotraj osebka in vrste si razlagamo kot rezultat posebnega mehanizma evolucije (angl. concerted evolution), ki ima za posledico poenotenje ITS regije tako znotraj vseh tandemskih ponovitev regije pri osebku kot pri vseh osebkih iste vrste. Kljub temu je znanih več primerov, kjer se tandemske ponovitve ITS regije v genomu enega osebka med seboj razlikujejo in tako zmanjšujejo možnost uporabe ITS regije za ločevanje na nivoju vrste (Gandolfi in sod., 2001). Horton (2002) je ugotovil variabilnost znotraj ITS regije pri približno 15 % preiskanih vrst ektomikoriznih gliv. Kakšen je dejanski delež variabilnih vrst je vprašljivo, saj se pri raziskavah pogosto uporablja le en ali omejeno število primerkov, hkrati pa pomnoževanje v PCR lahko privede do t.i. dominantnega efekta, kjer je zaradi bioloških lastnosti ene od variant tarčnega zaporedja le ta favorizirana v PCR in prepreči pomnoževanje drugih variant (Gandolfi in sod., 2001). Poleg jedrnih genov so posamezni raziskovalci v PCR pomnoževali tudi mitohondrijske gene (Glen in sod., 2001) in gene za nekatere druge regije v genomu gliv (elongacijski faktor α , tubulin, aktin (zbrano v Redecker, 2002)), a so se kot najprimernejši in najenostavnejši za delo izkazali začetni oligonukleotidi za pomnoževanje ITS1 in ITS2 regij v ribosomalni DNK (White s sod., 1990; Gardes in Bruns, 1993; Kraigher in sod., 1995; Kårén in sod., 1997; Glen in sod., 2001), saj se ribosomalna regija pojavlja v večjem številu ponovitev, z izbranimi začetnimi oligonukleotidi pa lahko pomnožujemo DNA v večini višjih gliv oziroma glede na izbor kombinacije začetnih oligonukleotidov v posamezni skupini višjih gliv (za bazidiomicete Gardes in Bruns, 1993).

2.4.4.2 Sekvenciranje ITS in drugih regij v genomu gliv

Sekvenciranje ITS regije ali drugih regij v genomu nam prav tako omogoča molekularno identifikacijo vrste ali rodov mikoriznih gliv. Metoda se je pokazala kot relativno

učinkovita na primeru študij razporeditve morfotipov ektomikoriznih gliv in micelija gliv v različnih horizontih tal. Dobljena zaporedja so primerjali z zaporedji, deponiranimi v javno dostopnih zbirkah, pri čemer so upoštevali identičnost na nivoju vrste pri več kot 99 % podobnosti zaporedij, umestitev v rod pri 95-99 % podobnosti zaporedij ter umestitev v družino pri podobnosti primerjanih zaporedij manj kot 95 % (Landeweert in sod., 2003). Za zanesljivo identifikacijo vrste je največkrat potrebno analizirati obe ITS regiji v rDNK, kar se je izkazalo pri identifikaciji kliničnih sevov iz rodu *Aspergillus*. Z dobljenimi rezultati so tudi potrdili minimalno variabilnost znotraj ene vrste (Henry s sod., 2000).

2.4.5 Korelacije pojavljanja trosnjakov in rezultati molekularne identifikacije ektomikorize na isti lokaciji

V večini združb ektomikoriznih gliv, kjer so v analizo vključevali molekularne metode, so našli nizko korelacijo med pojavljanjem dominantnih vrst med trosnjaki gliv ter dominantnimi tipi ektomikorize, tako kot tudi pri določevanju ektomikorize po anatomske metodi (Shaw in sod., 1992; Kraigher, 1997). Številne študije primerjajo velike količine podatkov molekularnih markerjev, pridobljenih iz ektomikorize, z malo ali včasih samo enim vzorcem trosnjaka posamezne vrste. Razlika med vloženim delom v vzorčenje in molekularno analizo med trosnjaki in tipi ektomikorize lahko pripelje do neskladja med bogastvom vrst, opaženih v ektomikorizi ali trosnjaki (Horton, 2002). Znotrajvrstno pestrost, ki jo lahko odkrijemo pri dovolj velikem vzorcu trosnjakov iste vrste ali enem tipu ektomikorize z uporabo molekularnih metod, je podrobneje študiral Kårén s sod (1997) in je bila že večkrat opažena, na primer pri vrstah *Tylospora fibrosa* (Erland, 1996), *Hydnum rufescens* (Agerer s sod., 1996), *Laccaria laccata*, *Lactarius deliciosus*, *Tricholoma flavovirens* (Horton 2002).

2.5 KOMPLEKSNE INTERAKCIJE V MIKORIZOSFERI

Ektomikorizo lahko karakteriziramo kot »difuzno« simbiozo, tako večji del rastlinskega in glivnega partnerji ni neposredno povezan z drugim partnerjem ampak lahko neomejeno tvorijo partnerski odnos z drugimi partnerji. To pomeni, da lahko posamezna gliva (osebek, micelij) tvori simbiozo z več rastlinskimi partnerji iste ali različnih vrst hkrati in da ima posamezno drevo vzpostavljeno ektomikorizo (ali druge oblike mikorize) z več osebkami in vrstami gliv. Poleg tega se tako rastlina kot gliva razmnožujeta in razširjata neodvisno ena od druge, kar pomeni, da partnerji v simbiozi niso tesno povezani in vsak lahko išče sebi najugodnejše razmere in kombinacije partnerjev. Ta domneva vodi v možnost nizke specifičnosti ektomikorize. Kljub temu pa so številne vrste ektomikoriznih gliv znane po specifičnosti do enega drevesnega partnerja. Kdo ima torej korist od specializacije? Prednost specializacije na enega partnerja najverjetneje zagotavlja večjo fiziološko kompatibilnost partnerjev in s tem večjo konkurenčnost ter boljši dostop do virov, ki jih nudi partner, kot to nudijo generalisti, ki so v simbiozi s tem istim partnerjem (Bruns in sod., 2002).

Večina ektomikoriznih gliv naj bi imela širok spekter partnerjev, ki ga pogosto lahko podpremo s pojavljanjem trosnjakov nekaterih vrst. Širok spekter rastlinskih partnerjev

imajo predvsem mnoge »pionirske« vrste ektomikoriznih gliv (Bergmann in Miller, 2002; Bruns in sod., 2002), med katere spadajo *Amanita muscaria*, *Cenococcum geophilum*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata*, *Pisolithus tinctorius*, *Thelephora terrestris* in druge (Smith and Read, 1997). Nasprotno je v primeru glive *Boletinus cavipes*, ki lahko tvori mikorizo le z rodом *Larix*, pri rodu *Pinus* pa izjemoma, ugotovljeno s sledenjem radioaktivno markiranega fosforja, da se je le ta preko glive razporejal le med osebkami iz rodu *Larix*, niso pa ga opazili pri rodu *Pinus*. Kljub temu kompleksnost povezav in prisotnost nespecifičnih mikoriznih partnerjev omogočata transport markiranega fosforja tudi med macesnom in borom (Finlay, 1989) ali dušika med jelšo in borom (Arnebrant in sod., 1993).

Pomembno vlogo v ekosistemu ima trajnost ektomikoriznih povezav, ki zagotavlja stalno naselitev novo poraslih korenin ter vir ogljika za mladije in podrast, ki ne raste v ugodnih svetlobnih razmerah. Pri tem imajo pomembno vlogo vrste, ki lahko tvorijo dolge in trajne rizomorfe in izkazujejo veliko plastičnost pri prilagajanju in izkoriščanju lokalnih virov hranil in s tem učinkovit mehanizem sprejemanja hranil tudi daleč od cone, ki jo lahko izkorišča koreninski sistem. Kot primer učinkovite vrste navajajo vrsto *Paxillus involutus* s širokim spektrom gostiteljev (tako listavce kot iglavce) in veliko sposobnost saprofitizma (Donnelly s sod., 2004).

2.5.1 Kompleksni sistemi gostiteljev *in vitro*

V naravi se pojavlja praviloma več drevesnih partnerjev ter več glivnih partnerjev na enem območju. Simard s sodelavci (1997) je delala poskuse z monokulturo in mešano kulturo vrst *Pseudotsuga menziesii* in *Betula papyrifera* z gojenjem sadik iz rastlinjaka v mešanici zemlje iz območja monokulture in mešanega gozda. Splošna ugotovitev je, da je število tipov ektomikorize, ki se pojavljajo pri več gostiteljih in naselitev korenin s temi »generalisti« nekoliko višja, če sta drevesni vrsti sajani v mešani kulturi, kot če sta vrsti sajani vsaka posebej (Simard in sod., 1997).

Sposobnost različnih rastlinskih vrst, da tvorijo mikorizo z eno vrsto (in domnevno osebkom) glive, ima velik ekološki pomen, vključno s transportom ogljika in hranil med več različnimi osebki (drevesi), transportom hranil iz odmirajočih v aktivne korenine in vplivom na ravnotežje v odnosu rastlina - rastlina. Skupine rastlin, ki imajo skupne mutualistične partnerje (v tem primeru mikorizne glive), so poimenovali zadruge, tu gre za povezavo, ki spodbuja vzajemno pomoč in promocijo za skupne interese. Povezava rastline z rastlino v vrstno mešanem sestoju omogoča izmenjavo hranil preko micelija in rizomorfov, izboljševanje splošnega statusa rastline preko boljše mineralne prehrane, zmanjšanega vodnega stresa, zaščite pred patogeni, omogoča pa tudi detoksifikacijo alelokemičnih snovi (Perry in sod., 1989; Arnebrant in sod., 1993; Simard in sod., 1997).

V sistemu *Pseudotsuga menziesii* in *Betula papyrifera* so identificirali 11 tipov ektomikorize na obeh partnerjih, od tega sedem na obeh partnerjih ter 3 le na brezi in 1 le na duglaziji. Vrste ektomikorize, ki so bile najdene na obeh partnerjih, so bile: *Mycelium radialis atrovirens*, *Wilcoxina* sp., *Cenococcum geophilum*, *Tuber* sp., *Thelephora* sp., *Laccaria* sp. in sev »E, št. II«. Za duglazijo specifičen je bil rod *Rhizopogon*, za brezo specifične pa vrste *Hebeloma* sp., *Lactarius* sp. in ektomikoriza, podobna vrsti gomoljike

(*Tuber* sp.). Glede na to, da niso opazili večjih razlik v frekvenci pojavljanja tipov ektomikorize med sadikami v lončnem poskusu in sadikami, posajenimi v enako zemljo v naravi, sklepajo, da »kontaminanti« iz rastlinjaka (t.j. vrste, ki se tipično pojavljajo na sadikah, vzgojenih v rastlinjaki in na drevesnih plantažah) niso imeli značilnega vpliva na vrstno in številčno sestavo tipov ektomikorize sadik (Simard in sod., 1997).

Dobljeni rezultati podpirajo trditev Massicotte in sod. (1994), da je variabilnost v sposobnosti naselitve (drugega in naslednjih partnerjev) odvisna od tega, ali je gliva že povezana s kompatibilnim gostiteljem. Poleg tega pa študije več partnerjev (polikulture študije) kažejo, da sekundarni rastlinski partner, kljub temu da ni tipičen partner za neko vrsto glive, lahko tvori s to glivo asociacijo, če je na rastišču prisoten intenzivno in funkcionalno naseljen primarni gostitelj te vrste glive (Simard in sod., 1997).

2.5.2 Stopnja specifičnosti ektomikoriznih gliv

Poznavanje stopnje specifičnosti v združbah ektomikoriznih gliv je ključnega pomena pri ugotavljanju ekološke vloge združbe v ekosistemu. Če obstaja potencial za nastanek kompleksnih povezav, potem to lahko vodi v študij vpliva povezav na delovanje vpletenih partnerjev (Kennedy s sod., 2003). Mnoge vrste gliv kažejo le zmerno do nizko specifičnost za gostitelja, kar pogojuje nastanek povezav več rastlinskih partnerjev v mrežo preko micelija gliv. Nizka specifičnost je značilna tudi za mikorizno povezavo med drevjem in rastlinami v podrasti (Horton in Bruns, 1998). Kennedy s sod. (2003) ugotavlja, da so tipi ektomikorize, ki se značilno pojavljajo na več gostiteljih, številčnejši kot tipi, ki se pojavljajo le na enem gostitelju, čeprav je bila podobnost v vrstni sestavi med vzorci iz različnih lokacij majhna. Z uporabljenimi metodami pa niso potrdili, da tipi ektomikorize, ki se pojavljajo na obeh prisotnih rastlinskih partnerjih v enem vzorcu zemlje, dejansko pripadajo istemu miceliju oziroma istemu osebkju glive (Kennedy s sod., 2003).

Poskusi z inokulacijo sadik vrste *Betula populifolia* z eno ali več vrstami ektomikoriznih gliv v različnih kombinacijah so pokazali značilen vpliv števila ektomikoriznih partnerjev na uspešnost mikorizacije kot tudi na biomaso nadzemnega in podzemnega dela rastlinskega partnerja. Pri inokulaciji sadik z več kot eno vrsto ektomikorizne glive se delež posameznega tipa ektomikorize, glede na sadike, inokulirane le z eno vrsto, zmanjša. Z večanjem razpoložljivih vrst gliv se viša delež mikoriziranih kratkih korenin in s tem uspešnost inokulacije. Z večanjem števila vrst ektomikoriznih gliv pri inokulaciji se je zmanjšala biomasa nadzemnega dela semenke ter hkrati povečala masa koreninskega sistema, celotna biomasa sadik pa se v lončnem poskusu ni spreminjala, ne glede na število vrst ali njihovo kombinacijo v inokulumu. Povečevanje števila vrst v inokulumu je pozitivno korelirano s količino dušika in fosforja v sadikah in s tem boljšo mineralno prehrano. Kljub večjemu deležu mikoriziranih kratkih korenin pri večji vrstni pestrosti ektomikoriznih gliv v inokulumu pa spremembe v rasti in vsebnosti hranil najboljše razložimo s spremembami v pestrosti tipov ektomikorize (Baxter in Dighton, 2001).

2.5.3 Interakcije ektomikoriznih gliv z drugimi organizmi v rizosferi

Ektomikorizne glive v mikorizosferi soobstajajo in tvorijo povezave s številnimi saprofitnimi mikroorganizmi. Relativno dobro so raziskani odnosi ektomikoriznih gliv z nepatogenimi bakterijami ter saprofitnimi glivami in študije procesov, kjer ektomikorizne glive vplivajo na transport ogljika v rizosferi, razgradnjo organskega materiala in razgradnjo organskih polutantov v mikorizosferi (Cairney in Meharg, 2002).

2.5.3.1 Ektomikorizne glive in bakterije v rizosferi

Povezava med mikoriznimi glivami in bakterijami v rizosferi je najverjetneje ubikvitarna. Znano je, da bakterije kolonizirajo plašč in Hartigovo mrežo v ektomikorizi in trosnjake ektomikoriznih in drugih vrst gliv. Na primeru vrste *Lactarius rubrocinctus* so pokazali, da se bakterije pojavljajo intracelularno, v celici ektomikorizne glive, le, kadar je poškodovan hifni plašč, ter da gre v tem primeru za oportunistično infekcijo in ne za morebitno obliko endosimbiontske asociacije, kakršna se pojavlja pri nekaterih glivah, ki tvorijo arbuskularno mikorizo. Pri interakcijah med bakterijami in glivami opazimo cel spekter odnosov. V nekaterih okoliščinah nekatere vrste ektomikoriznih gliv zmanjšujejo aktivnost bakterij v zemlji (mikorizosferi), v drugih, na primer ob dodatku minerala biotita, pa je prisotnost ektomikoriznih gliv povečala bakterijsko aktivnost. Negativno delovanje ektomikoriznih gliv je povezano s povečano kompeticijo za razpoložljiva hranila v zemlji ter antimikrobnim delovanjem nekaterih vrst in sevov ektomikoriznih vrst gliv, medtem ko je pozitiven vpliv najverjetneje povezan s saprofitnim statusom bakterij, ki se hranijo z metaboliti ektomikoriznih gliv in odmrlimi deli micelija. Poleg števila in aktivnosti bakterij pa rezultati analiz fosfolipidov bakterij iz mikorizosfere kažejo tudi na to, da lahko nekatere vrste ektomikoriznih gliv vplivajo tudi na spremembe v sestavi vrst/sevov talnih bakterij (Olsson in Wallander, 1998). Posebno pozornost so posvetili t.i. MHB (Mycorrhiza Helper Bacteria) – bakterijam, ki pozitivno vplivajo na mikorizo. Definirali so jih kot bakterije, ki so v asociaciji z mikoriznimi koreninami in mikoriznimi glivami in selektivno olajšujejo in pospešujejo vzpostavitev mikorizne simbioze (Garbaye, 1994). Med MHB so ugotovili, da sta zelo učinkovita dva seva fluorescentnih pseudomonad, po nukleotidnem zaporedju najbliže vrstama *Pseudomonas monteilii* in *P. resinovorans* (Founoune in sod., 2002). Gerič in sod. (2000) pa so izolirali 157 sevov bakterij iz rizosfere smreke, 10 od njih je bilo fluorescentnih pseudomonad in 12 sevov iz rodu *Bacillus*, od katerih se je kot učinkovita MHB izkazal sev *Pseudomonas fluorescens* 53a.

MHB se pojavljajo tako v povezavi z ektomikorizo kot v povezavi z arbuskularno mikorizo. Obstaja več hipotez o mehanizmi delovanja MHB, tako naj bi imele neposreden učinek na prepoznavanje glivnega in rastlinskega partnerja, posreden ali neposreden vpliv na naselitev z glivo, pospeševanje kaljenja spor ektomikoriznih vrst gliv in stimulacijo rasti micelija. Predvidevajo, da je najverjetnejši primarni mehanizem delovanja stimulacija rasti ektomikoriznih gliv preko hlapnih (volatilnih) substanc, ki jih proizvajajo in izločajo bakterije (Garbaye, 1994).

2.5.3.2 Ektomikorizne in saprotrofne glive

Znano je, da micelij številnih mikoriznih in saprotrofnih gliv sobiva v organski plasti v večini gozdnih tal, vendar je o interakcijah med njimi manj znanega (Cairney in Meharg, 2002). Neposredne dokaze o povezavi saprotrofov in mikoriznih gliv so pokazali s sledenjem radioaktivno označenemu fosforju in ogljiku, kjer je Lindahl s sodelavci (Lindahl in sod., 1999) dokazal, da micelij ektomikoriznih gliv v povezavi s saprotrofno vrsto tvori gost preplet micelija na mestu, kjer se micelija približata ter da na tem mestu prihaja do prehajanja označenega fosforja (nekaj manj kot 25 % fosforja iz saprofitne glive so detektirali v mikorizni glivi). Med glivama sicer gre za antagonistični efekt, a ima mikorizna gliva še vedno sposobnost pridobivanja hranil od saprotrofne glive. Kasneje so ugotovili, da je končni rezultat interakcije (translokacija fosforja) odvisen od velikosti vira hranil (kocke lesa), saj je v primeru večje kocke lesa v poskusnem mikrokozmu P prehajal od ektomikorizne glive k saprotrofu, v primeru manjše pa obratno (Lindahl et al., 2001). Ne glede na nekatere nasprotujoče si rezultate opazovanja kažejo, da hkratno pojavljanje micelija ektomikorizne in saprotrofne glive medsebojno vpliva na delovanje drugega. Trenutno se pojavlja vprašanje, kako dejansko potekajo ti procesi v naravi, kakšen je njihov vpliv na delovanje ektomikorizne simbioze ter kako tovrstne povezave vplivajo na kroženje hranil in ogljika (Cairney in Meharg, 2002). Malo je tudi znanega o vplivih drugih skupin organizmov, na primer detritovorov, ki se v tleh pojavljajo v velikem številu (Yeates, 2003), čeprav le ti vplivajo tudi na sproščanje hranil v tleh in glivno biomaso (Setälä, 2000).

2.5.4 Sukcesija združbe ektomikoriznih gliv

V različnih fazah razvoja gozda se v veliki meri specifično pojavljajo skupine gliv, pretežno na nivoju rodov, ki kažejo biološke razlike. Nekateri avtorji ločujejo t.i. vrste zgodnje faze in t.i. vrste pozne faze. Terminologija je nekoliko zavajajoča, saj se mnoge glive pozne faze pogosto in v velikem številu lahko pojavljajo tudi v mladih sestojih, medtem ko se glive zgodnje faze pojavljajo izključno v mladih sestojih (Arnolds, 1991).

Pri spremljanju pojavljanja ektomikoriznih gliv v nasadih evkaliptov so Lu in sod. (1999) ugotovili pozitivno korelacijo med starostjo nasada in vrstno pestrostjo ter številom opaženih trosnjakov. V mladih nasadih (1-5 let) so prevladovale vrste iz rodov *Scleroderma* in *Laccaria*, ki so tvorile veliko število trosnjakov. V starejših nasadih (6-8 let) se je celokupno število trosnjakov posamezne vrste zmanjšalo, povečala pa se je vrstna pestrost. V starejših nasadih so se poleg vrst t.i. zgonje faze pričele pojavljati tudi vrste t.i. pozne faze (*Boletus*, *Cortinarius*, *Hydnum*, *Inocybe*, *Lactarius*, *Paxillus* in *Russula*) ter nekateri rodovi hipogejnih gliv (Lu in sod. 1999; Bergmann in Miller, 2002; Smith in sod., 2002).

Glede na biološke razlike lahko vrste zgodnje in pozne faze ločimo tudi glede na strategije razvoja na ruderalne in kompetitivne strategije (Last in sod., 1987). Poleg teh strategij pa nekateri avtorji ločujejo tudi s-strategije (*ibid.*). Kategorija s-strategov vključuje vrste, tolerantne na stresne dejavnike (Smith in Read, 1997). Glavni vzrok za premik med vrstami v razvijajočem se sestoji naj bi bile spremembe v kvaliteti opada in spremembe vzorcev prehajanja ogljika od rastlinskega partnerja h glivnemu. Številna opazovanja so

temeljila na pojavljanju trosnjakov (Smith in Read, 1997), medtem ko Visserjeva (1995) ni našla jasnih razmejitev v pojavljanju vrst pri spremljanju morfotipov ektomikoriznih gliv v različno starih sestojih. Tako je vprašljiva primernost uporabe terminov vrst »zgodnje« in »pozne« faze, saj se vzorci naselitve pojavljajo kontinuirano in ne dihotomno, poleg tega pa se lahko vzorci pojavljanja posamezne vrste glive razlikujejo med različnimi rastišči (Visser, 1995).

2.5.5 Razmere na rastiščih in pojavljanje ektomikorize

Za pojavljanje nekaterih tipov ektomikorize so poleg prisotnosti rastlinskih partnerjev pomembne tudi druge razmere na rastišču. Tako so za vrsto *Piloderma fallax* ugotovili pozitivno korelacijo med pojavljanjem vrste glive in prisotnostjo velikih lesnih ostankov v višji fazi razkroja, saj je bila verjetnost, da se vrsta pojavlja na rastišču, 2.5 krat večja, če so bili prisotni primerni lesni ostanki (Smith in sod., 2002). Veliki lesni ostanki pa predstavljajo tudi substrat za nekatere druge vrste mikoriznih gliv, katerih trosnjaki se lahko statistično značilno pojavljajo in razporejejo na gradientu faz razkroja velikega lesnega ostanka, kar smo opazili na velikih lesnih ostankih bukve v pragozdnih rezervatih Rajhenavski Rog in Krokari (Piltaver in sod., 2002; Grebenc in sod., 2004) in v naravnem gozdu Suserup Skov (Danska) (Heilmann-Clausen, 2001). Delež ektomikoriznih gliv glede na delež saporitov na lesnih ostankih ne presega 20 % vrst (Edmonds in Lebo, 1998).

2.5.6 Pomen žepaste razporeditve hranil in potenciala mikoriznih gliv

Žepasta razporeditev potenciala mikoriznih gliv (spore, micelij, mikoriza) je pomembna pri ustvarjanju mikrohabitatov. Potencial posamezne vrste in tudi celotne združbe mikoriznih gliv se lahko spreminja od nič do velikega števila že v lokacijah, ki so nekaj centimetrov narazen. Med primarno sukcesijo na rastišču je znano, da prihaja hkrati tudi do sukcesije ektomikoriznih gliv. Jumpponen s sod. (2002) je tako opisal relativno veliko število ektomikoriznih gliv na rastiščih z različnimi fazami primarne sukcesije. Opazili so, da se niti ena ektomikorizna vrsta ni pojavljala v vseh sukcesijskih fazah, ki so jih študirali. Ugotovili so tudi, da vrstna pestrost ektomikoriznih gliv doseže maksimum na ploskvah, kjer pride do stikanja krošenj dreves v regeneraciji. Veliko pestrost v fazi razvoja stikanja krošenj lahko pripišemo relativno majhni količini razpoložljivih hranil, predvsem fosforja in povečanju deleža hranil, ki so vezana v organskem materialu. Veliko vrstno pestrost v tej razvojni fazi pa lahko povežemo tudi z veliko pestrostjo organskih in anorganskih oblik hranil v zapirajoči se vrzeli oziroma ploskvi (Jumpponen in sod., 2002; Dighton, 2003).

Žepasti sistemi so potencialno nestabilni, a se v takem okolju kljub temu ohranja stabilnost. Glavni mediator stabilnosti so glive, ki imajo sposobnost povezovanja posameznih žepov, virov hranil in tako tvorijo povezave ter omogočajo prenos materiala med žepi. Tovrstne povezave so predvsem pomembne v začetnih fazah naselitve, saj mreža micelijskih povezav omogoča relativno hitro »priključitev« novih partnerjev v simbiozi na obstoječo mrežo povezav in preskrbljenost s hranili. Tovrstne povezave kažejo, da glavno vodilo v združbi ni le kompeticija ampak tudi medvrstne povezave, ki pomagajo pri vzpostavitvi in vzdrževanju stabilnosti ekosistema (Dighton, 2003).

2.6 STARANJE EKTOMIKORIZNIH KORENIN

Iniciacija nastanka, nastanek funkcionalne ektomikorize in njeno propadanje je dinamičen proces, ki poteka v rizosferi in se odraža tako v spremembah morfologije kot tudi funkcioniranju mikorize. Ostrih prehodov med fazami procesa ni. Vitalne tipe ločujemo od starih pretežno na osnovi morfoloških znakov. S staranjem mikorizna korenina izgublja turgescenco, barva prehaja iz svetlejših odtenkov v temnejše. Pogosto se pri staranju lastnosti vitalnega tipa ohranijo le še na apeksu. Temnenje apeksa in izgubo turgescence raziskovalci jemljejo kot ključni kriterij ločevanja starih in vitalnih tipov ektomikorize. Na osnovi morfoloških kriterijev so ocenili življenjsko dobo posamične kratke (ektomikorizne) korenine na 2 – 6 mesecev, čas pa je različen med različnimi tipi ektomikorize. Obdobje funkcioniranja tipa ektomikorize (aktivnega prehajanja snovi v obe smeri) pa je še krajše. Tako so Downes in sodelavci (1992) ocenili, da je večji delež tipov ektomikorize funkcionalnih do 50 dni. Morfologija kot kriterij staranja pa ne kaže dejanske funkcionalnosti tipa ektomikorize. Le ta po mnenju Smithove in Reada (1997) ni daljša od enega meseca.

Funkcioniranje ektomikorize je tesno povezano z delovanjem apikalnega meristema korenine. Dokler je meristem aktiven, dokler se celice delijo, diferencirajo in tvori turgescenoten korteks, je tudi ektomikoriza lahko še aktivna. Aktivnost meristema se lahko pri nekaterih tipih ektomikorize pojavlja periodično (Majdi in sod., 2001).

Odmiranje ektomikorize poteka po zaporedju od korteksa preko meristema do prevodnih elementov. Tako ektomikoriza najprej izgubi sposobnost podaljševanja in rasti organa in šele kasneje dobi sposobnost razraščanja, bodisi iz apikalnega ali lateralnega meristema. Downes in sodelavci (1992) so ocenili, da je najdaljša življenjska doba tipa ektomikorize od 170 do 240 dni, čeprav ima večina tipov življenjsko dobo največ 3 mesece. Dolgoživost ektomikorizne korenine je različna tudi glede na razvejanost, tako imajo veje tretjega reda najkrajšo življenjsko dobo, dodajanje dušika v poskusih z minirizotroni pa je podaljšalo srednjo življenjsko dobo ektomikorize (Majdi in sod., 2001).

Znani so tudi nekateri primeri, ko v ektomikorizo vstopi druga, kompetitorska vrsta (na primer *Piceirhiza internicrassihyphs* na *Cortinarius obtusus*), še preden prva odmre in lahko postopoma prekrije celotno mikorizno korenino, pri čemer so opazili tesen stik med primarno glivo v ektomikorizi in kompetitorsko vrsto (Agerer, 2002).

Učinkovitost delovanja mikorize je pogosto vrstno specifična ali celo različna glede na sev vrste (Gianinazzi-Pearson 1984). Kljub temu je očitno, da je pomemben ekološki faktor, ki vpliva na učinkovitost ektomikorize (kot uspešnost rastlinskega partnerja), tudi količina in diferenciacija ekstramatričnega micelija (t.j. micelij zunaj vplivne cone korenin; po Kraigher, 1996). Ekstramatrični micelij je namreč ponor ogljikovih hidratov drevesa ter hkrati pomemben »podaljšek« koreninskega sistema drevesa. Ločevanje tipov ektomikorize glede na tipe osvajanja substrata (exploration types) je lahko v pomoč pri umeščanju in ugotavljanju učinkovitosti ektomikorize glede na njeno ekofiziološko učinkovitost poleg že uporabljenih kriterijev števila mikoriznih korenin in števila tipov

ektomikorize glede na biomaso korenin, dolžino koreninskega sistema v vzorcu in volumna vzorca zemlje (Agerer, 2001b).

2.7 MIKOBIOINDIKACIJA SPREMEMB V OKOLJU

Eden od dejavnikov, ki vplivajo na razvoj in delovanje posamezne rastline, njeno povezanost v združbi in tudi vrstno sestavo združbe, je funkcionalna aktivnost mikoriznih gliv, povezanih z rastlinskimi partnerji. Razlike v funkcionalni kompatibilnosti med rastlinami in glivami predstavljajo ključni dejavnik pri uspešnosti posamezne kombinacije rastlina-gliva (Gianinazzi-Pearson, 1984). V laboratorijskih študijah je ugotavljanje kompatibilnosti relativno enostavno, medtem ko je situacija v naravi precej bolj kompleksna. Mikorizne glive lahko tvorijo mikorizo s skoraj vsemi rastlinami, kar pomeni, da je večina rastlin v združbi hkrati naseljenih z več vrstami mikoriznih gliv ter so hkrati med seboj povezane preko ektramatričnega micelija gliv v mrežo povezanih korenin različnih vrst med seboj in s substratom. Z razlikami v funkcionalni kompatibilnosti lahko razložimo stimulatorni efekt na posamezni rastlini in vpliv vrste glive na celotno strukturo združbe rastlin, ohranjanje genskih virov gliv pa je pogoj za ohranjanje floristične pestrosti in produktivnosti travnikov in borealnih gozdov. Združba mikoriznih gliv je občutljiva na številne dejavnike, nekatere od njih že poznamo in so pogosto povezani s kultiviranjem krajine in vnašanjem hranil in polutantov v sistem (Read, 1998; van der Heijden s sod., 1998).

Regulacija populacij in združbe se lahko odraža v povečani ali zmanjšani rasti, sposobnosti (fitnesu) in potencialu razmnoževanja organizma. Če se sposobnost enega organizma v združbi spremeni v večji meri kot drugega, to vodi v spremembe dominanc vrst, ki so favorizirane v danem okolju in združbi in v spremembo sukcesije - zaporedja populacij (Dighton, 2003).

Že v začetku devetdesetih let je Arnolds (1991) opozoril na zmanjšanje pojavljanja trosnjakov številnih vrst gliv v različnih delih Evrope, predvsem ektomikoriznih gliv. Zmanjševanje je povezal z zmanjševanjem mikorize. Vzroki za spremembe v populacijah ektomikoriznih gliv so verjetno povezani s posrednim vplivom onesnaženosti zraka, predvsem s povečano količino razpoložljivega dušika, v kombinaciji z zakisovanjem substrata, zmanjševanjem vitalnosti dreves in sočasnim zmanjšanim transportom asimilatov v korenine in do mikorize. Pomembnost posameznega dejavnika se spreminja glede na specifične lastnosti rastišča (Arnolds, 1991). Znano je, da se glive v okolju s povišanimi koncentracijami bakra in cinka obnašajo različno, bodisi kot bioakumulatorji bodisi kot bioekskluzorji, ki v tkivu trosnjakov vsebujejo manjše koncentracije kot v okolju. Med slednjimi so ugotovili vrste *Hydnum repandum*, *Cantharellus cibarius* in *Coprinus comatus*. Količine ugotovljenih težkih kovin variirajo med vrstami (Alonso s sod., 2003). Ugotavljamo pa lahko tudi splošen vpliv človeka pri primerjavi naselitve sadik z ektomikoriznimi glivami in v vrstni sestavi med urbanim in ruralnim okoljem. Nekateri drugi parametri se v isti raziskavi niso pokazali kot indikatorji sprememb, in sicer bogastvo tipov ektomikorize na dolžinsko enoto korenin in skupna dolžina korenin v vzorcih zemlje (Baxter in sod., 1999).

Vrste ektomikoriznih gliv različno reagirajo na prisotnost polutantov in spremembe drugih pogojev v tleh. Tako prisotnost visokih količin bakra ni značilno vplivala na razvoj mikoriznih korenin in micelija dveh vrst, ki jih najdemo na rastiščih, onesnaženih z bakrom (*Thelephora terrestris* in *Suillus bovinus*). *S. bovinus* kopiči baker v ekstraradikalnem miceliju in je tako bolj občutljiv kot *T. terrestris*, ki ga kopiči precej manj. Obe vrsti pa sta uspešno zaščitili rastlinskega partnerja v ektomikorizi (*Pinus sylvestris*) pred toksičnim delovanjem bakra. Mehanizmi zmanjševanja toksičnosti bakra in izboljševanje statusa rastlinskega partnerja so raznoliki in vrstno specifični (Van Tichelen s sod., 2001).

Dognojevanje gozda z dušikom je pokazalo drastično zmanjšanje pojavljanja trosnjakov ektomikoriznih gliv že v prvem letu dognojevanja, medtem ko se število in pestrost saprofitnih vrst nista bistveno spremenila, ravno tako ne število tipov ektomikorize in Simpsonov diverzitetni indeks. Po dveh letih dodajanja dušika pa so se pokazale spremembe v vrstni sestavi tipov ektomikorize kot tudi pojavljanje posameznih vrst. Dodajanje dušika je povzročilo premik vrst tipov ektomikorize od vrst, ki tvorijo velike trosnjake (makromicete) proti vrstam z resupinatnimi trosnjaki ali vrstam, za katere ne vemo, kakšne trosnjake tvorijo (Peter s sod., 2001).

2.7.1 Povišane koncentracije ozona in njegovo delovanje v gozdnih ekosistemi

Ozon je onesnaževalec, ki lahko povzroča škodo na gozdnem drevju (Agrawal in Agrawal, 2000). Delovanje ozona na gozdno drevje je jasno dokazano, zato obstaja potencialna nevarnost destabilizacija gozdnih ekosistemov kot posledica kronične izpostavljenosti povišani koncentraciji ozona (Werner in Fabian, 2002). Primarni vplivi ozona na drevo se kažejo v povečani respiraciji in spremembah metabolizma ogljika ter nekaterih znanih anatomskih spremembah in inhibiciji aktivnosti kambija (Matyssek s sod., 2002). Delovanje se kaže tudi kot zmanjšan prirastek izpostavljenih semenk (Bortier s sod., 2000). McCrady in Andersen (2000) sta s sledenjem radioaktivno označenega ogljika ugotovila povečano izločanje koreninskih eksudatov rastlin, dolgotrajno izpostavljenih povišani koncentraciji ozona. To kaže na možnosti sprememb v aktivnosti mikrobne komponente v rizosferi ter s tem tudi na vrstno sestavo in pojavljanje tipov ektomikorize. Do sedaj znani vplivi ozona na pojavljanje ektomikorize pa so si nasprotujoči (Andersen, 2003).

Večina podatkov o vplivih ozona na drevje je bilo do sedaj dobljenih z raziskavami v rastnih komorah oziroma kako drugače zaprtih sistemih, zato poteka študij ektomikorize dreves v sestoju, ki ga s pomočjo sistema cevki kronično prepričujejo z zrakom s povišano vsebnostjo ozona, vzporedno s semenkami v loncih, izpostavljenih na isti lokaciji, in je velikega pomena za razumevanje delovanja gozdnega ekosistema (Werner in Fabian, 2002).

2.7.2 Vpliv sestojne vrzeli in sledenje spremembam v rizosferi

Z nastankom sestojne vrzeli kot ene od motenj v gozdnem ekosistemu se delež korenin dreves linearno zmanjšuje od meje sestoja v vrzel in pri določeni oddaljenosti hitro pade skoraj na nič. Linearno zmanjševanje in strm padec mase korenin odraža razporejanje korenin okoli dreves in vpliv vrzeli. Na primeru sestoja s *Pinus palustris* Mill. kot

prevladujočo drevesno vrsto, je bila meja hitrega zmanjšanja teže korenin v vzorcu zemlje pri vrzeli s premerom nekaj več kot 30 m (Jones s sod., 2003), Pearson s sod. (1994) pa je opazil zmanjšanje pojavljanja ektomikoriznih korenin že pri vrzeli s premerom okoli 9m (260 m^2). Poleg sprememb v številu so med vrzeljo in sestojem tudi razlike v vrstni sestavi gliv v ektomikorizi, čeprav se velik delež prevladujočih vrst pojavlja pod obema pogojema vendar v različnem številu. Razlik v vrstni pestrosti, pojavljanju ektomikoriznih korenin in razmerju askomicete : bazidiomicete med vrzeljo in sklenjenim sestojem niso opazili. Kljub temu celokupna vrstna pestrost po goloseku in statistično značilne spremembe v vrstni sestavi kažejo negativen vpliv na združbo ektomikoriznih gliv in s tem na delovanje celotnega ekosistema (Byrd s sod., 2000).

2.8 BUKEV

Izmed vseh semenk le okoli 3 % vrst lahko tvori ektomikorizo, a je njihov pomen na globalni ravni mnogo večji, saj te vrste prekrivajo nesorazmerno velik delež kopnega, velika pa je tudi njihova komercialna vrednost. Pretežno ektomikorizne so tako vrste iz družin *Pinaceae*, ki prevladujejo v borealnih gozdovih, *Fagaceae*, ki prevladujejo v zmernih in subtropskih pasovih severne poloble ter vrste iz družin *Betulaceae* in *Salicaceae* in njihovi ekvivalenti termofilnih in subtropskih regij južne poloble iz družine *Myrtaceae* (Read, 1991; Smith in Read, 1997; de Kroon in Visser, 2003). V manjši meri se ektomikoriza pojavlja tudi pri drugih skupinah, na primer *Rosaceae* – *Dryas octopetala* (Harrington and Mitchel, 2002) in rod *Rosa* (Agerer in Waller, 1993).

Večina drevesnih vrst zmernega in hladnega pasu tvori mikorizo. Nekateri rodovi lahko tvorijo tako arbuskularno kot ektomikorizo, drugi le ektomikorizo. Za bukev je znano, da lahko tvori le ektomikorizo. Bukev ima širok naravni areal v Evropi in ima pomembno vlogo v različnih združbah (Jalas in Suominen, 1976). Bukev je vrsta, ki spada med pozne kolonizatorje in lahko dlje časa preživi v podrasti. Tvorba vrzeli v sestoji favorizira rast bukve (Čermak in sod., 1993). Bukev se pojavlja predvsem v submontanskem in montanskem pasu. Optimalni pogoji za rast bukve so povprečna letna temperatura 8°C in več kot 800 mm padavin. Razpoložljivost/dostopnost vode je bistven omejujoč dejavnik za produktivnost in vitalnost bukve (Ebert, 1996).

2.8.1 Vpliv suše na bukev in njeno ektomikorizo

Sušo, registrirano kot znižan vodni potencial listov (na bukvi), so primerjali s stopnjo mikorizacije korenin sadik v sušnih pogojih. Podatki kažejo, da zmanjšana razpoložljivost vode ni značilno vplivala na naselitev korenin bukve z ektomikoriznimi glivami (merjeno s količino ergosterola), niti niso opazili spremembe števila tipov ektomikorize na enoto velikosti koreninskega sistema dreves izpostavljenih sušnem stresu. Je pa suša vplivala na vrstno sestavo združbe ektomikoriznih gliv na bukvi. Pri tem so opazili, da se različne vrste ektomikoriznih gliv različno odzivajo na sušo v smislu njihovega vzorca pojavljanja. Posledica suše je povečano pojavljanje ektomikorize bukve z vrsto *Xerocomus chrysenteron* (Shi in sod., 2002).

2.8.2 Tipi ektomikorize na bukvi

Na bukvi je trenutno opisanih najmanj 38 različnih tipov ektomikorize z glivnimi partnerji v rodovih *Byssocorticium*, *Cenococcum*, *Cortinarius*, *Elaphomyces*, *Geastrum*, *Genea*, *Lactarius*, *Laccaria*, *Piloderma*, *Ramaria*, *Russula*, *Sphaerozone*, *Tomentella*, *Tomentellopsis*, *Tricholoma*, *Tuber*, *Xerocomus* in več tipov ektomikorize, katerih glivni partner ni znan, to so: *Fagirhiza arachnoidea*, *F. cystidophora*, *F. fusca*, *F. globulifera*, *F. lanata*, *F. oleifera*, *F. pallida*, *F. setifera*, *F. spinulosa* in *F. vermiculiformis* (Agerer, 1987-2002; Brand, 1986, 1991)

2.8.3 Kompetitivnost korenin bukve v mešanem gozdu

O kompeticiji med različnimi vrstami drevja v mešanih gozdovih je malo znanega. Poskusi v mešani kulturi bukve in hrasta (*Quercus petraea*), izvedeni s koreninskimi posodami, ki omogočajo rast korenin v kontroliranih pogojih več mesecev, so pokazali, da korenine bukve rastejo hitreje kot korenine hrasta, v kolikor obe vrsti rasteta skupaj. V mešanem gozdu je bukev prekašala hrast 3-5x v biomasi tankih korenin (manj kot 2 mm), številu koreninskih vršičkov in številu ektomikoriznih korenin. Sistem tankih korenin obeh vrst je povsem prekril z dušikom bogat organski sloj, razlike so se pokazale pri horizontalni razporeditvi tankih korenin, kjer je biomasa korenin bukve naraščala s povečevanjem razdalje od debla, medtem ko biomasa tankih korenin hrasta ni bila povezana z oddaljenostjo od debla. Avtorji na osnovi tega sklepajo, da tanke korenine bukve uspešneje naselijo z dušikom bogate žepe v organskih horizontih preučevanih gozdnih tal kot korenine hrasta in predlagajo asimetrično medvrstno kompeticijo v korist bukve na omenjenem rastišču (Leuschner in sod., 2001). Gozdnogospodarsko načrtovanje in načrtovanje dinamike ter modeliranje procesov v gozdnih tleh in gozdu na splošno bi lahko imelo veliko korist od boljšega poznavanja podzemne medvrstne kompeticije v gozdu (*ibid.*). Za mešane gozdove, ki se pojavljajo na območjih, kjer smo raziskave opravljali mi (sistem: bukev-jelka, bukev-jelka-gorski javor in sistem bukev smreka), nismo našli podobnih študij o medvrstni kompeticiji koreninskih sistemov.

3 MATERIAL IN METODE

Tipe ektomikorize in pojavljanje trosnjakov ektomikoriznih gliv smo študirali na petih ploskvah v Sloveniji, Nemčiji in na Danskem. Na vseh ploskvah se je kot dominantna drevesna vrsta pojavljala bukev. V Sloveniji smo zastavili dve ploskvi, v Rajhenavskem Rogu ter primerljivo ploskev na lokaciji Snežna jama, cca 1 km oddaljeni od Rajhenavskega Roga. Na Danskem smo vzorce za analizo ektomikorize odvzeli na ploskvi Rude Skov in Ravnsholte Skov. Vse štiri ploskve so predstavljale manjše, 20 do 30 m velike sestojne vrzeli ovalne do okrogle oblike, ki so nastale bodisi zaradi delovanja človeka (golosek), ali pa je šlo za naravno vrzel. Postavitev in delo v njih je potekalo v okviru 5.OP EU, v projektu NAT-MAN (QLK5-CT-1999-01349); ki je podrobno opisan na spletni strani NAT-MAN.

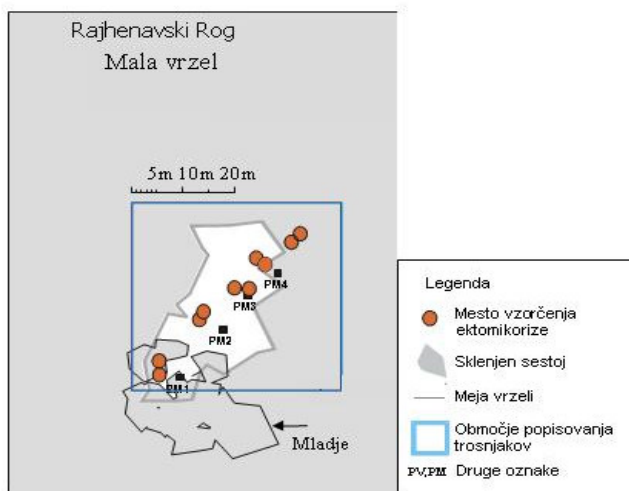
Na ploskvi v Nemčiji smo študirali posredni vpliv povišane koncentracije ambientalnega ozona na pojavljanje tipov ektomikorize na bukvi. Delo smo opravili kot del širšega projekta 5. OP EU, v projektu CASIROZ (EVL2-2002-00165), ki je podrobno opisan na spletni strani CASIROZ (CASIROZ, 2004).

3.1 OPIS RAZISKOVALNIH PLOSKEV

3.1.1 Raziskovalna ploskev v pragozdnem rezevatu Rajhenavski Rog

Raziskovalno ploskev v Rajhenavskem Rogu smo postavili v južnem delu pragozdnega rezervata Rajhenavski Rog (45° 40' N, 15° 01' E). Izbrana ploskev velikosti 40 m x 40 m, na kateri smo popisovali trosnjake ektomikoriznih gliv in jemali vzorce zemlje za analizo tipov ektomikorize, pokriva sestojno vrzel s premerom cca 20 m. Vrzel je zaradi vremenskih vplivov nastala 6-7 let pred prvim vzorčenjem in se na posameznih delih se zarašča pretežno z bukvi. Ploskev na robovih sega v sestoj (slika 4). Nadmorska višina ploskve je med 850 in 900 m, klima je montanska dinarska, povprečna letna količina padavin je okoli 1500 mm, povprečna januarska temperatura -2°C in povprečna julijska 17°C, povprečna letna 8°C (Kraigher in sod., 2002). Kameninska osnova je kredni apnenec, tla na ploskvi in v okolici pa prekrivajo različni tipi tal: folični histozoli, litični, eutrični in rendzični leptozoli, eutrični kambizol in haplični luvizol (Urbančič in sod., 2004).

Preiskovani del Rajhenavskega Roga spada v dinarski jelovo bukov gozd, v katerem prevladujejo mezofilne vrste. V sestoji na ploskvi in v neposredno okolici najdemo jelko (*Abies alba* Mill.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) ter eno drevo gorskega javora (*Acer pseudoplatanus* L.). Na področju pragozdnega rezervata pa se v manj kot enem odstotku pojavljajo še smreka (*Picea abies* (L.) Karst), brest (*Ulmus glabra* Huds.) in lipovec (*Tilia cordata* Mill.), ki so bili od raziskovalne ploskve dovolj oddaljeni, da niso vplivali na pojavljanje ektomikorize na raziskovani ploskvi.



Slika 4: Shema raziskovalne ploskve v Rajhenavskem Rogu, mala vrzel, z mesti vzorčenj ektomikorize in vzorcev za druge ekološke parametre (Simončič in sod., 2003)

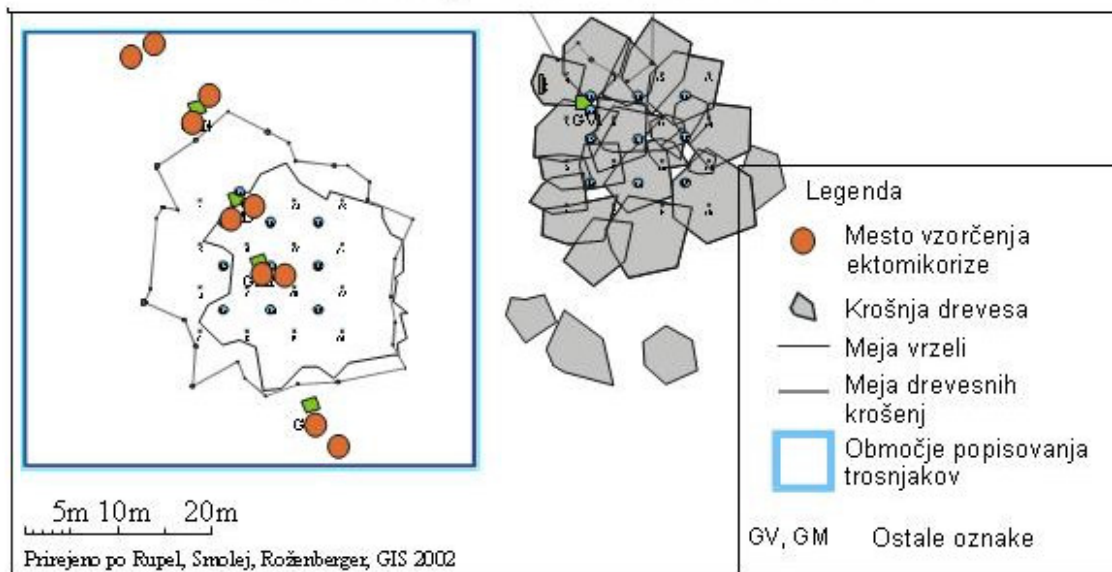
Figure 4: Schematic view of Rajhenavski Rog virgin forest plot with a small. Sites of sampling of ectomycorrhizae are marked with orange circles, other marks represent sites of sampling for other ecological parameters (Simončič in sod., 2003)

3.1.2 Raziskovalna ploskev v gospodarskem gozdu Snežna jama

Raziskovalna ploskev v Snežni jami je locirana cca 1km vzhodno od raziskovalne ploskve v Rajhenavskem Rogu. Sestojno vrzel predstavlja golosek, izsekan v letu 2000, ki po velikosti ustreza vrzeli v Rajhenavskem Rogu in je bil izsekan približno leto in pol pred prvim vzorčenjem. V vrzeli v začetku vzorčenja še ni bilo naravne regeneracije lesnih vrst, so pa ozeleneli nekateri panji bukve. Izbrana ploskev velikosti 40 m x 40 m, na kateri smo popisovali trosnjake ektomikoriznih gliv in jemali vzorce zemlje za analizo tipov ektomikorize, pokriva celotno vrzel (slika 5). Ploskev je bila izbrana tako, da je po reliefu, položaju in rastiščnih razmerah primerljiva s ploskvijo v pragozdnem rezervatu v Rajhenavskem Rogu. Ploskev spada v dinarski jelovo bukov gozd, z večjim deležem bukve in posameznimi smrekami v okolici ploskve, ki pa so dovolj oddaljene, da je njihov vpliv na mikorizo na ploskvi minimalen ali nič.

Kamninska osnova je apnenec, tla v vrzeli in v okolici prekrivajo podobni tipi tal kot ploskev v Rajhenavskem Rogu (folični histozoli, litični, eutrični in rendzični leptozoli, eutrični kambizol in haplični luvizol), le da imajo primerljivi tipi tal v vrzeli gospodarskega gozda Snežna jama tanjšo organsko plast in večji delež hitro razkrajajočih se oblik humusa (Urbančič in sod., 2004).

Snežna jama – mala vrzel



Slika 5: Shema raziskovalne ploskve v Snežni jami, mala vrzel z mesti vzorčenj ektomikorize in vzorcev za druge ekološke parametre (Simončič in sod., 2003; Rupel in sod., 2002)

Figure 5: Schematic view of Snežna jama managed forest plot with a small gap. Sites of sampling of ectomycorrhizae are marked with orange circles, other marks represent sites of sampling for other ecological parameters (Simončič in sod., 2003; Rupel in sod., 2002)

3.1.3 Raziskovalna ploskev Rude Skov (Danska)

Raziskovalno ploskev Rude Skov predstavlja naraven tradicionalno gospodarjen bukov gozd z minimalnim vplivom človeka. Ploskev je locirana v osrednji Danski in je bila vključena v širšo študijo dinamike bukovega gozda. Prevladujoča drevesna vrsta na ploskvi je bukev. Vzorce trosnjakov smo popisovali na transektu preko vrzeli v dolžini 75 m, tako da je začetek in konec transektu segal v sklenjen sestoj, vmesni del (cca 30 m) pa je sekal sestojno vrzel, ki je bila manj izrazita kot na ploskvah v pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog in v gospodarskem gozdu na Snežni jami.

3.1.4 Raziskovalna ploskev Ravnsholte Skov (Danska)

Raziskovalno ploskev Ravnsholte Skov predstavlja naraven gospodarski bukov gozd z zmernim vplivom človeka. Ploskev je locirana v osrednji Danski in je bila vključena v širšo študijo dinamike bukovega gozda. Prevladujoča drevesna vrsta na ploskvi je bukev. Vzorce trosnjakov smo popisovali na transektu preko vrzeli v dolžini 75 m, tako da je začetek in konec transektu segal v sklenjen sestoj, vmesni del (cca 30 m) pa je sekal

sestojno vrzel, ki je bila manj izrazita kot na ploskvi v gospodarskem gozdu na Snežni jami.

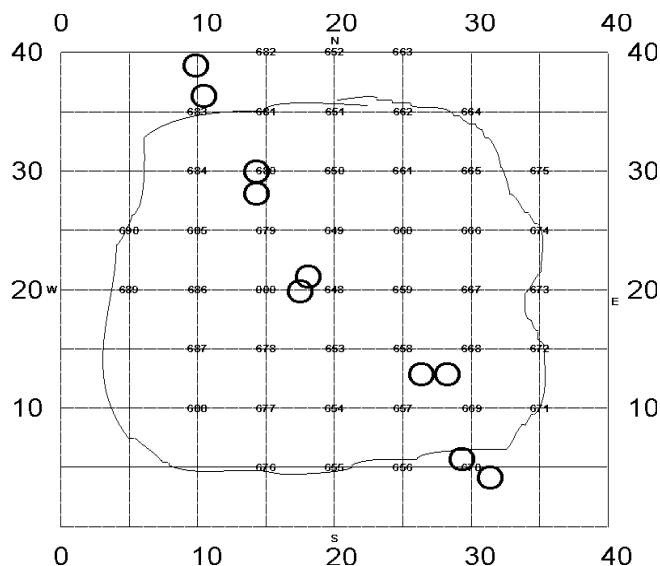
3.1.5 Raziskovalna ploskev Kranzberg (Nemčija)

Raziskovalna ploskev Kranzberg je locirana v bližini kraja Kranzberg, cca 10 km zahodno od Freisinga (Bavarska). Ploskev prekriva cca 60 let star sajen smrekov in bukov gozd na peščeni podlagi, 490 m nad morjem, s povprečno letno količino padavin 800 mm/m^2 in povprečno letno temperaturo 7.5°C . V sestoji je postavljen t.i. FACOE sistem (Free-Air Canopy O_3 Exposure) za ustvarjanje eksperimentalno povišane koncentracije ozona v krošnjah. Raven ozona smo določali glede na lokalne ambientalne koncentracije izven raziskovalne ploskve. Koncentracija ozona je v krošnjah dosegala okoli dvakratno koncentracijo kontrolnih vrednosti pri pogoju, da maksimalna koncentracija ni nikoli presegla 150 ppb. Podrobnosti sistema so opisane na spletni strani CASIROZ (CASIROZ, 2004).

Za delo smo odvzemali vzorce zemlje v bližini štirih dreves na kontrolni ploskvi oziroma zunaj ploskve (2 vzorca, področje, ki ni bilo intenzivno shojeno) in pet vzorcev poleg petih dreves, preprihovanih v FACOE. Vzorce smo označili z zaporednimi številkami od 1 do 9, kot si sledijo.

3.2 POPISOVANJE TROSNJAKOV EKTOMIKORIZNIH VRST GLIV

Trosnjake na raziskovalni ploskvi Rajhenavski Rog in Snežna jama smo popisovali v letih 2000, 2001 in 2002 na celotni $40 \times 40 \text{ m}$ ploskvi z natančnostjo umestitve trosnjaka na $1 \times 1 \text{ m}$ mrežo (slika 6). Trosnjake smo popisovali v rastni dobi ektomikoriznih gliv med junijem in do prvega snega (cca sredina novembra). Trosnjake, najdene v Sloveniji smo določevali po razpoložljivih splošnih ključih in priročnikih (Bon, 1988; Moser, 1978; Jülich, 1984; Cetto, 1982; Courtecuisse in Duhem, 1995; Gerhardt, 1997; Laux, 2001) ter specialnih ključih in monografijah za posamezne rodove, in sicer *Inocybe* (Stangl, 1991), *Hygrophorus* (Bon, 1990) in *Ramaria* (Raillere in Gannaz, 1999). Trosnjake smo sušili pri temperaturi $30 - 40^\circ\text{C}$, s stalnim pretokom zraka vsaj 24 ur in so shranjeni v herbariju GIS. Debelejše trosnjake smo pred sušenjem razrezali na več tanjših delov. Del najdenih trosnjakov je vključenih v nadaljnje študije (PCR-RFLP in sekvenciranje) – priloga A.



Slika 6: Shema ploskve z 1 m x 1 m mrežo za popisovanje trosnjakov ektomikoriznih gliv na primeru ploskve v Snežni jami

Figure 6: Schematic view of 1 m x 1 m grid for mapping of fruit bodies of ectomycorrhizal fungi – an example for Snežna jama research plot

3.2.1 Herbarij in mikoteka GIS in vzorci za PCR-RFLP analizo

Referenčni material, uporabljen za postavitev PCR-RFLP baze podatkov (herbarizirane trosnjake gliv), smo deponirali v Herbariju in mikoteki GIS, ki poleg herbariziranih vzorcev gliv vsebuje tudi rastlinski material, vzorce lišajev in tipov ektomikorize, zbranih v okviru projektov in raziskovalnega dela na GIS. Trosnjake, nabrane na različnih lokacijah (vključno z materialom z razstav in mikoloških ekskurzij) po Sloveniji in Nemčiji (priloga A), so določevali: T. Grebenc, A. Piltaver, B. Vrhovec, M. Christensen, A. Boh, S. Al Sayegh Petkovšek, Z. Kavčič, B. Tratnik in A. Poler. Poleg herbariziranih vzorcev je del herbarija in mikoteke tudi živa zbirka mikoriznih gliv (Jurc in sod., 1998), v katero smo vnesli nekatere vzorce, najdene na raziskovalnih ploskvah. Od vsake najdene in določene vrste smo v Herbarij in mikoteko GIS deponirali najmanj en vzorec. Trosnjake na ploskvah Rude Skov in Ravnsholte Skov je v letih 2000 in 2001 popisal, določil, analiziral pojavljanje za najpogostejše ektomikorizne vrste na bukvi ter izbral vzorce za analizo mag. Morten Christensen (The Royal Veterinary and Agricultural University, Unit of Forestry). Trosnjake iz danskih ploskev smo deponirali v Herbariju in mikoteki GIS in herbariju KVL (CP – Herbarium, Plant Biology Department of Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark). Trosnjake, nabrane na raziskovalni ploskvi Kranzberg, je nabral, določil in herbariziral Stefan Raidl (Ludwigs-Maximilians-Universität - LMU, München, Nemčija) in so shranjeni v herbariju skupine za mikologijo LMU.

Za molekularne analize smo uporabili tudi nekatere vzorce, deponirane v herbariju, ki so bili nabrani v prejšnjih projektih (npr. v okviru projekta Rizosfera na Pokljuki, Slovenija, 1200m n.m. in so v prilogi A označeni z AP (Piltaver, 2000; Grebenc in Kraigher, 2000)).

Za vzorce nekaterih vrst smo uporabili vegetativni micelij glive iz žive zbirke ektomikoriznih gliv na GIS (v prilogi A označeni z E) in tudi vzorce trosnjakov, nabranih na različnih lokacijah zunaj raziskovalnih ploskev. Seznam uporabljenih vzorcev trosnjakov smo zbrali v prilogi A.

3.3 VZORČENJE, ČIŠČENJE IN DOLOČEVANJE TIPOV EKTOMIKORIZE

3.3.1 Vzorčenje zemlje na raziskovalnih ploskvah za analizo tipov ektomikorize

Vse vzorce za analizo tipov ektomikorize smo odvezemali s sondo z volumnom 274 ml do globine 18 cm (standardizirani vzorci) (Kraigher, 1999). Vzorce na ploskvah Rajhenavski Rog, Snežna jama, Rude Skov in Ravnsbolte Skov smo odvezemali enkrat letno ob koncu rastne sezone (začetek novembra) v letih 2000 in 2001, po deset vzorcev na vzorčenje. Vzorce zemlje za analizo tipov ektomikorize smo odvezemali v transektu preko vrzeli tako da smo prva in zadnja dva vzorca (vzorci 1, 2, 9 in 10) odvzeli v sklenjenem sestoju ostale vzorce (3 - 8) pa v vrzeli. Vzorce na raziskovalni ploskvi v Kranzbergu smo odvezemali z enako sondo preko rastne sezone od maja do oktobra, in sicer 23. maja, 20. junija, 30. julija, 10. septembra in 9. oktobra 2003, tako da smo vzorce 1 – 4 odvzeli na kontrolnih ploskvah in vzorce 5 – 9 ob tretiranih drevesih.

3.3.2 Shranjevanje in čiščenje vzorcev zemlje ter ločevanje tipov ektomikorize

Vzorce zemlje za analizo tipov ektomikorize in koreninskega sistema smo že na terenu shranili v PVC vreče in jih takoj po končanem transportu shranili na temperaturi 2-4°C. Vzorce smo do čiščenja shranjevali v hladilniku do enega meseca (posamezne vzorce tudi do treh mesecev), pri tem smo predvidevali, da ni prišlo do izgube integritete vzorca, čeprav priporočajo shranjevanje le do dveh tednov (Kottke in sod., 1998). Vzorce zemlje smo za lažje odstranjevanje delcev substrata vsaj 12 ur pred analizo namočili v vodo. V očiščenem vzorcu smo analizirali vse korenine in kratke korenine ter pod stereolupo pregledali tudi druge rastlinske ostanke v vzorcu (razkrajajoče korenine, listje in veje). Morfološke tipe smo med seboj ločevali po makroskopskih, mikroskopskih in biokemijskih lastnostih. Pri delu smo uporabljali stereo lupo (Olympus, SZX12, vir svetlobe Olympus Highlight 3100, filter za dnevno svetlobo) in mikroskop (Olympus, BX51, povečava 100-2000x). Izbrane tipe ektomikorize in anatomske preparate smo digitalizirali z digitalno kamero DP12-Olympus (pritrjena neposredno na mikroskop ali lupo) in slike shranjevali in obdelovali s programom Soft Imaging System AnalySYS® PRO (na spletni strani Soft Imaging System GmbH) (Soft Imaging System, 2004). Fotografije smo uporabili nespremenjene oziroma obdelano v programu MGI Photo Suite™ (MGI Software Corp). Izbrane fotografije smo analizirali oziroma združevali z opcijo programa AnalySYS »Extended Focal Imaging« za povečevanje globinske ostrine fotografiranih objektov.

3.3.3 Določevanje tipov ektomikorize

Tipe ektomikorize smo določevali po anatomskih in morfoloških lastnostih glede na objavljene opise (Agerer, 1987-2002; Agerer s sod., 2001; Brand, 1991; Ingleby s sod., 1990) ali kratke opise (Comandini in sod., 2001; Eberhardt in sod., 2000) po metodologiji, opisani v Kraigher (1996). Za enega od do sedaj še ne opisanih tipov ektomikorize na bukvi smo naredili popoln opis (kot predlaga Agerer, 1991).

Zaradi nizkega deleža nemikoriznih korenin (vedno manj kot 1 % vseh korenin v vzorcu, v nekaterih vzorcih pa nemikoriznih korenin sploh nismo našli) smo nemikorizne korenine združili s starimi kratkimi koreninami.

3.3.4 Shranjevanje tipov ektomikorize v Herbariju in mikoteki Gozdarskega inštituta Slovenije

Izbrane vzorce tipov ektomikorize smo shranjevali na dva načina, kot trajne mikroskopske preparate ali kot trajne preparate v mešanici FAA (formalin – etanol – očetna kislina).

3.3.4.1 Trajni mikroskopski preparati

Vzorci plaščev, rizomorfov in drugih struktur smo fiksirali v mlečni kislini na objektnem steklu, prekrili s krovnim steklom, preparat očistili odvečne mlečne kisline ter drugih nečistoč in ga zalili z lakom ter tako preprečili izsuševanje preparata.

3.3.4.2 Trajni preparati v mešanici FAA

Enega ali več mikoriznih sistemov smo delno ali v celoti dehidrirali in shranili v raztopini FAA (preglednica 2). Vzorce smo označili in shranili v steklenih fiolicah v temi, na sobni temperaturi.

Preglednica 2: Sestava mešanica FAA (formalin – etanol-ledocetna kislina) za shranjevanje trajnih preparatov tipov ektomikorize

Table 2: FAA (Formaldehyde-Ethanol-ledAcetic acid) mixture for permanent preserving of ectomycorrhizal root tips

Šestavina	Koncentracija	Količina za 100 ml
etanol	96 %	90 ml
ledocetna kislina	96 %	5 ml
formaldehid	36 %	5 ml

3.3.5 Barvanja, uporabljena pri identifikaciji tipov ektomikorize

Na izbranih vzorcih tipov ektomikorize smo za opis in identifikacijo uporabili enega ali več načinov barvanja:

- anilin
- astral modro
- cotton modro
- cotton modro v mlečni kislini
- fenol anilin
- KOH 10 %
- Melzerjev reagent
- mlečna kislina
- safranin
- sudan III
- sulfovanilin
- toluidin modro O 1 %
- železov (II) sulfat

Teste smo izvajali na izoliranih delih plašča, rizomorfih ali na celotni kratki korenini. Spremembe barve smo opazovali makroskopsko (pod lupo) in mikroskopsko. Mešanice reagentov, pripravo testa in odčitavanje rezultatov smo izvedli, kot je opisano v Agerer (1986, 1991)

3.4 DOLOČEVANJE TIPOV EKTOMIKORIZE Z MOLEKULARNIMI PRISTOPI

Izbrane tipe ektomikorize, identificirane po anatomsko-morfološki metodi ter neidentificirane tipe ektomikorize smo uporabili v PCR-RFLP analizi. V prilogi C smo zbrali vzorce za analizo s PCR-RFLP z oznakami, uporabljenimi v dendrogramu in predvideno identifikacijo po anatomsko-morfološki metodi.

Pri identifikaciji z molekularnimi metodami smo pridobivali molekularne markerje iz genomske DNK in identificirali vzorce ektomikorize s primerjavo pridobljenih molekularnih markerjev. Molekularne analize smo izvajali na več nivojih (PCR produkt, RFLP vzorec ali zaporedje nukleotidov (sekvenca)). Markerji so lahko sami po sebi rezultat (npr. prisotnost nekega organizma v preiskovanem vzorcu) oziroma jih lahko primerjamo z referenčnimi bazami podatkov za določitev organizma, izključitve, iskanja podobnosti, filogenetske študije in podobno. Pri delu smo se omejili na dele ribosomalnih genov v genoski DNA in dveh medgenskih regijah, ki jih obdajata (18S rDNA, ITS1, 5.8S rDNA, ITS2 in 28S rDNA).

3.4.1 Ekstrakcija DNK

DNK smo ekstrahirali iz 5-15 mg himenija trosnjakov (priloga A), koščka agarja preraščenega z vegetativnim micelijem glive (priloga A – vzorci z oznako E) ali mikorizne korenine (prilogi C), ki smo jo predhodno pod lupo čim bolj očistili delcev zemlje in delcev opada. Za posamezen tip ektomikorize smo za ekstrakcijo uporabili eno do deset kratkih ektomikoriznih korenin, ki smo jih naključno odvzeli iz celotnega vzorca v eni do petih ponovitvah glede na količino razpoložljivega materiala posameznega tipa. Uspešna je bila tudi ekstrakcija iz očiščenih rizomorfov. Ekstrakcijo DNK smo za vse vzorce izvedli po protokolu za ekstrakcijo genomske DNK (Kraigher in sod., 1995):

1. v 600 µl CTAB ekstrakcijskega pufru (preglednica 3) smo strli izhodni material,
2. mešanico smo inkubirali v vodni kopeli 1 uro na 65°C,
3. ekstrakcijski mešanici smo dodali 600 µl kloroform-izoamilalkohola (24:1) in premešali,
4. centrifugirali 15 min pri 13000 obratih/min in supernatant prenesli v novo epruveto,
5. DNK smo precipitirali v 750 µl 2-propanola pri temperaturi -20°C, 30 min do ene ure,
6. centrifugirali 30 min pri 13000 obratih/min in odpipetirali supernatant,
7. DNK smo sprali v 70 % etanolu, jo posušili in resuspendirali v sterilni destilirani vodi.

Pri močnejše obarvanih vzorcih smo v ekstrakcijski pufer brez predpriprave dodali 1 % (g/g) PVPP (polyvinilpoly-pyrrolidone) (Grebenc in sod., 1999).

Količine DNK v ekstraktu nismo merili. Za problematične vzorce smo uspešnost ekstrakcije preverjali z gelsko elektroforezo po istem postoku kot za ločevanje fragmentov po PCR ali RFLP.

Preglednica 3: Pufer za ekstrakcijo DNK, sestava in količine za ekstrakcijo 15 vzorcev

Table 3: DNA extraction buffer; ingredients for extraction of 15 samples

CTAB	0,2 g
1M TRIS-HCl	1,0 ml
5M NaCl	2,8 ml
0,5M EDTA	0,4 ml
2 – merkaptetoanol (>98 %)	20 µl
sterilna destilirana H ₂ O, brez DNaz in RNaz	5,78 ml

3.4.2 Pomnoževanje DNK

S polimerazno verižno reakcijo smo pomnoževali ITS1, ITS2 in 5,8S rDNK regije v genomu višjih gliv (slika 3). V reakcijsko mešanico (preglednica 4) smo dodali začetna oligonukleotida ITS1f in ITS4b ali ITS1 in ITS4 (preglednica 5) in ekstrahirano DNK v končnih razredčitvah 50 do 1000 krat. Reakcije pomnoževanja smo izvedli z aparatom

Perkin-Elmer GeneAmp PCR System 9700 po programu iz preglednice 6 (Kraigher in sod., 1995; Grebenc in sod., 2000). Vzorce, ki jih prvem poskusu niso uspeli pomnožiti v PCR, smo ponovno pomnoževali z višjo koncentracijo DNK in/ali z manj specifičnimi začetnimi oligonukleotidi v kombinaciji ITS1f in ITS4. Po neuspešnem pomnoževanju ne glede na pogoje in izbor začetnih oligonukleotidov, smo ponovili ekstrakcijo in celoten postopek s novim vzorcem očiščenega tipa ektomikorize.

Preglednica 4: Reakcijska mešanica za pomnoževanje v PCR, sestavine in količina za končni volumen reakcije 50 µl

Table 4: PCR mix, ingredients for reaction in 50 µl final volume

10 x PCR BufferII	5,0 µl
GeneAmp®dNTP (200 mM vsakega)	5,0 µl
MgCl ₂ (25 mM)	5,0 µl
oba začetna oligonukleotida (1 mM)	1,0 µl vsakega
AmpliTaq® polimeraza (5 enot/µl)	0,25 µl
ekstrahirana DNK	10,0 µl
sterilna destilirana voda	22,75 µl
Končni volumen PCR	50 µl

Preglednica 5: Začetni oligonukleotidi, uporabljeni v PCR in sekvenčni reakciji

Table 5: Primers used in PCR and sequencing reactions

Oznaka	Zaporedje baznih parov	Referenca
ITS1	5' – TCCGTAGGTGAACCTGCGG – 3'	White in sod. 1990
ITS1f	5' – CTTGGTCATTAGAGGAAGTAA – 3'	Gardes in Bruns 1993
ITS4	5' – TCCTCCGCTTATTGATATGC – 3'	White in sod. 1990
ITS4b	5' – CAGGAGACTTGTACACGGTCCAG – 3'	Gardes in Bruns 1993

Preglednica 6: PCR program, uporabljen pri pomnoževanju ITS regij

Table 6: Amplification programs in PCR

začetna denaturacija		85 sek./94°C
13 ciklov	denaturacija	35 sek./95°C
	naleganja zač. oligonukleotidov	55 sek./53°C
	podaljševanje DNK verige	45 sek./72°C
13 ciklov	denaturacija	35 sek./95°C
	naleganja zač. oligonukleotidov	55 sek./53°C
	podaljševanje DNK verige	120 sek./72°C
9 ciklov	denaturacija	35 sek./95°C
	naleganja zač. oligonukleotidov	55 sek./53°C
	podaljševanje DNK verige	180 sek./72°C
končno podaljševanje		10 min/72°C
hranjenje vzorcev do uporabe		4°C

3.4.3 Cepljenje produkta polimerazne verižne reakcije

Za cepljenje smo uporabili 10 µl PCR produkta (oziroma do 20 % več, če je bil PCR produkt na gelu slabše opazen), ki smo mu dodali enako količino restrikcijske mešanice (preglednica 7). Restrikcija je tekla v vodni kopeli pri optimalni temperaturi (preglednica 8) vsaj eno uro. Restrikcijsko reakcijo smo ustavili z 2 µl pufra FBB za nanos na gelsko elektroforezo (preglednica 9) ali 6x Orange Loading Dye solution (Fermentas) in vzorce do nanosa na gel hranili pri 4°C. Uporabili smo tri endonukleaze *HinfI*, *MboI* in *TaqI*, kot priporoča Kårén (Kårén in sod., 1997), ki smo jih uporabili že v predhodnih študijah (Grebenc in Kraigher, 2000; Grebenc in sod., 2000). Prepoznavna zaporedja, kjer cepi posamezen restrikcijski encim, in optimalna temperatura reakcije restrikcije, so zbrani v preglednici 8.

Preglednica 7: Sestava in količine restrikcijske mešanice za posamezno reakcijo

Table 7: DNA restriction mix

Sestavina	Količina
H ₂ O	7,78 µl
restrikcijski pufer	2,0 µl
restrikcijski encim	0,2 µl
BSA	0,02 µl

Preglednica 8: Uporabljeni restrikcijski encimi, mesta rezanja in optimalna temperatura reakcije

Table 8: Restriction endonucleases and optimal restriction temperature for enzymes used in PCR-RFLP analysis

<i>Hinf</i> I	5'..G/ANTC..3'	37°C
<i>Mbo</i> I	5'..GATC..3'	37°C
<i>Taq</i> I	5'..T/CGA..3'	65°C

Preglednica 9: Sestavine pufra FBB (Ficoll-Bromphenol-Blue) za nanos DNK na gelsko elektroforezo

Table 9: Composition of FBB (Ficoll-Bromphenol-Blue) DNA loading buffer

Sestavina	Količina
Ficoll	12,5 g
Bromphenol blue	0,2 g
10 x pufer TBE	6,7 ml
H ₂ O	dopolnim do 100 ml

3.4.4 Ločevanje z gelsko elektroforezo

Uspešno pomnoževanje v PCR in čiščenje PCR produktov za sekvenciranje smo preverjali na 2 % SeaKem[®] LE agarozu, v 0,5 x pufru TBE (Tris-Borat-EDTA) (Sigma) po programu 1 (preglednica 10). Fragmente po restrikciji smo ločevali po programu 2 (Kraigher in sod., 1995). Na vsak gel z 20 odprtanicami smo v štiri odprtinice nanegli molekularne markerje (DNA Molecular Weight Marker XIII, Roche) v količinah, ki jih priporoča proizvajalec. V vseh primerih smo gele barvali v kopeli z etidijevim bromidom 5 do 10 minut – koncentracija etidijevega bromida v kopeli je bila do 10 mg/l. Gel smo nato spirali pod tekočo vodo do 15 min in opazovali pod UV lučjo (302 nm). Vse gele smo fotografirali s polaroidno kamero na ČB film Polaroid 667 ali jih digitalizirali z GelDoc sistemom (BioRad).

Preglednica 10: Programa ločevanja fragmentov DNK na gelski elektroforezi

Table 10: Programmes used for agarose gel electrophoresis of DNA

	Program 1	Program 2
napetost	130 V	140 V
čas	120 min	185 min
temperatura	sobna	sobna

3.4.5 Analiza RFLP vzorcev s programskim paketom Taxotron[®]

Analizo in interpretacijo RFLP vzorcev smo izvedli s programskim paketom Taxotron[®] (Grimond, 1998). Programski paket vsebuje sedem samostojnih programov. Od njih smo uporabili Restrictoscan[®], Restrictotyper[®], Adanson[®] 1000 in Dendrograf[®].

Potovanja fragmentov v električnem polju smo digitalizirali in shranili s programom Restrictoscan[®] oziroma uvozili fotografijo gela v TIFF obliki (Tagged Image Format File),

ki smo jo generirali v spremljevalnem programu sistema za analizo gelov GelDoc (BioRad).

S pomočjo programa Restrictotyper[®] smo izračunali dolžine fragmentov po Scheffer & Sederoff-ovi funkciji (Scheffer in Sederoff, 1981) glede na potovanje fragmentov molekularnih markerjev in jih izrazili v baznih parih. Z istim programom smo zmanjšali zdrs zaradi neenakomernega potovanja fragmentov na gelu z linearno ekstrapolacijo med najbližjimi molekularnimi markerji. Da smo med sabo lahko primerjali restriksijske vzorce iz različnih gelov, smo s pomočjo istega vzorca, ločevanega večkrat, na več gelih, določili napako metode in jo upoštevali pri analizah (*ibid.*). Podobnost med RFLP vzorci smo računali s komplementom Dice-jevega koeficienta in upoštevali, da sta identična RFLP vzorca, ki se med sabo ne razlikujeta za več kot 4 % pri dolžini 100 bp in 7 % pri dolžini 2000 bp (*ibid.*).

Za ugotavljanje identičnosti vzorcev smo za vsako endonukleazo posebej izračunali distančno matriko in jo analizirali s programom Adanson[®]1000 po neutežni metodi parnih skupin z aritmetično sredino (UPGMA – Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), tako da smo kombinirali distančne matrike vzorcev za vse tri endonukleaze.

Rezultate smo prikazali s programom Dendrograf[®] v obliki dendrograma z dodanimi restriksijskimi vzorci za vsako od endonukleaz posebej, s katerega je razvidna identičnost oziroma podobnost restriksijskih vzorcev posameznih trosnjakov ali tipov ektomikorize. Vzorca sta različna, če se razlikujeta v RFLP vzorcu, dobljenem z vsaj eno od treh endonukleaz.

V primeru, da smo za isti tip ektomikorize, določen po morfoloških znakih, dobili več kot en restriksijski vzorec, smo vsakega izmed njih vodili ločeno, z imenom, kot smo ga postavili po morfološki analizi. Vzroke smo poskušali ugotoviti s primerjavo s celotno PCR-RFLP bazo podatkov ali s sekvenciranjem, saj smo predvidevali da gre bodisi za okužbo s saprotrofnimi glivami bodisi za dve vrsti, ki tvorita morfološko zelo podoben morfotip.

3.4.6 Sekvenciranje DNK

Za izbrane vzorce tipov ektomikorize, ki jih nismo uspeli določiti po anatomsko-morfološki metodi in s PCR-RFLP analizo, smo sekvencirali pomnožene ITS regije v genovski rDNK. Pred sekvenciranjem smo DNK, pomnoženo v PCR, očistili z Wizard SV Gel and PCR Clean - Up sistemom (Promega). Obe verigi DNK smo sekvencirali v ločenih reakcijah z začetnimi oligonukleotidi ITS1f, ITS4b ali ITS4 (preglednica 4). Če je bilo pomnožene DNK malo (šibek signal na gelu), ali smo na gelu opazili več kot en fragment DNK, smo fragment želene dolžine čistili neposredno po ločevanju v gelski elektroforezi po istem postopku. DNK smo sekvencirali v laboratoriju za molekularno genetiko Dr. Marie P. Martín v Botaničnem vrtu v Madridu (Real Jardín Botánico, Madrid, Španija) (15 sekvenc) ali pri komercialno dostopnem servisu za sekvenciranje (Sequiserie, Nemčija) (5 sekvenc).

Dobljene elektroferograme po sekvenciranju in avtomatsko generirane sekvence smo ročno analizirali s programom Sequence Navigator Software (Applied Biosystems), s katerim smo izračunali tudi konsenzusno zaporedje sekvenc. Tako dobljena zaporedja smo primerjali s podatki v GenBank bazi podatkov (NCBI, 2004) in bazi UNITE (UNITE, 2004) s programom "BLASTn" (BLAST, 2004), namenjenim iskanju podobnih zaporedij v bazi z algoritmom iskanja in primerjave kratkih motivov nukleotidnih zaporedij. Rezultate primerjav smo prikazali v preglednici in prilogi in jih vključili v kratke opise tipov ektomikorize. Od parametrov podobnosti smo v prilogi prikazali avtomatsko generirane vrednosti za rezultat podobnosti (Score) v bitih, vrednost E oziroma verjetnost, da se zaporedje, najdeno v bazi in podobno našemu zaporedju, pojavi naključno. Vrednost E je pri dovolj dolgih zaporedjih in veliki podobnosti enaka 0. V prilogi smo prikazali tudi odstotek podobnosti iskanega zaporedja z najboljšimi zadetki v bazi, ki je tudi najbolj neposredno uporabna vrednost, ter delež vrzeli med primerjanima zaporedjema (Altschul in sod., 1997).

3.5 STATISTIČNA ANALIZA POJAVLJANJA TIPOV EKTOMIKORIZE V VZORCIH ZEMLJE

V vsakem vzorcu zemlje smo ugotavljali parametre za oceno vrstne pestrosti in izračun izbranih indeksov pestrosti, ki smo jih lahko primerjali z že objavljenimi študijami na primerljivih objektih in vzorcih.

3.5.1 Število različnih tipov ektomikorize

Vrstno pestrost smo podali kot število različnih tipov ektomikorize, določenih po kateri koli od uporabljenih metod določevanja. Tipe ektomikorize, ki jih nismo uspeli določiti in tipe ektomikorize, ki smo jih določili le do rodu glive v ektomikorizi, smo obravnavali kot ločene vrste.

3.5.2 Število vitalnih, starih in nemikoriznih kratkih korenin v vzorcu

Vitalne, stare in nemikorizne kratke korenine smo šteli pod lupo pri 10x povečavi ali s primerljivo metodo s pomočjo programa WinRhizo Ver. 2003b (Régent Instruments Inc., Quebec, Kanada), kjer smo vzorec digitalizirali z optičnim čitalcem in nato po ročnih popravkih posnetka in nastavitve filtra za odstranjevanje drobnih korenin (trav ipd.) in delcev zemlje analizirali vzorec.

3.5.3 Delež posameznega tipa na ploskvi

Delež posameznega tipa smo izračunali glede na število vseh vitalnih tipov ektomikorize na posamezni raziskovalni ploskvi. Deleže tipov ektomikorize smo uporabili za prikaz vrstne pestrosti in dominantnih tipov ektomikorize na posamezni ploskvi.

3.5.4 Delež vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcu

Delež vitalnih ektomikoriznih korenin smo ugotavljali kot delež glede na vse kratke korenine v vzorcu (ektomikorizne korenine, nemikorizne korenine in neturgescenčne korenine vključno z neturgescenčnimi in nedoločljivimi tipi ektomikorize).

3.5.5 Bogastvo vrst (d) oziroma indeks vrstne pestrosti

Indeks bogastva vrst smo izračunali po formuli, objavljeni v Atlas in Bartha (1981):

$$d = (S' - 1) / \log(10) N \quad \dots(1)$$

kjer je S' = število tipov ektomikorize v vzorcu, N = število vseh vitalnih ektomikoriznih korenin.

3.5.6 Shannon-Weaverjev indeks vrstne pestrosti

Shannon-Weaverjev indeks vrstne pestrosti smo izračunali po formuli

$$H = C/N (N \cdot \log N - \sum n_i \cdot \log n_i) \quad \dots(2)$$

kjer je $C = 2.3$ (korekcijski koeficient), N = število vseh mikoriznih korenin v vzorcu, n_i = število mikoriznih korenin posameznega tipa ektomikorize (Atlas in Bartha, 1981). Pri računanju smo preglednice pojavljanja modificirali tako, da smo polja z vrednostjo 0 pretvorili v vrednost 1 ter se s tem izognili odstranjevanju tipov ektomikorize, ki jih v posameznem vzorcu nismo našli. Modifikacija ni vplivala na skupno število mikoriznih korenin (N).

3.5.7 Teoretični maksimalni Shannon-Weaverjev indeks vrstne pestrosti

Teoretični maksimalni Shannon-Weaverjev indeks vrstne pestrosti smo izračunali po formuli za računanje Shannon-Weaverjevega indeksa (Formula 2) ob domnevi, da je v populaciji (vzorcu) vsaka vrsta zastopana le z enim osebkom.

$$S = C/N (N \cdot \log N) \quad \dots(3)$$

Vrednost teoretičnega maksimalnega Shannonovega indeksa smo uporabili pri izračunu izenačenosti (izračun po Formuli 5).

3.5.8 Izenačenost

Izenačenost smo računali po formuli

$$J = H / H_{max} \quad \dots(5)$$

kjer je H = Shannon-Weaverjev indeks pestrosti (izračun po Formuli 2), S = teoretični maksimalni Shannon-Weaverjev indeks pestrosti (izračun po Formuli 3) (Atlas in Bartha, 1981).

3.5.9 Uravnoteženost

Uravnoteženost smo računali po formuli

$$e = H / \log S \quad \dots(4)$$

kjer je H = Shannon-Weaverjev indeks pestrosti, S = število tipov ektomikorize v vzorcu (Atlas in Bartha, 1981).

3.5.10 Berger-Parkerjev indeks izenačenosti

Berger-Parkerjev indeks (BP) izenačenosti smo računali med posameznimi vzorci po formuli

$$BP = 1 - (N_{max}/N) \quad \dots(6)$$

kjer je N_{max} = število mikoriznih korenin najpogostejšega tipa ektomikorize v vzorcu, N = število vseh mikoriznih korenin v vzorcu. Berger-Parkerjev indeks predstavlja preprost način za prikaz sorazmerne pomembnosti najpogostejšega tipa ektomikorize v vzorcu (Taylor in sod., 2000).

3.5.11 Bray-Curtisov indeks podobnosti

Bray-Curtisov indeks (BC) smo računali po formuli

$$BC = 1 - ((\sum_{i=1 \rightarrow n} (X_{ij} - X_{ik})) / (\sum_{i=1 \rightarrow n} (X_{ij} + X_{ik}))) \quad \dots(7)$$

kjer je n = število tipa ektomikorize v posameznem vzorcu, X_{ij} in X_{ik} = število mikoriznih korenin tipa ektomikorize i v vzorcih j in k .

Bray-Curtisov indeks kaže homogenost pojavljanja tipov ektomikorize med dvema primerjanima vzorcema. Pri izračunu uporabljamo komplementarno vrednost (torej 1 minus vrednost indeksa), tako da nam rezultat pokaže povezavo med obema primerjanima vzorcema. Vrednost 0 predstavlja popolno različenost primerjanih vzorcev, vrednost 1 pa identičnost obeh primerjanih vzorcev. Za izračun Bray-Curtisovega indeksa smo uporabili

absolutno število mikoriznih korenin posameznega tipa ektomikorize v vzorcu (Taylor in sod., 2000).

3.5.12 CANOCO analiza podatkov

3.5.12.1 Podatki o lastnostih ploskvic za CANOCO analizo

V CANOCO analizo smo vključili ekološke podatke o lastnostih ploskev (velikost 1 m x 1 m), na katerih smo analizirali tudi ektomikorizo. Podatke smo predhodno združili v enotno preglednico, primerno za analizo. Seznam vključenih spremenljivk je prikazan v rezultatih (preglednica 20). Podatke o številu dreves, mladju, zgodovini gozda in deležu pokritosti s travo smo pridobili sami. Podatke o morfoloških lastnostih organskega horizonta in mikroreliefa je posredoval Mihej Urbančič. Vzorce za ugotavljanje pH, količino celokupnega dušika, razmerje C:N in količino humusa je na terenu opisal in odvzel M. Urbančič. Laboratorijske analize so bile opravljene v Laboratoriju za gozdno ekologijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije (LGE GIS). Vzorce za analizo depoja Ca, NO₃, SO₄, Cl, NH₃, Mg in K je na terenu odzema Matej Rupel, laboratorijske analize so bile opravljene LGE GIS, izračun je naredil Primož Simončič. Uporabljene podatke, dobljene z izračuni spiranja hranil po metodi WatBal, sta posredovala P. Simončič in Urša Vilhar, za vlago tal M. Urbančič, modeliranje so izvedli U. Vilhar, M. Starr in G. Reinds, preračunavanje za spiranje je opravil P. Simončič. Podatke o spiranju hranil, izračunane po kloridni metodi so opravili M. Rupel (vzorčenje), analize vzorcev so bile opravljene v LGE GIS, modeliranje in preračunavanje sta pravila U. Vilhar in P. Simončič. Podatke, kot so jih posredovali, smo uporabili nespremenjene in v enotah, ki so jih uporabili avtorji.

3.5.12.2 Analiza podatkov

Za analizo celotnega nabora podatkov (pojavljanje tipov ektomikorize za ploskvi Rajhenavski Rog in Snežna jama) ter za razpoložljive podatke o lastnostih ploskev, na katerih smo analizirali tudi ektomikorizo, smo uporabili statistični program CANOCO (CANOnical Community Ordination, Ver. 4.5). Celoten nabor podatkov smo ločevali glede na položaj raziskovalne ploskve, na kateri so bile opravljene ekološke meritve znotraj celotne male vrzeli (Final report of the NAT-MAN project, WP 7. Urbančič in sod., 2004)

Za analizo podatkov z ordinacijo smo najprej pripravili dvodimenzionalno preglednico podatkov za pojavljanje tipov ektomikorize po posameznih vzorcih ter preglednice lastnosti ploskev (spremenljivke okolja) oziroma mesta, kjer so bili vzorci za analizo tipov ektomikorize odvzeti. Podatke o lastnostih ploskev (preglednica 20) smo smiselno združevali v skupine glede na vsebino in uporabljeni model za dobljene podatke in jih analizirali ločeno z vsemi podatki o pojavljanju tipov ektomikorize. Celotne matrike podatkov zaradi velikega obsega nismo prikazali.

V analizo smo vključili le mesta vzorčenja za ektomikorizo, kjer so bile opravljene tudi vse druge meritve, to so bili vzorci 1 do 8 na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama. Korelacijo med lastnostmi ploskve (spremenljivke okolja) in pojavljanjem tipov ektomikorize smo izračunali s programskim paketom CANOCO. Ordinacijo smo uporabili

na naboru podatkov pojavljanja tipov ektomikorize in spremenljivkami okolja v absolutnih vrednostih pojavljanja oziroma za posamezne lastnosti ploskve v binarni obliki. Variabilnost smo izračunali vzdolž ordinacijskih osi, statistično značilne rezultate – ordinacijske diagrame, pa smo prikazali vzdolž prve in druge ordinacijske osi.

V prvem koraku smo podatke analizirali z DCA analizo (Detrended Correspondence Analysis) na celotnem naboru podatkov. Z DCA smo ocenili velikost gradienta in standardno deviacijo za nabor pojavljanja ektomikorize ter s tem ugotavljali razporejanja podatkov, saj za nadaljnje analize potrebujemo normalno razporejanje podatkov (ter Braak and Smilauer, 1998). V tej analizi smo uporabili nespremenjene in logaritmirane podatke o pojavljanju tipov ektomikorize.

V naslednjem koraku smo uporabili CCA analizo (Canonical Correspondence Analysis) – neposredno gradientno analizo, pri čemer smo uporabili enovrhovni odzivni model. Podatke smo obtežili tako, da smo dali večjo težo medvrstnim razlikam. Podatke o pojavljanju tipov ektomikorize za analizo smo zaradi velikih absolutnih razlik predhodno logaritmirali s funkcijo: $Y' = \log(A * Y + B)$, kjer sta $A=1$ in $B=1$. Redkih vrst nismo obtežili, kar je opcija programa oziroma analize v primeru, da nas zanima predvsem vpliv pogostejših vrst. Predhodno smo z avtomatsko selekcijo in Monte Carlo permutacijskim testom testirali statistično značilnost doprinosa posamezne lastnosti ploskve na dobljeni model po ordinaciji. Na končnem modelu smo prikazali vse lastnosti ploskve. Monte Carlo test smo izvedli z neomejenimi permutacijami v reduciranem modelu s 1000 ponovitvami. Zaradi obsežnega nabora opisanih, merjenih ali s pomočjo modelov izračunanih podatkov o ploskvah smo le te smiselno razdelili v podskupine (splošne lastnosti, horizonti in osvetljenost, lastnosti tal v opadu, na 5, 10 in 20 cm globine, hranila – depo ter spiranje po metodi Watbal in kloridni metodi – za natančnejši opis metod glej Vilhar (2003)) in jih ločeno analizirali proti celotnemu naboru podatkov o pojavljanju ektomikorize na istih ploskvah. Parametre, ki so kazali statistično značilen vpliv na pojavljanje tipov ektomikorize pri $p < 0.05$ (po Monte Carlo permutacijskem testu s 500 ponovitvami v reduciranem modelu), smo združili in ponovno analizirali proti celotnemu naboru podatkov.

Rezultate smo prikazali kot preglednico statistične značilnosti doprinosa posameznega parametra (merjene lastnosti ploskvice) na pojav tipov ektomikorize in njihovega števila. V primeru značilnega razporejanja tipov ektomikorize vzdolž prve in vseh štirih ordinacijskih osi pri $p < 0.05$ smo rezultate ordinacije prikazali tudi kot ordinacijski diagram (razporejanje posameznih tipov ektomikorize) vzdolž prve in druge ordinacijske osi. Monte Carlo test (9999 ponovitev, neomejene permutacije, reduciran model) smo uporabili tudi za izračun statistične značilnosti prikazanih ordinacijskih osi. Rezultate CCA analize smo uporabili za modele odzivanja posameznih tipov ektomikorize za izbrane dejavnike okolja. Za izračun regresijskega koeficienta smo uporabili okoljski spremenljivki prisotnost vrzeli in število mikoriznih partnerjev na ploskvi; rezultati so prikazani ločeno za vsako od uporabljenih spremenljivk. Pri izdelavi modelov smo v obeh primerih uporabili posplošeni linearni model tipa odzivanja. Model je izdelan za linearen odziv, pri predvideni Gaussovi porazdelitvi podatkov. V obeh primerih smo v model vključili le tipe ektomikorize, ki so imeli na model statistično značilen vpliv pri $p < 0.10$.

4 REZULTATI

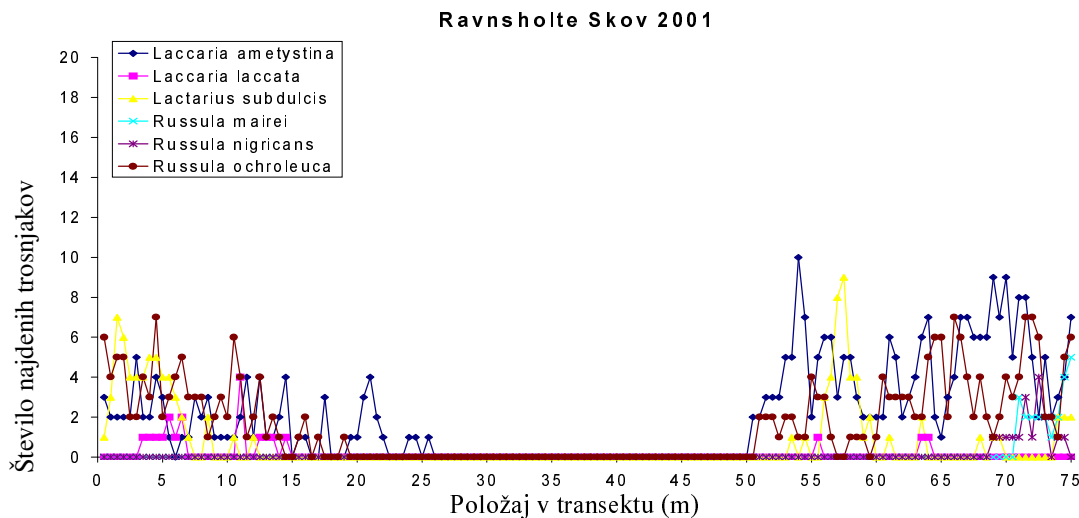
4.1 POPISI TROSNJAKOV EKTOMIKORIZNIH IN DOMNEVNO EKTOMIKORIZNIH VRST GLIV

Na vseh ploskvah, na katerih smo analizirali tipe ektomikorize na bukvi v standardizanih vzorcih zemlje, smo vsaj v enem letu opravili tudi popise trosnjakov mikoriznih in domnevno mikoriznih vrst gliv, ne glede na potencialnega ali dejanskega rastlinskega partnerja. Skupno smo v letih vzorčenja našli 107 ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv, od katerih smo jih 22 uspeli določiti le do rodu. V dveh zaporednih letih vzorčenja (2001 - 2002) smo največ vrst našli na ploskvi Rude Skov leta 2001 (39) in v Rajhenavskem Rogu leta 2002 (33 vrst). V vseh letih vzorčenja smo največje bogastvo vrst zabeležili na raziskovalni ploskvi Rajhenavski Rog (45 vrst), po dvoletnem vzorčenju v Snežni jami skupaj 32, od leta 1998 do 2000 na raziskovalni ploskvi v Kranzbergu 32, v enoletnem vzorčenju na ploskvi Ravnsholte Skov 23 in Rude Skov 39 (Priloga B).

4.1.1 Pojavljanje trosnjakov na ploskvah

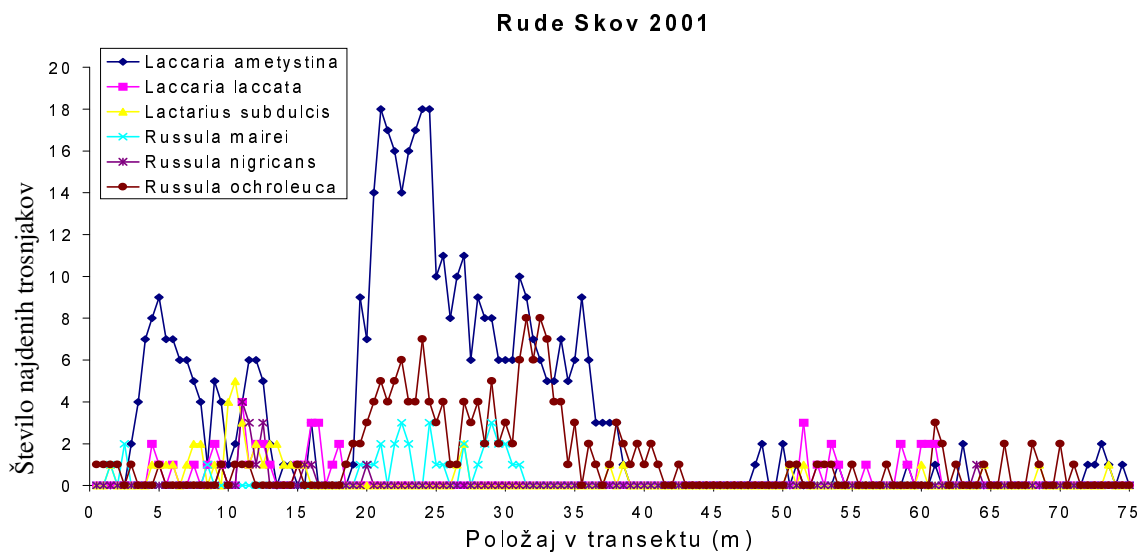
Podatki o razporejanju najpogostejših vrst (*Laccaria amethystina*, *Laccaria laccata*, *Lactarius subdulcis*, *Russula mairei*, *Russula nigricans* in *Russula ochroleuca*; vse vrste so mikorizne vsaj na bukvi) ektomikoriznih gliv vzdolž transeкта na raziskovalnih ploskvah Rude Skov in Ravnsholte Skov v letu 2001 so zbrani v sliki 7 in sliki 8. Na ploskvi Ravnsholte Skov (novonastala vrzel) število pogostih vrst pade na nič, medtem ko se na ploskvi Rude Skov (ploskev z regeneracijo) število le delno upade. Podatke je zbral in uredil M. Christensen. Vrste, ki so se na danskih ploskvah pojavljale redko, niso vključene v prikaz.

Razporejanje trosnjakov ektomikoriznih vrst na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama smo prikazali na mreži 40 m x 40 m, z natančnostjo enega metra in ne vključujejo podatkov popisa trosnjakov na delno prekrivajočih se področjih na velikih lesnih ostankih bukve opravljenem v istih letih vzorčenja (Piltaver in sod., 2002). Za večino vrst, najdenih v letih 2000 in 2001, smo našli trosnjake na isti lokaciji tudi v letu 2002 (podatki niso prikazani). Sumarično pojavljanje vseh vrst ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv je zbrano v sliki 9 in sliki 10 in kaže na bistveno manjše pojavljanje trosnjakov v novonastali vrzeli (Snežna jama), česar na ploskvi Rajhenavski Rog nismo opazil.



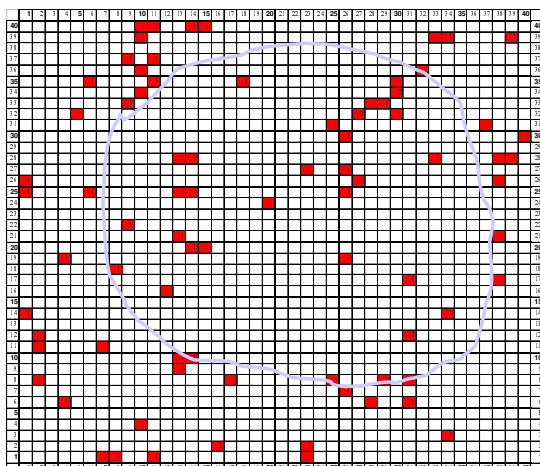
Slika 7: Shematski prikaz pojavljanja trosnjakov najpogostejših vrst ektomikoriznih gliv na bukvi vključno s številom najdenih trosnjakov vzdolž transektu preko vrzeli na ploskvi Ravnsholte Skov

Figure 7: Occurrence of sporocarps of dominant ectomycorrhizae species on beech (including the number of sporocarps found) recorded in a transect line through the small canopy gap in research plot Ravnsholte Skov



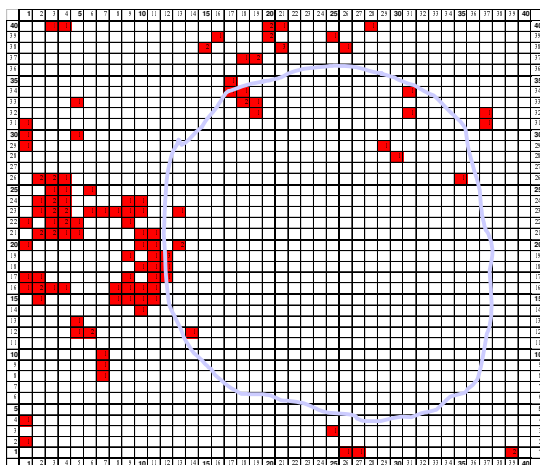
Slika 8: Shematski prikaz pojavljanja trosnjakov najpogostejših vrst ektomikoriznih gliv na bukvi vključno s številom najdenih trosnjakov vzdolž transektu preko vrzeli na ploskvi Rude Skov

Figure 8: Occurrence of sporocarps of dominant ectomycorrhiza species on beech (including the number of sporocarps found) recorded in a transect line through the small canopy gap in research plot Rude Skov



Slika 9: Shematski prikaz pojavljanja trosnjakov ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv (priloga B) na 40 m x 40 m ploskvi, ki prekriva celotno malo vrzel na raziskovalni ploskvi Rajhenavski Rog. Črta označuje mejo vrzeli.

Figure 9: Occurrence of sporocarps of ectomycorrhiza and putative ectomycorrhizal species (appendix B) recorded in a 40 m x 40 m mapping area covering the whole small canopy gap (border of gap shown with line) in research plot Rajhenavski Rog



Slika 10: Shematski prikaz pojavljanja trosnjakov ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv (priloga B) na 40 m x 40 m ploskvi, ki prekriva celotno malo vrzel na raziskovalni ploskvi Snežna jama

Figure 10: Occurrence of sporocarps of ectomycorrhiza and putative ectomycorrhizal species (appendix B) recorded in a 40 m x 40 m mapping area covering the whole small canopy gap in research plot Snežna jama

Legenda k slikama 9 in 10: Kvadrat predstavlja 1 m x 1 m na ploskvi velikosti 40 m x 40 m. Rdeče obarvani kvadrat – najden trosnjak, številka v kvadratu – število različnih vrst, najdenih na kvadratu. Modra črta označuje mejo sestojne vrzeli in ne upošteva prisotnosti mladja na ploskve Rajhenavski Rog.

Legend to figures 9 and 10: Square represent 1 m x 1 m mapping subplot on the plot of 40 m x 40 m size. Red colored square – sporocarp was detected; number in square – number of different ectomycorrhizal species recorded on subplot. Blue line represents border of a canopy gap, area with natural regeneration in Rajhenavski Rog is not included.

4.2 PCR-RFLP BAZA PODATKOV IN IDENTIFIKCIJA NEZNANIH TIPOV EKTOMIKORIZE S PRIMERJAVO RESTRIKCIJSKIH VZORCEV

Celotna PCR-RFLP baza podatkov vsebuje 887 restrikcijskih vzorcev, pretežno pridobljenih iz trosnjakov ektomikoriznih gliv, ter tipov ektomikorize. Večino neznanih tipov ektomikorize smo lahko umestili v rod, nekaj do vrste, posameznih vzorcev (predvsem tipe ektomikorize iz skupin *Thelephoraceae* in *Tomentellaceae*) pa z metodo PCR-RFLP nismo uspeli določiti. Neidentificiranih je ostalo tudi nekaj restrikcijskih vzorcev, ki najverjetneje pripadajo saprofitnim glivam, ki so preraščale ektomikorizo. V prilogi C je podana bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domnevni rod glive, ki tvori analiziran tip ektomikorize, kolikor smo glede na položaj v dendrogramu (slika 11) lahko sklepali. Celotna PCR-RFLP baza podatkov, s pomočjo katere smo določevali tipe ektomikorize, ugotavljali morebiten polimorfizem v ITS regijah ektomikoriznih gliv z vzorci, vključenimi na dan 1.11.2004 – PCR-RFLP dendrogram, je prikazana na sliki 11.

Iz dendrograma lahko opazimo tudi, da se za posamezne vrste trosnjakov pojavlja več kot en restrikcijski vzorec, ki ne odgovarja nobenemu drugemu vzorcu v bazi. Več kot en restrikcijski vzorec smo opazili pri vrstah *Russula nigricans*, *Amanita magnivolvata*, *Amanita battarea*, *Amanita submembranacea*, *Amanita vaginata* in *Russula ochroleuca* (preglednica 11).

Iz dendrograma (slika 11) lahko ugotovimo precejšnjo podobnost restrikcijskih vzorcev znotraj nekaterih rodov, na primer *Cortinarius*, tako da nekaterih vrst ne moremo ločiti med sabo, na primer vrsti *C. evernius* in *C. anomalus* ter *C. paleaceus* in *C. rigidus* ter grozd z vrstami *C. limonius*, *C. integerrimus* in *C. salor* ssp. *transiens*. Le majhne razlike na nivoju ITS regij smo opazili tudi pri vrstah *Lactarius subdulcis*, *L. badiosanguineus* in *L. mitissimus*.

Identičnost restrikcijskih vzorcev med nekaterimi vrstami pa lahko pripišemo zgolj napačni oziroma nenatančni identifikaciji trosnjakov, ki se po makroskopskih in mikroskopskih lastnostih težko ločijo, na primer golobice (rod *Russula*) iz skupine *Emeticineae*, vrste *Amanita battarea* in *A. submembranacea*, *Hygrophorus chrysodon* in *H. piceae*, *Tricholoma fucatum*, *T. argyraceum* in *T. atrosquamosum* ter kompleks vrst *Hygrophorus nemoreum*, *H. pudorinus*, *H. poetarum* in *H. queletii*, saj pripadajo nabrani in določeni trosnjaki glede na PCR-RFLP vzorec in lokacijo najdbe najverjetneje eni sami vrsti. Natančno identifikacijo trosnjakov in potrditev vrste bi lahko dobili z revizijo vzorcev, uporabljenih v analizi.

Preglednica 11: Seznam vrst z več kot enim restrikcijskim vzorcem v PCR-RFLP bazi podatkov. Za vsako vrsto smo ločili restrikcijske vzorce za vse tri uporabljene restrikcijske endonukleaze in pripisali lokacijo, kjer je bil vzorec nabran, in drevesne mikorizne partnerje, ki so bili v neposredni bližini najdenega trosnjaka. “/” – podatek o lokaciji ali rastišču ni znan.

Table 11: List of species (collected as sporocarps) showing more than only one restriction pattern in PCR-RFLP database. For each of polymorphic species restriction patterns for all used restriction endonucleases are given and possible mycorrhizal partners recorded in close vicinity of the collected sporocarp are given. “/” – no data available for geographical location (Lokacija) and possible mycorrhizal partners (Rastišče) were available.

Vrsta	Hinf I	Mbo I	Taq I	Lokacija	Rastišče
<i>Russula nigricans</i>	359, 279	330, 274, 256	375, 226, 203	Velike Lašče, Kobila	smreka, bukev, rdeči bor
	370, 121	332, 263, 202	290, 213	Rajhenavski Rog	bukev, jelka
	364, 126, 73	569, 247	274, 212, 200, 114	Pokljuka, razis. pl. GIS	višinski smrekov gozd
<i>Amanita magnivolvata</i>	341, 165, 134	511, 219, 67	298, 232, 197	/	/
	333, 292, 137	512, 206	428, 275	Snežna jama	bukev, jelka
<i>Amanita battarea</i>	330, 300, 149	515	443, 294	Pokljuka	smreka
	327, 210, 158	530, 216	381, 223	Pokljuka, Kranzberg (Nemčija)	smreka, smreka z bukvi
	328, 199, 136, 105	501, 222	304, 232, 193	Kranzberg (Nemčija)	smreka, bukev
<i>Amanita submembranacea</i>	343, 162, 126	503, 224	299, 323, 193	Kranzberg (Nemčija)	smreka, bukev
	335, 303, 139	512, 213	435, 289	Pokljuka, RP GIS	smreka
<i>Amanita vaginata</i>	334, 301	509, 214	433, 291	Kalič nad Postojno	bukev, jelka, smreka
	323, 196	508, 212	287, 251, 202	Velike Lašče	smreka, hrast, trepetlika, leska
	330, 208	529, 213	371, 222	Kapunar, Radlje ob Dravi	smreka, bukev
<i>Russula ochroleuca</i>	354, 234, 156, 122	333, 263, 204	501, 298	Mehke Doline-Idrija, Kranzberg (Nemčija)	smreka, bukev
	345, 215, 136	309, 267, 186	504, 305	Rajhenavski Rog	bukev, jelka

Slika 11: Dendrogram za kombinacijo restrikcijskih vzorcev po cepljenju pomnožene DNK s *Hinf I*, *Mbo I* in *Taq I* restrikcijskimi endonukleazami. Drevo je konstruirano z UPGMA metodo. Prikazani so tudi ločeni restrikcijski vzorci za vsak restrikcijski encim.

Figure 11: Dendrogramme for combined results of restriction patterns of amplified DNA after digestion with *Hinf I*, *Mbo I* and *Taq I* restriction endonucleases. Dendrogramme is based on UPGMA algorithm for combined data of restriction analysis. Corresponding restriction patterns for each sample are shown.

4.3 DOLOČEVANJE NEZNANIH TIPOV EKTOMIKORIZE S PRIMERJAVO NUKLEOTIDNIH ZAPOREDIJ DELA ITS V rDNK Z JAVNO DOSTOPNIMI BAZAMI PODATKOV

S primerjavno sekvenciranega dela ribosomalne regije v rDNK z javno dostopno bazo podatkov (GenBank in baze, ki jih vključuje, ter bazo UNITE) (preglednica 12, priloga D) smo do vrste identificirali ali potrdili predhodno identifikacijo za 11 tipov ektomikorize, nadaljnje štiri smo glede na odstotek podobnosti lahko sklepali na rod (94 % - 98 % podobnost). Pet tipov ektomikorize na osnovi zadetkov iz javno dostopnih baz podatkov nismo identificirali zaradi nizkega odstotka podobnosti (manj kot 94%) ter drugih vzrokov (neidentificirano zaporedje v bazi, zaporedja geografsko oddaljenih vzorcev, nejasen ektomikorizni status rastlinskega partnerja ali glive

Preglednica 12: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem

Table 12: Results of BLAST analysis for types of ectomycorrhizae analysed by sequencing

Morfološka identifikacija	Najbližji zadetki; šifra zaporedja in kratak opis iz baze podatkov	Komentar
<i>Entoloma rhodopolium</i> .	AJ510276 (Uncultured ECM; Agaricales) AY228340 (<i>Entoloma nitidum</i>) AF335449 (<i>Entoloma nitidum</i>)	Nukleotidno zaporedje tipa <i>Entoloma rhodopolium</i> je podobno neznani vrsti ektomikorize in vzorcema iz rodu <i>Entoloma</i> . Glede na rezultat in identičnost primerjanih delov zaporedja, pojavljanja vrste na rastiščih ter identičnosti neznanega zaporedja z nukleotidnim zaporedjem <i>E. rhodopolium</i> iz istega rastišča sklepamo, da ektomikorizo tvori omenjena vrsta glive.
<i>Hebeloma sinapizans</i>	AY320380 (<i>Hebeloma sinapizans</i>) AF124682 (<i>Hebeloma sinapizans</i>) AF124701 (<i>Hebeloma truncatum</i>)	Nukleotidno zaporedje je najbolj podobno zaporedju vrste <i>Hebeloma sinapizans</i> . Glede na rezultat in identičnost posameznih primerjanih delov zaporedja ter pojavljanje vrste na rastiščih, kjer smo odvezemali vzorce, sklepamo, da neznani tip ektomikorize tvori vrsta <i>H. sinapizans</i> .
<i>Laccaria amethystina</i>	AF539737 (<i>Laccaria amethystea</i>) AY299225 (Uncult. ECM; <i>L. amethystina</i>) AF440665 (<i>Laccaria amethystina</i>)	S sekvenciranjem smo potrdili identifikacijo tipa ektomikorize po anatomsko-morfološki metodi.
<i>Lactarius acris</i>	AY331013 (<i>Lactarius pterosporus</i>) AF335441 (<i>Lactarius fallax</i>) AF448488 (<i>Lactarius</i> sp.)	Tip ektomikorize <i>Lactarius acris</i> smo določili po anatomsko-morfološki metodi, s katero smo dobili popolno ujemanje znakov glede na objavljen opis (Agerer, 1987-2002). Ker v nukleotidni bazi podatkov nismo našli nobenega zaporedja za vrsto <i>L. acris</i> , predvidevamo, da najbližji zadetek pri primerjavi (<i>L. pterosporus</i>) ni vrsta, ki tvori najdeno ektomikorizo na bukvi.
<i>Lactarius subdulcis</i>	AY331016 (<i>Lactarius subdulcis</i>) AY299216 (Uncultured ECM, <i>L. subdulcis</i>) AY254871 (Uncultured <i>Lactarius</i> sp.)	S sekvenciranjem smo potrdili identifikacijo tipa ektomikorize po anatomsko-morfološki metodi.
<i>Lactarius subsericatus</i>	AF140260 (<i>Lactarius subsericatus</i>) AF140254 (<i>Lactarius subsericatus</i>) AF140261 (<i>Lactarius subsericatus</i>)	Nukleotidno zaporedje ektomikorize <i>Lactarius</i> sp. na jelki je 99% identično z več nukleotidnimi zaporedji ektomikorize vrste <i>L. subsericatus</i> na jelki (Eberhardt in sod., 2000) zato lahko sklepamo, da gre tudi v našem primeru ektomikorize za isto vrsto glive, ki jo tvori.
<i>Russula cyanoxantha</i>	AY061669 (<i>Russula cyanoxantha</i>) AF418608 (<i>Russula cyanoxantha</i>) AF350061 (<i>Russula</i> sp.)	S sekvenciranjem smo potrdili identifikacijo tipa ektomikorize po anatomsko-morfološki metodi tako z identificiranim trosnjakom - nukleotidno zaporedje s šifro AY061669 (Miller in Buyck, 2002) kot z identificirano ektomikorizo vrste <i>R. cyanoxantha</i> na bukvi - nukleotidno zaporedje s šifro AF418608 (Eberhardt, neobjavljeno).

se nadaljuje

Preglednica 12: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem.

Table 12: Results of BLAST analysis for types of ectomycorrhizae analysed by sequencing.
nadaljevanje

Morfološka identifikacija	Najbližji zadetki; šifra zaporedja in kratak opis iz baze podatkov	Komentar
<i>Russula illota</i>	AY351624 (Uncultured ECM; <i>Russulaceae</i>) AF418613 (<i>Russula foetens</i>) AY239349 (<i>Gymnomyces fallax</i>)	Tip ektomikorize <i>Russula illota</i> smo določili po anatomske metodi, s katero smo dobili popolno ujemanje znakov glede na objavljen opis (Agerer, 1987-2002). Ker v nukleotidni bazi podatkov nismo našli zaporedja za vrsto <i>R. illota</i> , predvidevamo, da najbližji zadetek, določen do vrste pri primerjavi (<i>R. foetens</i>), ni vrsta, ki tvori najdeno ektomikorizo na bukvi.
<i>Russula ochroleuca</i>	AY254880 (<i>Russula ochroleuca</i>) AF418617 (<i>Russula ochroleuca</i>) AY061697 (<i>Russula ochroleuca</i>)	S sekvenciranjem smo potrdili identifikacijo tipa ektomikorize po anatomsko-morfološki metodi.
<i>Russula lepida</i>	AF418641 (<i>Russula lepida</i>) AY061708 (<i>Russula pseudointegra</i>) AF096978 (<i>Russula rosacea</i>)	Najbližji zadetek v bazi podatkov je <i>Russula lepida</i> , vključena v študijo agarikoidnih pripadnikov skupine <i>Russulaceae</i> (Eberhardt, neobjavljeno) z visokim rezultatom in identičnostjo prekrivajočih zaporedij, zato sklepamo, da gre v primeru našega neznanega tipa ektomikorize za vrsto <i>Russula lepida</i> .
<i>Tomentella terrestris</i>	AF272901 (<i>Tomentella terrestris</i>) AF184748 (<i>Thelephoraceae</i> sp.) U83468 (<i>Thelephoraceae</i> sp.)	Najbližji zadetek v bazi podatkov za iskano zaporedje je <i>Tomentella terrestris</i> , ki smo jo našli tudi na raziskovalni ploskvi, zato sklepamo, da je neznan tip ektomikorize tvorila ta vrsta.
<i>Cortinarius</i> sp. 1	AY254860 (Uncultured <i>Cortinarius</i> sp.) AF389156 (<i>Cortinarius paleaceus</i>) AY254877 (<i>Cortinarius fusisporus</i>)	Najbližji zadetek v bazi podatkov je nukleotidno zaporedje ektomikorize neznane vrste iz rodu <i>Cortinarius</i> na vrsti <i>Pinus sylvestris</i> (Smit in sod., 2003). Ker drugi zadetki z nižjim rezultatom spadajo v omenjeni rod, sklepamo, da neidentificirani tip ektomikorize na bukvi spada v rod <i>Cortinarius</i> .
<i>Cortinarius</i> sp. 2	AF476972 (ECM root tip <i>Cortinarius</i> sp.) AY288094 (Uncultured fungus DGGE band) AF335446 (<i>Cortinarius traganus</i>)	Primerjava nukleotidnega zaporedja tipa ektomikorize <i>Tricholoma</i> sp. 3 kaže, da je identifikacija napačna. Najbližji zadetki neznane tipu spadajo v rod <i>Cortinarius</i> . Identičnost primerjanih zaporedij je nizka.
<i>Russula</i> sp. 4.	AF230898 (<i>Russula postiana</i>) AJ534905 (<i>Russula</i> sp.) AY061713 (<i>Russula risigallina</i>)	Najbližji zadetek zaporedja neznane tipa ektomikorize je zaporedje vrste <i>Russula postiana</i> , ki se pojavlja v smrekovih sestojih (Piltaver, 2000). Neznano zaporedje tako uvrščamo v rod <i>Russula</i> .
<i>Russula</i> sp. 5	AF418621 (<i>Russula raoultii</i>) AY061657 (<i>Russula aquosa</i>) AY656977 (Uncultured myc. fungus)	Najbližji zadetek iz baze GenBank je <i>R. raoultii</i> , ki se pojavlja tudi v gozdovih z listavci (Courtecuisse in Duhem, 1995), a je na raziskovalnih ploskvah v Sloveniji in na Danskem nismo našli.
Neznani tip na jelki 5	AJ534914 (<i>Tomentella</i> sp.) AF476987 (ECM root tip 133_Ny1) AJ534912 (<i>Tomentella</i> sp.)	Nizka identičnost zaporedij in nizek rezultat nam omogočata le umestitev zaporedja neznane tipa ektomikorize na jelki v skupino <i>Thelephoraceae</i> . Tip ektomikorize smo ohranili kot neznan tip ektomikorize.
Neznani tip na jelki 6	U83487 (<i>Thelephora americana</i>) AF272927 (<i>Thelephora anthocephala</i>) AF272901 (<i>Tomentella terrestris</i>)	Nizek rezultat in nizek odstotek identičnosti zaporedja z zaporedji v bazi nam ne omogočata zanesljive identifikacije neznane tipa ektomikorize na jelki 6. Predvidevamo da gre za glivo iz družine <i>Thelephoraceae</i> .
Neznani tip na jelki 7	AY310860 (Uncultured ECM fungus) U83474 (<i>Thelephoraceae</i> sp.) AF272927 (<i>Thelephora anthocephala</i>)	S primerjavo nukleotidnega zaporedja neznane tipa ektomikorize na jelki 7 s podatki iz GenBank baze podatkov ne moremo z gotovostjo identificirati tipa ektomikorize.
Neznani tip na jelki 8	AY299227 (Uncultured ECM; <i>Cortinarius</i>) AY254860 (Uncultured <i>Cortinarius</i> sp.) AY288094 (Uncultured fungus DGGE band)	Del primerjanega zaporedja (591 bp) kaže 100% identičnost z nukleotidnim zaporedjem neznane tipa ektomikorize iz rodu <i>Cortinarius</i> , najden pa je bil predvidoma na listavcu (Buee in sod., neobjavljeno).
Neznani tip na jelki 9	AY456339 (<i>Clavulina cinerea</i>) AJ534709 (<i>Clavulina</i> sp.) AY310840 (Uncultured ECM fungus)	Ektomikoriza iz rodu <i>Clavulina</i> do sedaj še ni bila opisana (Agerer, 1987-2002; Agerer in Rambold, 2004). Na ploskvi Rajhenavski Rog ali v okolici smo našli trosnjake dveh vrst (<i>C. cristata</i> in <i>C. cinerea</i>). Nukleotidno zaporedje neznane tipa ektomikorize na jelki 9 je podobno zaporedju vrste <i>C. cinerea</i> , a je delež identičnosti zaporedij prenizek da bi sklepali na vrsto ali rod glive v ektomikorizi.

4.4 KRATKI OPISI TIPOV EKTOMIKORIZE

Na vseh petih ploskvah smo našli in opisali 66 različnih tipov ektomikorize, ki smo jih določili po anatomsko-morfološki metodi ter nekatere tipe s primerjavo PCR-RFLP z bazo podatkov ali s sekvenciranjem. Tipe ektomikorize smo našli na bukvi, jelki in smreki. Drevesnega partnerja smo določili glede na prisotnost drevesne vrste na ploskvi in na osnovi anatomskih lastnosti korenine. Tipe ektomikorize smo na kratko opisali ne glede na gostitelja.

4.4.1 *Byssocorticium atrovirens* (Fr.) Bondartsev & Singer

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostaven ali pinaten, večji mikorizni sistemi koraloidni
Oblika:	ravna do ukrivljena
Površina:	bombažasta
Dolžina:	do 1 mm
Premeri osi:	0.3 – 0.35 mm
Obarvanost:	modrikasto srebrna, bleščeča
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, hife delno krožno urejene, inkrustrirane, A tip plašča po Agerer (1987-2002), celične stene nekoliko odebeljene, sivo obarvane, hife septirane, septe brez zaponk
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, septirane, septe brez zaponk, celična stena tanka do nekoliko odebeljena, sivo do rjavo obarvana, posamezne hife inkrustrirane
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Snežna jama

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize.

4.4.2 *Cenococcum geophilum* Fr.

Opis: Brand (1986) (*Fagus sylvatica*), Chilvers (1968) (*Eucalyptus* sp.), Agerer in Gronbach (1988) (*Picea abies*) Agerer (1987-2000) (*P. abies*), Shinohara in sod. (1999)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno ali monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna, redko rahlo ukrivljena
Površina:	gladka, bleščeča
Dolžina:	do 2 (3.5) mm
Premeri osi:	glavna os 0.2 – 0.4 mm
Obarvanost:	črna
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, G tip plašča po Agerer (1987-2002), celice zvezdasto razporejene, temnorjave, z odebeljeno steno
---------------	---

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	posamične, septirane, brez zaponk, temnorjave, debelostene
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Partner:

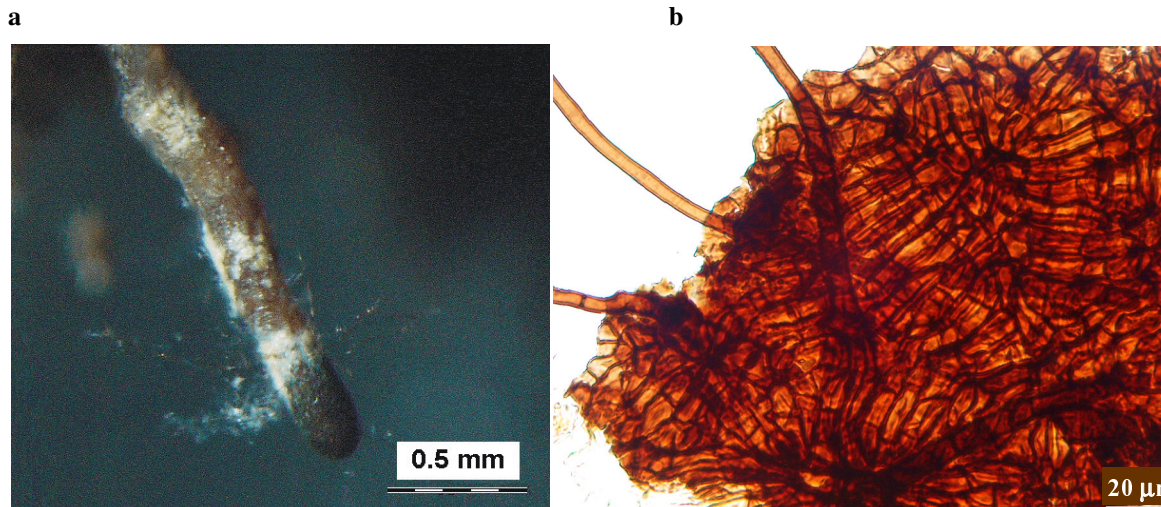
Fagus sylvatica
Abies alba
Picea abies

Nahajališče:

Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog, Snežna jama in Kranzberg

Opombe:

Tip ektomikorize je pogost, prisoten v večini vzorcev, v nekaterih vzorcih številen.



Slika 12: *Cenococcum geophilum*. a – tip ektomikorize; b – zunanje plasti plašča z izhajajočimi hifami

Figure 12: *Cenococcum geophilum*. a – ectomycorrhizal root tip; b – outer mantle layers with emanating hyphae

4.4.3 *Fagirhiza fusca*

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno-pinatno ali monopodialno-piramidalno

Oblika: ravna

Površina: poraščena, bleščeča

Dolžina: do 5 mm

Premeri osi: glavna os 0-3 – 0.5 mm, stranske osi 0.25 - 0.4 mm

Obarvanost: olivnorjava do temno rjava, stara mikoriza rjavačrna

Obarvanost apeksa: ista

Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, angularne in nepravilno oblikovane celice, celična stena odebeljena (do 0.5 μ m), rjava obarvana

Notranji sloj: plektenhimatski, gost preplet krajših hif, celice hialine

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: se pojavljajo enakomerno porazdeljene po celotnem mikoriznem sistemu, septirane, septe z zaponkami, hife na bazi odebeljene (premer od 7 μ m), celične stene odebeljene in rjava obarvane, anastomoze redke, največkrat A tip po Agerer (1987-2002), pri nekaterih anastomozah smo opazili septo z zaponko

Rizomorfi: nismo opazili

Cistide: nismo opazili

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je redek.

4.4.4 *Fagirhiza pallida*

Opis: Brand (1991)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno-piramidalno, razvejano

Oblika: ravna do ukrivljena

Površina: gladka, posamezni deli, kjer izhajajo hife in cistide, kosmati

Dolžina: do 5 mm, stranske osi do 1.5 mm

Premeri osi: glavna os 0.25 - 0.5 mm, stranske osi prvega reda 0.3 mm

Obarvanost: umazano bela do svetlorjava

Obarvanost apeksa: ista ali svetlejša

Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

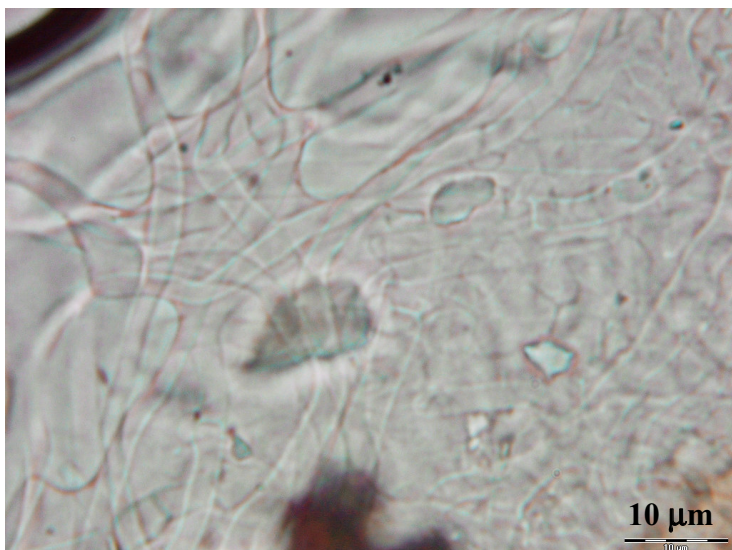
Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, P tip po Agerer (1987-2002), celice izodiametrične, pogosto nepravilno izoblikovane

Vmesni sloj: psevdoparenhimatski, celice tesno skupaj

Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	posamične, septe z zaponkami, bliže plašča septe občasno brez zaponk, posamezne celice z odebeljeno steno, hife izhajajo le na posameznih mestih plašča, premer hif 3-5 μm
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	M tip po Agerer (1987-2002), celična stena odebeljena, cistide večcelične, celica na bazi nepravilno izodiametrična s premerom do 15 μm , ostale celice tanjše (3-5 μm), septe med njimi enostavne
Partner:	<i>Fagus sylvatica</i>
Nahajališče:	Rude Skov
Opombe:	Tip ektomikorize je redek.

Slika 13: *Fagrhiza pallida*. Zunanje plasti plašča z izhajajočimi hifamiFigure 13: *Fagrhiza pallida*. Outer mantle layers with emanating hyphae**4.4.5 *Fagrhiza setifera***

Opis: Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno
Oblika:	rahlo nagubana
Površina:	zrnata
Dolžina:	do 2.5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.3 – 0.4 mm, stranske osi prvega reda 0.25 - 0.3 mm
Obarvanost:	temnorjava do rjavočrna
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski, P tip po Agerer (1987-2002), celice izodiametrične z odebeljenimi celičnimi stenami, stene obarvane rjavo
Vmesni sloj:	pseudoparenhimatski, celice tvorijo navidezno zvezdasto strukturo
Notranji sloj:	plektenhimatski, celice tesno skupaj

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	posamične, redke, septe z zaponkami, celice in posamezne zaponke debelostene, rjavo obarvane
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	celična stena cistid odebeljena, rjavo obarvana, celica na bazi debelejša (5–8 µm), proti koncu tanjša (2 µm)

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov

Opombe: Tip ektomikorize je redek, v vzorcih zemlje maloštevilen.

4.4.6 *Fagirhiza spinulosa*

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna do rahlo ukrivljena
Površina:	bleščeča
Dolžina:	do 8 mm
Premeri osi:	0.2 – 0.4 mm
Obarvanost:	rjavo črna, starejši deli črni
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife, cistide

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	psevdoparenhimatski z angularnimi celicami in skupki kroglastih celic na posameznih mestih, tip K po Agerer (1987-2002)
Vmesni sloj:	psevdoparenhimatski
Notranji sloj:	plektenhimatski

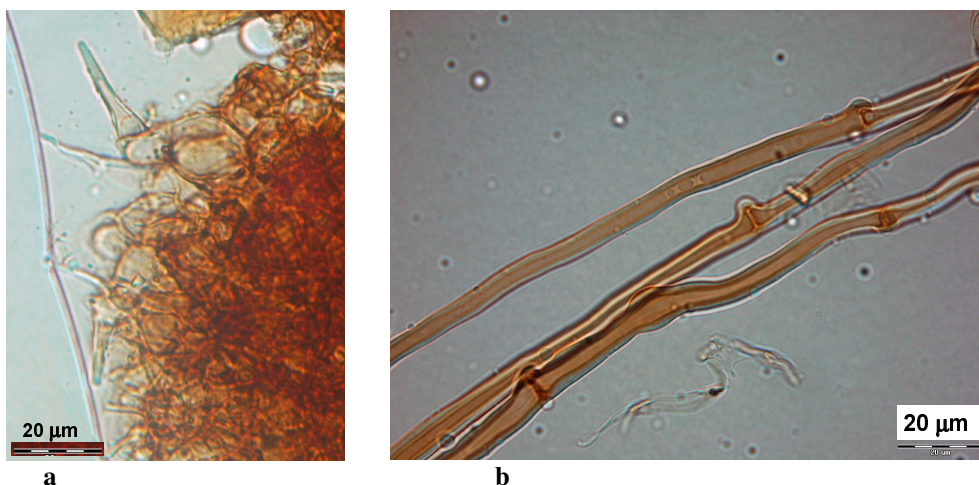
Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	dolge do 50 µm, z zaponkami, celična stena obarvana
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	tip B po Agerer (1987-2002).

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov in Rajhenavski Rog

Opombe: Na vsakem od rastišč smo tip ektomikorize našli le v enem vzorcu zemlje, je redek in maloštevilen.



Slika 14: *Fagrhiza spinulosa*. a – plašč s cistidami; b – izhajajoče hife z zaponkami

Figure 14: *Fagrhiza spinulosa*. a – mantle with cystidia; b – emanating hyphae with clamp

4.4.7 *Genea hispidula* Berk et Br.

Opis: Agerer (1987-2002), Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno, piramidalno
Oblika:	ravna, posamezne mikorizne korenine rahlo ukrivljene
Površina:	gladka do zrnata
Dolžina:	do 4.5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.25 - 0.30 mm, stranske osi 0.2 - 0.25 mm
Obarvanost:	rjava
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski, P tip po Agerer (1987-2002), celice plašča po večini štirikotne, z odebeljeno in rjavo obarvano celično steno
Vmesni sloj:	pseudoparenhimatski, celice kot v zunanjih slojih, celična stena tanjša, obravana
Notranji sloj:	plektenhimatski do navidezno pseudoparenhimatski, celične stene brez barve

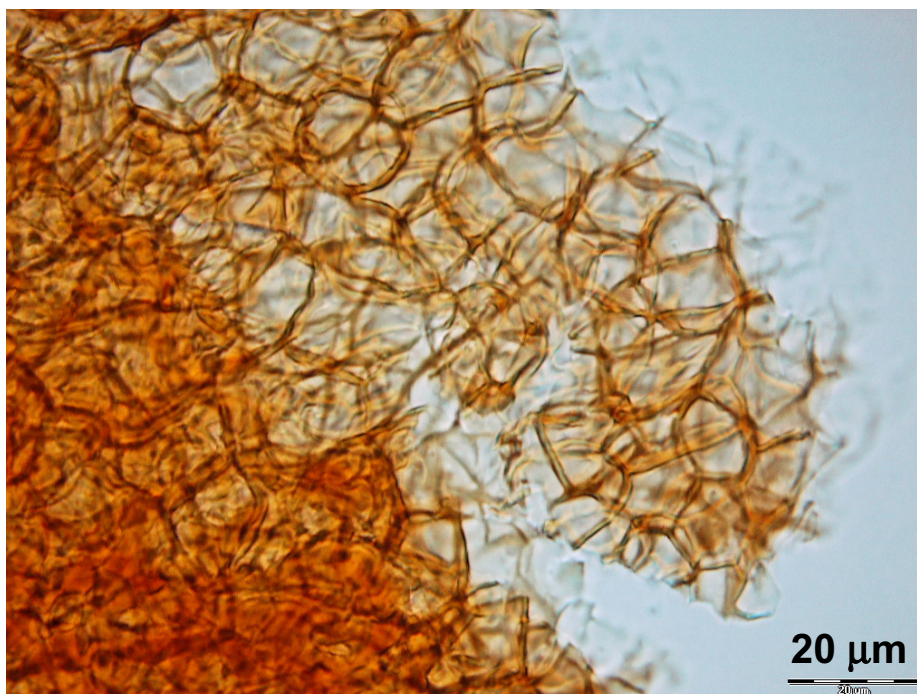
Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	posamične, septe enostavne, brez zaponk, površina celične stene pri posameznih hifah zrnata, stene hif rjavo obarvane, premer 3-6µm
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov, Ravnsholte Skov in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize smo našli v več kot tretjini vzorcev, v večini se je pojavljal z malo mikoriznimi koreninami. Primerjava pomnoženega nukleotidnega zaporedja z bazo podatkov GenBank (podatki niso prikazani) je umestila ektomikorizo vrste *Genea hispidula* v red *Pezizales*.



Slika 15: *Genea hispidula*. Zunanje plasti plašča, celične stene odebeljene in obarvane

Figure 15: *Genea hispidula*. Outer mantle layers, cell walls thicker and stained brown



Slika 16: *Genea hispidula*. Izhajajoče hife, celične stene odebeljene in obarvane

Figure 16: *Genea hispidula*. Emanating hyphae, cell walls thicker and stained brown

4.4.8 *Hebeloma sinapizans*

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno ali monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	bombažasta
Dolžina:	do 2.5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.25 - 0.35 mm, premer stranskih osi 0.2 - 0.3 mm
Obarvanost:	bel, bleščeč, na mestih poškodb hifnega plašča in starejši deli oker
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, celice krožno urejene, večkrat razvejane, septirane, septe brez zaponk, želatinoznega matriksa nismo opazili, A tip plašča po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski, celice tesno skupaj, krožne ureditve nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, dolge do 20µm, septirane, septe z zaponkami, premer hif 3 - 6 µm, anastomoze pogoste. Pojavljata se dva tipa anastomoz izhajajočih hif, tip c1 s kratko povezovalno hifo, ki je septirane, septa z zaponkami, redko smo opazili tip a1, s kratko povezovalno hifo, ki ni septirana.
Rizomorfi:	nediferencirani, hife v rizomorfu le rahlo prepletene, premer hif od 2 - 3.5 µm, hife septirane, septe z in brez zaponk, prevladujejo septe brez zaponk, A tip rizomorfa, po Agerer (1987-2002)
Cistide:	nismo opazili

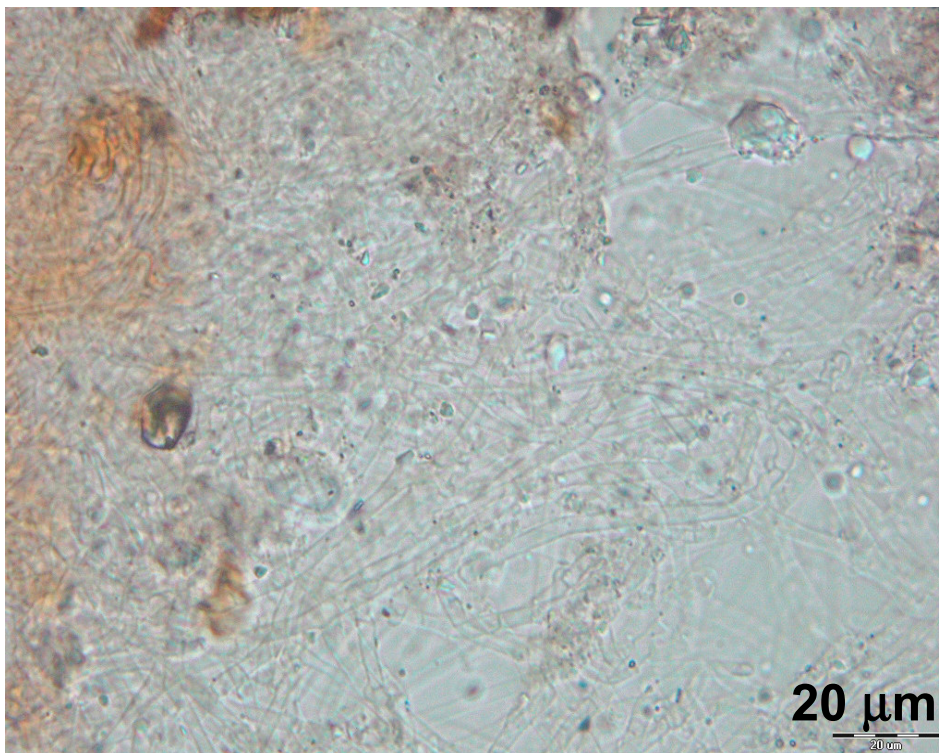
Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog, Snežna jama

Opombe: Redek, v posameznem vzorcu zemlje lahko relativno številan tip ektomikorize. Po primerjavi restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov (priloga C in slika 11, vzorec 2278) je tip ektomikorize najbližje vrsti *Hebeloma sinapizans* (trosnjak z oznako HEBSIN/131000). V isto vrsto umestimo opisani tip ektomikorize tudi po primerjavi celotnega pomnoženega nukleotidnega zaporedja z bazo podatkov GenBank (preglednica 12).

Slika 17: *Hebeloma sinapizans*, zunanje plasti plašča in izhajajoče hifeFigure 17: *Hebeloma sinapizans*, outer mantle layers and emanating hyphae

4.4.9 *Laccaria amethystina* Cooke

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno, večje mikorizne korenine tudi monopodialno-pinatno
Oblika:	ukriviljena
Površina:	gladka, bleščeča, na mestih, kjer izhajajo hife, kosmata
Dolžina:	do 2 mm
Premeri osi:	premer glavne in stranskih osi 0.3 - 0.35 mm
Obarvanost:	bela, starejši deli mikoriznega sistema svetlo oker, konci in redko ostali deli vijoličasti do vijoličastorjavi
Obarvanost apeksa:	apeks in redko ostali deli mikoriznega sistema vijoličasti do vijoličastorjavi
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, E tip po Agerer (1987-2002), brez opaznega vzorca
Vmesni sloj:	plektenhimatski, kot zunanji sloj, le da so celice tesneje skupaj
Notranji sloj:	pseudoparenhimatski

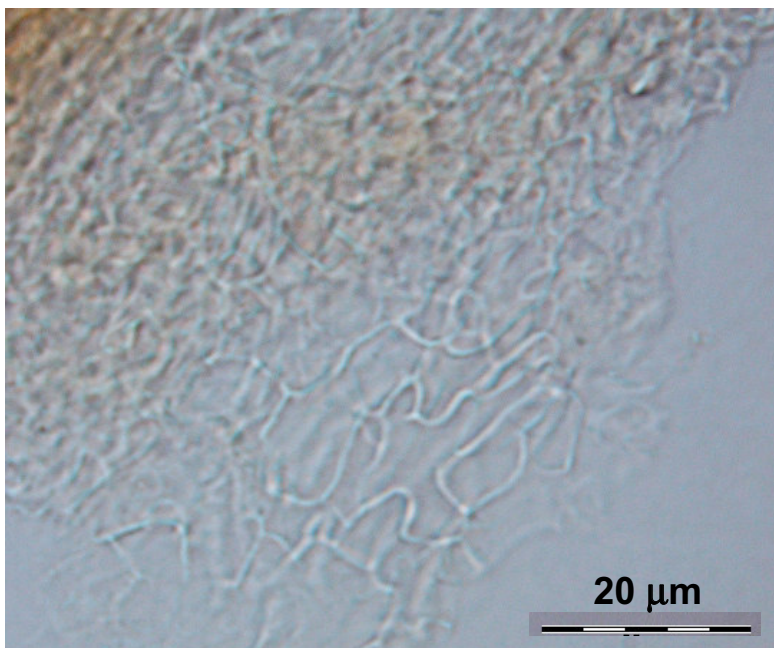
Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste predvsem na bazi mikoriznega sistema, septirane, septe z zaponkami, hialine, celična stena tanka, anastomoze tipa F po Agerer (1987-2002).
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog, Snežna jama in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize je splošno razširjen, v nekaterih vzorcih zemlje številen. Vrsto v ektomikorizi smo potrdili tudi s primerjavo restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov (priloga C in slika 11, vzorci 2210, 2231, 2232 in drugi) in s primerjavo pomnoženega nukleotidnega zaporedja z bazo podatkov GenBank (preglednica 12).



Slika 18: *Laccaria amethystina*. Zunanje plasti plašča

Figure 18: *Laccaria amethystina*. Outer mantle layers

4.4.10 *Lactarius acris* (Bolton) Gray

Opis: Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-piramidalno, pri večjih mikoriznih sistemih na videz koraloidno
Oblika:	ravna do rahlo ukrivljena
Površina:	gladka, bleščeča, večji del mikoriznega sistema prekrit s substratom
Dolžina:	do 1.5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.35 - 0.4 mm, premer stranskih osi 0.25 - 0.35 mm
	Obarvanost: bela, bleščeča, na mestih poškodb hifnega plašča oker rjav, starejši deli (brez zraka med celicami plašča) svetlo rjavi
Obarvanost apeksa:	ista
Lateks:	ob ranitvi nismo opazili izhajanja lateksa
Izhajajoči elementi:	cistide

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, I tip plašča po Agerer (1987-2002), hife brezbarvne, celična stena tanka, na površini plašča zadebeljeni konci hif s premerom do 4 μm

Vmesni sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, brezbarvne, celična stena tanka, premer hif 2 - 3 μm , pojavljajo se mlečni vodi, premer mlečnih vodov 4 - 8 μm
 Notranji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, brezbarvne

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: pogosto prekrivajo celoten mikorizni sistem, predstavljajo odebeljene konce hif in mlečnih vodov, so nerazvejane, pretežno napolnjene z lateksom

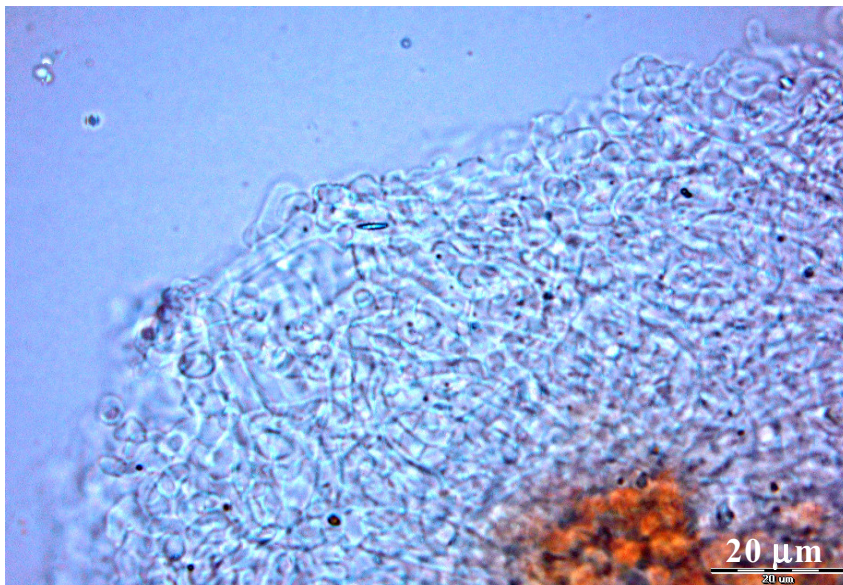
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – vsebina cistid svetlo vijolično (šibka reakcija), vsebina mlečnih vodov temno vijolično obarvanje (močna reakcija), pri cistidah starejših mikoriznih sistemov je reakcija s sulfovanilinom lahko negativna

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rajhenavski Rog, Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize je redek, a se v vzorcih zemlje (predvsem z raziskovalne ploskve Kranzberg) pojavlja v velikem številu. Primerjava restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov je umestila analizirane vzorce blizu vrst *Lactarius pterosporus* in *L. acris* (priloga C in slika 11, vzorec 2236), primerjava nukleotidnega zaporedja z bazo podatkov (GenBank) daje visok odstotek identičnosti nukleotidnega zaporedja z vrsto *L. pterosporus* (preglednica 12). Kljub temu sklepamo, da opisano ektomikorizo tvori vrsta *L. acris*, saj baza GenBank ni popolna (manjkajo vzorci za vrsto *L. acris*), opisana ektomikoriza pa se povsem ujema z opisom za to vrsto (Brand 1991).



Slika 19: *Lactarius acris*. Zunanje plasti plašča s cistidami

Figure 19: *Lactarius acris*. Outer mantle layers with cystidia

4.4.11 *Lactarius blennius* (Fr.) Fr.

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-piramidalno
Oblika:	ravna, posamezni deli ukrivljeni
Površina:	gladka do zrnata
Dolžina:	15 mm, redko do 25 mm
Premeri osi:	glavna os 0.3 – 0.4 mm (do 0.7 mm na bazi mikoriznega sistema), stranske osi prvega reda 0.2 - 0.3 mm
Obarvanost:	oker do oranžnorjava (svetla), starejši deli rjavi
Obarvanost apeksa:	ista ali malo svetlejša
Lateks:	ob poškodbi hifnega plašča, ni obilen, bel
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, Q tip po Agerer (1987-2002), na površini rahel preplet hif, ki se nadaljujejo v izhajajoče hife
Notranji sloj:	plektenhimatski, prisotni mlečni vodi, premer mlečnih vodov se ne razlikuje od premera hif

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	redko prisotne, posamične, kot nadaljevanje prepleta hif na površini plašča, celična stena tanka, brezbarvna, dolžina hif do 50 µm
Rizomorfi:	redko, opazili smo jih le na nekaterih najdenih mikoriznih koreninah, tip B po Agerer (1987-2002)
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin - posamezni mlečni vodi v mlajših mikoriznih koreninah se barvajo svetlo vijolično (rahlo pozitivna reakcija), večina mlečnih vodov celice plašča se ne barva

Partner: *Fagus sylvatica***Nahajališče:** Rude Skov, Ravnsholte Skov in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen, razen na ploskvi Kranzberg, kjer se pojavlja v posameznih vzorcih v večjem številu. Vrsto v vzorcih zemlje s ploskve Kranzberg smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorci 3034, 3042 in 3218).

4.4.12 *Lactarius camphoratus* (Bull.) Fr.

Opis: Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno do nepravilno piramidalno
Oblika:	ravna do rahlo ukrivljena
Površina:	gladka
Dolžina:	do 5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.35 - 0.55 mm, stranske osi 0.2 - 0.35 mm
Obarvanost:	oranžno rjava, starejši deli svetlorjavi

Obarvanost apeksa: ista ali malo svetlejša
 Lateks: ob poškodbi hifnega plašča bel
 Izhajajoči elementi: hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski iz poligonalnih celic, ki jih prekriva preplet hif, P tip po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, premer celic 2 - 4 μm , brez odebeljene stene, hialine, prisotni so mlečni vodi, premer mlečnih vodov 6 - 10 μm

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: preplet hif na površini plašča
 Rizomorfi: zelo redko, nediferencirani, tipa A po Agerer (1987-2002), premer do 50 μm , vse hife imajo premer 2 - 4 μm , kompaktno urejene
 Cistide: nismo opazili

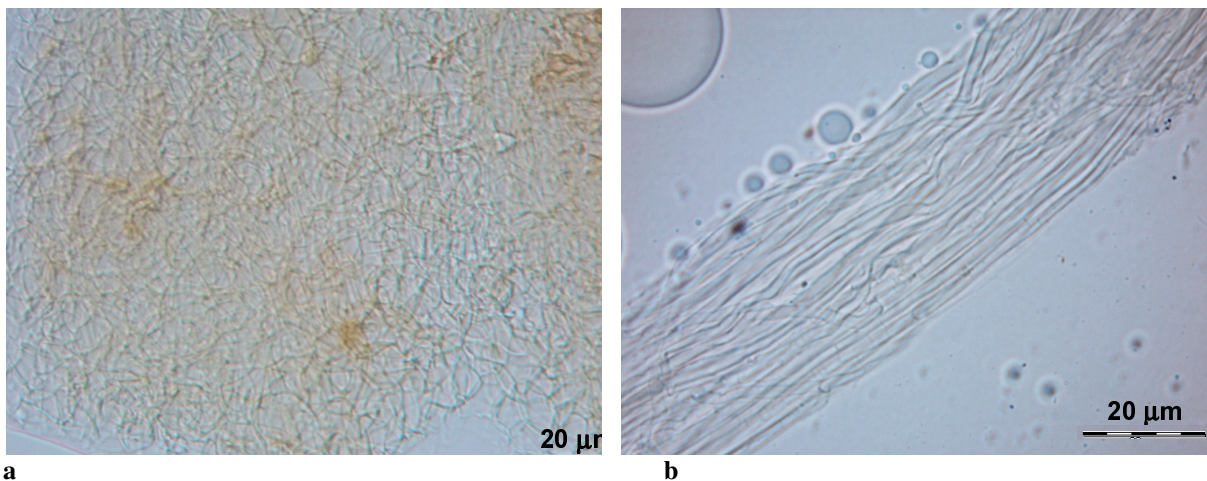
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – lateks v mlečnih vodih temnovijoličen

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov, Ravnscholte Skov

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen.



Slika 20: *Lactarius camphoratus*. a – zunanje plasti plašča; b – rizomorf

Figure 20: *Lactarius camphoratus*. a – outer mantle layers; b – rhizomorph

4.4.13 *Lactarius pallidus* Pers ex. Fr.

Opis: Agerer (1987-2002), Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno, redko pinatno ali piramidalno
 Oblika: ravna
 Površina: gladka, redko s prilepljenimi delci substrata
 Dolžina: do 5 mm
 Premeri osi: glavna os 0.3 – 0.35 mm, stranske osi 0.3 mm

Obarvanost: umazano bela, oker, starejši deli rdečerjavi, vidni svetli (beli) mlečni vodi
 Obarvanost apeksa: ista
 Lateks: ob poškodbi hifnega plašča obilen, bel
 Izhajajoči elementi: rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, ki jih prekriva preplet hif, Q tip po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, mlečni vodi pogosti, premer 5 - 10 µm

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: preplet hif na površini plašča
 Rizomorfi: redki, nediferencirani B tip po Agerer (1987-2002), vse hife enak premer (2 - 4 µm), kompaktno urejene
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – lateks v mlečnih vodih rahlo temnovijoličen

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog, Snežna jama in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize je pogost, število ektomikoriznih korenin v vzorcu zemlje zelo variira.

4.4.14 *Lactarius rubrocinctus* Fr.

Opis: Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: nepravilno monopodialno, redko piramidalno
 Oblika: ravna, konci občasno zakrivljeni
 Površina: gladka, redko mestoma prilepljeni deli substrata
 Dolžina: glavna os do 10 mm, stranske osi prvega reda do 5 mm
 Premeri osi: glavna os 0.3 – 0.6 mm, stranske osi 0.3 - 0.5 mm
 Obarvanost: oranžnooker do oranžnorjava, po celotni mikorizi vidne temnejše rdečerjave (barva rje) pege, starejši deli temneje rjavi, viden svetlejši preplet mlečnih vodov
 Obarvanost apeksa: ista ali svetlejša, rdečerjave pege redkejšje
 Lateks: pri mlajši mikorizi bel
 Izhajajoči elementi: rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski iz poligonalnih do redkeje okroglih celic, ki jih prekriva preplet hif, P tip po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, opazili smo mlečne vode široke 5 - 15 µm z odebeljenimi brezbarvnimi celičnimi stenami, pogosto razvejane

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: preplet hif na površini plašča, posamezne celice vsebujejo lateks, ki se barva s sulfovanilinom
 Rizomorfi: B tip po Agerer (1987-2002), nediferencirani, hife v rizomorfizmu vzporedno urejene, enako debele, tesno skupaj
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – pozitivna reakcija v posameznih celicah v zunanjih plasteh plašča in mlečnih vodih, barva intenzivno temnovijolična

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Ravnsbolte Skov

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen, našli smo ga le v enem vzorcu zemlje.

4.4.15 *Lactarius salmonicolor* R. Heim & Leclair

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno, monopodialno-pinatno
 Oblika: ravna, konci rahlo ukrivljeni
 Površina: gladka
 Dolžina: do 30 mm
 Premeri osi: glavna os do 1.1 mm, stranske osi 0.4 - 0.65 mm
 Obarvanost: oranžna do rjavo oranžna, starejši deli zeleni, zelenkasto sivi do črni
 Obarvanost apeksa: ista ali malo svetljša
 Lateks: ob ranitvi izdaten, oranžen
 Izhajajoči elementi: rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski z želatinoznim matriksom med hifami, C tip po Agerer (1987-2002), pogosti mlečni vodi, na svežem preparatu polni oranžnega lateksa, premer hif plašča in mlečnih vodov 6 - 10 µm
 Notranji sloj: plektenhimatski z želatinoznim matriksom med hifami
 Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: opazili smo jih zelo redko, diferencirani, z debelejšo osrednjo hifo z razkrojenimi septami, D tip po Agerer (1987-2002), opazili smo posamezne mlečne vode, polne oranžnega lateksa
 Cistide: nismo opazili

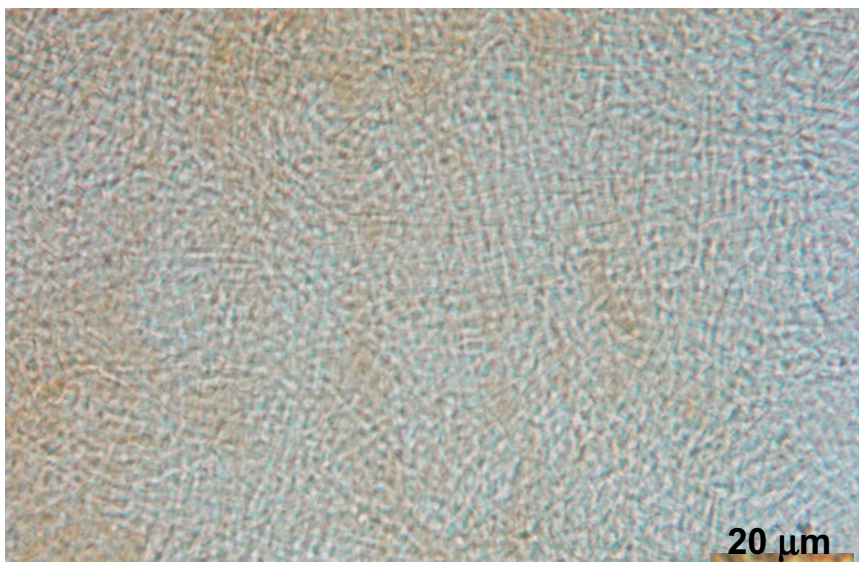
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – lateks v mlečnih vodih (v plašču in rizomorfi) se barva intenzivno temnovijolično

Partner: *Abies alba*

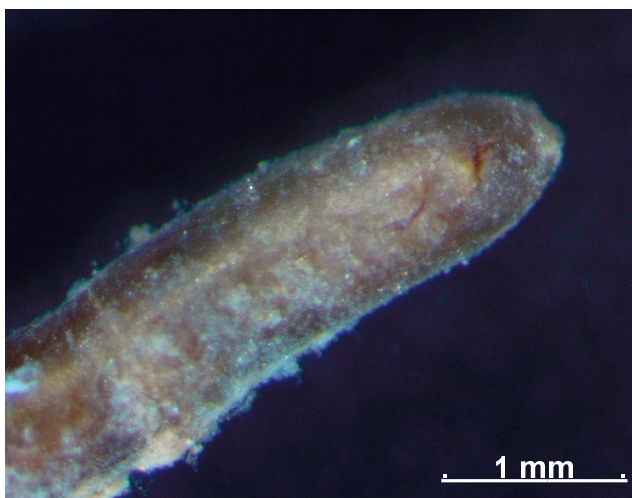
Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je relativno pogost in številan. Našli pa smo ga le v vzorcih zemlje, nabranih v sklenjenem sestoju. Kljub jasni anatomske opredelitvi vrste, le-te s primerjavo restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov nismo uspeli potrditi (vzorec 2258, priloga C in slika 11)



Slika 21: *Lactarius salmonicolor*. Zunanje plasti plašča; preparat pripravljen v mlečni kislini

Figure 21: *Lactarius salmonicolor*. Outer mantle layers prepared in lactic acid



Slika 22: *Lactarius salmonicolor*. Ektomikorizna korenina, na poškodbi hifnega plašča izhaja oranžen mleček

Figure 22: *Lactarius salmonicolor*. Ectomycorrhizal root tip with orange latex secreted at mantle lesion.

4.4.16 *Lactarius* sp. tip *blennius/vellereus*

Opis: za *L. vellereus* v Agerer (1987-2002).

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	piramidalno
Oblika:	ravna, posamezni nerazvejani konci mikoriznega sistema ukrivljeni
Površina:	gladka do zrnata
Dolžina:	5 (10) mm
Premeri osi:	glavna os 0.3 – 0.4 mm, premer stranske osi 0.25 - 0.35 mm

Obarvanost: okeroranžna do siva
 Obarvanost apeksa: ista
 Lateks: ob poškodbi hifnega plašča ga nismo opazili
 Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z epidermoidnimi celicami in rahlim prepletom hif na površini, Q tip po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, prisotni mlečni vodi

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: rahel preplet hif na površini
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – redko šibko pozitivna reakcija v mlečnih vodih, v prepletu hif na površini plašča vedno negativna reakcija

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov, Ravnsholte Skov in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize je podoben vrsti *L. blennius*.

4.4.17 *Lactarius subdulcis* (Bull.) Gray

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: pri mlajši mikorizi enostavno, sicer nepravilno piramidalno
 Oblika: rahlo do izrazito ukrivljena
 Površina: gladka
 Dolžina: do 20 mm
 Premeri osi: glavna os (0.25) 0.5 – 1.1 mm, stranske osi 0.4 – 0.75 mm
 Obarvanost: svetlo do intenzivno oranžna, starejši deli oranžnorjavi
 Obarvanost apeksa: ista
 Lateks: ob ranitvi plašča obilen, vodeno bel, lepljiv
 Izhajajoči elementi: rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z angularnimi celicami in rahlim prepletom hif na površini mlajših delov mikoriznega sistema, tip P po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, prisotni so mlečni vodi

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: rahel preplet hif na površini, premer hif (2)3 – 5 (7) μ m
 Rizomorfi: redki, B tip po Agerer (1987-2002)
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – intenzivno pozitivna reakcija lateksa v mlečnih vodih, celice plašča brez reakcije

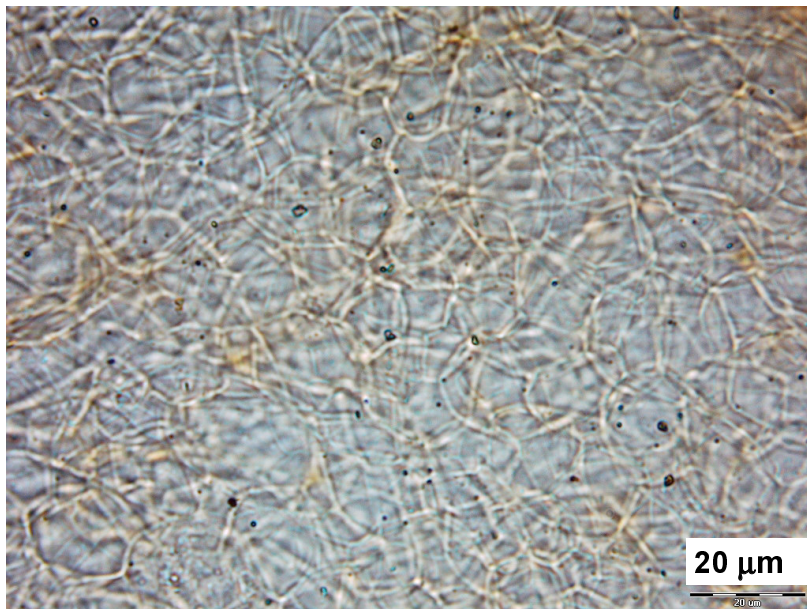
Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče:

Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama

Opombe:

V vzorcih zemlje, kjer se tip ektomikorize pojavlja, je številčen. Spada med tipe ektomikorize, ki se pojavljajo pogosteje. Vrsto v vzorcih zemlje smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorci 2219, 2220, 2339) in s sekvenciranjem (preglednica 12)

**a****b**Slika 23: *Lactarius subdulcis*. a – trosnjak; b – ektomikorizaFigure 23: *Lactarius subdulcis*. a – sporocarp; b – ectomycorrhizaSlika 24: *Lactarius subdulcis*. Zunanje plasti plaščaFigure 24: *Lactarius subdulcis*. Outer mantle layers



Slika 25: *Lactarius subdulcis*. Rizomorf s posameznimi izhajajočimi hifami

Figure 25: *Lactarius subdulcis*. Rhizomorph with some emanating hyphae

4.4.18 *Lactarius subsericatus*

Opis: Comandini in sod. 2001

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno, monopodialno-pinatno
Oblika:	raven, ukrivljena do zvita
Površina:	zrnata do granulirana
Dolžina:	do 9 mm
Premeri osi:	glavna os 0.25 – 0.4 (0.65) mm, stranske osi 0.2 - 0.25 mm
Obarvanost:	oker rumen do rjavo rumen, starejši deli temneje rjavo rumeni
Obarvanost apeksa:	ista ali svetleje rumena
Lateks:	ob ranitvi nismo opazili
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, ki jih prekriva tanek preplet hif, Q tip po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski, pogosti mlečni vodi s premerom 4-7 μm. Prisoten želatinozni matriks

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	nismo opazili
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

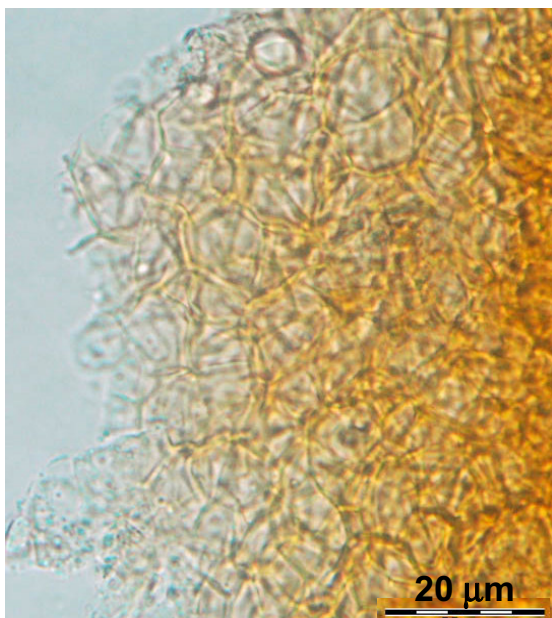
sulfovanilin – lateks v mlečnih vodih temno vijoličen (pozitivna reakcija)
10 % KOH – rumeni deli ektomikorize ne spreminjajo barve (negativna reakcija)

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog, Snežna jama

Opombe: Tip ektomikorize ni pogost, pojavlja se v več vzorcih zemlje, a vedno v nizkem številu. Primerjava restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov kaže, da je restrikcijski vzorec tipa ektomikorize (vzorci 2215, 2217, 2256 in drugi) blizu več

vrstam iz rodu *Lactarius*. Rezultat primerjave celotnega nukleotidnega zaporedja z bazo podatkov (GenBank) (preglednica 12) je skoraj popolno ujemanje z vrsto *Lactarius subsericatus* z rastišča z jelko v Italiji (Comandini in sod. 2001).



Slika 26: *Lactarius subsericatus*. Zunanje plasti plašča, celice z odebeljeno in obarvano celično steno.

Figure 26: *Lactarius subsericatus*. Outer mantle layers, cell walls thicker and stained.

4.4.19 *Lactarius vellereus*

Opis: Agerer (1987-2002) (po Agerer (1987-2002) verjetno isto kot *L. blennius*, od katerega se razlikuje po razraščanju, delno po barvi. Pri najdenem vzorcu smo opazili rizomorfe)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-piramidalno
Oblika:	ravna
Površina:	gladka do zrnata
Dolžina:	do 40 mm
Premeri osi:	glavna os 0.5 – 0.65 mm, stranske osi 0.25 - 0.35 mm
Obarvanost:	svetlo oranžna, starejši deli temno oranžni
Obarvanost apeksa:	ista
Lateks:	ob poškodbi hifnega plašča ga nismo opazili
Izhajajoči elementi:	rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, Q tip po Agerer (1987-2002), celična stena odebeljena (do 0.4 μ m), prisoten želatinozni matriks, plašč prekriva tanek preplet hif
Notranji sloj:	plektenhimatski, celice tesno skupaj, pogosti mlečni vodi, premer mlečnih vodov 3 - 6 μ m

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	nismo opazili
-------	---------------

Rizomorfi: redko opaženi, nediferencirani, robovi gladki, hife v rizomorfu tesno skupaj, vse hife premera 0.2 - 0.3 μm , septirane, septe pretežno brez zaponk, B tip po Agerer (1987-2002).

Cistide: nismo opazili

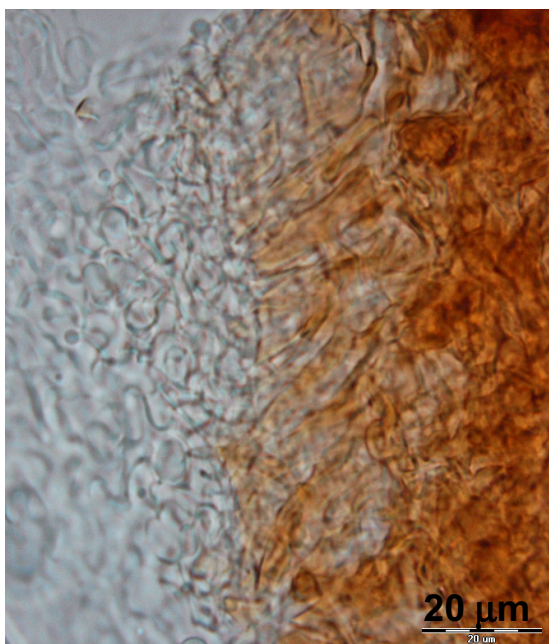
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – lateks v mlečnih vodih rahlo pozitivna reakcija (svetlo vijolično obarvan lateks)

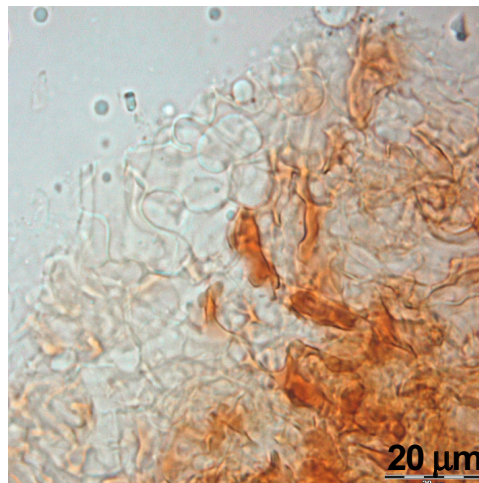
Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Snežna jama

Opombe: Relativno redko opažen tip ektomikorize, a v vzorcih zemlje, kjer prisoten, zelo številni, prevladujoči.



a



b

Slika 27: *Lactarius vellereus*. a – zunanje plasti plašča; b – notranje plasti plašča

Figure 27: *Lactarius vellereus*. a – outer mantle layers; b – inner mantle layers

4.4.20 *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.

Opis: Agerer in sod. 2001

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno do monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna do rahlo ukrivljena
Površina:	pretežno prekrita s substratom, deli brez substrata pokriti s koničastimi strukturami
Dolžina:	do 1.5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.35 - 0.45 mm, stranske osi 0.3 – 0.4 mm
Obarvanost:	oker do svetlo rjava
Obarvanost apeksa:	ista ali svetlejša
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, hife zvezdasto urejene, krajše (do 100 μm), C tip plašča po Agerer (1987-2002), med hifami smo opazili želatinozni matriks, pogosto pomešanim z delci substrata, celična stena hif ni odebeljena, hialina, gladka
Vmesni sloj:	plektenhimatski z želatinoznim matriksom
Notranji sloj:	gost plektenhim

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, pomešane z delci substrata, kratke (20 – 100 μm), ravne do zakrivljene, premer hif 2 - 4 μm , na posameznih delih kroglasto odebeljene do 7 μm , posamezne hife se končajo zašiljeno, z bunkičasto odebelitvijo na koncu hife
Rizomorfi:	B tip (rusuloidni tip) po Agerer (1987-2002), opazili smo jih le redko, so kosmati in delno prekriti s substratom, največkrat so prilepljeni na korenine in druge lesene delce, diferencirani v zunanji želatinozni sloj s pritrjenimi delci substrata in notranji, brezbarvni del s centralno hifo
Cistide:	pogoste, z eno ali več kroglastimi odebelitvami, kot smo jih opazili pri hifah, na koncu z bunkičasto odebelitvijo, cistide krajše od hif, dolge od 10 do 40 μm , N/L tip cistid po Agerer (1987-2002)

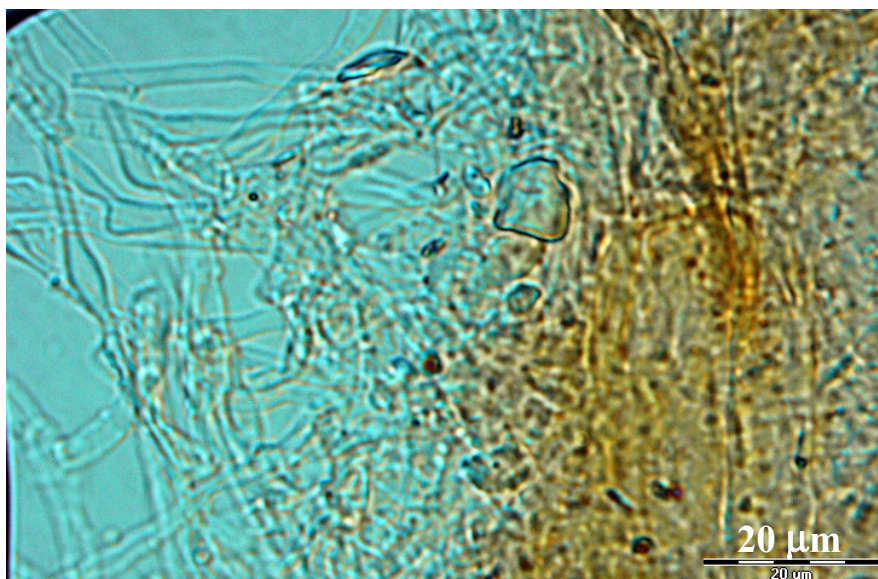
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

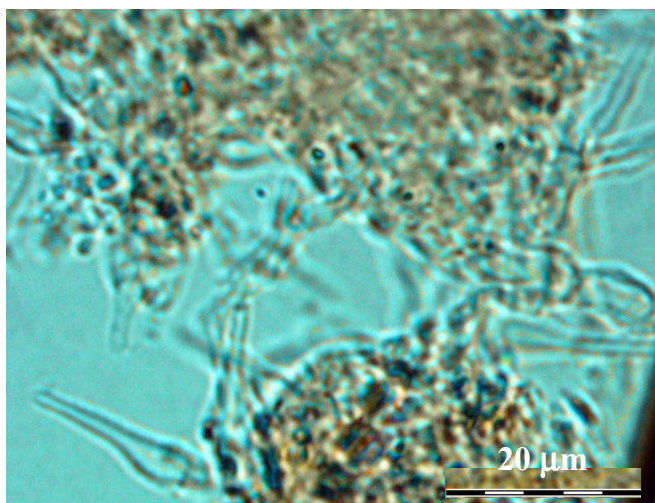
Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rajhenavski Rog, Snežna jama, Kranzberg

Opombe: Vrsto v vzorcih zemlje smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorca 2227, 2233) in s sekvenciranjem (preglednica 12).



a



b

Slika 28: *Russula cyanoxantha*, **a** izhajajoče hife z značilnimi odebelitvami; **b** cistide

Figure 28 *Russula cyanoxantha*, **a** emanating hyphae with characteristic inflations; **b** cystidia

4.4.21 *Russula densifolia* Secr. ex. Gillet

Opis: Agerer 2001

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	zrnata
Dolžina:	do 10 mm
Premeri osi:	glavna in stranske osi 0.25 – 0.4 mm

Obarvanost: oker bleščeč, starejši deli oker
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: cistide

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, hife potekajo vzporedno z osjo mikorizne korenine, C tip plašča po Agerer (1987-2002), opazili smo želatinozni matriks, celične stene hif neodebeljene, na površino pogosto in v velikih količinah prilepljeni delci substrata, opazili posamezne cistide
 Notranji sloj: psevdoparenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: redke, krajše (do 25 µm), kot tip L cistid po Agerer (1987-2002)
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: redke, stekleničaste oblike, B tip po Agerer (1987-2002), na baz manj odebeljene kot pri cistide pri vrsti *R. illota* (3 - 5.5 µm), posamezne cistide na koncu eno ali dve kroglasti zadebelitvi

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – celice plašča in cistide brez reakcije

Partner: *Picea abies*

Nahajališče: Kranzberg

Opombe: Redek tip ektomikorize, v posameznem vzorcu zemlje lahko v velikem številu. Po rezultatih primerjav restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov se tip ektomikorize razporeja blizu vrste *Russula nigricans* (priloga C in slika 11, vzorci 3092, 3216 in 3227).

4.4.22 *Russula fellea* (Fr.: Fr.) Fr.

Opis: Agerer (1987-2002), Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno do piramidalno
 Oblika: ravna
 Površina: zrnata (granulirana)
 Dolžina: 1 - 4 mm
 Premeri osi: glavna os 0.3 - 0.45 mm, stranske osi 0.25 - 0.35 mm
 Obarvanost: oranžna do oranžnorjava, starejši deli rjavi
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, gosto prekrit s papilami (cistidami), tip K po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: fuziformne papile, F tip po Agerer (1987-2002)

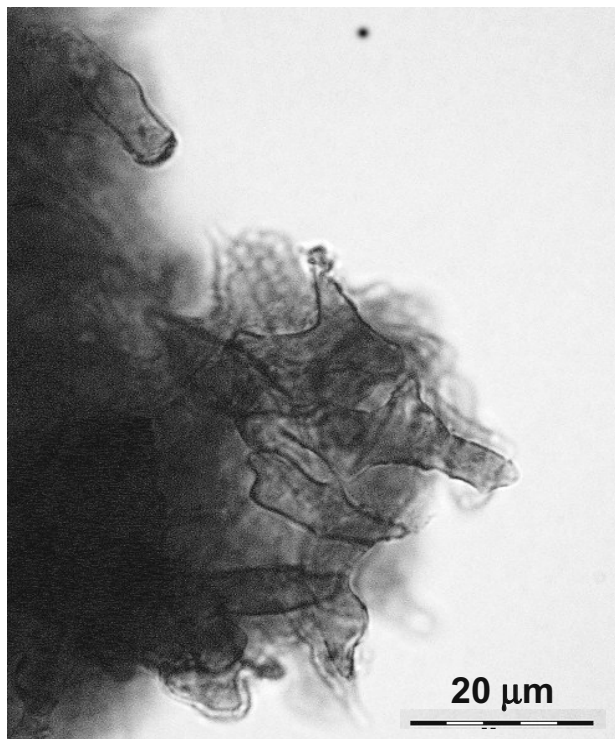
Barvne reakcije z reagenti:

metilen modro – za kontrastiranje cistid

Partner: *Fagus sylvatica*
Picea abies

Nahajališče: Rude Skov, Ravnsbolte Skov in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize je pogost in v posameznih vzorcih zemlje s ploskev Rude Skov in Kranzberg številni. Vrsto v vzorcih zemlje smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorci 3019, 3043, 3050 in drugi).



Slika 29: *Russula fellea*. Zunanje plasti plašča s cistidami. Barvano z laktofenol modrim.

Figure 29: *Russula fellea*. Outer mantle layers with cystidia stained with lactophenol blue.

4.4.23 *Russula illota* Romagn.

Opis: Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno, piramidalno
Oblika:	ravna
Površina:	zrnata, bleščeča, pogosto s prilepljenimi delci substrata
Dolžina:	do 3 mm
Premeri osi:	glavna os 0.25 - 0.35 μm, stranske osi 0.25 - 0.3 μm
Obarvanost:	bela, bleščeča (zrak med celicami plašča in cistidami), oker (mesta brez zraka, starejši deli mikoriznega sistema in mesta mehanskih poškodb hifnega plašča), starejši deli oker rjavi
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	cistide

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, hife potekajo vzporedno z osjo mikorizne korenine, B tip plašča po Agerer (1987-2002), celične stene neodebeljene, opazili smo želatinozni matriks, pogosto smo opazili cistide in prilepljene delce substrata

Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili

Rizomorfi: nismo opazili

Cistide: pogoste, stekleničaste oblike, B tip po Agerer (1987-2002), oblikovane kot cistide pri *R. foetens*, a na bazi ožje, velikost 10 - 35 μm , premer na bazi 4.5 – 8 μm , premer na vrhu 1 - 2 μm

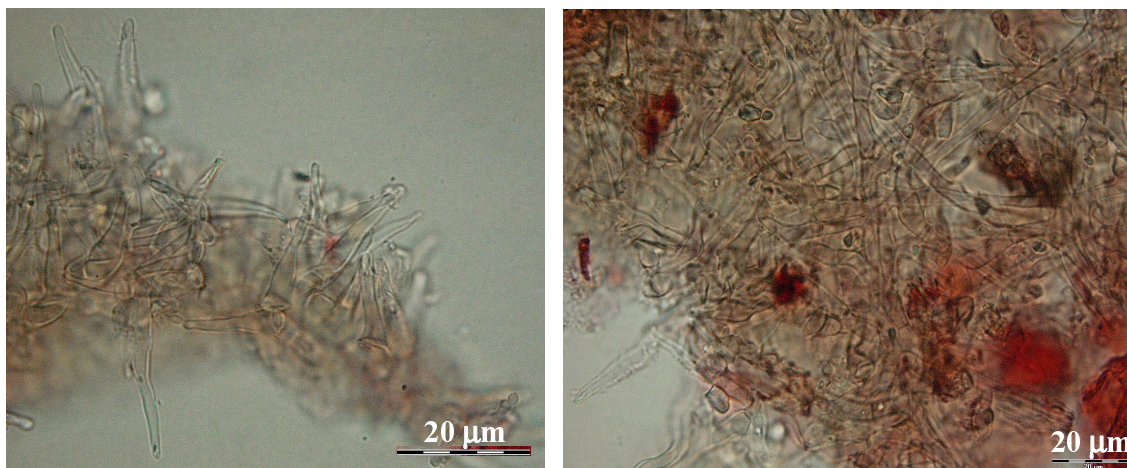
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – negativna reakcija cistid

Partner: *Fagus sylvatica*

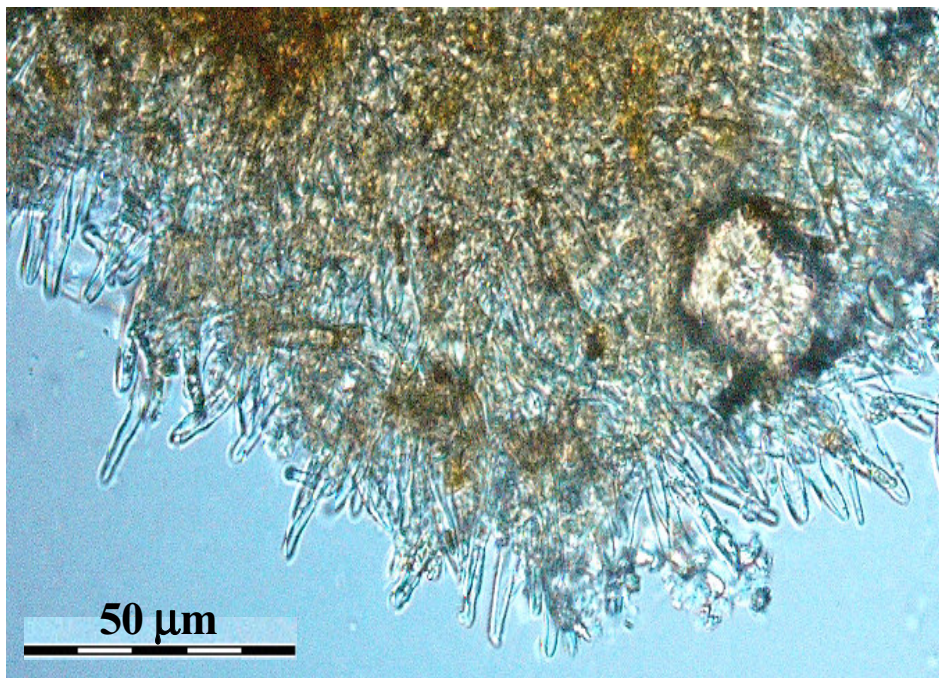
Nahajališče: Rajhenavski Rog, Kranzberg

Opombe: V vzorcih zemlje s ploskve Rajhenavski Rog je tip ektomikorize redek in maloštevilen, na ploskvi Kranzberg pa se lahko prevladujoč tip ektomikorize Vrsto v vzorcih zemlje smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorci 2262, 3168 in 3172) in s sekvenciranjem (preglednica 12).



a **b**
Slika 30: *Russula illota*. a – cistide; b – zunanje plasti plašča, barvano s sulfovanilinom

Figure 30: *Russula illota*. a – cystidia; b – outer mantle layers stained with sulfovanilline

Slika 31: *Russula illota*. CistideFigure 31: *Russula illota*. Cystidia

4.4.24 *Russula lepida* Fr.

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ukriviljena
Površina:	gladka do zrnata
Dolžina:	do 3.5 mm
Premeri osi:	glavna in stranske osi 0.25 - 0.35 mm
Obarvanost:	svetlo oker, starejši deli temno oker do rjavi
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, površina plašča prekrita s tankim prepletom hif, P tip plašča po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	na površini plašča, kratke, septirani, septe brez zaponk, celična stena brezbarvna, tanka
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije, mlečnih vodov nismo opazili, v celicah zunanjih plasti plašča – ni reakcije)

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov

Opombe: Redek tip ektomikorize, najden le v enem vzorcu zemlje, a v velikem številu. Primerjava pomnoženega nukleotidnega zaporedja z bazo podatkov (GenBank) je dala visok delež ujemanja z vrsto *Russula lepida* (> 98 % identičnost nukleotidnih zaporedij; preglednica 12 in priloga D), zato sklepamo, da gre za omenjeno vrsto, saj se anatomske lastnosti ujemajo z več tipi ektomikorize iz rodu *Russula*.

4.4.25 *Russula mairei* Singer

Opis: Agerer (1987-2002), Brand 1991

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: nepravilno monopodialno-piramidalno, zaradi gostega razvejanja lahko večji mikorizni sistemi izgledajo koraloidno
 Oblika: ravna
 Površina: žametasta, lahko tudi gladka
 Dolžina: do 6.5 mm
 Premeri osi: glavna os 0.3 - 0.4 mm, stranske osi 0.25 – 0.3 mm
 Obarvanost: bela, na mestih poškodbe hifnega plašča oker, starejši deli oker-rumeni
 Obarvanost apeksa: ista
 Lateks: v zunanjih celicah plašča, ob poškodbi lahko izteka v manjših količinah, bel
 Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z angularnimi celicami, na površini lahko skupki ovalnih hif, tip N po Agerer (1987-2002).
 Vmesni sloj: pseudoparenhimatski z izodiametričnimi celicami
 Notranji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, septe enostavne, celična stena tanka, neobarvana

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: tanke, septe z zaponkami, celična stena tanka, brezbarvna
 Rizomorfi: nismo opazili, po podatkih iz literature redki (Brand 1991)
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – pozitivna reakcija z lateksom v posameznih celicah zunanjih plasti in na površini plašča, intenzivno temnovijolično obravnanje

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov in Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je pogostejši le na ploskvi Rude Skov, ni številen. Vrsto v vzorcih zemlje smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorci 1/1, 2/1, 3/169 in drugi).

4.4.26 *Russula ochroleuca* (Pers.) Fr.

Opis: Brand 1991, Agerer (1987-2002) na *Picea abies*

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	pravilno monopodialno
Oblika:	ravna, redko rahlo ukrivljena
Površina:	zrnata, predvsem nerazvejani konci gladki
Dolžina:	do 1.2 (1.5) mm
Premeri osi:	glavna os 0.3 - 0.5 mm, stanske osi 0.25 - 0.35 mm
Obarvanost:	svetlorumena do rumenooker, z rumenimi pegami, starejši deli rjavooker, pege na starejših delih temno rumene ali izginejo
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	zelo redko izhajajoče hife in rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z angularnimi celicami, redko z zaobljenimi celicami, P tip po Agerer (1987-2002), premer celic 10 - 20 µm, posamezna mesta (rumene pege) pokrita s skupki kroglastih celic z rumenorjavo obarvano celično steno
Vmesni sloj:	pseudoparenhimatski z angularnimi celicami, ki so manjše kot v površinskih slojih (do največ 12 µm), celična stena tanka, rahlo obravana rumeno
Notranji sloj:	plektenhimatski, tanek (ena plast celic), celice tesno skupaj

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	opazili redko, septirane, brez zaponk, celična stena odebeljena
Rizomorfi:	nediferencirani, hife vzporedne, septe brez zaponk
Cistide:	nismo opazili

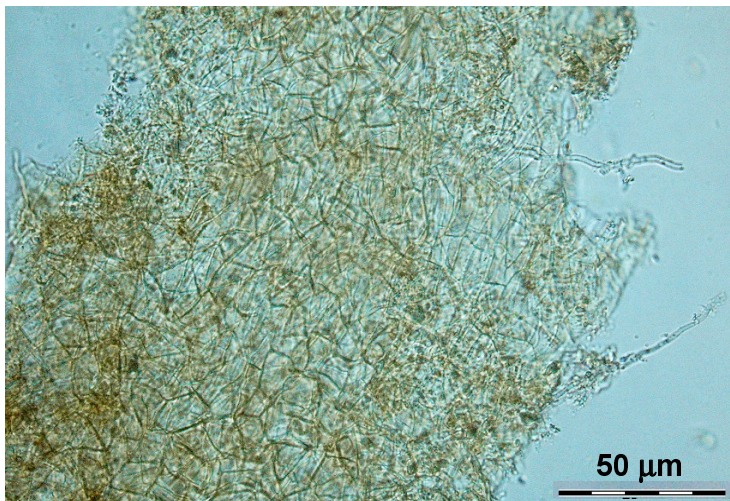
Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH – kroglaste celice na površini plašča se obarvajo rdečerjavo (opazili pod lupo in pod mikroskopom)
 sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*
Picea abies

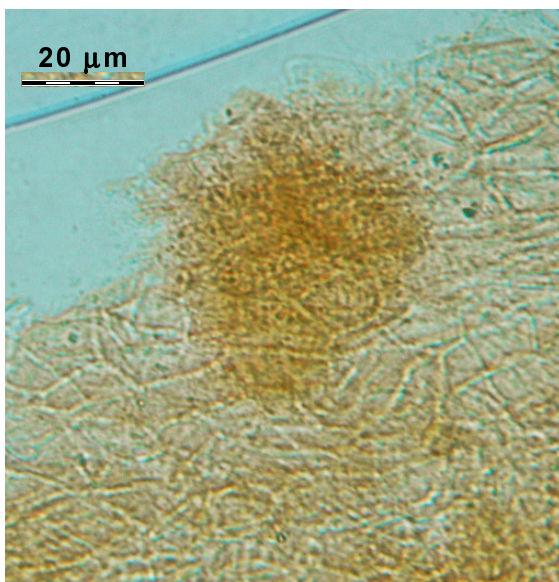
Nahajališče: Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog, Snežna jama in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize je pogost, predvsem na ploskvi Kranzberg, kjer je lahko tudi številen. Vrsto v vzorcih zemlje smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorci 3049, 3099, 3100 in drugi) in s sekvenciranjem (preglednica 12).



Slika 32: *Russula ochroleuca*. Zunanje plasti plašča s posameznimi izhajajočimi hifami

Figure 32: *Russula ochroleuca*. Outer mantle layers with emanating hyphae



Slika 33: *Russula ochroleuca*. Zunanje plasti plašča s skupkom rumeno obarvanih kroglastih celic na površini

Figure 33: *Russula ochroleuca*. Outer mantle layers with group of yellow roundish cells at the surface

4.4.27 *Tomentella terrestris* (Berk. & Broome) M.J. Larsen

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno, monopodialno-pinatno
Oblika:	zakrivljena
Površina:	gladka do zrnata
Dolžina:	do 2 mm
Premeri osi:	glavna in stranske osi 0.25 – 0.35 mm
Obarvanost:	bela
Obarvanost apeksa:	ista ali nekoliko temnejša zaradi prosojnega plašča

Izhajajoči elementi: hife
Anatomija plašča:
 Zunanji sloj: psevdoparenhimatski s pretežno epidermoidnimi celicami, najbliže tipu M po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: posamezne, redke, septirane, septe z zaponkami, tanke
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Partner: *Fagus sylvatica*.

Nahajališče: Rajhenavski Rog, Snežna jama

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize, našli smo ga le v enem vzorcu zemlje. Tip ektomikorize smo določili s primerjavo pomnoženega nukleotidnega zaporedja z bazo GenBank, kjer smo dobili visok odstotek ujemanja z vrsto *Tomentella terrestris* (preglednica 12, priloga D), ki smo jo našli tudi na nekaterih raziskovalnih ploskvah (priloga B).

4.4.28 *Tricholoma sciodes* (Secr.) Mart

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno, redko piramidalno
 Oblika: ravna, redko ukrivljena
 Površina: bombažasta do volnata, bleščeča
 Dolžina: do 5 mm
 Premeri osi: glavna od 0.2 – 0.3 mm, stranske osi 0.2 – 0.25 mm
 Obarvanost: belo oker, bleščeča, na mestih poškodb hifnega plašča oker
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, brez opaznega vzorca in brez želatinoznega matriksa, B tip po Agerer (1987-2002), hife z enostavnimi septami brez zaponk, anastomoze prisotne, A tip anastomoz po Agerer (1987-2002)
 Vmesni sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj z nekoliko odebeljeno celično steno, septe enostavne, opazili anastomoze tipa A
 Notranji sloj: plektenhimatski, celice tesno skupaj, celična stena brezbarvna, ni odebeljena, septe enostavne

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: pogoste, premer 3 - 4.5 μ m, celična stena debela, brezbarvna, septe z zaponkami
 Rizomorfi: pogosti, predvsem na razcepiščih stranskih osi, nediferencirani, hife premer 2.5 – 4 μ m z debelejšo celično steno, neobarvane, A tip po Agerer (1987-2002)
 Cistide: nismo opazili

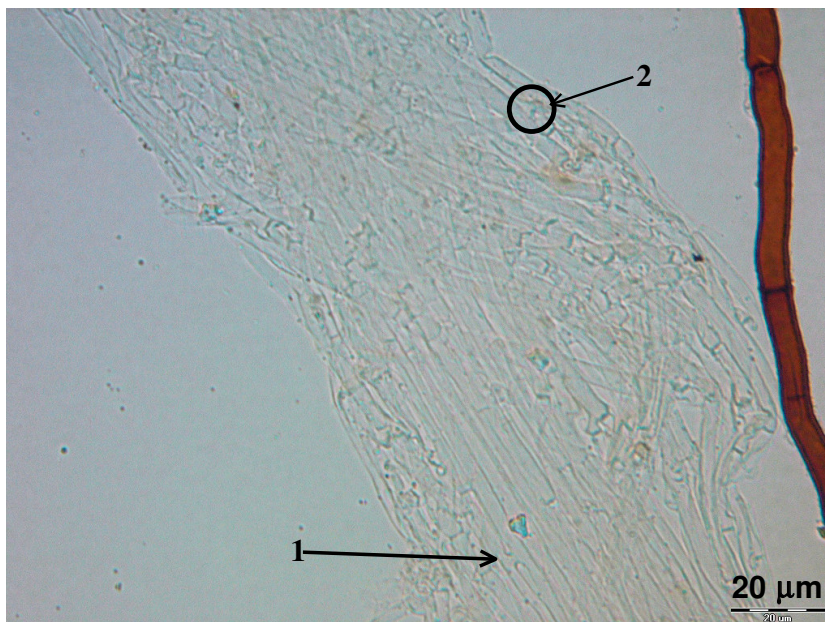
Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov in Rajhenavski Rog

Opombe: Na ploskvi Rude Skov smo tip ektomikorize našli le v enem vzorcu zemlje, na ploskvi Rajhenavski Rog je pogostejši, vedno maloštevilni.



Slika 34: *Tricholoma sciodes*. Rizomorf; 1 – anastomoza tip A; 2 – hifa z zaponko. Temna hifa – parazitska hifa.

Figure 34: *Tricholoma sciodes*. Rhizomorph; 1 – anastomosis type A; 2 – hypha in rhizomorph with a clamp connection and dark parasite hypha.

4.4.29 *Tuber puberulum* Berk. & Broome

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno do nepravilno piramidalno
Oblika:	ravna do ukrivljena
Površina:	gladka, celotna površina bodičasta zaradi cistid
Dolžina:	do 1.5 mm
Premeri osi:	glavna in stranske osi 0.2 – 0.35 mm
Obarvanost:	rumeno oker, starejši deli zlatorjavi
Obarvanost apeksa:	ista ali malo svetlejša
Izhajajoči elementi:	cistide

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, na površini plašča rahel preplet hif in pogoste cistide, D tip po Agerer (1987-2002), celične stene plašča niso odebeljene
Notranji sloj:	prehodno med pseudoparenhimatskim in plektenhimatskim

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	rahel prplet hif na površini plašča, posamezne celice tudi izhajajo iz površine plašča (morda zaradi poškodb hifnega plašča)
Rizomorfi:	nismo opazili

Cistide: pogoste, tip A po Agerer (1987-2002), celice na bazi cistide širše (4 - 7 μm), na koncu celice zašiljene, septirane, septe brez zaponk, celična stena tanka do rahlo odebeljena

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner:

Picea abies

Fagus sylvatica

Nahajališče:

Kranzberg

Opombe:

Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Ektomikorizo vrste *Tuber puberulum* smo našli tako na bukvi kot na smreki, na kateri je bila tudi opisana.

4.4.30 *Xerocomus chrysenteron* (Bull.) Quel.

Opis: Agerer (1987-2002)

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno, večji skupki mikorize lahko dajejo vtis koraloidne razvejanosti
 Oblika: rahlo do izrazito ukrivljena
 Površina: bleščeča
 Dolžina: do 30 mm
 Premeri osi: glavna os 0.4 – 0.7 mm, stranske osi 0.3 – 0.5 mm
 Obarvanost: bela, bleščeča zaradi zraka ujetega v preplet hif, sterejši deli oker do rjavi (zraka med hifami ni več)
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, brez želatinoznega matriksa, B tip po Agerer (1987-2002), hife krožno urejene, med hifami pogosto zrak, ki daje bleščeč izgled mikorizi, stena hif nekoliko odebeljene, hife septirane, večina brez zaponk
 Notranji sloj: plektenhimatski, hife tesno skupaj, nekoliko širše kot v zgornjih plasteh, septe z doliporam podobnimi strukturami, brez zaponk

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: redko prisotne, pretežno na mestu poškodb plašča, septe z zaponkami, celične stene tanke, brezbarvne, opazili smo anastomoze s kratko, odprto povezavo med paralelnima hifama, anastomoze tipa A po Agerer (1987-2002), premer hif do 10 μm
 Rizomorfi: pogosti, diferencirani, z debelejšo osrednjo hifo z delno razkrojenimi septami, A tip po Agerer (1987-2002)
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner:

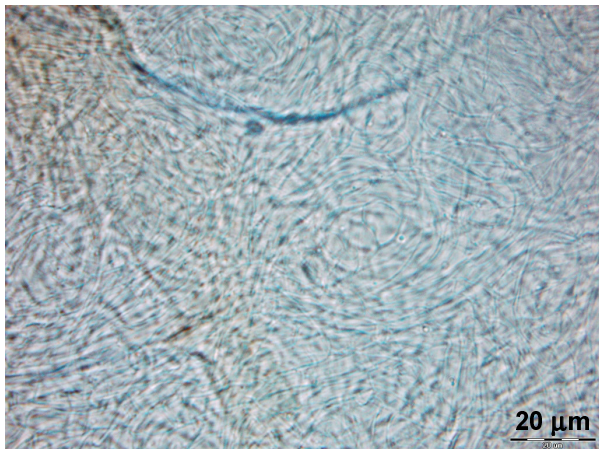
Fagus sylvatica

Nahajališče:

Rude Skov, Ravnsholte Skov in Kranzberg

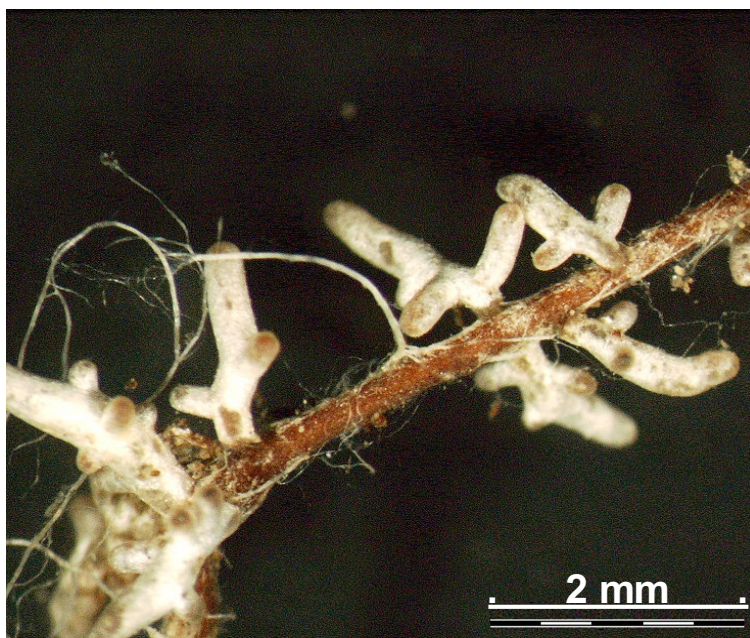
Opombe:

Tip ektomikorize ni pogost, razen na ploskvi Kranzberg, kjer je mogoča zamenjava z vrsto *X. badius* na smreki. V vzorcih, v katerih smo ga našli, je številčen. Vrsto smo potrdili tudi s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11, vzorci 3054, 3095, 3165 in drugi).



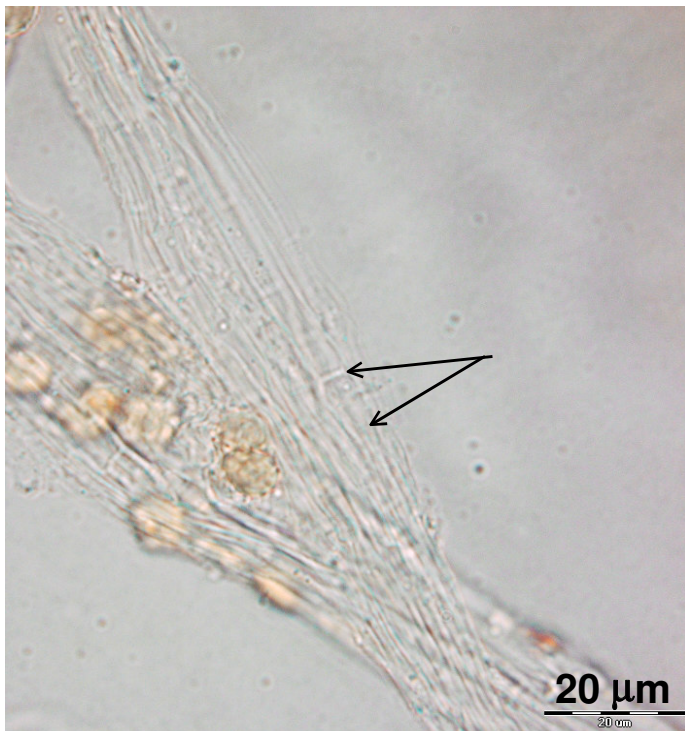
Slika 35: *Xerocomus chrysenteron*. Zunanje plasti plašča z značilno krožno urejenimi hifami.

Figure 35: *Xerocomus chrysenteron*. Outer mantle layers with roundish hyphal arrangement.



Slika 36: *Xerocomus chrysenteron*. Tip ektomikorize, 12.5 x povečava.

Figure 36: *Xerocomus chrysenteron*. Ectomycorrhiza, 12.5 x magnification.



Slika 37: *Xerocomus chrysenteron*. Rizomorf, puščica označuje odebeljeno centralno hifo.

Figure 37: *Xerocomus chrysenteron*. Rhizomorph, arrows indicate enlarged central hypha.

4.4.31 *Cortinarius* sp. 1

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno
Oblika:	ukriviljena do zvita
Površina:	kosmata
Dolžina:	do 3 mm
Obarvanost:	bela, bleščeča
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, tip B(C) plašča po Agerer (1987-2002)
---------------	--

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	hialine, z zaponkami
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov, Snežna jama in Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize smo našli redko, v vzorcih je bil številan.

Anatomske lastnosti tipa ektomikorize sovpadajo z nekaterimi tipi ektomikorize na bukvi (*C. bolaris*, *C. violaceus*). S primerjavo nukleotidnega zaporedja z bazo GenBank (preglednica 12) smo potrdili umestitev v rod *Cortinarius* (*Cortinarius* sp. 1).

4.4.32 *Cortinarius* sp. 2**Anatomija plašča:**

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ukriviljena
Površina:	bombažasta
Dolžina:	do 3 mm
Premeri osi:	glavna os 0.5 mm
Obarvanost:	oker do prosojno rjav, mestoma bleščeč bel
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, B tip po Agerer (1987-2002), hife septirane, opazili smo posamezne hife z zaponkami, hife brezbarvne, celična stena tanka
Notranji sloj:	plektenhimatski, celice tesno skupaj, celična stena brezbarvna

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, pojavljajo se po celotnem mikoriznem sistemu, septirane, septe z zaponkami, celična stena brezbarvna, ni odebeljena, premer 2 - 4 μ m
Rizomorfi:	nediferencirani, A tip po Agerer (1987-2002), premer hif 3 – 4 μ m
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH – ni reakcije

Partner:*Fagus sylvatica***Nahajališče:**

Ravnsholte Skov in Rajhenavski Rog

Opombe:

Tip ektomikorize je redek in maloštevilen. Določitev tipa ektomikorize do rodu smo potrdili s sekvenciranjem (preglednica 12).

4.4.33 *Laccaria* sp. 1**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ukriviljena do zvita
Površina:	zrnata
Dolžina:	do 2 mm
Premeri osi:	glavna os 0.25-0.35 mm
Obarvanost:	bela, starejši deli svetlo oker
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	prehodni tip med pseudoparenhimatskim in plektenhimatskim, celice nepravilnih oblik, tip H po Agerer (1987-2002)
Vmesni sloj:	plektenhimatski iz krajših hif, celične stene hif tanke, brezbarvne
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	redke, tanke, septirane, brez zaponk
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Snežna jama

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen. Na ploskvi Rajhenavski Rog je tip ektomikorize relativno pogost, na ploskvi Snežna jama smo ga našli le v enem vzorcu zemlje. Ni številen. Primerjava vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov kaže razvrščanje vzorcev med več vrst iz rodu *Laccaria* (priloga C in slika 11, vzorec 2221). Tip ektomikorize je podoben vrsti *Laccaria amethystina* (Agerer (1987-2002)) a ima drugačen tip plašča, vedno je brez vijoličastih odtenkov in največkrat bolj ukrivljen in zvit kot ektomikoriza vrste *L. amethystina*.



Slika 38: *Laccaria* sp. 1. Zunanje plasti plašča.

Figure 38; *Laccaria* sp. 1. Outer mantle layers.

4.4.34 *Lactarius* sp. 1**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	enostavno, monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna do ukrivljena
Površina:	gladka do zrnata
Dolžina:	do 20 mm
Premeri osi:	glavna os 0.3 – 0.5 mm, stranske osi 0.25 – 0.35 mm
Obarvanost:	oranžna do oranžno rjava, starejši deli rjavi
Obarvanost apeksa:	ista
Lateks:	ob ranitvi ga nismo opazili ali je bil prisoten le v manjših količinah pri mlajših mikoriznih koreninah, lateks bel
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

- Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z angularnimi celicami, P tip po Agerer (1987-2002), celične stene nekoliko odebeljene (od 0.25 μm)
- Notranji sloj: plektenhimatski, prisotni mlečni vodi, premer mlečnih vodov enak kot premer hife (2 – 4 μm)

Anatomija izhajajočih elementov:

- Hife: nismo opazili
- Rizomorfi: nismo opazili
- Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije z vsebino mlečnih vodov niti z vsebino celic plašča

Partner:

Abies alba

Nahajališče:

Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog

Opombe:

Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Tip ektomikorize je podoben vrsti *Lactarius subdulcis*, z manj izhajajočega lateksa ob poškodbi hifnega plašča, negativno reakcijo s sulfovanilinom v mlečnih vodih.

4.4.35 *Lactarius* sp. 2**Morfologija mikoriznega sistema:**

- Razraščanje: enostavno, monopodialno-pinatno
- Oblika: ravna
- Površina: gladka do zrnata
- Dolžina: do 5 mm
- Premeri osi: glavna in stranske osi 0.25 – 0.35(0.4) mm
- Obarvanost: svetlo oranžna do oker, starejši deli oranžnorjavi
- Obarvanost apeksa: svetlejša
- Lateks: na prerezu plašča izdaten, bel
- Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

- Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, na površini plašča tanke preplet hif, Q tip po Agerer (1987-2002), celice plašča brezbarvne, celična stena ni odebeljena, celice premer 10 - 14 μm
- Notranji sloj: plektenhimatski, prisotna dva tipa mlečnih vodov (hif) katerih vsebina se s sulfovanilinom barva vijolično, tanjši mlečni vodi s premerom 3 - 8 μm in debelejši, črvasto ukrivljeni mlečni vodi, ki so delno ali povsem brez sept, premer mlečnih vodov 9 - 12 μm

Anatomija izhajajočih elementov:

- Hife: nismo opazili
- Rizomorfi: nismo opazil
- Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – pozitivna reakcija, temnovijolično obarvanje vsebina - lateksa v obeh opaženih tipih mlečnih vodov

Partner:

Picea abies

Nahajališče: Kranzberg

Opombe: Redek tip ektomikorize, v posameznem vzorcu zemlje lahko v velikem številu. Opisana vrsta iz rodu *Lactarius* je po anatomskih znakih najbližje vrsti *Lactarius mitissimus*. Za potrditev določitve bomo morali pri tipu ektomikorize uporabiti tudi molekularni pristop pri določevanju.

4.4.36 *Lactarius* sp. 3

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno, monopodialno-pinatno
 Oblika: ravna
 Površina: gladka do zrnata
 Dolžina: do 5 mm
 Premeri osi: glavna os in stranske osi 0.25 – 0.35(0.4) mm
 Obarvanost: svetlo oranžna do oker, starejši deli oranžnorjavi
 Obarvanost apeksa: enaka ali svetlejša
 Lateks: na prerezu plašča izdaten, bel
 Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, na površini plašča tanek preplet hif, Q tip po Agerer (1987-2002), celice plašča brezbarvne, celična stena ni odebeljena premera, epidermoidne celice premer 10-14 µm
 Notranji sloj: plektenhimatski, pogosti mlečni vodi s premerom 3 - 8 µm, večjih debelejših, črvasto oblikovanih mlečnih vodov s premerom 9 - 12 µm, kakršne smo opazili pri tipu *Lactarius* sp. 2, tu nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazil
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – pozitivna reakcija vsebine mlečnih vodov

Partner: *Picea abies*

Nahajališče: Kranzberg

Opombe: Pogost tip ektomikorize, v posameznih vzorcih zemlje lahko v velikem številu. Tip ektomikorize *Lactarius* sp. 3 se od vrste *Lactarius* sp. 2 loči le po odsotnosti širokih mlečnih vodov. Za potrditev, da gre dejansko za dve različni vrsti glive v ektomikorizi, moramo opraviti še molekularne analize.

4.4.37 *Russula* sp. 1

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno, monopodialno
 Oblika: ravna do nagubana
 Površina: zrnata
 Dolžina: do 3 mm
 Premeri osi: glavna in stranske osi 0.25 - 0.45 mm
 Obarvanost: svetlo oker, brez rumenih peg

Obarvanost apeksa: ista ali malo svetlejša
Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z angularnimi celicami, na površini tanek preplet hif, P tip po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: rahel preplet hif na površini plašča
Rizomorfi: nismo opazili
Cistide: nismo opazili

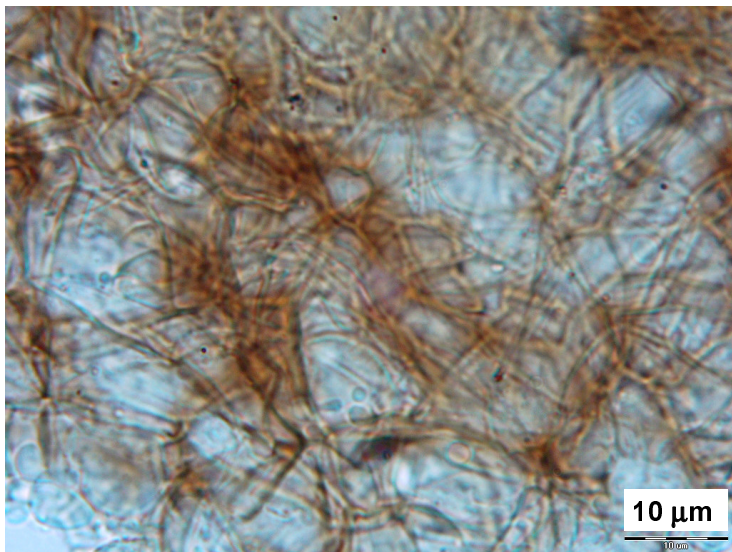
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen, našli smo ga le v enem vzorcu zemlje. Po anatomskih lastnostih je tip ektomikorize podoben vrstama *Russula ochroleuca* in *Russula mairei* a ne ustreza nobeni od vrst, saj nismo opazili rumenih peg niti celic na površini plašča, napolnjenih z lateksom. Vrsti je podoben tip *Russula* sp. 2.



Slika 39: *Russula* sp. 1. Zunanje plasti plašča. Stene celic prozorne do rahlo obarvane, rahlo odebeljene.

Figure 39. *Russula* sp.1. Outer mantle layers. Cell walls hyaline to slightly brownish with thicker walls.

4.4.38 *Russula* sp. 2

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno do piramidalno
Oblika: ravna
Površina: zrnata
Dolžina: do 1.5 mm
Premeri osi: glavna in stranske osi 0.4 – 0.3 mm

Obarvanost: svetlo oker, brez rumenih peg
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z angularnimi celicami, P tip po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner:

Fagus sylvatica

Nahajališče:

Rude Skov, Ravnsholte Skov

Opombe:

Tip ektomikorize je redek in maloštevilen, našli smo ga le v enem vzorcu zemlje. Po anatomskih lastnostih je tip ektomikorize podoben vrstama *Russula ochroleuca* in *Russula mairei*, a ne ustreza nobeni od vrst, saj nismo opazili rumenih peg niti celic na površini plašča, napolnjenih z lateksom. Vrsti je podoben tip *Russula* sp.1, pri katerem smo opazili tudi rahel preplet hif na površini, ki ga pri tipu ektomikorize *Russula* sp. 2 nismo opazili.

4.4.39 *Russula* sp. 3**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje: monopodialno, pinatno
 Oblika: ukrivljena
 Površina: zrnata
 Dolžina: do 2 mm
 Premeri osi: 0.2 – 0.3 mm
 Obarvanost: bela
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z angularnimi celicami, L tip po Agerer (1987-2002), celična stena hif plašča tanka, brez barve
 Notranji sloj: plektenhimatski, celice brez zaponk, tesno skupaj, hialine

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner:

Fagus sylvatica *Abies alba*

Nahajališče:

Ravnsholte Skov

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen. Našli smo le eno ektomikorizno korenino opisane vrste, zato nismo imeli dovolj materiala za podrobnejši opis in določitev z molekularnimi metodami. Vprašljiva je tudi določitev drevesnega partnerja.

4.4.40 *Russula* sp. 4

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialna-pinatno
 Oblika: ravna do rahlo ukrivljena
 Površina: gladka do zrnata
 Dolžina: do 2 mm
 Premeri osi: glavna os 0.25 - 0.35 mm, stranske osi 0.25 - 0.3 mm
 Obarvanost: svetlo oker, starejši deli oker rjavi
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z angularnimi celicami in prepletom hif na površini, P tip plašča po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, mlečnih vodov nismo opazili, celična stena hif ni odebeljena, celice tesno skupaj, mlečnih vodov nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: posamezne, redke, dolžina do 30 µm, septirane, septe brez zaponk
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

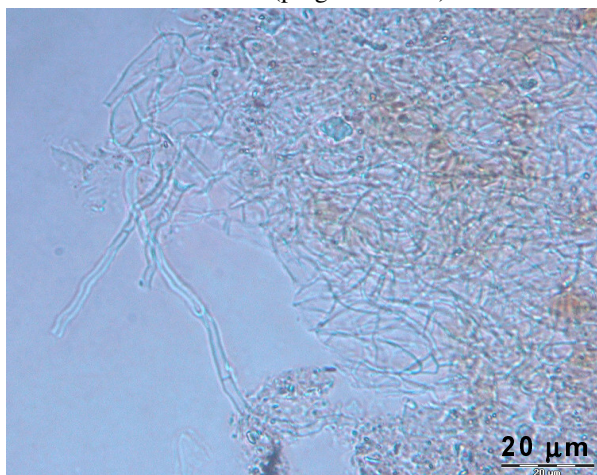
sulfovanilin – v celicah plašča ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe:

Redek in maloštevilen tip ektomikorize, tip ektomikorize smo našli le v enem vzorcu zemlje. Tip ektomikorize *Russula* sp. 4 je podoben tipu ektomikorize *Russula* sp. 9 (oba na jelki), a smo pri prvem opazili izhajajoče hife, kratki konci ektomikorize pa so lahko tudi ukrivljeni, ne le ravni kot pri vrsti *Russula* sp. 9. Primerjava restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov je kot najbližji zadetek pokazala trosnjake vrste *Russula subcompacta* (na smreki; priloga A) (priloga C in slika 11, vzorci 2275, 2279, 2337), analiza celotnega nukleotidnega zaporedja pa je potrdila le določitev tipa ektomikorize do rodu – *Russula* sp. (preglednica 12).



Slika 40: *Russula* sp. 4, zunanje plasti plašča in izhajajoče hife

Figure 40: *Russula* sp. 4, outer mantle layers and emanating hyphae

4.4.41 *Russula* sp. 5

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno, redkeje tudi monopodialno-piramidalno
Oblika:	ravna
Površina:	zrnata do granulirana
Dolžina:	do 15 mm
Premeri osi:	glavna os 0.5 – 0.7 mm, stranske osi 0.3 – 0.6 mm
Obarvanost:	svetlo oker, starejši deli rjavooker
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	psevdoparenhimatski, poligonalne, P tip po Agerer (1987-2002), celice z odebeljenimi celičnimi stenami (do 0.4 μm), celične stene brezbarvne do oker
Vmesni sloj:	celice tetra- do poligonalne, delno urejene v linijah vzdolž osi mikorizne korenine
Notranji sloj:	plektenhimatski, brez prepoznavnega vzorca, mlečnih vodov nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	nismo opazili
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

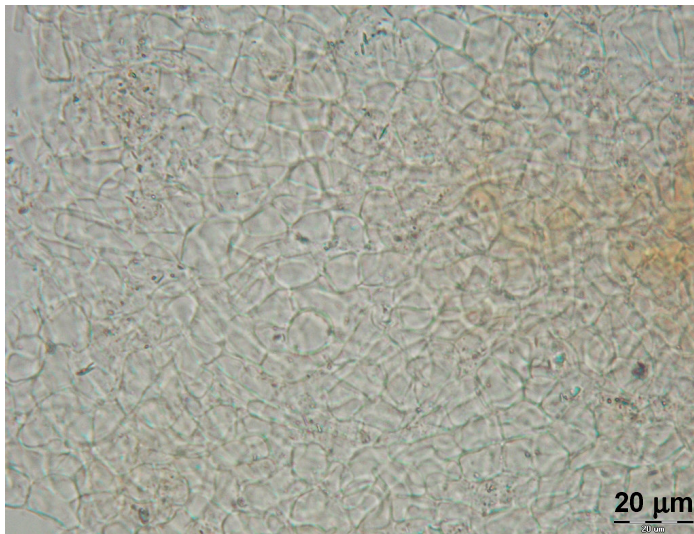
sulfovanilin – negativna reakcija

Partner:*Abies alba***Nahajališče:**

Snežna jama

Opombe:

Relativno pogost tip, pretežno na robu vrzeli, lahko številčen. Tip ektomikorize se po večini opisanih znakov ujema z ektomikorizo vrste *Russula* sp. 4, le da se tu pojavlja tudi piramidalno razraščanje, celoten ektomikorizen sistem z do 2x večjim premerom glavne in stranskih osi.

Slika 41: *Russula* sp. 5, zunanje plast plaščaFigure 41: *Russula* sp. 5, outer mantle layers**4.4.42 *Russula* sp. 6****Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	monopodialno
Oblika:	ravna do rahlo ukrivljena
Površina:	zrnata do mestoma kosmata
Dolžina:	do 10 mm
Premeri osi:	0.3 – 0.4 mm
Obarvanost:	bel, bleščeč, poškodovani deli plašča in starejši deli oker
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	psevdoparenhimatski z angularnimi celicami, P tip po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski, mlečnih vodov nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, septirane, septe v večini primerov z zaponkami, poavljata se dva tipa hif, ene s premerom 1-2 μm (morda saprofitske) in druge s premerom 1.5-4 μm , celične stene obeh tipov hif tanke, opazili smo anastomoze, kratke, odprte, tip a1 anastomoz po Agerer (1987-2002)
Rizomorfi:	nismo opazili

Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Abies alba* ali *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Kranzberg

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Tip ektomikorize vrste *Russula* sp. 6 je podoben vrsti *Russula* sp. 9, a brez mlečnim vodom podobnih struktur v notranjih plasteh plašča. Rastlinskega partnerja nismo uspeli z gotovostjo določiti.

4.4.43 *Russula* sp. 7

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno, monopodialno-pinatno
 Oblika: ravna
 Površina: zrnata, z delci substrata
 Dolžina: do 1.5 mm
 Premeri osi: glavna in stranske osi 0.2 – 0.3 mm
 Obarvanost: bela, starejši deli sivooker
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z epidermoidnimi celicami in rahlim prepletom hif na površini plašča, tip Q po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: redke, tanke (1.5 - 2.5 μ m), brezbarvne, celična stena tanka, septirane, septe brez zaponk
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – pozitivna reakcija posameznih celic v zunanjih plasteh plašča

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen, našli smo ga le v enem vzorcu zemlje. Anatomsko je tip ektomikorize podoben vrsti *Russula mairei*, z drugačnim tipom plašča (tip Q). Najverjetneje gre za golobico iz skupine *Emeticineae*.

4.4.44 *Russula* sp. 8

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: monopodialno-pinatno do monopodialno-piramidalno
 Oblika: ravna do ukrivljena
 Površina: zrnata

Dolžina: do 2.5 mm
 Premeri osi: glavna in stranske osi 0.2 – 0.3 mm
 Obarvanost: bela do svetlo oker
 Obarvanost apeksa: ista ali temnejša zaradi presevanja prevodnih elementov korenine
 Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski z angularnimi celicami, na površini tanek preplet hif, P tip po Agerer (1987-2002), posamezne celice polne lateksu podobne substance
 Notranji sloj: plektenhimatski, celice se ne barvajo v sulfovanilinu

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: posamezne, tanjše, septirane, septe z zaponkami, celične stene tanke, hialine
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – pozitivna reakcija lateksu podobne substance v posameznih angularnih celicah v zunanjih plasteh plašča

Partner: *Picea abies*

Nahajališče: Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize se v vzorcih zemlje pojavlja občasno, lahko v velikem številu. Opisani tip ektomikorize je podoben vrsti *Russula mairei* na bukvi. Na smreki ektomikorizo verjetno tvorijo druge vrste golobic iz skupine *Emeticinae*. Opisani tip ustreza golobicam iz omenjene skupine.

4.4.45 *Russula* sp. 9**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje: enostavno, monopodialno-pinatno
 Oblika: ravna
 Površina: zrnata
 Dolžina: do 1.5 mm
 Premeri osi: glavna in stranske osi do 0.5 mm
 Obarvanost: svetlo oker
 Obarvanost apeksa: ista
 Lateks: ob poškodbi hifnega plašča, malo, bel
 Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, z angularnimi celicami in prepletom hif na površini, P tip po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, opazili smo strukture – hife večjega premera, ki izgledajo kot mlečni vodi, njihov premer je do 8 µm, so razvejani, ostale hife notranjega sloja plašča imajo premer do 3 µm

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – v domnevnih mlečnih vodih in celicah plašča ni reakcije

Partner:

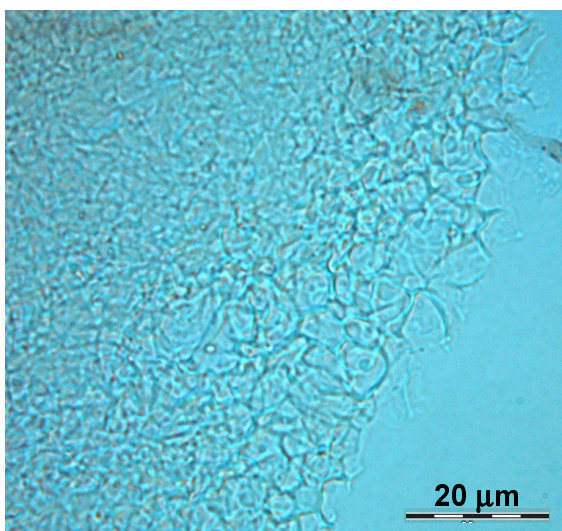
Abies alba

Nahajališče:

Rajhenavski Rog

Opombe:

Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Analiza nukleotidnega zaporedja ni dala jasnega zadetka v nukleotidni bazi podatkov in lahko sklepamo kvečemu na rod glive v ektomikorizi – *Russula*. Pri primerjavi restrikcijskega vzorca s PCR-RFLP bazo podatkov pa so se vsi vzorci tipa ektomikorize *Russula* sp. 9 na jelki razporedili blizu restrikcijskega vzorca trosnjaka z oznako RUSp./250802 (*Russula* sp.), z minimalnimi odstopanji restrikcijskih vzorcev (priloga C in slika 11, vzorca 2271 in 2324.



Slika 42: *Russula* sp. 9, zunanje plasti plašča

Figure 42: *Russula* sp. 9, outer mantle layers

4.4.46 *Tomentella* sp. 1**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	enostavno, monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	zrnata
Dolžina:	do 1.5 mm
Premeri osi:	0.2 – 0.3 mm
Obarvanost:	bela, starejši deli svetlo oker
Obarvanost apeksa:	ista ali rahlo temnejša
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski, M (Q) tip po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	posamezne, kratke (do 50 μm), septirane, septe z zaponkami, celična stena hif in septe niso odebeljene
-------	--

Rizomorfi: nismo opazili
Cistide: nismo opazili

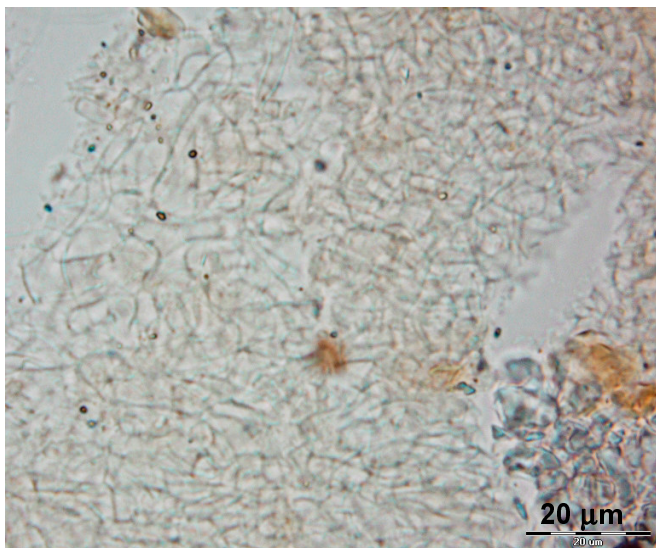
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – negativna reakcija

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Snežna jama

Opombe: Ektomikorizo smo našli le v enem vzorcu zemlje. PCR-RFLP analiza ni dala zadetkov (vzorec 2289, priloga C in slika 11), po sekvenciranju je nukleotidno zaporedje najbliže več vrstam iz rodu *Tomentella* (podatki niso prikazani).



Slika 43: *Tomentella* sp. 1, zunanje plasti plašča

Figure 43: *Tomentella* sp. 1, outer mantle layers

4.4.47 *Tomentella* sp. 2

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno, monopodialno-pinatno
Oblika: ravna
Površina: zrnata do granulirana
Dolžina: do 1.75 mm
Premeri osi: glavna in stranske osi 0.2 – 0.3 mm
Obarvanost: bela do svetlo oker, na posameznih delih rjavo vijolične pege (koreninske celice ne presevajo), starejši deli oker
Obarvanost apeksa: ista
Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: prehodni tip med pseudoparenhimatskim in plektenhimatskim, celice tankostene, brezbarvne, H tip po Agerer (1987-2002), celične stene brezbarvne, neodebeljene
Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: posamezne, brezbarvne, tankostene, septirane, septe z zaponkami
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije
 10 % KOH – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica* ali *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog in Snežna jama

Opombe: Redek tip ektomikorize, v posameznem vzorcu zemlje lahko v velikem številu. Ektomikoriza vrste *Tomentella* sp. 2 je anatomsko podobna vrsti *Tomentella* sp. 1, a nima prosojnega plašča, po celotni ektomikorizi se pojavljajo vijolične pege, različen je tudi zunanji sloj plašča. Od vrste *Laccaria amethystina* se loči po dimenzijah, obarvanju in organizaciji celic v zunanjih plasteh plašča.

4.4.48 *Tomentella* sp. 3**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje: enostavno, monopodialno
 Oblika: ravna do malo ukrivljena
 Površina: gladka
 Dolžina: do 1.5 mm
 Premeri osi: glavna in stranske osi 0.2 – 0.35 mm
 Obarvanost: bel, starejši deli sivooker
 Obarvanost apeksa: ista ali malo temnejši (presevanje koreninskih celic)
 Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski z epidemoidnimi celicami, tip M po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: redke, tanjše, brezbarvne, celična stena tanka, septirane, septe brez zaponk
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Redek tip ektomikorize, v vzorcu zemlje smo našli le posamezne ektomikorizne korenine. Tip ektomikorize *Tomentella* sp. 3 je podoben vrsti *Tomentella* sp. 1, razliki sta, da pri opisanem tipu jasno prosejajo koreninske celice skozi plašč hif in izhajajoče hife so vedno brez zaponk.

4.4.49 *Tricholoma* sp. 1**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje: enostavno, monopodialno

Oblika:	ukriviljena do zvita
Površina:	volnata
Dolžina:	do 5 mm
Premeri osi:	glavna in stranske osi 0.2 – 0.3 mm
Obarvanost:	bela, bleščeča
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, brez opaznega vzorca in brez želatinoznega matriksa, B tip po Agerer (1987-2002), hife z enostavnimi septami brez zaponk, anastomoze prisotne, A tip anastomoz po Agerer (1987-2002)
Vmesni sloj:	plektenhimatski, hife tesno skupaj z nekoliko odebeljeno celično steno, septe enostavne, opazili anastomoze tipa A
Notranji sloj:	plektenhimatski, celice tesno skupaj, celična stena brezbarvna, ni odebeljena, septe enostavne

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, premer 3 - 4.5 µm, celična stena debela, brezbarvna, septe z zaponkami
Rizomorfi:	pogosti, nediferencirani, hife premer 2.5 – 4 µm z debelejšo celično steno, neobarvane, A tip po Agerer (1987-2002)
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Ravnsbolte Skov, Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen, našli smo ga le v treh vzorcih zemlje. Po anatomskih lastnostih je tip ektomikorize podoben vrsti *Tricoloma sciodes* a je bolj ukrivljen in zvit. Glede na to lastnost bi lahko tip ektomikorize umestili tudi v rod *Cortinarius*.

4.4.50 *Tricholoma* sp. 2**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	monopodialno do piramidalno
Oblika:	ravna
Površina:	bombažasta
Dolžina:	do 5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.4 – 0.5 mm
Obarvanost:	bela, bleščeča
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, tip B po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski, celice tesno skupaj, celična stena brezbarvna

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, predvsem na razcepiščih stranskih osi, septirane, septe z zaponkami, celična stena brezbarvna, ni odebeljena, premer 3 µm
Rizomorfi:	nediferencirani, A tip po Agerer (1987-2002), neobarvane, premer hif 3 – 4 µm

Cistide: nismo opazili

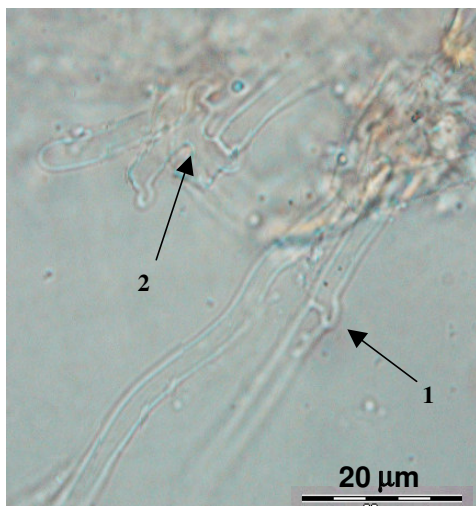
Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Rude Skov

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen, našli smo ga v dveh vzorcih zemlje. Po anatomskih lastnostih je tip ektomikorize podoben vrstami *Tricholoma sciodes*. Določitve zaradi pomanjkanja materiala nismo uspeli potrditi.



Slika 44: *Tricholoma* sp. 2. Izhajajoče hife z zaponkami (1) in tipom A anastomoze (2).

Figure 44: *Tricholoma* sp. 2. Emenating hyphae with clamp connections (1) and type A anastomosis (2)

4.4.51 Neznani tip na bukvi 1

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno
 Oblika: ravna
 Površina: kosmata
 Dolžina: do 1 mm
 Premeri osi: glavna in stranske osi 0.2 - 0.25 mm
 Obarvanost: bel, delno bleščeč, starejši deli oker
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife in rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, celice krožno urejene, večkrat razvejane, A tip plašča po Agerer (1987-2002), hife septirane, septe brez zaponk, želatinoznega matriksa nismo opazili
 Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: tanjše, septirane, septe z zaponkami, celična stena tanka, brezbarvna, anastomoze kratke, septirane (zaprte), septe z zaponkami, tipa a1 po Agerer (1987-2002)

Rizomorfi: diferencirani, gladki, prisotna centralna hifa, septa delno razgrajena, tip E po Agerer (1987-2002)
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

10 % KOH – ni reakcije

Partner: *Fagus sylvatica*

Nahajališče: Kranzberg

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Tip ektomikorize je podoben več vrstam iz rodu *Cortinarius*, ki tvorijo ektomikorizo z bukvijo. Za natančno opredelitev bi potrebovali več materiala in dodatne molekularne analize, predvsem sekvenciranje.

4.4.52 Neznani tip na jelki 1**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje: monopodialno-pinatno
 Oblika: ravna
 Površina: kosmata, bombažasta
 Dolžina: do 15 mm
 Premeri osi: 0.5 – 0.6 mm
 Obarvanost: bel, mestoma bleščeč
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, hife ne kažejo opaznega vzorca urejanja, B tip po Agerer (1987-2002)
 Notranji sloj: plektenhimatski, brez želatinoznega matriksa

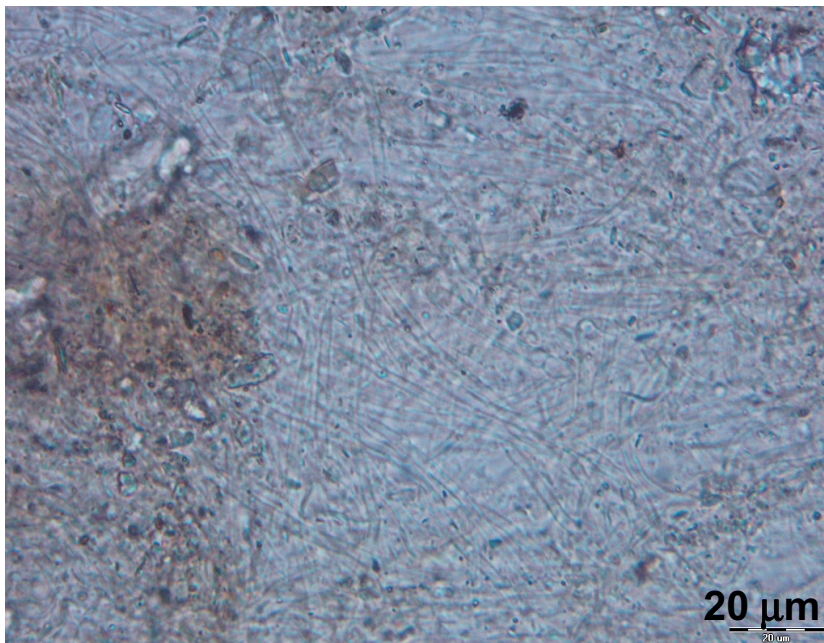
Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: pogoste, septirane, septe z zaponkami
 Rizomorfi: pogosti, tanjši, bleščeči, A tip po Agerer (1987-2002)
 Cistide: nismo opazili

Partner: *Abies alba*

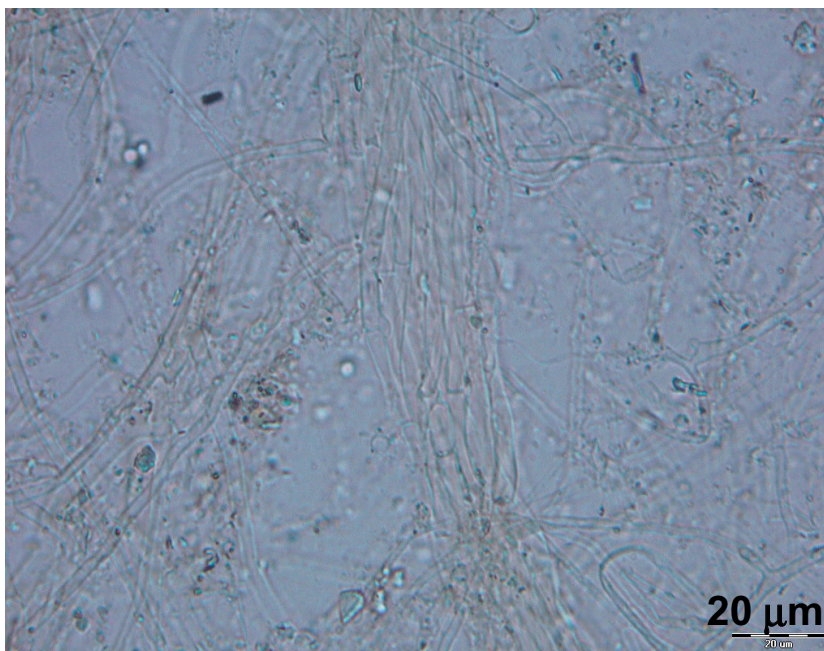
Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je redki in maloštevilni. Anatomsko je neznani tip ektomikorize podoben ektomikorizi vrste *Hydnum rufescens* na smreki (Agerer in sod. 1996). Primerljivi so tudi rizomorfi vendar pa v zunanjih plasteh plašča nismo opazili odebelitev, značilnih za rod *Hydnum*.



Slika 45a: Neznani tip ektomikorize na jelki 1, zunanje plasti plašča

Figure 45a: Unknown type of ectomycorrhizae on silver fir 1, outer mantle layers



Slika 45b: Neznani tip ektomikorize na jelki 1, izhajajoče hife, septirane, septe z zaponkami, rizomorf

Figure 45b: Unknown type of ectomycorrhizae in silver fir 1, emanating hyphae with clamp connections and rhizomorph

4.4.53 Neznani tip na jelki 2

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno
Oblika:	ukriviljena
Površina:	gladka
Dolžina:	do 2.5 mm
Premeri osi:	glavna os 0.45 - 0.55 mm
Obarvanost:	oranžna do oker
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski, z angularnimi celicami brez prepleta hif na površini plašča, L tip po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski, brez želatinoznega matriksa

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	nismo opazili
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

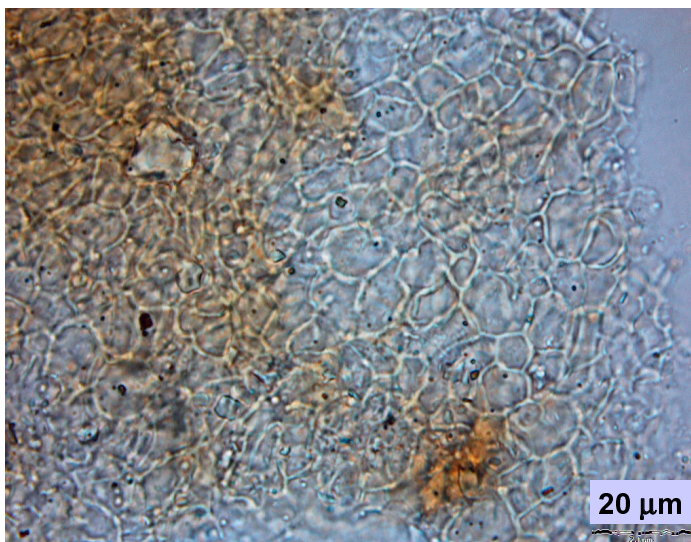
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen. Anatomo je neznani tip ektomikorize podoben vrsti *Russula mairei*, a je reakcija s sulfovanilinom negativna, nismo opazili niti mlečnih vodov, zato sklepamo, da gliva, ki tvori ektomikorizo, spada v rod *Russula*.



Slika 46: Neznani tip ektomikorize na jelki 2, zgornje plasti plašča

Figure 46: Unknown type of ectomycorrhizae on silver fir 2, outer mantle layers

4.4.54 Neznani tip na jelki 3

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	pinatno
Oblika:	ukravljen
Površina:	kosmata, bombažasta
Dolžina:	do 30 mm
Premeri osi:	glavna os 0.75 – 1.2 mm
Obarvanost:	bel, bleščeč
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, hife urejene brez posebnega vzorca, na posameznih mestih potekajo vzporedno z osjo mikorize, plašč tipa A po Agerer (1987-2002), premer hif 4 - 9 μ m
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, septirane, septe z zaponkami, premer hif 3 - 5 μ m
Rizomorfi:	tip A po Agerer (1987-2002), srednje debeli, bleščeči (zrak med hifami)
Cistide:	nismo opazili

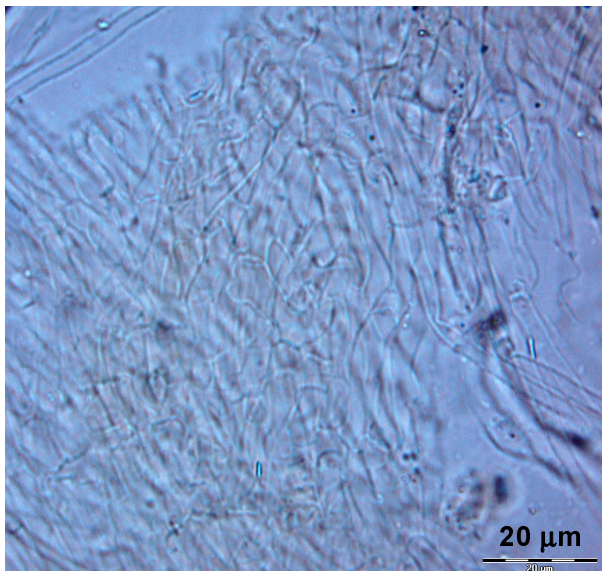
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije
10 % KOH – ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen. Neznani tip ektomikorize je po večini znakov identičen z neznanim tipom ektomikorize na jelki 1, vendar robustnejši.



Slika 47: Neznani tip ektomikorize na jelki 3, zunanje plasti plašča in posamezne izhajajoče hife

Figure 47: Unknown type of ectomycorrhizae on silver fir 3, outer mantle layers and some emanating hyphae

4.4.55 Neznani tip na jelki 4**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	kosmata, pogosto s prilepljenimi delci substrata
Dolžina:	do 2 mm
Premeri osi:	glavna os in stranske osi 0.2 - 0.3 μ m
Obarvanost:	oker, svetlejša, velik del mikorizne korenine s prilepljenimi delci substrata
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, hife potekajo vzporedno z osjo mikorizne korenine, B tip plašča po Agerer (1987-2002), celične stene neodebeljene,
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, brezbarvne, z veliko prilepljenega substrata
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Partner: *Abies alba***Nahajališče:** Rajhenavski Rog**Opombe:** Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Našli smo ga le v enem vzorcu zemlje.**4.4.56 Neznani tip na jelki 5****Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	monopodialno, pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	bombažasta, s prilepljenimi delci substrata
Dolžina:	do 1.7 mm
Premeri osi:	glavna os in stranske osi 0.3 – 0.4 mm
Obarvanost:	oker, posamezni deli beli-bleščeči, starejši deli temnejše oker
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, hife urejene brez prepoznavnega vzorca, C tip plašča po Agerer (1987-2002), med hifami smo opazili želatinozni matriks
Notranji sloj:	plektenhimatski, hife tesno skupaj

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, septirane, septe brez zaponk, celična stena ni odebeljena, brez barve, premer hif 1.5 - 3 μ m
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – negativna reakcija

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Tip ektomikorize je redek in maloštevilen. Po primerjavi restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov, se neznani tip na jelki 5 razporedi v grozd z vrsto *Thelephora palmata* (priloga C in slika 11). Z analizo nukleotidnega zaporedja smo lahko glede na nizek odstotek podobnosti z zaporedji iz baze GenBank vrsto glive v ektomikorizi umestili le v družino *Thelephoraceae* (preglednica 12).

4.4.57 Neznani tip na jelki 6

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno
 Oblika: ravna
 Površina: gladka, bleščeča
 Dolžina: do 1.5 mm
 Premeri osi: 0.2-0.25 µm
 Obarvanost: svetlo zelena do oker, starejši deli rjavozeleni
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: psevdoparenhimatski, s tankim prepletom hif na površini, Q tip po Agerer (1987-2002), celična stena hif ni odebeljena
 Notranji sloj: plektenhimatski, celice tesno skupaj

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: redko prisotne, septirane, septe brez zaponk, celična stena ni odebeljena, brezbarvna do rjava
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – negativna reakcija

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Za neznani tip ektomikorize na jelki 6 nismo dobili ujemanja restrikcijskih vzorcev iz PCR-RFLP baze podatkov, najbližje je bila vrsta *Thelephora anthrocephala* (priloga C in slika 11), čeprav z različnim PCR-RFLP vzorcem. Z analizo pomnoženega nukleotidnega zaporedja smo glede na nizek odstotek podobnosti z zaporedji iz baze podatkov (GenBank) vrsto glive v ektomikorizi uvrstili le v družino *Thelephoraceae*, čeprav je bil najboljši zadetek vrsta *Thelephora americana* (preglednica 12).

4.4.58 Neznani tip na jelki 7

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	enostavno, monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	zrnata do žametasta, z prilepljenimi delci substrata
Dolžina:	do 1.5 mm
Premeri osi:	glavna os in stranske osi 0.2 – 0.3 mm
Obarvanost:	svetlo oker, starejši deli rjavi
Obarvanost apeksa:	ista
Lateks:	na prerezu opazili malo belega mlečka
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z angularnimi celicami, ki jih prekriva preplet hif, Q tip po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski, mlečnih vodov nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	redko prisotne, septirane, septe brez zaponk, tanke, s premerom do 2 μ m
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

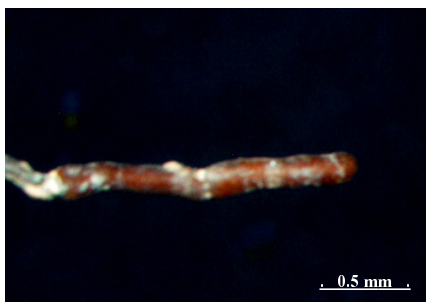
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Abies alba*

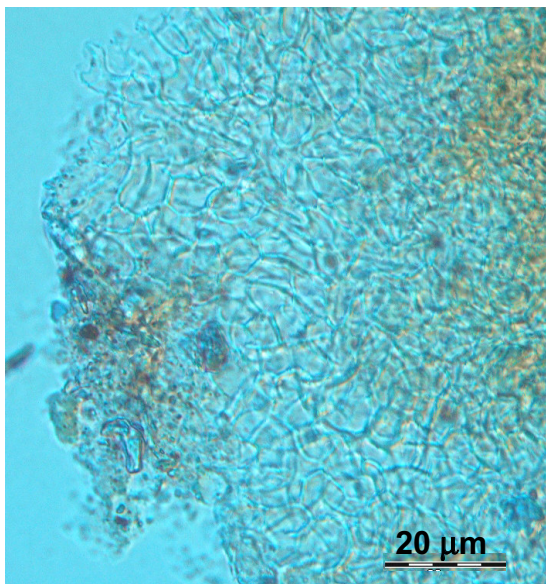
Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Po analizi PCR-RFLP vzorcev se tip ektomikorize razporedi najbližje vrsti *Lactarius rubrocinctus*, ki pa je opisan na bukvi. Anatomske lastnosti plašča neznanega tipa na jelki 7 so najbližje tipu ektomikorize, ki jo tvori *Lactarius subsericatus*.



Slika 48: Neznani tip na jelki 7

Figure 48: Unknown type of ectomycorrhizae on silver fir 7



Slika 49: Neznani tip na jelki 7, zunanje plasti plašča

Figure 49: Unknown type of ectomycorrhizae on silver fir 7. outer mantle layers

4.4.59 Neznani tip na jelki 8

Morfolologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	zakrivljena
Površina:	bombažasta
Dolžina:	do 5 mm
Premeri osi:	glavna os in stranske osi 0.2 - 0.3 mm
Obarvanost:	oker, mestoma bleščeč bel, hife temnorjave, starejši deli mikoriznega sistema rjavi
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	plektenhimatski, hife delno potekajo v smeri osi mikorizne korenine, B tip plašča po Agerer (1987-2002), želatinoznega matriksa nismo opazili
Notranji sloj:	plektenhimatski, hife se pogosto cepijo, celična stena tanka, brezbarvna

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, septirane, septe z zaponkami, celična stena tanka do rahlo odebeljena (na odebeljenih delih do 0.2 μm), brezbarvna do rdečerjava, premer hif 5 - 8 μm, hife tvorijo pogoste anastomoze, opazili smo dva različna tipa anastomoz po Agerer (1987-2002): kratke, odprte, brez septe z zaponko, tip a1 in daljše, zaprte s septo z zaponko, tip c1
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Redek, a v posameznih vzorcih zemlje številen. Primerjava nukleotidnega zaporedja z bazo podatkov je pokazala, da neznani tip ektomikorize spada v rod *Cortinarius*, primerjava s PCR-RFLP bazo podatkov pa skoraj popolno ujemanje z vzorcem iz rodu *Cortinarius* (CORsp./250801) (priloga C in slika 11). Ektomikoriza ima tudi nekatere znake mikorize *Inocybe* spp. in *Hebeloma*, s tem, da pri neznanem tipu ektomikorize na jelki 8 nismo opazili rizomorfov.

4.4.60 Neznani tip na jelki 9

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje: enostavno
 Oblika: ravna
 Površina: gladka do zrnata
 Dolžina: do 1 mm
 Premeri osi: 0.3 - 0.35 mm
 Obarvanost: bel do svetlo oker, ni bleščeč, starejši deli oker
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: prehodni tip plašča med pseudoparenhimatskin in plektenhimatskih, H tip po Agerer (1987-2002), v posameznih delih plašča so celice lahko povsem angularne (prehod v tip P po Agerer (1987-2002)). Med celicami smo opazili želatinozni matriks, celične stene tanke, neobarvane.

Notranji sloj: plektenhimatski, mlečnih vodov nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

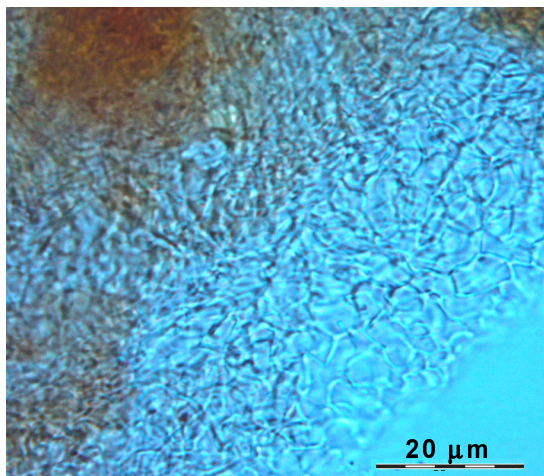
Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog, Snežna jama

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize. Primerjava restrikcijskih vzorcev s PCR-RFLP bazo podatkov ni dala zadetkov, primerjava celotnega nukleotidnega zaporedja z bazo GenBank pa le nizko ujemanje (92 %; priloga D) z nukleotidnim zaporedjem vrste *Clavulina cinerea* (preglednica 12). Največ, kar lahko sklepamo je, da je neznani tip ektomikorize na jelki 9 tudi gliva iz rodu *Clavulina*, ne moremo pa tudi izključiti morebitne sekundarne infekcije ektomikorize z omenjeno glivo.



Slika 50: Neznani tip na jelki 9, zunanje plasti plašča

Figure 50: Unknown type of ectomycorrhizae on silver fir 9, outer mantle layers

4.4.61 Neznani tip na jelki 10

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	kosmata, pogosto s prilepljenimi delci substrata
Dolžina:	do 3.5 mm
Premeri osi:	glavna os in stranske osi 0.25 - 0.35 μm
Obarvanost:	svetlo oker, mestoma bleščeča
Obarvanost apeksa:	ista ali temneje oker
Izhajajoči elementi:	hife, rizomorfi

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski, P tip po Agerer (1987-2002), celice tankostene, celična stena ni obravana
Notranji sloj:	plektenhimatski

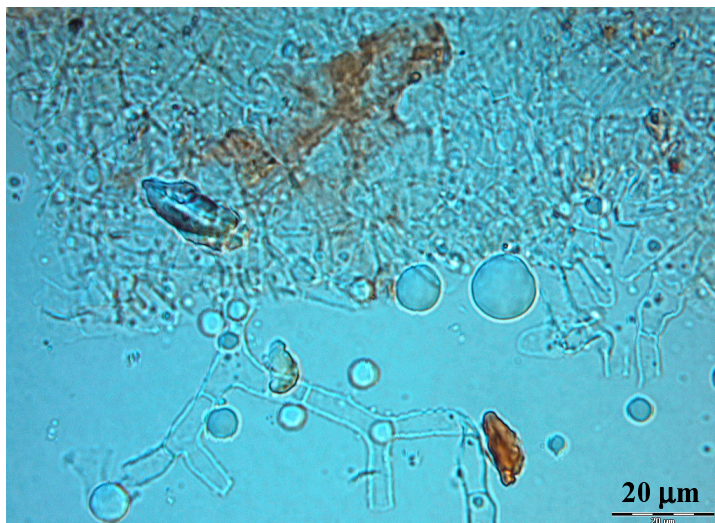
Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	pogoste, se pojavljajo enakomerno po celotnem mikoriznem sistemu, dva tipa hif, pogostejše septirane, septe z zaponkami, tanjše (do 2 μm), posamezno se pojavljajo krajše in debelejše (do 4 μm) hize, septirane, septe brez zaponk
Rizomorfi:	relativno pogosti, B tip rizomorfa po Agerer (1987-2002)
Cistide:	nismo opazili

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog

Opombe: Redek tip ektomikorize, najden le v enem vzorcu zemlje.



Slika 51: Neznani tip ektomikorize na jelki 10. Zunanje plasti plašča in izhajajoče hife (debelejše)

Figure 51: Unknown type of ectomycorrhiza on silver fir 10. Outer mantle layers and emanating hyphae (larger)

4.4.62 Neznani tip na jelki 11

Morfologija mikoriznega sistema:

Razraščanje:	monopodialno-pinatno do piramidalno
Oblika:	ravna
Površina:	zrnata
Dolžina:	do 7 mm
Premeri osi:	glavna os 0.3 - 0.4 mm, stranske osi 0.2 – 0.3 mm
Obarvanost:	temnorjava
Obarvanost apeksa:	oranžna
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	nismo opazili
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Snežna jama

Opombe:

Redek in maloštevilen tip ektomikorize, tip ektomikorize smo našli le v enem vzorcu zemlje in sicer na sredini cca leto in pol starega goloseka s premerom vrzeli 20 m. Tip ektomikorize je po morfoloških in anatomskih lastnostih podoben vrsti *Genea hispidula*, a ima svetlejške konce mikoriznih korenin, na preparatu plašča pa tudi nismo opazili cistid, značilnih za vrsto *Genea hispidula*.

4.4.63 Neznani tip na jelki 12**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ravna
Površina:	zrnata do granulirana
Dolžina:	do 4 mm
Premeri osi:	glavna os do 0.25 mm, stranske osi do 0.2 mm
Obarvanost:	oranžno rjav, starejši deli rjavi
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	nismo opazili

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski z epidermoidnimi celicami, z zvezdasto razporeditvijo na posameznih delih, M tip po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski, mlečnih vodov nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife:	redke, premer do 2 µm, septirane, septe brez zaponk
Rizomorfi:	nismo opazili
Cistide:	nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

sulfovanilin – ni reakcije

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Rajhenavski Rog, Snežna jama

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize, tip ektomikorize smo našli le v enem vzorcu zemlje in sicerna sredini cca leto in pol starega goloseka s premerom vrzeli 20 m. Tip ektomikorize je po morfoloških in anatomskih lastnostih podoben vrsti *Lactarius subdulcis*, s tanjšimi konci ektomikoriznih korenin. Zunanje plasti plašča podobne tipu G plašča po Agerer (1987-2002), a z manj izrazito zvezdasto razporejenimi celicami, celične stene tudi niso melanizirane (obarvane).

4.4.64 Neznani tip na jelki 13**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje:	monopodialno-pinatno
Oblika:	ukriviljena
Površina:	gladka, na nekaterih mestih kratko dlakava
Dolžina:	do 4 mm
Premeri osi:	glavna os 0.2 – 0.3 mm
Obarvanost:	oranžnooker - zlat
Obarvanost apeksa:	ista
Izhajajoči elementi:	cistide

Anatomija plašča:

Zunanji sloj:	pseudoparenhimatski iz epidermoidnih celic, tip Q po Agerer (1987-2002)
Notranji sloj:	plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: nismo opazili
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: septirane, septe brez zaponk, celice na bazi nekoliko širše, tip A po Agerer (1987-2002)

Partner: *Abies alba*

Nahajališče: Snežna jama

Opombe: Redek in maloštevilen tip ektomikorize, najden le v enem vzorcu zemlje. Molekularna analiza (PCR-RFLP) ni dala podobnosti z nobenim vzorcem iz baze.

4.4.64 Neznani tip na smreki 1**Morfologija mikoriznega sistema:**

Razraščanje: monopodialno-pinatno
 Oblika: ravna do ukrivljena
 Površina: kosmata
 Dolžina: do 2.5 mm
 Premeri osi: glavna os in stranske osi 0.2 – 0.35 mm
 Obarvanost: oker do siva
 Obarvanost apeksa: ista
 Izhajajoči elementi: hife

Anatomija plašča:

Zunanji sloj: plektenhimatski, hife nepravilno urejene, brez opaznega vzorca, B tip plašča po Agerer (1987-2002), hife v zunanjih plasteh plašča rahlo povezane, brez želatinoznega matriksa
 Notranji sloj: plektenhimatski

Anatomija izhajajočih elementov:

Hife: pogoste, septirane, septe z zaponkami, brezbarvne do svetlorjavo obarvana celična stena, celična stena neodebeljena
 Rizomorfi: nismo opazili
 Cistide: nismo opazili

Barvne reakcije z reagenti:

Partner: *Picea abies*

Nahajališče: Kranzberg

Opombe: Tip ektomikorize se pojavlja redko, v manjšem številu v vzorcih zemlje. Anatomske lastnosti plašča in izhajajočih elementov neznani tip ektomikorize 1 približa vrsti *Hebeloma sinapizans* na jelki. Podobna kombinacija nekaterih znakov je opisana tudi pri vrsti *Inocybe obscuroradia* na smreki. Za potrditev rodu in vrste bomo potrebovali podatke molekularne analize.

4.5 POPOLN OPIS TIPA EKTOMIKORIZE NA PRIMERU *ENTOLOMA NIDOROSUM* (FR.) QUÉL. X *FAGUS SYLVATICA* L.

***Entoloma nidorosum* (Fr.) Quél. x *Fagus sylvatica* L.**

Za ektomikorizo vrste *Entoloma nidorosum* na bukvi je značilen velik, nepravilno razvejan mikorizni sistem z ravnimi do ukrivljenimi mikoriznimi konci. Rizomorfi so nediferencirani, pogosti, a neenakomerno razporejeni po mikoriznem sistemu. Zunanje plasti plašča so plektenhimatske, hife imajo septe z zaponkami in so urejene vzporedno z osjo korenine. Zunanja plast je pogosto zlepljena z delci substrata, opazili smo tudi posamezne izhajajoče hife, vse premera od 4-7(9) μm ; hife v srednjih plasteh plašča so urejene tesneje skupaj s premerom (4)5 – 8(9) μm , notranje plasti plašča tvorijo snopi vzporednih hif s premerom (3)4 – 8 μm .

Morfologija mikoriznega sistema:

Mikorizni sistem:	nepravilno monopodialno-piramidalen, dolg 80 mm ali več
Glavna os:	premer 0.5 – 1.2 mm z 4 – 8(11) stranskih vej na 10 milimetrov glavne osi
Nerazvejani konci:	ravni do ukrivljeni, redko zviti, svetleče beli, starejši deli sivi, vršiček mikorizne korenine cilindričen do zašiljen, nerazvejani konci dolgi do 10 mm, premer 0.15 – 0.3 mm; površina mikoriznega sistema vidna, celice korteksa ne presevajo skozi plašč, mikoriza ni karbonizirajoča, izhajajoče hife redke, pretežno na mestih poškodb plašča
Rizomorfi:	pogosti, mesto izhajanja iz plašča jasno vidno, razporeditev vzdolž mikoriznega sistema ni specifična ali enakomerna, barva rizomorfov enaka kot barva plašča, rizomorfi v prečnem prerezu okrogli

Anatomija plašča v vzdolžnem pogledu:

Zunanje plasti plašča:	plektenhimatske, hife nepravilno urejene ali v vzporednih snopih, B tip plašča (po Agerer 1991, Agerer 1995, Agerer in Rambold 1996, 2004), hife z zaponkami, cilindrične, niso stisnjene, posamezne rahlo ampulaste na obeh straneh septe, premer 4 – 7(9) μm , dolžina 15 - 110 (150) μm , brez barve, gladke ali delno z prilepljenimi delci substrata, celična stena 0.2 – 0.5 μm , septa tako debela kot celična stena, matriks prisoten, a ni želatinozni.
Srednje plasti plašča:	plektenhimatske, na posameznih delih psevdoparenhimatske z nepravilno oblikovanimi celicami, ki vertikalno povezujejo različne plasti plašča, drugih vzorcev v srednjih plasteh plašča nismo opazili, celice brez barve, gladke, premer (4)5 – 8(9) μm , celice dolge 10 – 50(90) μm , celične stene in septe 0.2 – 0.5 μm debele
Notranje plasti plašča:	plektenhimatske, hife pretežno urejene v širokih snopih vzporednih, snopi vzporedni z osjo korenine. Najgloblje plasti mikorizne korenine pseudoparenhimatski. Celice v plektenhimatskih plasteh z zaponkami. brez barve, (3)4 – 8 μm v premeru, dolge 10 – 100 μm .

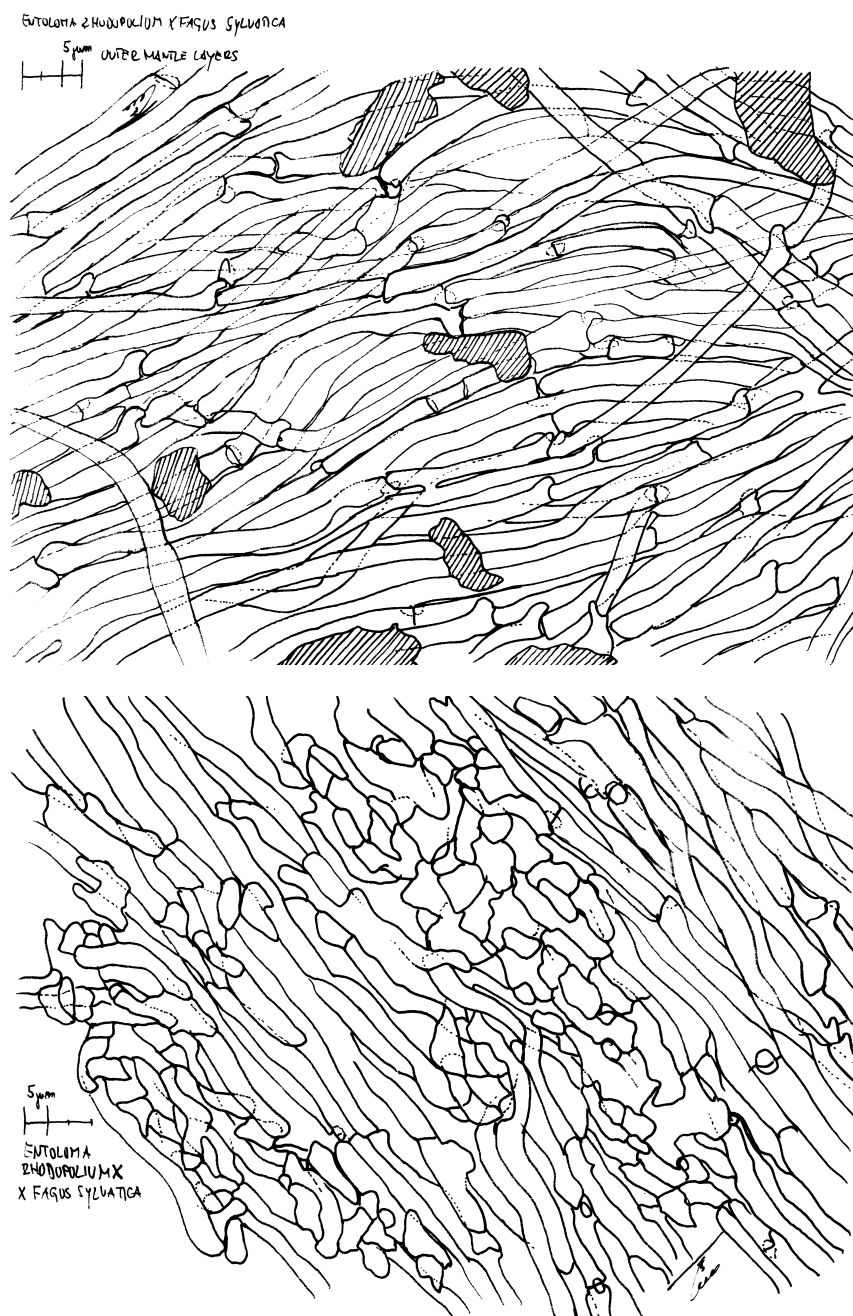
hife v nobeni plasti niso napolnjene z oljnimi kapljicami, rjavo vsebino ali iglam podobno vsebino, modrih granul ali kapljic izločenih pigmentov nismo opazili

Anatomija izhajajočih elementov:

- Rizomorfi:** nediferencirani, robovi gladki;
 hife urejene tesno skupaj, vse približno enakega premera, rizomorfi tip B (po Agerer 1991, Agerer 1995, Agerer in Rambold 1996);
 nodiji se pojavljajo kot enostavna razcepišča in smo jih redko opazili;
 osrednja hifa ni razširjena, premer centralne hife v rizomorfu 4 – 6 μm , celice dolge 25 – 100 μm , celične stene in septe debele 0.2 – 0.5 μm , brez barve;
 periferne hife niso specializirane, gladke ali z prilepljenimi delci substrata, brezbarvne ali z napolnjenim lumnom, premer perifernih hif 3 – 5(6) μm ;
 konci rizomorfov pogosto z veliko količino prilepljenih delcev substrata
- Izhajajoče hife:** nismo opazili oziroma se pojavljajo kot hife zgornjih plasti plašča na mestih poškodb plašča in lomov ektomikorizne korenine
- Cistide:** nismo opazili

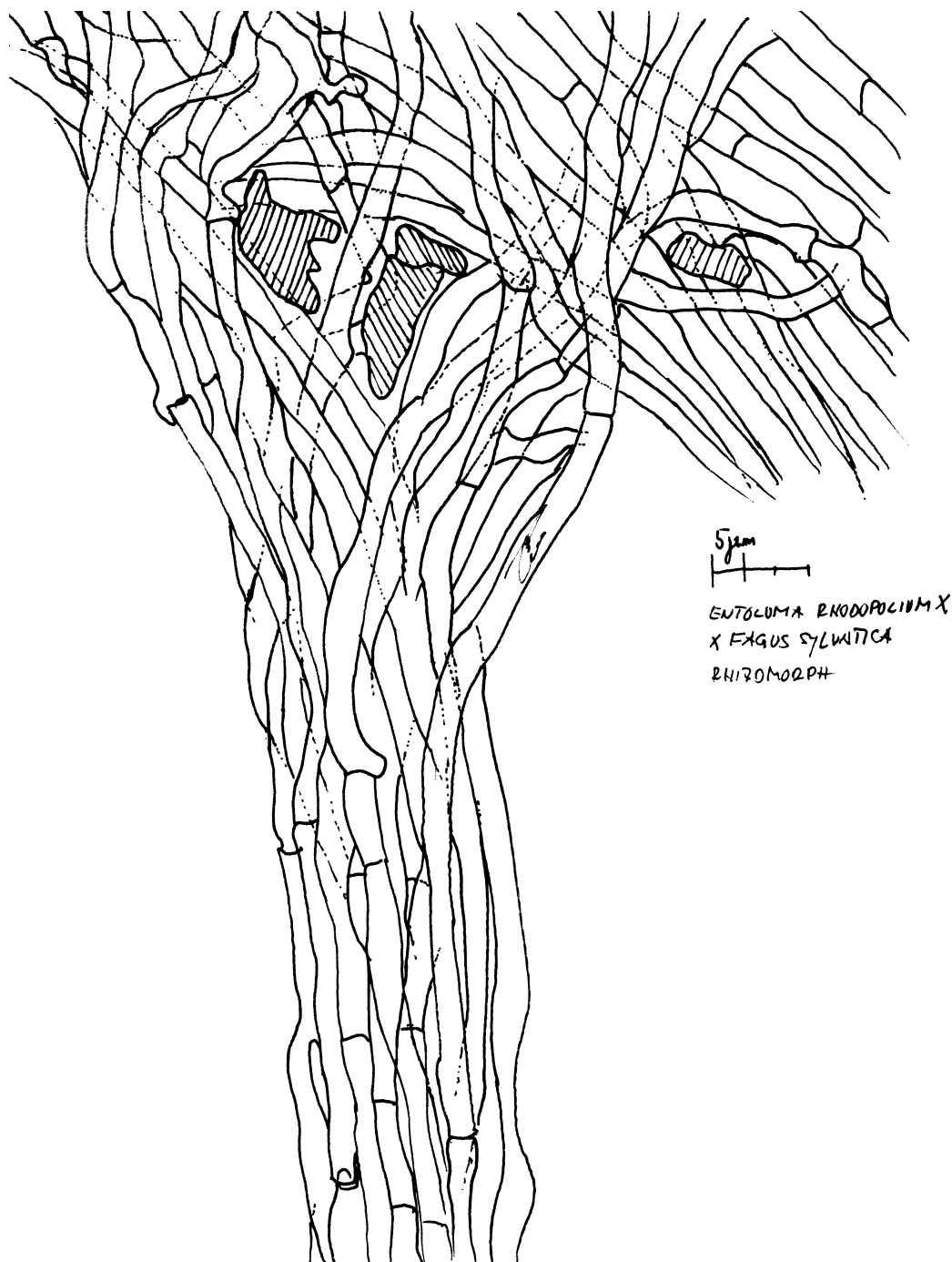
Barvne reakcije z reagenti:

- anilin – ni reakcije
- astral modro – hife z zaponkami – modro, hife askomicetnih saprofitov – temno vijolično, rastlinske celice – svetlo vijolično
- cotton modro – zelenkasto modra reakcija
- cotton modro v mlečni kislini – zelenkasto siva reakcija
- železov (II) sulfat – ni reakcije
- 10 % KOH – ni reakcije
- mlečna kislina – ni reakcije
- Melzerjev reagent – ni reakcije ali mestoma rahlo dekstrinoidna
- fenol alanin – šibko sivozeleno obarvanje
- safranin – rdeče obarvanje, oljnih kapljic nismo opazili
- sudan III – ni reakcije
- sulfovanilin – ni reakcije
- toluidin modro O (1 %) – celične stene vijolično obarvanje



Slika 52: *Entoloma nidorosum* na bukvi. Zunanje plasti plašča, plektenhimatski, z delci (zgoraj) in notranje plasti plašča, plektenhimatski, s spremenjenimi celicami, ki so v neposrednem stiku s koreninskimi celicami (spodaj).

Figure 52: *Entoloma nidorosum* on beech. Outem mantle layers, plectenchimateous with glued soil particles (top) and inner most mantle layers, plectenchimateous with modified cells in a direct contact with root tissue. (bottom)



Slika 53: *Entoloma nidorosum* na bukvi – rizomorf, s prilepljenimi delci substrata na bazi rizomorfa.

Figure 53: *Entoloma nidorosum* ectomycorrhizae on beech – emanating rhizomorph with glued soil particles

4.6 POJAVLJANJE TIPOV EKTOMIKORIZE NA POSAMEZNIH RAZISKOVALNIH PLOSKVAH IN REZULTATI STATISTIČNIH IZRAČUNOV

V vseh analiziranih vzorcih skupaj smo prešteli 105331 kratkih korenin, od tega 17705 vitalnih ektomikoriznih korenin v 50 vzorcih zemlje (skupaj 13700ml vzorcev zemlje), vključenih v študijo vpliva male sestoje vrzeli na pojavljanje ektomikorize, in 21180 vitalnih ektomikoriznih korenin v 45 vzorcih zemlje (skupaj 12330 ml vzorcev zemlje) v študiji vpliva povišane koncentracije ozona na bukev.

Na vseh študiranih ploskvah smo na bukvi v ektomikorizi našli vrste *Cenococcum geophilum*, *Laccaria amethystina*, *Lactarius pallidus* in *Russula ochroleuca*. Večino (39) tipov ektomikorize smo našli le na eni od ploskev. Med slednjimi je tudi večina tipov ektomikorize, ki jih nismo uspeli določiti do rodu ali vrste in predstavljajo vrste, ki tvorijo ektomikorizo z drugimi drevesnimi vrstami, ki so se pojavljale na ploskvah.

4.6.1 Pojavljanje tipov ektomikorize, starih in nemikoriznih korenin na posamezni ploskvi v transektu preko vrzeli in izračunani indeksi za karakterizacijo posameznega vzorca

Rezultati pojavljanja trosnjakov ektomikoriznih vrst gliv kažejo na spremembe v pojavljanju med sestojem in manjšo sestojno vrzeljo na štirih ploskvah. Na istih lokacijah smo v transektu preko vrzeli odvezemali vzorce zemlje za analizo tipov ektomikorize. Vzorčenje v dveh zaporednih letih na isti ploskvi (Rude Skov – preglednica 13, priloga F) je pokazalo predvsem razlike v številu najdenih prevladujočih tipov ektomikorize in le manjše razlike v vrstni sestavi. Na isti ploskvi, kot tudi na ploskvi Ravnsbolte Skov, nismo ugotovili statistično značilnih razlik med ugotavljanimi parametri in izračunanimi indeksi pestrosti med vzorci, odvzetimi v vrzeli in v sestoji, kar kaže, da je naravna regeneracija in prisotnost dreves na robu vrzeli povsem izničila efekt vrzeli na pojavljanje tipov ektomikorize. Efekt vrzeli na pojavljanje ektomikorize smo dokazali na ploskvi Rajhenavski Rog (preglednica 13 in priloga F). Največje število opaženih vrst v vzorcu zemlje (12) smo našli na ploskvi Rajhenavski Rog, kjer se med vrzeljo in sestojem statistično značilno razlikujejo vrednosti za število tipov, stare in nemikorizne korenine ter vrednosti za bogastvo vrst in Shannon-Weaverjev indeks pestrosti. Na raziskovalni ploskvi Rajhenavski Rog tudi največ vrst, ki se pojavljajo izključno v vrzeli ali izključno v sestoji (preglednica 15). Drugi parametri se med sestojem in vrzeljo ne razlikujejo značilno. Na ploskvi Snežna jama značilnih razlik nismo opazili le pri izenačenosti, uravnoteženosti in Berger-Parkerjevem indeksu. Vrstna pestrost na ploskvah brez naravne regeneracije (novonastale vrzeli) je nižja kot na ploskvah z naravno regeneracijo. Največjo vrstno pestrost smo opazili na ploskvi v pragozdnem rezervatu.

Preglednica 13: Podatki o številu tipov ektomikorize, vitalnih in starih ektomikoriznih korenin in kratkih korenin ter preračunani indeksi za opis razlik pestrosti ektomikorize med sestojem (vzorci 1, 2, 9 in 10) in vrzeljo (vzorci 3-8) za ploskve Rude Skov, Ravnsolte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama.

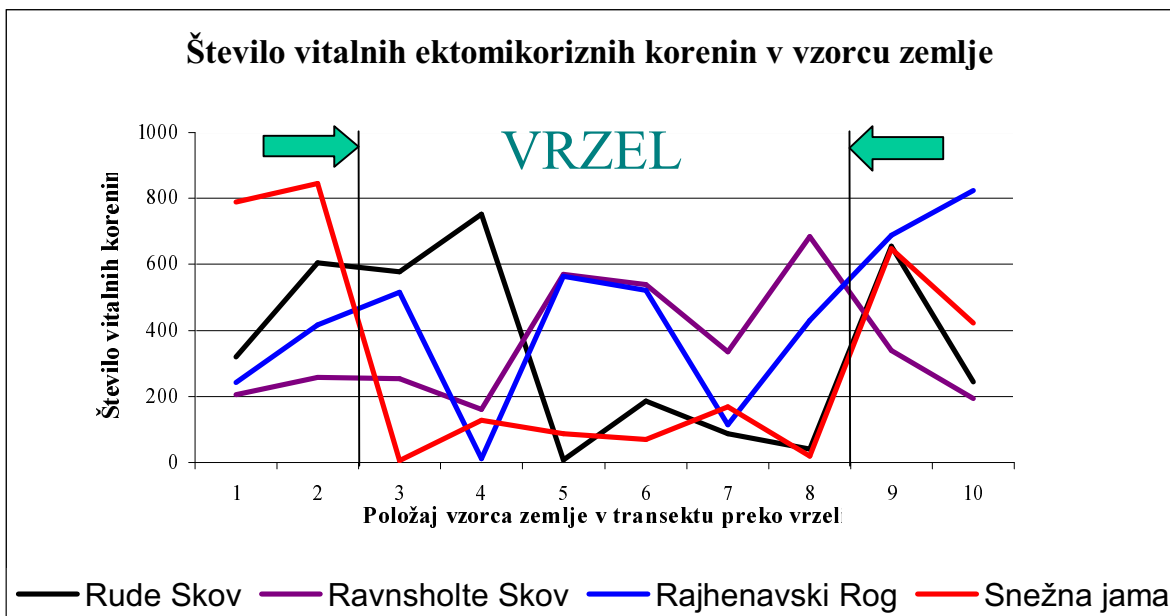
Table 13: Data for number of types of ectomycorrhizae, number of vital and old ectomycorrhizal and old root tips with calculated diversity indices and comparison between closed canopy (soil samples 1, 2, 9 and 10) and canopy gap (samples 3-8) for plots Rude Skov, Ravnsolte Skov, Rajhenavski Rog and Snežna jama.

Snežna jama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
** število tipov ektomikorize	5	5	1	3	4	4	1	2	9	11
** vitalne mikorizne korenine	788	844	6	128	88	70	169	19	647	425
** stare in nemikorizne korenine	1717	1441	1067	1156	735	562	315	208	1834	1629
** skupaj vseh korenin	2505	2285	1073	1284	823	632	484	227	2481	2054
** delež mikoriznih korenin	31.5	36.9	0.56	9.97	10.7	11.1	34.9	8.37	26.1	20.7
** bogastvo vrst (d)	0.60	0.59	0.00	0.41	0.67	0.71	0.00	0.34	1.24	1.65
* Shannon-Weaverjev indeks	1.02	0.78	0.00	0.94	1.06	1.13	0.00	0.21	1.75	1.45
Izenačenost (J)	0.15	0.12	0.00	0.19	0.24	0.27	0.00	0.07	0.27	0.24
Uravnoveženost (e)	1.46	1.12	/	1.96	1.77	1.87	/	0.68	1.83	1.40
Berger-Parkerjev indeks	0.40	0.28	0.00	0.42	0.50	0.46	0.00	0.05	0.58	0.56
Rajhenavski Rog	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
** število tipov ektomikorize	9	12	5	2	7	8	2	6	10	12
vitalne mikorizne korenine	243	417	515	11	563	521	114	431	688	823
** stare in nemikorizne korenine	938	1218	849	274	895	1150	451	635	1144	1296
* skupaj vseh korenin	1181	1635	1364	285	1458	1671	565	1066	1832	2119
delež mikoriznih korenin	20.6	25.5	37.8	3.9	38.6	31.2	20.2	40.4	37.6	38.8
** bogastvo vrst (d)	1.46	1.82	0.64	0.42	0.95	1.12	0.21	0.82	1.38	1.64
* Shannon-Weaverjev indeks	1.34	2.28	1.19	0.59	1.50	1.62	0.17	1.55	1.40	2.15
Izenačenost (J)	0.24	0.38	0.19	0.24	0.24	0.26	0.04	0.26	0.21	0.32
Uravnoveženost (e)	1.40	2.11	1.71	1.94	1.77	1.79	0.57	2.00	1.40	2.00
Berger-Parkerjev indeks	0.59	0.78	0.47	0.27	0.66	0.62	0.12	0.68	0.39	0.74
Rude Skov	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
število tipov ektomikorize	9	5	4	6	2	4	2	5	4	3
vitalne mikorizne korenine	319	605	578	751	8	187	88	41	655	244
stare in nemikorizne korenine	387	1529	592	1703	205	1040	371	709	862	1003
skupaj vseh korenin	625	2075	1150	2438	160	1092	311	412	1478	1169
delež mikoriznih korenin	51.0	29.2	50.3	30.8	5.0	17.1	28.3	10.0	44.3	20.9
bogastvo vrst (d)	1.39	0.62	0.47	0.76	0.48	0.57	0.22	1.08	0.46	0.36
Shannon-Weaverjev indeks	1.59	1.04	1.27	1.28	0.56	1.14	0.15	1.37	0.98	0.61
Izenačenost (J)	0.28	0.16	0.2	0.19	0.27	0.22	0.03	0.37	0.15	0.11
Uravnoveženost (e)	1.66	1.48	2.1	1.64	1.87	1.89	0.49	1.95	1.62	1.28
Berger-Parkerjev indeks	0.58	0.48	0.58	0.52	0.25	0.49	0.03	0.63	0.39	0.19
Ravnsolte Skov	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
število tipov ektomikorize	5	3	4	5	3	4	5	5	4	5
vitalne mikorizne korenine	205	257	253	161	569	539	336	685	339	194
stare in nemikorizne korenine	522	1581	414	347	2743	1433	1460	964	1010	802
skupaj vseh korenin	727	1838	667	508	3312	1972	1796	1649	1349	996
delež mikoriznih korenin	28.2	14.0	37.9	31.7	17.2	27.3	18.7	41.5	25.1	19.5
bogastvo vrst (d)	0.75	0.36	0.54	0.79	0.32	0.48	0.69	0.61	0.51	0.76
Shannon-Weaverjev indeks	0.66	0.87	1.37	0.87	0.87	0.96	1.31	0.65	1.37	0.95
Izenačenost (J)	0.12	0.16	0.25	0.17	0.14	0.15	0.23	0.1	0.24	0.18
Uravnoveženost (e)	0.94	1.82	2.28	1.24	1.82	1.6	1.88	0.93	2.27	1.36
Berger-Parkerjev indeks	0.17	0.33	0.71	0.25	0.3	0.32	0.49	0.18	0.5	0.46

Legenda: ** označuje parametre, ki se statistično značilno razlikujejo med vrzeljo in sestojem po Studentovem T-testu pri $p < 0.05$, * označuje parametre, ki se statistično značilno razlikujejo med vrzeljo in sestojem po Studentovem T-testu pri $p < 0.1$.

Legend: ** - parameter is significantly different between gap and canopy after Student's T-Test ($p < 0.05$), * - parameter is significantly different between gap and canopy after Student's T-Test ($p < 0.1$),

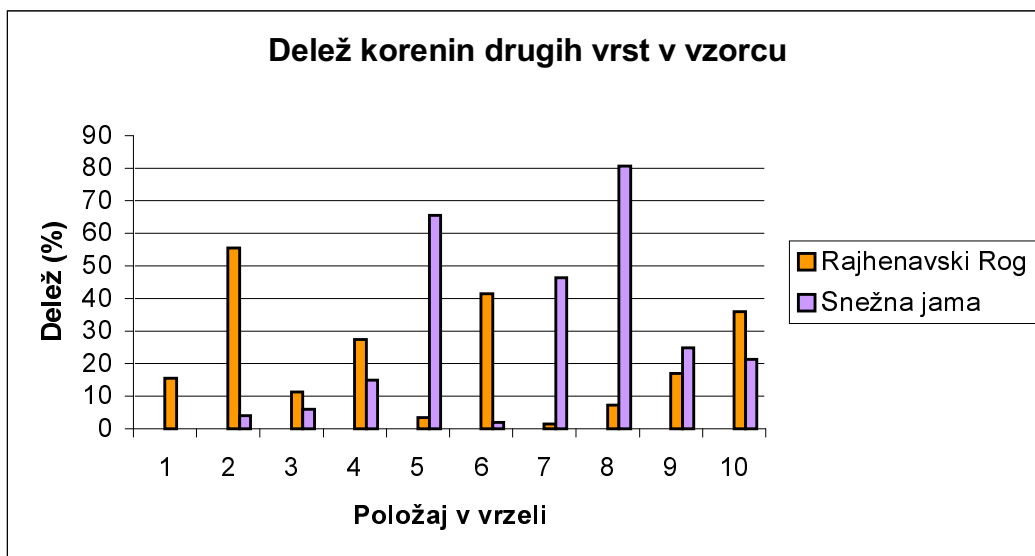
Število vitalnih ektomikoriznih korenin je preko celotne vrzeli nizko le na ploskvi Snežna jama, kjer so razlike med sestojem in vrzeljo tudi statistično značilne (preglednica 13). Na drugih ploskvah je število zelo različno med posameznimi vzorci zemlje in kvečemu nakazuje trend zmanjševanja števila vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcih nabranih v vrzeli.



Slika 54: Število vitalnih ektomikoriznih korenin, prikazano glede na položaj odvzetega vzorca v vrzeli.

Figure 54: Number of vital ectomycorrhizal root tips in relation to position of the soil sample in a transect line through canopy gap.

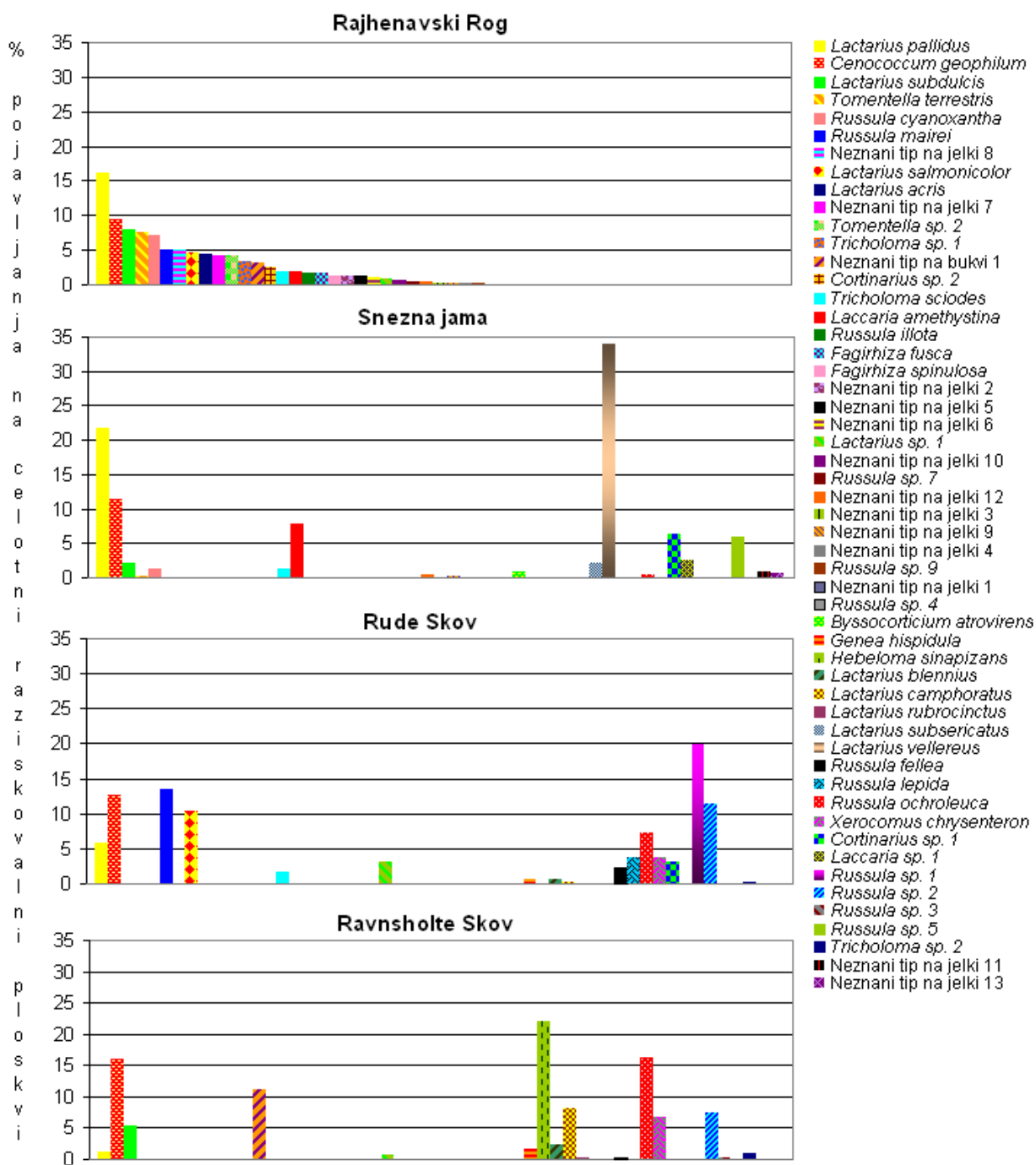
Delež korenin, ki smo jih poleg korenin bukve našli v analiziranih vzorcih, je v prvi vrsti odvisen od prisotnosti drugih rastlinskih vrst na raziskovalnih ploskvah. V vzorcih zemlje iz Rajhenavskega Roga in Snežne jame v vzorcih pojavljajo tudi korenine drugih ektomikoriznih vrst drevja (jelke), lahko v do 80 % vseh korenin (Snežna jama, vzorec 8) (slika 55). V vzorcih z danskih ploskev smo našli le korenine bukve.



Slika 55: Delež korenin drugih vrst v vzorcih, prikazanih v transektu preko ploskve za ploskvi Rajhenavski Rog in Snežna jama.

Figure 55: Percentage of vital short roots belonging to other tree species than beech shown in a transect line through plots Rajhenavski Rog and Snežna jama.

Med številčnejšimi tipi ektomikorize na ploskvah v Sloveniji se pojavljajo glive iz rodu *Lactarius*. Na ploskvi Snežna jama vrsta *Lactarius vellereus* predstavlja več kot 35% vsah najdenih ektomikoriznih korenin na ploskvi. Na danskih ploskvah se kot dominantne vrste pojavljajo glive iz rodu *Russula*. Edini tip ektomikorize, ki se na vseh štirih raziskovalnih ploskvah pojavlja pogosto, je *Cenococcun geophilum*, za katerega smo po posameznih ploskvah ugotovili delež med 9.5 % (Rajhenavski Rog) in 16 % (Ravnsholte Skov). Številni tipi ektomikorize, predvsem na ploskvah v naravnem gozdu (Rajhenavski Rog in Snežna jama), se pojavljajo v majhnem deležu (< 1 %) in tako bistveno doprinesejo k vrstni pestrosti ektomikoriznih gliv na ploskvah (slika 56).



Slika 56: Tipi ektomikorize v vseh vzorcih zemlje in njihovi deleži pojavljanja na raziskovalnih ploskvah Rajhevanski Rog, Snežna jama, Rude Skov in Ravnscholte Skov.

Figure 56: Types of ectomycorrhizae and their share in all soil samples from Rajhevanski Rog, Snežna jama, Rude Skov and Ravnscholte Skov research plots.

4.6.2 Primerjava pojavljanja ektomikorize med ploskvami

Število tipov ektomikorize askomicet se med ploskvami bistveno ne razlikuje, medtem ko je število tipov bazidiomicet večje na bolj ohranjenih ploskvah Rajhenavski Rog, Rude Skov in Snežna jama – vzorci iz sestoja. Na vseh ploskvah je delež vitalnih ektomikoriznih korenin na bukvi glede na vse vitalne ektomikorizne korenine v vzorcu visok, tudi na ploskvah, kjer se v sestoji bukev pojavlja skupaj z jelko. Delež vitalnih ektomikoriznih korenin vrst, ki smo jih našli le v vrzeli, je najmanjši na ploskvi Snežna jama in na ploskvi Ravnscholte Skov, kar kaže na relativno pozen nastanek vrzeli in popolno odsotnost ali le manjšo prisotnost naravne regeneracije (preglednica 14).

Preglednica 14: Prikaz nekaterih razmerij za opis in primerjavo populacije tipov ektomikorize za ploskve Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama.

Table 14: Some calculated relationships for comparison of ectomycorrhizal populations at Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog and Snežna jama research plots.

PLOSKEV	RUDE SKOV	RAVNSHOLTE SKOV	RAJHEN. ROG	SNEŽNA JAMA
Razmerje števila tipov ektomikorize (askomicete : bazidiomicete)	2:13	2:14	2:32	3:18
Razmerje števila ektomikoriznih korenin (askomicete : bazidiomicete)	0.15	0.21	0.07	0.14
Razmerje števila vitalnih tipov ektomikorize na bukvi glede na število vitalnih ektomikoriznih korenin na drugih vrstah	16:0	15:0	17:17	11:10
Delež vitalnih ektomikoriznih korenin na bukvi glede na vse vitalne ektomikorizne korenine v vzorcu	100 %	100 %	72.7 %	81.2 %
Delež vrst, ki smo jih našli v vrzeli / v sestoji	8/16 (50%)	6/18 (33%)	17/34 (50%)	4/21 (19%)

Število vrst, ki smo jih našli izključno v vzorcih zemlje odvzetih v sklenjenem sestoju, je večje kot število vrst, ki smo jih našli izključno v vzorcih zemlje, odvzetih v vrzeli. V vzorcih iz vrzeli se več vrst pojavlja na ploskvah z naravno regeneracijo (Rude Skov, Rajhenavski Rog), medtem ko je na novonastalih vrzelih število izključnih vrst nižje (Ravnsholte Skov). Na ploskvi Snežna jama in Rajhenavski Rog opazimo, da se izključno v vrzeli pojavlja več tipov ektomikorize, ki smo jih našli na jelki (preglednica 15).

Preglednica 15: Prikaz vrst ektomikoriznih gliv, ki smo jih našli kot tipe ektomikorize v vzorcih zemlje in se na posamezni ploskvi pojavljajo izključno v vzorcih iz vrzeli ali v vzorcih iz sestoja.

Table 15: Types of ectomycorrhizae identified only in soil samples collected in canopy gap (Vrzel) or only samples collected from the closed canopy area (Sestoj).

Ploskev	Vrzel	Sestoj
Rude Skov 2001		• <i>Genea hispidula</i> • <i>Lactarius blennius</i> • <i>Lactarius camphoratus</i> • <i>Russula lepida</i> • <i>Russula mairei</i> • <i>Russula</i> sp. 1 • <i>Tricholoma</i> sp.1
Ravnsholte Skov	• <i>Tomentella</i> sp. 2	• <i>Laccaria amethystina</i> • <i>Lactarius blennius</i> • <i>Lactarius subdulcis</i> • <i>Russula fellea</i> • <i>Russula</i> sp. 2
Rajhenavski Rog	• <i>Lactarius acris</i> • <i>Russula ochroleuca</i> • <i>Tomentella terrestris</i> • Neznani tip na jelki 4 • Neznani tip na jelki 6 • Neznani tip na jelki 10	• <i>Fagrhiza spinulosa</i> • <i>Hebeloma sinapizans</i> • <i>Lactarius salmonicolor</i> • <i>Russula</i> sp. 4 • <i>Russula</i> sp. 7 • <i>Russula</i> sp. 9 • <i>Tomentella</i> sp. 2 • Neznani tip na jelki 1 • Neznani tip na jelki 2 • Neznani tip na jelki 8 • Neznani tip na jelki 9
Snežna jama	• <i>Russula ochroleuca</i> • <i>Russula ochroleuca</i> (na jelki) • Neznani tip na jelki 11 • Neznani tip na jelki 12 • Neznani tip na jelki 13	• <i>Byssocorticium atrovirens</i> • <i>Laccaria amethystina</i> • <i>Lactarius subdulcis</i> • <i>Lactarius subsericatus</i> • <i>Lactarius vellereus</i> • <i>Russula cyanoxantha</i> • <i>Tomentella terrestris</i> • <i>Cortinarius</i> sp. 1 • <i>Laccaria</i> sp. 1 • <i>Tomentella</i> sp. 1 • Neznani tip na jelki 9

Vrste, ki se pojavljajo na več kot eni vrsti drevesnega partnerja (preglednica 16), smo izbrali glede na podatke iz literature (Agerer, 1987-2002; Smith in Read, 1997; Horton in Bruns, 1998) in glede na lastna opažanja pri analizi tipov ektomikorize, pri čemer smo vrste drevesnih partnerjev ločevali glede na razlike v anatomiji prevodnih elementov in prisotnosti smolnih kanalov v korenini (Agerer, 1987-2002). V vzorcih zemlje smo našli šest vrst, ki dokazano lahko tvorijo ektomikorizo z več kot enim rastlinskim partnerjem. Najvišji delež omenjenih vrst med prešteti tipi ektomikorize predstavljata vrsti *Cenococcum geophilum* in *Russula ochroleuca*, tudi do 23% vseh mikoriznih korenin na posameznih ploskvah. Delež vrst, ki tvorijo ektomikorizo z več kot enim rastlinskim partnerjem, je nižji na ploskvah v Sloveniji (do 20%) kot na danskih ploskvah (40-70%) (preglednica 16).

Preglednica 16: Deleži ektomikoriznih vrst, ki dokazano tvorijo ektomikorizo na več kot enem drevesnem partnerju, ločeni po ploskvah in letih vzorčenja ter njihov delež glede na vse vitalne ektomikorizne korenine na ploskvi.

Table 16: Portion of ectomycorrhizal fungi from each of the research plots which can (according to available literature) form ectomycorrhizae with more than only one tree partner.

PLOSKEV/VRSTA	RUDE SKOV	RAVNSHOLTE SKOV	RAJHENAJSKI ROG	SNEŽNA JAMA
<i>Cenococcum geophilum</i>	0.127	0.159	0.093	0.115
<i>Fagihiza spinulosa</i>	0.002	0	0.013	0
<i>Russula fellea</i>	0.022	0.002	0	0
<i>Russula ochroleuca</i>	0.271	0.236	0.002	0.003
<i>Lactarius camphoratus</i>	0.003	0.082	0	0
<i>Laccaria amethystina</i>	0	0.220	0.019	0.078
Delež vitalnih tipov ektomikorize na več partnerjih	0.425	0.699	0.127	0.196

4.7 POJAVLJANJE TIPOV EKTOMIKORIZE, STARIH IN NEMIKORIZNIH KORENIN V POSAMEZNEM VZORČENJU NA PLOSKVI S POVIŠANO KONCENTRACIJO OZONA IN IZRAČUNANI INDEKSI ZA KARAKTERIZACIJO POSAMEZNEGA VZORCA

Celotna vrstna pestrost na ploskvi Kranzberg je glede na študirane ploskve s sestojno vrzeljo v primerljivem številu standardnih vzorcev nižja. Med posameznimi ponovitvami za večino parametrov nismo ugotovili statistično značilnih razlik med vzorci, odvzetimi na ploskvi s povišano koncentracijo ozona ter kontrolnimi vzorci (priloga E). Značilne razlike smo opazili le pri številu starih in nemikoriznih korenin ter celokupnem številu korenin v vzorcih, odvzetih v septembru in oktobru (preglednica 17, priloga G), torej proti koncu rastne sezone in po daljšemu času prepihovanja s povišano koncentracijo ozona. Statistično značilnih razlik v vrstni sestavi, številu tipov ektomikorize in indeksih pestrosti nismo opazili (preglednice 17). Noben od uporabljenih parametrov ne kaže stalne odvisnosti od tretmaja in zato pri izbranem številu ponovitev niso dobri pokazatelji vpliva povišane koncentracije ozona na pojavljanje ektomikorize.

Preglednica 17: Podatki o številu tipov ektomikorize, vitalnih in starih ektomikoriznih korenin in kratkih korenin ter preračunani indeksi pestrosti ektomikorize med vzorci s tretiranih in netretiranih dreves.

Table 17: Data for number of types of ectomycorrhizae, number of vital and old ectomycorrhizal and old root tips with diversity indices and comparison of samples from treated and nontreated trees.

KRANZBERG, 1. VZORČENJE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
število tipov ektomikorize	7	5	2	3	4	6	2	4	5
* vitalne mikorizne korenine	706	447	201	138	419	632	632	720	927
stare in nemikorizne korenine	3498	2817	1102	692	1823	1023	1510	4814	5259
! skupaj vseh korenin	4204	3264	1303	830	2242	1655	2142	5534	6186
delež mikoriznih korenin	12.1	12.1	15.4	16.6	18.7	31.6	29.5	12.2	12.4
bogastvo vrst (d)	0.97	0.67	0.19	0.41	0.50	0.81	0.16	0.46	0.61
Shannon-Weaverjev indeks	1.57	1.35	0.3	1.32	1.22	1.32	0.57	0.62	0.81
Izenačenost (J)	0.24	0.22	0.06	0.27	0.20	0.20	0.09	0.09	0.12
Uravnoveženost (e)	1.86	1.93	1.00	2.77	2.03	1.70	1.89	1.03	1.16
Berger-Parkerjev indeks	0.68	0.59	0.10	0.41	0.53	0.50	0.26	0.18	0.26
KRANZBERG 2. VZORČENJE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
število tipov ektomikorize	6	6	3	3	8	9	4	5	4
vitalne mikorizne korenine	309	455	51	61	1188	638	486	418	129
! stare in nemikorizne korenine	1094	1009	643	562	1352	3770	666	1418	1287
skupaj vseh korenin	1403	1464	694	623	2540	4408	1152	1836	1416
delež mikoriznih korenin	12.2	29.3	7.3	9.8	32.1	10.5	39.0	20.6	8.7
bogastvo vrst (d)	1.00	0.83	0.51	0.49	1.08	1.31	0.50	0.68	0.62
Shannon-Weaverjev indeks	1.27	1.2	0.83	0.79	1.47	1.59	0.64	1.25	1.22
! Izenačenost (J)	0.22	0.20	0.21	0.19	0.21	0.25	0.10	0.21	0.25
! Uravnoveženost (e)	1.63	1.54	1.74	1.66	1.63	1.67	1.06	1.79	2.03
Berger-Parkerjev indeks	0.58	0.56	0.51	0.34	0.54	0.65	0.19	0.54	0.57
KRANZBERG 3. VZORČENJE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
število tipov ektomikorize	6	8	4	4	6	7	4	4	5
vitalne mikorizne korenine	530	503	333	238	1269	591	253	564	518
stare in nemikorizne korenine	1893	2952	1854	2575	3171	3476	1732	3217	2746
skupaj vseh korenin	2423	3455	2187	2813	4440	4067	1985	3781	3264
delež mikoriznih korenin	16.9	14.4	15.2	8.5	21.4	6.0	8.9	13.3	13.4
bogastvo vrst (d)	0.84	1.13	0.52	0.55	0.74	1.11	0.58	0.48	0.66
Shannon-Weaverjev indeks	1.4	1.83	1.1	1.04	1.48	1.65	1.33	0.83	1.08
Izenačenost (J)	0.22	0.29	0.19	0.19	0.21	0.26	0.24	0.13	0.17
Uravnoveženost (e)	1.80	2.03	1.83	1.73	1.90	1.95	2.21	1.38	1.55
Berger-Parkerjev indeks	0.54	0.70	0.67	0.36	0.68	0.61	0.67	0.27	0.35
KRANZBERG 4. VZORČENJE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
število tipov ektomikorize	5	7	3	5	5	7	3	7	5
vitalne mikorizne korenine	476	391	83	287	517	1065	638	443	161
** stare in nemik. korenine	1989	817	819	1637	1695	2047	1774	2155	2507
** skupaj vseh korenin	2465	1208	902	1924	2212	3112	2412	2598	2668
delež mikoriznih korenin	19.3	30.9	9.2	11.6	8.3	25.0	16.6	16.0	2.3
bogastvo vrst (d)	0.65	1.02	0.45	0.74	0.79	0.92	0.34	1.00	0.99
Shannon-Weaverjev indeks	1.13	1.54	0.67	1.51	1.24	1.46	0.88	1.43	1.45
Izenačenost (J)	0.18	0.26	0.15	0.27	0.20	0.21	0.14	0.23	0.29
Uravnoveženost (e)	1.62	1.82	1.40	2.16	1.77	1.73	1.84	1.69	2.07
! Berger-Parkerjev indeks	0.37	0.73	0.25	0.69	0.42	0.60	0.51	0.58	0.57
KRANZBERG 5. VZORČENJE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
število tipov ektomikorize	6	3	4	3	5	5	3	5	3
! vitalne mikorizne korenine	352	134	282	92	379	1346	302	572	304
** stare in nemik. korenine	1062	1064	1744	571	2924	3180	1337	2385	1720
** skupaj vseh korenin	1414	1198	2026	663	3303	4526	1639	2957	2024
delež mikoriznih korenin	22.1	11.2	11.6	13.9	7.1	21.4	10.6	14.2	15.0
bogastvo vrst (d)	0.88	0.41	0.55	0.44	0.74	0.59	0.40	0.67	0.35
Shannon-Weaverjev indeks	1.46	1.04	1.28	0.75	1.3	1.23	0.84	1.37	1.1
Izenačenost (J)	0.25	0.21	0.23	0.17	0.22	0.17	0.15	0.22	0.19
Uravnoveženost (e)	1.88	2.18	2.13	1.57	1.86	1.76	1.76	1.96	2.31
Berger-Parkerjev indeks	0.63	0.61	0.58	0.30	0.62	0.64	0.52	0.60	0.43

Legenda: ** označuje parametre, ki se statistično značilno razlikujejo med vrzeljo in sestojem po Studentovim T-testom pri $p < 0.05$, * označuje parametre, ki se statistično značilno razlikujejo med vrzeljo in sestojem po Studentovim T-testom pri $p < 0.1$, ! označuje parametre, pri katerih Studentov T-test zaradi razlik v varianci (po F-testu) ni primeren za interpretacijo rezultatov.

Legend: ** - parameter is significantly different between gap and canopy after Student's T-Test ($p < 0.05$), * - parameter is significantly different between gap and canopy after Student's T-Test ($p < 0.1$), ! - parameter are not relevant for interpretation after Student's T-test due the statistically significant differences in variance after F-test.

4.7.1 Primerjava homogenosti pojavljanja morfotipov med posameznimi vzorčenji

Bray-Curtisovi indeksi homogenosti pojavljanja tipov ektomikorize kažejo visoko podobnost med vzorci znotraj posameznega režima prepihavanja z ozonom (1 x ozon: 0.47 – 0.93, povprečna vrednost 0.79 ; 2 x ozon: 0.42 – 1.00, povprečna vrednost 0.81). Homogenost pojavljanja tipov med vzorci iz tretiranih ploskev in kontrolnimi vzorci je precej nižja, saj indeksi za posamezno vzorčenje ne presegajo vrednosti 0.5. Z daljšanjem izpostavljenosti (1. vzorec – 5. vzorec; preglednica 19) nismo opazili značilnega večanja razlik Bray-Curtisovega indeksa pestrosti tipov ektomikorize.

Preglednica 18: Bray-Curtisovi indeksi homogenost pojavljanja morfotipov med dvema primerjanima vzorčenjema.

Table 18: Bray-Curtis homogeneity indices for all combinations of sampling dates on Kranzberg research plot.

Primerjani vzorci (vzorčenje)										
	1:2	1:3	1:4	1:5	2:3	2:4	2:5	3:4	3:5	4:5
Celoten vzorec	0.44	0.72	0.57	0.52	0.67	0.83	0.89	0.83	0.77	0.93
1x ambientalni ozon	0.68	0.74	0.87	0.81	0.47	0.80	0.52	0.63	0.93	0.69
2x ambientalni ozon	0.42	0.66	0.55	0.55	0.71	0.83	0.83	0.87	0.87	1.00

Preglednica 19: Bray-Curtisovi indeksi homogenosti pojavljanja morfotipov med dvema vzorcema, odvzetima pod netretiranimi in tretiranimi drevesi znotraj posameznega vzorčenja.

Table 19: Bray-Curtis homogeneity indices for each of sampling dates (Vzorec 1-5) on Kranzberg research plot. Soil samples from treated and untreated trees were compared.

Primerjava 1x in 2x ozon v istem vzorčenju				
1. vzorec	2. vzorec	3. vzorec	4. vzorec	5. vzorec
0.12	0.23	0.50	0.24	0.40

4.8 CANOCO ANALIZA NABORA PODATKOV POJAVLJANJA TIPOV EKTOMIKORIZE IN LASTNOSTI PLOSKEV VZORČENJA

Dolžina gradienta (med 3 in 4.5) in standardna deviacija nabora podatkov o pojavljanju tipov ektomikorize po DCA analizi (Detrended Correspondence Analysis – raztendenčna analiza ujemanja) razporejanje podatkov dovolj približa normalni porazdelitvi z izjemo prve ordinacijske osi, kjer je dolžina gradienta le 2.1. Zato smo za ponovno analizo razporejanja vzeli logaritmirane podatke, pri katerih je glede na rezultat DCA razporejanje dovolj blizu normalni porazdelitvi, da lahko v naslednjem koraku uporabimo CCA (Canonical Correspondence Analysis – standardna (kanonična) analiza ujemanja) .

V analizi se je (po pričakovanju) pokazala kolinearnost spremenljivk, ki opisujejo tip gozda (pragozdni rezervat – VinFor in gospodarski gozd – ManFor), glede na to, da gre za izključujoči se lastnosti ploskve. V preglednici 20 smo zbrali lastne podatke in podatke drugih raziskovalcev na GIS, v okviru projekta NAT-NAM o spremenljivkah, ki so prispevale k izračunanemu modelu CCA analize. Krepro so natisnjene spremenljivke, ki so statistično značilno vplivale na razporeditev tipov ektomikorize pri $p < 0.05$. Od posameznih analiziranih sklopov je Monte Carlo test le pri prvem sklopu (prvih sedem spremenljivk v preglednici 20) dal značilno razporejanje vrst vzdolž vseh ordinacijskih osi ($P < 0.05$), medtem ko v preostalih sklopih razporejanje vrst ni bilo statistično značilno vzdolž prve osi, ki razlaga največji del variance pojavljanja. Zato smo za prikaz ordinacijskega diagrama uporabili le prvih devet spremenljivk iz tabele 20 in izračunali krivulje odziva pogostih vrst glede na položaj v vrzeli (slika 58) in število drevesnih partnerjev na ploskvi (slika 59). Statistično značilen doprinos k razporejanju vrst vzdolž ordinacijskih osi so imeli število potencialnih rastlinskih ektomikoriznih partnerjev na ploskvi (NoTreeSp), število mladih semenk jelke (starost semenk do 10 let) (YoFir0-10), število semenk bukve, starih 6-10 let (YoBee6-10), in prisotnost vrzeli (Gap). Vpliv drugih spremenljivk iz prvega sklopa devetih lastnosti ploskvic na razporejanje tipov ektomikorize v vzorcih ni statistično značilen, a smo jih na ordinacijskem diagramu kljub temu prikazali (slika 57a in 57b).

Preglednica 20: Spremenljivke – celoten nabor lastnosti, vključenih v študijo, ki smo jih analizirali s CCA. Podatke smo analizirali po sklopih. Rezultate (P in F vrednosti – statistično značilnost vpliva posamezne spremenljivke na pojavljanje tipov ektomikorize) prikazujemo za vse lastnosti ploskvic skupaj. Lastnosti so prikazane z opisom, oznakami, kot so uporabljene na sliki 58 ter P- in F- vrednostmi. Krepko so natisnjene spremenljivke, ki so po posameznih sklopih kazale statistično značilen vpliv ($p < 0.05$) na razporenjanje tipov ektomikorize.

Table 20: Measured variables included in CCA analysis. Data was analysed in groups. Results (P and F value of statistical significance) are shown for all variables together. Abbreviations for variables are used as in Figure 58. Variables in bold statistically significant ($p < 0.05$) contributed to distribution of types of ectomycorrhizae.

SPREMENLJIVKA	OZNAKA SPREMENLJI VKE	P-VREDNOST	F-VREDNOST
Število drevesnih vrst na ploskvi	NoTreeSp	0.002	1.74
Število mladih (6-10 let) semenk bukve	YoBee6-10	0.014	1.82
Sestojna vrzel	Gap	0.016	1.85
Število mladih (1-10 let) semenk jelke	YoFir0-10	0.022	1.88
Naravni gozd (sekundarni pragozd)	VirFor	0.102	1.55
Število mladih (1-5 let) semenk bukve	YoBee0-5	0.106	1.50
Gospodarski gozd	ManFor	0.489	0.87
Število mladih (1-10 let) semenk javora	YoAc0-10	0.683	0.73
Delež pokritosti s travo	Grass	0.930	0.09
Korenine (celokupne; kg/ha)	Korenine	0.021	1.48
Zastiranje - drevesna plast (%)	zas_dre	0.011	1.55
Globina A horizonta (cm)	HorA	0.063	1.51
Nagib ploskve (%)	Nagib	0.053	1.54
Globina O horizonta (cm)	HorO	0.123	1.42
Osvetljenost ploskve	ISF	0.228	1.32
Globina B horizonta (cm)	HorB	0.833	0.35
Padavine	Padav	0.021	1.6
Trenutna vlažnost tal	MomV110	0.059	1.63
pH opada	pH_opad	0.003	1.79
Dušik v opadu	N_opad	0.011	1.69
Humus	Humus_op	0.017	1.62
Razmerje C:N v opadu	C.N_opad	0.097	1.56
Razmerje C.N na globini 5 cm	C.N_5	0.009	1.54
pH na globini 5 cm	pH5_H2O	0.009	1.56
Dušik na globini 5 cm	N_5	0.138	1.42
Humus na globini 5 cm	Humus_5	0.608	0.87
Humus na globini 10 cm	Humus_10	0.016	1.55
pH na globini 10 cm	pH10_H2O	0.012	1.64

se nadaljuje

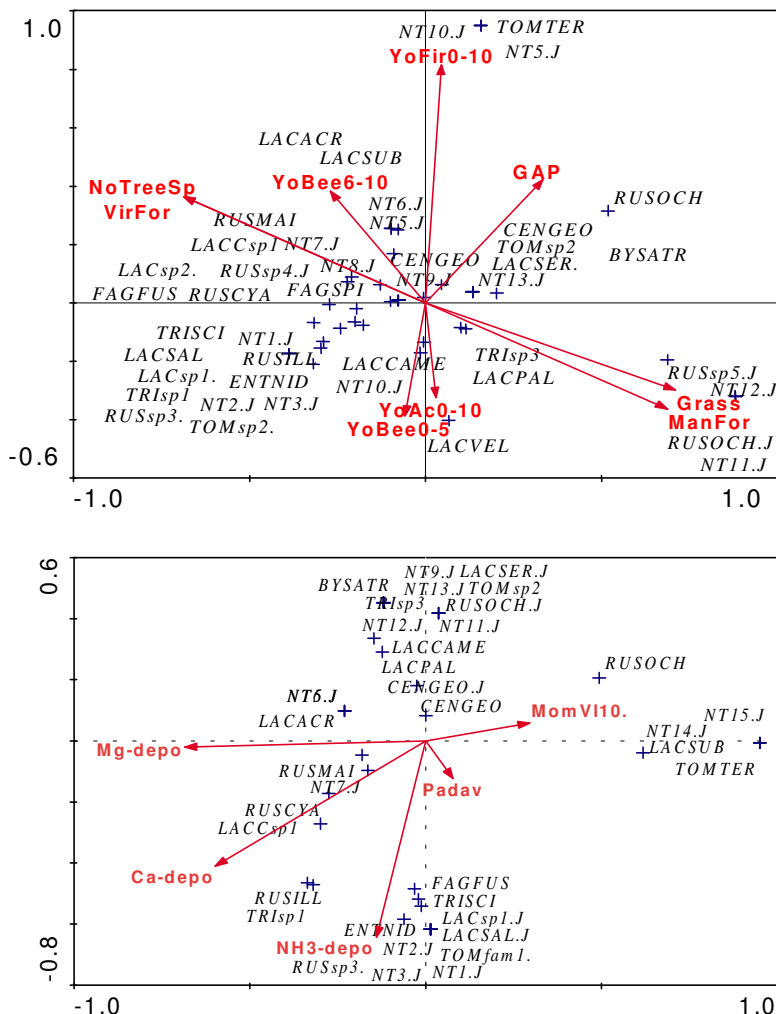
Preglednica 20: Spremenljivke – celoten nabor lastnosti, vključenih v študijo, ki smo jih analizirali s CCA. Podatke smo analizirali po sklopih. Rezultate (P in F vrednosti – statistično značilnost vpliva posamezne spremenljivke na pojavljanje tipov ektomikorize) prikazujemo za vse lastnosti ploskv skupaj. Lastnosti so prikazane z opisom, oznakami, kot so uporabljene na sliki 58 ter P- in F- vrednostmi. Krepko so natisnjene spremenljivke, ki so po posameznih sklopih kazale statistično značilen vpliv ($p < 0.05$) na razporenjanje tipov ektomikorize.

Table 20: Measured variables included in CCA analysis. Data was analysed in groups. Results (P and F value of statistical significance) are shown for all variables together. Abbreviations for variables are used as in Figure 58. Variables in bold statistically significant ($p < 0.05$) contributed to distribution of types of ectomycorrhizae.

nadaljevanje

SPREMENLJIVKA	OZNAKA SPREMENLJI VKE	P-VREDNOST	F-VREDNOST
razmerje C:N na globini 10 cm	C.N_10	0.461	1.02
Humus na globini 20 cm	Humus_20	0.008	1.59
Dušik na globini 20 cm	N_20	0.027	1.6
pH na globini 20 cm	pH20_H2O	0.018	1.7
Razmerje C:N na globini 20 cm	C.N_20	0.121	1.42
Depo Ca (kg/ha)	Ca-depo	0.002	1.65
Depo NO ₃ (kg/ha)	NO ₃ -depo	0.097	1.41
Depo SO₄ (kg/ha)	SO₄-depo	0.016	1.7
Depo Cl (kg/ha)	Cl-depo	0.018	1.83
Depo NH ₃ (kg/ha)	NH ₃ -depo	0.296	1.18
Depo Mg (kg/ha)	Mg-depo	0.207	1.34
Depo K (kg/ha)	K-depo	0.912	0.21
Spiranje NO₂ po metodi WatBal	NO₂-Wat	0.01	1.82
Spiranje Al po metodi WatBal	Al-Wat	0.008	1.76
Spiranje NH₃ po metodi WatBal	NH₃-Wat	0.01	1.74
Spiranje NO ₃ po metodi WatBal	NO ₃ -Wat	0.134	1.44
Spiranje Cl po metodi WatBal	Cl-Wat	0.02	1.95
Spiranje Ca po metodi WatBal	Ca-Wat	0.766	0.62
Spiranje K po metodi WatBal	K-Wat	0.912	0.21
Spiranje SO₄ po Kloridni metodi	SO₄-Cl	0.014	1.57
Spiranje NH₃ po Kloridni metodi	NH₃-Cl	0.008	1.69
Spiranje K po Kloridni metodi	K-Cl	0.122	1.36
Spiranje Ca po Kloridni metodi	Ca-Cl	0.094	1.45
Spiranje Cl po Kloridni metodi	Cl-Cl	0.158	1.39
Spiranje NO ₂ po Kloridni metodi	NO ₂ -Cl	0.129	1.5
Spiranje Mg po Kloridni metodi	Mg-Cl	0.877	0.26

Monte Carlo test statistične značilnosti ordinacijskih osi za prvih devet lastnosti ploskv iz preglednice 20, ki smo jih analizirali v celoti, je dal rezultate za prvo ordinacijsko os $p = 0.002$, $F = 1.536$, za vse generirane ordinacijske osi pa $p = 0.002$ in $F = 2.013$, zato smo lahko rezultate ordinacije prikazali kot ordinacijski diagram (sliki 57a in 57b) in podatke uporabili za postavitev modelov odzivanja izbranih vrst glede na prisotnost vrzeli in število ektomikoriznih partnerjev na raziskovalni ploskvi (slika 58 in slika 59).

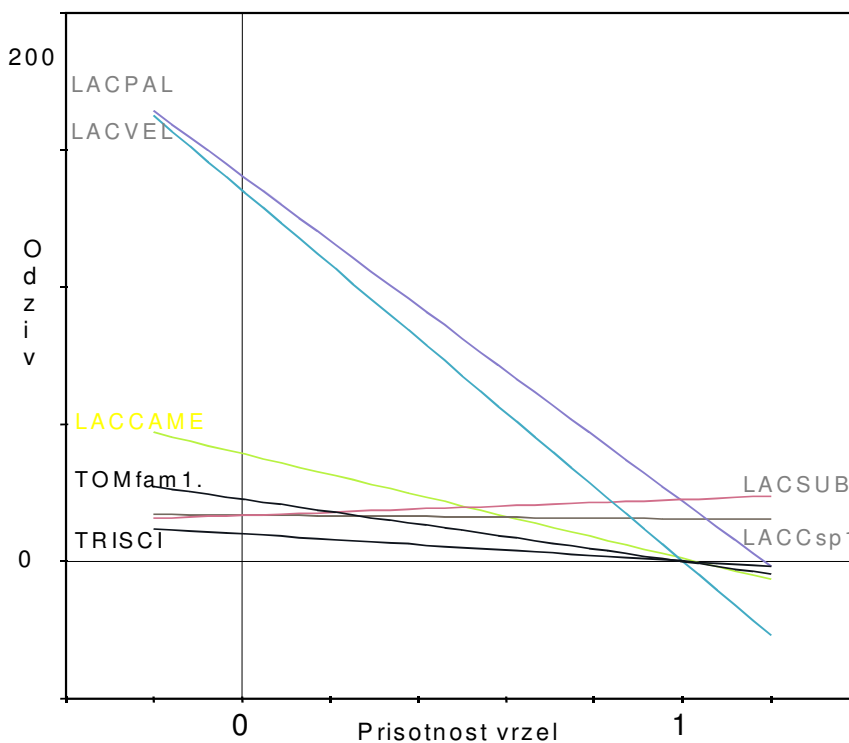


Slika 57a (zgoraj) in b (spodaj): Ordinacijski diagram vzdolž prve in druge ordinacijske osi za vse tipe ektomikorize, vključene v analizo in gradienti vseh parametrov (lastnosti) ploskev, ki smo jih analizirali. Oznake parametrov ploskvic so zbrane v preglednici 20.

Figure 57a (top) and b (bottom): Ordination diagram after CCA. Distribution of types of ectomycorrhizae is shown along the first (X) and second (Y) ordination axis. Arrows represent gradients of all variables included into the model (see table 20 for abbreviations).

Legenda k slikam 57-59 / Legend to Figures 57-59: BYSATR - *Byssocotricium atrovirens*, CENGEO – *Cenococcum geophylum*, CENGEO.J - *Cenococcum geophylum* na jelki, ENTNID - *Entoloma nidorosum*, FAGFUS - *Fagihiza fusca*, FAGSPI - *Fagirhiza spinuloza*, HEB SIN - *Hebeloma sinapizans*, LACCAME - *Laccaria amethystina*, LACCsp1 - *Laccaria* sp., LACACR - *Lactarius acris*, LACPAL - *Lactarius pallidus*, LACsp1 - *Lactarius* sp. 1, LACsp2 - *Lactarius* sp. 2, LACSUB - *Lactarius subdulcis*, LACSAJ - *Lactarius salmonicolor*, LACSUB - *Lactarius subdulcis*, LACVEL - *Lactarius vellereus*, NT1.J - Neznani tip na jelki 1, NT2.J - Neznani tip na jelki 2, NT3.J - Neznani tip na jelki 3, NT5.J - Neznani tip na jelki 5, NT6.J - Neznani tip na jelki 6, NT7.J - Neznani tip na jelki 7, NT8.J - Neznani tip na jelki 8, NT9.J - Neznani tip na jelki 9, NT10.J - Neznani tip na jelki 10, NT11.J - Neznani tip na jelki 11, NT12.J - Neznani tip na jelki 12, NT13.J - Neznani tip na jelki 13, RUSCYA - *Russula cyanoxantha*, RUSILL - *Russula illota*, RUSMAJ - *Russula mairei*, RUSOCH.J - *Russula ochroleuca* na jelki, RUSOCH - *Russula ochroleuca*, RUSsp3 - *Russula* sp. 3, RUSsp4.J - *Russula* sp. 4, RUSsp5.J - *Russula* sp. 5, TOMsp1 - *Tomentella* sp. 1, TOMsp2 - *Tomentella* sp. 2, TOMTER - *Tomentella terrestris*, TRISCI - *Tricholoma sciodes*, TRIslp1 - *Tricholoma* sp. 1, TRIslp3 - *Tricholoma* sp. 3

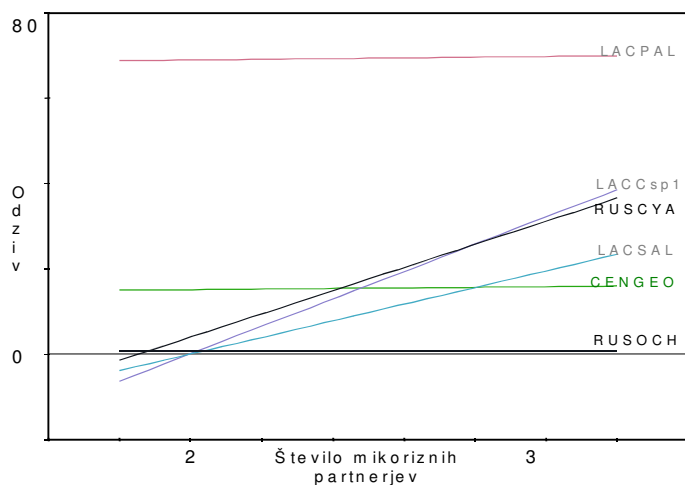
Večina tipov ektomikorize se ni značilno odzivala na vrzel in vegetacijo na ploskvi (Slika 57a). Večina tipov ektomikorize, ki so se značilno razporejali vzdolž ordinacijskih osi ni vezanih na gradient posameznega hranila. Značilno so se razporejale le nekatere vrste vzdolž naraščajočega gradienta NH_3 (Slika 57b).



Slika 58: Linearni model krivulje odziva za tipe ektomikorize, ki so se statistično značilno (pri $p < 0.1$) pojavljali glede na prisotnost vrzeli na mestu odvzema vzorca zemlje.

Figure 58: Linear response model for selected types of ectomycorrhizae with statistically significant contribution to the model ($p < 0.1$) to the presence of canopy gap at the point of soil sampling.

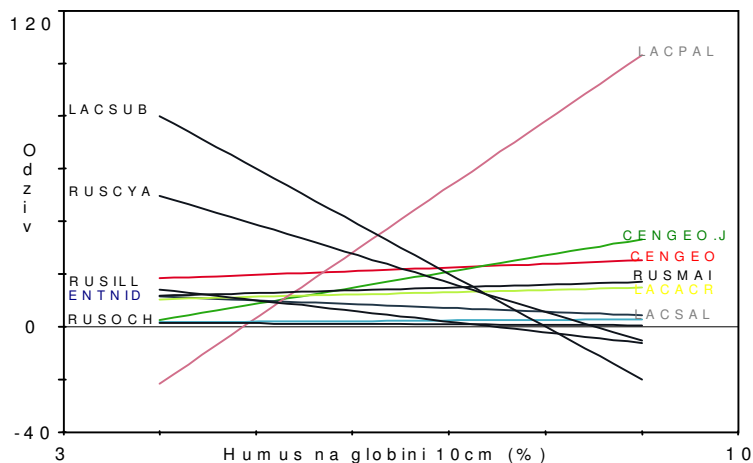
Linerani model krivulj odzivanja kaže na pretežno negativen odziv ektomikoriznih vrst na pojavljanje vrzeli, z izjemo vrst *Lactarius subdulcis* in *Laccaria* sp. 1, katerih odziv je nevtralen ali rahlo pozitiven. Največji vpliv na omenjeni dve vrsti imajo vrzeli s prisotno naravno regeneracijo (podatki niso prikazani).



Slika 59a: Linearni model krivulje odziva za tipe ektomikorize, ki so se statistično značilno (pri $p<0.1$) pojavljali glede na število ektomikoriznih partnerjev (drevesnih vrst) na ploskvi.

Figure 59a: Linear response model for selected types of ectomycorrhizae with statistically significant contribution to the model ($p<0.1$) to number of ectomycorrhizal plant partners present near the point of soil sampling.

Na raziskovalnih ploskavah so se pojavljali do trije ektomikorizni drevesni partnerji. Pozitivno korelacijo na večje število drevesnih partnerjev smo opazili za vrste *Laccaria* sp.1, *Russula cyanoxantha* in *Lactarius salmonicolor*, medtem ko vrste *Lactarius pallidus*, *Cenococcum geophilum* in *Russula ochroleuca* niso kazali odziva (slika 59a).



Slika 59b: Linearni model krivulje odziva za tipe ektomikorize, ki so se statistično značilno (pri $p<0.1$) pojavljali glede na količino humusa na globini 10 cm.

Figure 59b: Linear response model for selected types of ectomycorrhizae with statistically significant contribution to the model ($p<0.1$) to the quantity of humus at 10 cm depth.

Največje razlike v odzivih vrst smo opazili pri parametru količina humusa v tleh (slik 59b – podatki prikazani le za odstotek humusa na globini 10 cm). Največji pozitivni odziv na humus kaže vrsta *Lactarius pallidus*. Negativen odziv (pojavljanje) na gradientu naraščajoče količine humusa kažeta predvsem vrsti *Lactarius subdulcis* in *Russula cyanoxantha*.

5. RAZPRAVA IN SKLEPI

Spremembe v okolju, bodisi naravne ali kot posledica človekove dejavnosti, se lahko hitro odražajo pri makro- ali mikrosimbiontih, predvsem pri glivah. V našem delu smo želeli ugotoviti vrste oziroma višje taksonomske skupine gliv, ki v naravnih in gospodarskih gozdovih tvorijo ektomikorizo z bukvijo, drugo najpogostejšo drevesno vrsto v Sloveniji, hkrati pa smo analizirali tudi tipe ektomikorize na drugih drevesnih vrstah, ki se pojavljajo na raziskovalnih ploskvah in tvorijo celotno populacijo mikoriznih gliv v odvzetih vzorcih. Glive, ki tvorijo ektomikorizo z drevesnimi vrstami, spadajo v skupino *Ascomycotina* ali *Basidiomycotina*. Izmed omenjenih skupin gliv smo v vzorcih našli ektomikorizne vrste, ki pretežno spadajo v skupino bazidiomicet in nekaj vrst askomicet. Ektomikorizo tvorijo le posamezne vrste ali rodovi iz omenjenih skupin, pri čemer med skupinami, ki tvorijo ektomikorizo, ni skupne filogenetske poti razvoja, ampak kaže, da se je ektomikorizna simbioza v zgodovini pojavila večkrat neodvisno, ravno tako pa se je ta lastnost pri nekaterih skupinah tudi izgubila (Hibbet in sod., 2000). Večino znakov, potrebnih za makroskopsko in mikroskopsko določevanje glive v skladu z morfološkim konceptom vrste, najdemo na zrelem trosnjaku glive, medtem ko glivo lahko na osnovi molekularnih markerjev določimo iz katere koli celice organizma, bodisi iz micelija v tleh, spor, rizomorfov ali ektomikorize. Pri molekularni identifikaciji za primerjavo molekularnih markerjev potrebujemo natančno določen referenčni material (največkrat so to trosnjaki ali živa kultura glive) kot vir markerjev za primerjavo in določevanje. Poleg samega pojavljanja vrst gliv, ki tvorijo ektomikorizo z bukvijo, nas je zanimala tudi njihova pestrost na raziskovalnih ploskvah, izražena z indeksi pestrosti, prirejenimi za ocene pri ektomikoriznih vrstah in razporejanje tipov glede na njihove morfološke značilnosti v ekološke skupine. Omenjeni parametri omogočajo primerjavo rezultatov z rezultati nekaterih že obstoječih študij s področja ektomikorize.

Rezultate raziskav tipov ektomikorize v Sloveniji smo aplicirali tudi kot mikobioindikacijo antropogenih vplivov na gozd (gospodarjenje, vplivi onesnaženja z ozonom).

5.1. PRISTOPI PRI UGOTAVLJANJU PESTROSTI EKTOMIKORIZE

Ektomikoriza predstavlja osnovni povezovalni element v gozdnih ekosistemi, je pomemben dejavnik stabilnosti gozda ter hkrati eden pomembnejših soustvarjalcev biološke pestrosti v biokomponenti gozdnih tal (Kraigher, 1996). Popisovanje trosnjakov je bil dolgo časa ključni pristop pri ugotavljanju diverzitete ektomikoriznih gliv. Popisovanje na raziskovalnih ploskvah v Sloveniji in na Danskem je pokazalo, da lahko s popisi zajamemo precejšnje število dokazano ali potencialno ektomikoriznih vrst gliv. Kljub velikemu številu najdenih vrst, predvsem na ploskvah Rajhenavski Rog in Rude Skov (obe ploskvi predstavljata naraven ali naravnemu podoben gozd), pa je delež ujemanja vrst trosnjakov in identificiranih tipov ektomikorize relativno nizek. Nizko ujemanje so ugotovili že mnogi raziskovalci (Gardes in Bruns, 1996; Eberhart in sod., 1996; Jonsson in

sod., 1999b). Hkratno vzorčenje trosnjakov in analiza ektomikorize na istih ploskvah nam nudita boljši vpogled v populacijo ektomikoriznih gliv na študiranem področju, rezultati pa kažejo, da različne vrste gliv različno razporejajo vire med proizvodnjo trosnjakov ali ektomikorize in da je ocena vrstne pestrosti in korelacija med vrstami nad zemljo in v njej, na nivoju združbe, v najboljšem primeru nenatančna (Gardes in Bruns, 1996; Kraigher, 1997).

Ektomikorizo najpogosteje identificiramo na osnovi morfoloških, kemijskih in anatomskih lastnosti ektomikorizne korenine, glivnega plašča in Hartigove mreže (Agerer, 1991; Kraigher, 1996) s primerjavo z že znanimi opisi iz literature. Večkrat pa ta način ne rezultira v določitvi glivnega partnerja do vrste (na primeru ektomikorize smreke glej Kraigher, 1996; Kraigher, 1997; Vilhar, 2001; Trošt in sod., 1999, 2000; na primeru bukve glej Al Sayegh Petkovšek, 2000, 2004; Pučko, 2003), saj za številne vrste, ki domnevno tvorijo ektomikorizo, še ni ustreznih opisov.

Da bi določili kar največje število tipov ektomikorize do vrste ali vsaj do rodu, smo v našem delu neznane in dvomljivo določene tipe ektomikorize poskusili določiti tudi z analizo ITS regij v jedrni ribosomalni DNK. Že v predhodnih raziskavah so se kot najprimernejši in najenostavnejši za delo izkazali začetni oligonukleotidi za pomnoževanje ITS1 in ITS2 regij v ribosomalni DNK (White s sod., 1990; Gardes in Bruns, 1993; Kraigher in sod., 1995; Kårén in sod., 1997; Glen in sod., 2001), saj se ribosomalna regija pojavlja v večjem številu ponovitev, z izbranimi začetnimi oligonukleotidi pa lahko pomnožujemo DNA v večini višjih gliv oziroma glede na izbor kombinacije začetnih oligonukleotidov v posamezni skupini višjih gliv (za bazidiomicete Gardes in Bruns, 1993). Ravno veliko število ponovitev regije v genomu nam olajšuje pomnoževanje iz majhne količine izhodnega materiala, lahko tudi iz že delno degradiranih vzorcev, kot so na primer stari rizomorfi gliv, ostanki plašča po tem, ko ektomikoriza ni več funkcionalna, še vedno pa se ohranijo posamezne strukture ektomikorize. Uspešno lahko pomnožujemo tudi majhno količino DNK ekstrahirano iz kratkih in enostavnih tipov ektomikorize.

ITS regija v rDNK je naprimernejša za ločevanje na ravni vrste oziroma (zaradi relativno velike variabilnosti predvsem pri nižjih taksonomskih skupinah) do vrste, medtem ko so zapisi za ribosomalne gene precej bolj ohranjeni in primerni predvsem za ločevanje višjih taksonomskih skupin (Wen-Hsiung, 1997; Bridge in sod., 1998; Bridge, 2002). Zato slednjih v našem delu nismo uporabili kljub velikemu številu referenčnih zaporedij, predvsem za 18S rDNK v nukleotidnih bazah podatkov (NCBI, 2004). Zapisi za ribosomalne gene bi lahko uporabili, če bi študirali širšo filogenetsko umestitev glive, za določevanje vrste pa imajo ta zaporedja pogosto premajhno ločljivost.

PCR-RFLP analiza ITS regije v rDNK je pogosto uporabljena metoda za hitro identifikacijo večjega števila vzorcev ektomikorize (Kraigher in sod., 1995; Agerer in sod., 1996; Kårén in sod., 1997; Martín in sod., 1998; Grebenc in Kraigher, 2000; Horton, 2002; Guerin-Laguette in sod., 2003). Na osnovi lastnosti ITS regij, smo postavili bazo podatkov za PCR-RFLP vzorce (Grebenc in sod., 2000; Grebenc in Kraigher, 2000), ki jo stalno dopolnjujemo in s pomočjo katere smo s primerjavo restrikcijskih vzorcev poskušali določiti več neznanih tipov ektomikorize. Trenutno baza podatkov vsebuje pretežno ektomikorizne vrste gliv, nabranih na rastiščih z bukvi, smreko in jelko ter tudi

nekaterimi drugimi vrstami (črna in zelena jelša, macesen, več vrst bora). Baza podatkov je fleksibilna, omogoča stalno dopolnjevanje in izbor vzorcev za analizo pri pogoju, da v PCR uporabljamo iste začetne oligonukleotide in iste restrikcijske encime, kot smo jih opisali v metodah. V analizi ali pri primerjavi lahko uporabimo le del baze, na primer le vrste, ki se pojavljajo na bukvi, in s tem zmanjšamo možnost napačne identifikacije zaradi podobnosti restrikcijskih vzorcev, ki so jo opazili pri rodu *Cortinarius* in je posledica majhnih razlik v nukleotidnih zaporednjih ITS regij v jedrni rDNK pri tem rodu gliv (Kårén in sod., 1997; Glen in sod., 2001).

Majhne medvrstne razlike na morfološkem se pojavljajo pri nekaterih vrstah iz rodu *Lactarius* (*L. subdulcis*, *L. mitissimus* in *L. badiosanguineus*) (Gerhard, 1997). Minimalne razlike smo opazili tudi na molekularnem nivoju, v celotnem nukleotidnem zaporedju ITS regije v jedrni DNK. V tem primeru pride do izraza pomen poznavanja drevesnega partnerja, saj se vrsta *L. subdulcis* pojavlja na bukvi, drugi dve pa na smreki oziroma jelki (Agerer, 1987-2002; Courtecuisse in Duhon, 1995). Majhne, a še vedno prisotne razlike, lahko kažejo na pomen drevesnega partnerja kot možnega ključnega dejavnika pri speciaciji in nastanku novih vrst.

Za večino vrst trosnjakov, vključenih v PCR-RFLP bazo podatkov, smo dobili le po en restrikcijski vzorec, medtem ko se pri posameznih vrstah pojavlja variabilnost med trosnjaki, umeščenimi v eno morfološko vrsto. Metoda PCR-RFLP se je že večkrat pokazala kot uspešna pri ločevanju morfološko zelo podobnih vrst, na primer vrst *Russula subcompacta* in *R. postiana* (Grebenc in sod., 2000) ter dveh vrst v rodu *Sarcodon* (Johannesson s sod., 1999), zato pričakujemo dobro ločljivost tudi pri drugih vrstah. Razlike v restrikcijskih vzorcih in sekvencah znotraj ene morfološke vrste pa kažejo bodisi na prisotnost kriptičnih vrst ali variabilnost ITS regije na molekularni ravni, ki je ne moremo razložiti s teorijo o t.i. *concerted evolution*. Teorija predvideva, da kot posledica neenakomernega prekrivanja pri mejozi (unequal crossing-over) in hkratne eliminacije posameznih ponovitev v tandemskih ponovitvah med evolucijo pride do poenotenja vseh (na začetku različnih) tandemskih ponovitev. Tako prevlada in preostane na koncu le ena od izhodnih oblik zaporedja tandemskih ponovitev. Mehanizem naj bi deloval tudi na primeru tandemskih ponovitev ribosomalnih regij, čeprav obstajajo izjeme. Tako lahko pri nekaterih vrstah ektomikoriznih vrst opazimo znotrajvrstno variabilnost. Delež taksonov (morda vrst) z več kot enim restrikcijskim vzorcem (preglednica 11) v PCR-RFLP bazi podatkov (slika 11) je manjši od opaženih 15 % vrst ektomikoriznih gliv (Horton, 2002). Isti avtor je večje število restrikcijskih vzorcev pri posamezni vrsti opazil pri vrstah iz rodov *Leccinum*, *Lactarius*, *Inocybe*, *Tricholoma*, *Russula* (*ibid.*). Polimorfizem ITS regije so opazili že Agerer s sodelavci (1996) pri vrsti *Hydnum rufescens* in Martín s sodelavci (2000) pri vrsti *Rhizopogon roseolus*. Kljub temu je bilo do sedaj le malo vrst oziroma kompleksov vrst analiziranih na dovolj velikem številu osebkov (vzorcev) z različnih rastišč in drevesnih partnerjev, da bi lahko z gotovostjo ugotavljali variabilnost znotraj populacije na nivoju DNK. Še manj pa je študij, ki bi vključevale tudi druga zaporedja v genomu, z drugačnimi mehanizmi evolucije, da bi tako dobili boljšo predstavbo o dejanski variabilnosti na ravni DNK (Harrington in Rizzo, 1999). V primerih opažene variabilnosti nukleotidnih zaporedij znotraj vrste se zastavlja vprašanje, ali je morfološki koncept vrste še sprejemljiv pri višjih glivah ali bi bilo bolj smiselno uporabljati filogenetski koncept vrste, ki je pri mnogih mikologih in molekularnih taksonomih že sprejet (Taylor in sod.,

2000). Vrsta je po filogenetskem konceptu definirana kot najmanjša skupina populacij (s spolnim razmnoževanjem) ali linij (ki se razmnožujejo nespolno), ki ji lahko določimo unikatno kombinacijo znakov (na molekularnem nivoju) med primerjanimi osebki znotraj skupine (Nixon in Wheeler, 1990; Harrington in Rizzo, 1999).

Poleg omenjenih vrst iz literature lahko iz PCR-RFLP baze podatkov opazimo še nekaj vrst z več kot enim restrikcijskim vzorcem, tudi če izvzamemo možnost izgube fragmenta na gelu zaradi majhne intenzitete signala ali slabe ločljivosti. Več kot en restrikcijski vzorec smo opazili pri vrstah *Russula nigricans*, *Amanita magnivolvata*, *Amanita battarea*, *Amanita submembranacea*, *Amanita vaginata* in *Russula ochroleuca*. Znotrajvrstno variabilnost bi najverjetneje opazili še pri kakšni vrsti, če bi imeli na voljo več referenčnega materiala, tudi z različnih rastišč. Pri omenjenih vrstah se različni restrikcijski vzorci pojavljajo predvsem glede na različna rastišča z različnimi potencialnimi mikoriznimi partnerji (preglednica 11). Rezultati iz preglednice 11 in rezultati za enega od grozdov v filogenetskem drevesu, za rod *Hydnum*, kažejo na možen vpliv rastlinskega partnerja v simbiozi na speciacijo oziroma ločevanje vrst na molekularnem nivoju oziroma fiksacijo mutacij v nukleotidnem zaporedju, ki pa se še ne odraža v spremembi morfoloških znakov na trosnjakih. Proces lahko v daljših časovnih obdobjih privede do specializacije odnosa z glivo, ki je bila v preteklosti generalist.

Uporaba molekularnih markerjev omogoča natančno analizo in veliko ločljivost pri morfološko zelo podobnih vrstah golobic (Grebenc in sod., 2000), zato sklepamo, da z enako natančnostjo ločujemo tudi zelo podobne tipe ektomikorize. Pravilna določitev v primeru tipov ektomikorize s primerjavo s PCR-RFLP bazo podatkov, vključenih v našo študijo, ki imajo identične restrikcijske vzorce, je zato zanesljiva. Kljub obsežni PCR-RFLP bazi podatkov nam vseh neznanih tipov ektomikorize ni uspelo določiti samo s primerjavo PCR-RFLP vzorcev (priloga C in slika 11). V takih primerih smo glede na položaj posameznega vzorca znotraj istega grozda v dendrogramu sklepali na rod, v katerega sodi gliva, ki tvori neidentificirani tip ektomikorize. Trenutno PCR-RFLP baza podatkov vsebuje pretežno PCR-RFLP vzorce ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv (priloga C in slika 11) in je glede na izbor restrikcijskih vzorcev uporabna predvsem za identifikacijo ektomikorize na različno starih drevesih bukve ter na smreki in jelki. Za identifikacijo ektomikorize drugih ektomikoriznih drevesnih partnerjev (druge drevesne vrste) bi morali bazo dopolniti z restrikcijskimi vzorci trosnjakov lokalnega izvora, torej vrst gliv, ki se pojavljajo na širšem rastišču izbranega drevesnega partnerja oziroma v bližini drevesa študirane drevesne vrste. Pri postavitvi ali dopolnjevanju baze podatkov pa moramo biti pozorni tudi na to, da se s starostjo drevesnega partnerja lahko spreminja tudi vrstna sestava gliv, ki tvorijo ektomikorizo, glede na fiziološko stanje drevesa in razmere na rastišču (Deacon in Fleming, 1992; Gherbi in sod., 1999).

Vse glive v bazi pripadajo skupini bazidiomicet, saj smo pri postavitvi in pri nadgradnji baze z vzorci z bukve uporabljali le za to skupino specifične začetne oligonukleotide. Poleg odsotnosti askomicet pa v bazi tudi manjka večina vrst skorjastih gliv ter vrste iz rodov *Ramaria*, *Cantharellus* in *Craterellus*, pri kateri z uporabljenimi začetnimi oligonukleotidi nismo uspeli pomnožiti ITS regij v jedrni DNK. Najverjetnejši vzrok za neuspešno pomnoževanje DNK pri celotnem rodu ali skupini gliv, je lahko manjša (točkasta) mutacija v zaporedju, kjer nalega začetni oligonukleotid. Tako spremenjenega

zaporedja nukleotidni začetnik več ne prepozna pri uporabljenih standardiziranih pogojih PCR, kar rezultira v neuspešnem pomnoževanju izbrane regije v DNK.

Molekularno bazo PCR-RFLP vzorcev lahko enostavno razširimo na druge skupine gliv, kot so saprofitske glive na odmrlem lesu, parazitske glive, endofiti in druge, isti postopek pa lahko uporabimo tudi za druge skupine organizmov, na primer za insekte in rastline. Na slednjih smo že pokazali primernost ITS regije za identifikacijo in filogenetsko umestitev endemitskih vrst (Fineschi in sod., 2002; Ballian in sod., 2004).

Z metodo PCR-RFLP zajamemo le manjše število informacij v pomnoženem zaporedju DNK glede na število prepoznavnih in cepitvenih mest posameznega encima (na primer: z restrikcijskim encimom, ki prepozna zaporedje štirih baznih parov in cepi celotno zaporedje trikrat, zajamemo skupaj 12 baznih parov zaporedja, brez vedenja o njihovem absolutnem položaju v celotnem zaporedju) (Bridge in sod., 1998). Za prikaz celotne informacije, ki jo nosi pomnoženi zapis DNK, smo izbrali pomnožena zaporedja DNK, jih sekvencirali in primerjali z javno dostopnimi zbirkami podatkov nukleotidnih zaporedij (UNITE, 2004; NCBI, 2004) ter tako zajeli celoten nabor razpoložljivih informacij pomnoženega nukleotidnega zaporedja. Tako kot PCR-RFLP baza podatkov tudi sekvenciranje in primerjava z dostopnimi zbirkami ne zagotavlja določitve vsakega neznanega vzorca ektomikorize oziroma je možnost identifikacije celo manjša, saj baza sekvenc ne vsebuje vedno vrst gliv, ki se pojavljajo na študiranem rastišču, poleg tega pa so vzorci v bazi pogosto z drugih geografskih območij in rastišč, s čimer se verjetnost določitve zaradi znotrajvrstne variabilnosti ITS regij (Horton, 2002), ki temelji na ugotavljanju identičnosti nukleotidnih zaporedij, še dodatno zmanjša. Največja slabost javno dostopne zbirke nukleotidnih zaporedij je nezadostna zastopanost posameznih taksonomskih skupin v bazi ter uporaba drugih delov genoma, kot smo ga uporabljali mi. V slednjem primeru je primerjava seveda nemogoča oziroma primerjava našega neznanega zaporedja ne obrodi sadov. Prednost primerjave sekvenc z bazo podatkov pa je že omenjena večja količina informacij, ki so na voljo, ter način primerjave z bazo podatkov nukleotidnih zaporedij s programom BLASTn, ki omogoča lokalno vzporejanje krajših delov (oken) neznanega zaporedja s celotno bazo in tako iskanje in vrednotenje lokalnih podobnosti, ki na koncu rezultira v najbližjih razpoložljivih zadetkih oziroma zaporedjih z največjo celokupno podobnostjo iskanega zaporedja (BLAST, 2004).

Najbližji zadek v bazi podatkov pa ni vedno nujno tudi pravi, saj je lahko delež ujemanja (podobnosti) primerjanega (neznanega) zaporedja z najbližjim zadetkom relativno nizek, na primer pri neznanem tipu ektomikorize na jelki 5, le 92 % in 93 % pri neznanem tipu ektomikorize na jelki 6. V takih primerih v bazi ni ustreznega zaporedja, ki bi ustrezalo glivi, ki tvori neznan tip ektomikorize. Pri tako nizkem odstotku ujemanja lahko sklepamo le na rod ali skupino, v katero sodi gliva v ektomikorizi, nikakor pa ne na vrsto. Za umestitev v vrsto naj bi bila podobnost zaporedij vsaj 99 %, za v rod pa 95 % (Landeweert in sod. 2003), čeprav lahko na osnovi naših rezultatov določevanja vrst s primerjavo nukleotidnih zaporedij v isto vrsto umestimo vzorce s podobnostjo 96 % ali več, na primer vrste *Russula cyanoxantha* (96 %), *Russula ochroleuca* (97 %) in *Laccaria amethystina* (98 %) (preglednica 12, priloga D) ter zagotovo vzorce s podobnostjo nukleotidnih zaporedij več kot 98 % (*Lactarius subsericatus*, *Lactarius subdulcis*) (preglednica 12, priloga D). Opažena odstopanja od popolne identičnosti zaporedij (100 % ujemanje) so po

večini v mejah, opaženih pri nekaterih drugih rodovih na istem zaporedju (ITS 1 in ITS2 v jedrni rDNK): pri rodu *Laccaria* so ugotovili znotrajvrstno variabilnost na 1-2 % nukleotidov, pri vrsti iz rodu *Fusarium* je bila divergenca zaporedij med 0 in 2.5 %, delež odstopanj pa je precej višji pri nekaterih vrstah askomicet.

Težava primerjave nukleotidnega zaporedja z javno dostopnimi bazami podatkov je pogosto tudi nenatančna določitev vrste vzorca (trosnjaka, ektomikorize ali druge oblike materiala, uporabljenega kot vir DNK za sekvenciranje) in nepopolno pokrivanje posameznega rodu, kar smo ugotovili na primerih vrst *Lactarius acris* in *Entoloma rhodopolium*.

Cilj uporabe različnih pristopov pri določevanju vrste glive v ektomikorizi je določitev čim večjega števila tipov ektomikorize do vrste. Število oziroma delež do vrste določenih tipov ektomikorize je v raziskavah na primerljivih objektih ali metodah jemanja vzorcev različen. Tako je delež do vrste določenih tipov ektomikorize na mladih bukvicah v provenienčnem poskusu 32 %, do rodu nadaljnjih 18 %, preostalih 11 tipov ektomikorize pa je ostalo nedoločenih (Pučko, 2003). Na ploskvi Moravske Gredice in Preža, z bukvijo kot prevladujočo vrsto v sestoju, so do vrste določili 46 % oziroma 44 % tipov ektomikorize ter na drugi ploskvi dodatnih 12 % do rodu (preračunano iz podatkov v Al Sayegh Petkovšek, 2000, 2004). Na ploskvah s prevladujočo drevesno vrsto smreko je bil v naravnem mladju smreke na Pokljuki delež do vrste določenih tipov ektomikorize 15 % ter do rodu 35 % (Vilhar, 2001). Delež tipov ektomikorize, ki smo jih do vrste določili v naši študiji, je primerljiv le z rezultati Al Sayegh Petkovšek (2000), saj smo na vseh drevesnih partnerjih določili do vrste 45 % tipov ektomikorize in do rodu nadaljnjih 32 %, kar je v primerjavi z drugimi omenjenimi študijami precej več. Če se pri računanju deležev določenih tipov ektomikorize omejimo le na bukev, kot objekt naše študije, pa so deleži še višji, 65 % do vrste in nadaljnjih 33 % do rodu. Večino vseh nedoločenih tipov ektomikorize pa smo našli na jelki, za katero obstaja le malo popolnih opisov tipov ektomikorize (Agerer, 1987-2002; Agerer, 2001) oziroma gre za opise ektomikorize iz rodu *Lactarius* (Eberhardt in sod., 2000) ali le krajše opise brez obsežnejšega slikovnega materiala za druge tipe ektomikorize (Comandini in sod., 2001).

Visok delež do vrste in do rodu določenih tipov ektomikorize pripisujemo kombiniranemu pristopu pri določevanju (anatomska metoda v kombinaciji s primerjavo restrikcijskih vzorcev in sekvenciranjem pomnožene regije DNK). Z molekularnimi metodami pogosto umestimo neznani vzorec v skupino ali rod, kar je verjetno glavni vzrok za precej višji delež tipov ektomikorize, določenih do rodu, v primerjavi z omenjenimi študijami, kjer so ektomikorizo določevali pretežno z anatomo metodo. S tem smo potrdili hipotezo o večjem deležu identificiranih tipov ektomikorize z uporabo kombinacije več kot le ene metode identifikacije, poleg tega pa uporabljene metode medsebojno podpirajo dobljene rezultate identifikacij.

5.2 POJAVLJANJE TROSNJAKOV

Klasična metoda študija mikoflore in s tem posredno tudi pojavljanja mikoriznih gliv je popis trosnjakov na opazovanem območju. Metoda ima nekatere pomankljivosti, kot so kratkoživost trosnjakov večine vrst ektomikoriznih vrst gliv in neredno pojavljanje v daljših časovnih obdobjih, zato pristop zahteva precejšnji vložek časa. Poleg tega pa številni podatki iz literature kažejo, da pojavljanje trosnjakov ne ustreza pojavljanju tipov ektomikorize na opazovanem območju (Shaw in sod., 1992; Kraigher in sod., 1996; Kraigher, 1997; Jonsson in sod., 1999b). Predvsem zaradi nerednega pojavljanja trosnjakov moramo v zmernem pasu vzorčiti na ploskvi vsaj 3 do 8 let, da dobimo zadovoljivo predstav o populacijski strukturi ektomikoriznih gliv (Gardes in Bruns, 1996), saj mnoge vrste tvorijo trosnjake zelo redko, lahko tudi manj kot vsakih deset let (Piltaver, osebna komunikacija). Diskrepanca med najdenimi in določenimi trosnjaki ter tipi ektomikorize, identificiranimi na istih ploskvah, kaže predvsem na nezadosten vložek dela v popisovanje ali na preveč kratkotrajno, nezadostno pokrivanje vseh skupin gliv, predvsem hipogejih gliv, ki lahko predstavljajo tudi do ene osmine vseh vrst na opazovanem območju (Smith in sod., 2002). K razlikam doprinese tudi nezadostno poznavanje in pomanjkanje literature za posamezno skupino gliv, na primer za filogenetsko heterogeno skupino skorjastih gliv, ki jih v naši študiji, z izjemo štirih vzorcev vrst iz rodu *Tomentella* (*T. ferruginea*, *T. terrestris*, *T. subtestacea* in *Tomentella* sp.), nismo našli v popisih, čeprav se lahko skorjaste glive pojavljajo v visokem deležu v ektomikorizi. Hkrati pa molekularne metode močno povečujejo ločljivost vrst pri identifikaciji tipov ektomikorize, ki so praviloma dolgoživejši od trosnjakov, njihovo ločevanje v vzorcu zemlje pa je precej bolj standardizirano (Agerer, 1991). Težava molekularnih metod še vedno ostaja pomanjkanje kvalitetnega in determiniranega referenčnega materiala (trosnjakov) ali glivnega materiala iz živih zbirk gliv.

V naši študiji smo trosnjake vzorčili 2-3 leta, od leta 2000 do leta 2002, in sicer od julija do sredine novembra (oziroma do prvega snega) ter sporadično tudi prej, od marca do junija, saj smo pričakovali pojavljanje nekaterih domnevno mikoriznih vrst tudi prej. Taki sta vrsti *Hygrophorus marzuolus*, ki jo najdemo konec zime in začetek pomladi (Courtecuisse in Duhem, 1995), v Sloveniji predvsem v marcu in aprilu, ter vrsta *Lactarius illyricus*, ki se lahko pojavlja na primernih rastiščih po Sloveniji že v začetku junija (Piltaver, 1992). Kljub relativno kratkemu obdobju je delež najdenih mikoriznih vrst, ki se pojavljajo, visok, saj je bilo leto 2001 izjemno kar se tiče pojavljanja trosnjakov gliv. Takrat smo na ploskvah v Snežni jami in na Rajhenavskem Rogu našli nekatere vrste, ki v slovenskem prostoru niso pogoste (*Amanita magnivolvata* Aalto in *Russula smaragdina* sensu J.E. Lange (= *R. innocua* (Singer) Romagn.)). Seznam vrst, predvsem pogostejše opaženih vrst, pa sovпада s popisi, narejenimi v predhodnih letih (Hočevār in sod., 1985; Hočevār in sod., 1995; Matočec in sod., 2000) in v istih letih (Piltaver in sod., 2002) na istih ali primerljivih ploskvah v dinarskem jelovo bukovem gozdu in na drugih rastiščih z bukvijo kot prevladujočo drevesno vrsto (Heilmann-Clausen, 2001). Pri popisovanju nismo našli nekaterih vrst ektomikoriznih gliv, ki jih je v istih letih vzorčenj popisal na odmrlih lesnih ostankih bukve Piltaver s sodelavci (2002), pri čemer so oni popisovali na širšem območju (glede na meje naše raziskovalne ploskve) in dodatno še v pragozdnem rezervatu Krokār. Vrste, ki jih mi nismo našli na raziskovalnih ploskvah, so pa v objavljenem seznamu,

(Piltaver in sod., 2002) in potencialno tvorijo ektomikorizo, so *Boletus calopus*, *Humaria hemisphaerica*, *Inocybe bongardii*, *Lactarius glutinopallens*, *Laccaria tortilis* in *Russula badia*. Za nobeno od omenjenih vrst ektomikoriza na bukvi še ni opisana.

Glede na naravo nekaterih raziskovalnih ploskev (Rajhenavski Rog je gozdni rezervat (Hartman, 1999)), smo se pri popisovanju trosnjakov omejili le na najmanj invazivno metodo popisa – popisovanje makroskopskih trosnjakov, s čimer smo izključili vse hipogeje glive, glive, ki se pojavljajo na odmrlih lesnih ostankih, za katere bi morali predstavljati odmrli lesni material, ter vrste, ki tvorijo manj očitne trosnjake oziroma trosišča (skorjaste glive). Omenjena omejitev najverjetneje zmanjša število opaženih mikoriznih gliv ter doprinese k manjšemu ujemanju med vrstami v popisu in najdenimi tipi ektomikorize na istih raziskovalnih ploskvah in podcenitvi dejanske vrstne pestrosti, kar je za isto lokacijo omenil že Piltaver s sod. (2002).

Vsem raziskovalnim ploskvam je bilo skupno, da je bila prevladujoča ali vsaj pogosta drevesna vrsta bukev. Preostale drevesne vrste so se med ploskvami (oz. pretežno med državami) razlikovale, tako se na slovenskih ploskvah pojavljata še jelka in gorski javor, na danskih ploskvah še jesen, smreka in lipa, in na ploskvi v Kranzbergu kot dominantna vrsta smreka, posamezno pa v sestoji najdemo tudi hrast in rdeči bor. Pojavljanje vrst gliv, ki se specifično pojavljajo le na enem od partnerjev, ki ni bukev, tako ni prisotna na več kot dveh ploskvah. V vseh letih vzorčenja smo na treh ploskvah našli vrste *Hebeloma sinapizans*, *Lactarius blennius*, *Russula cyanoxantha*, *Boletellus pruinatus* in *Amanita citrina*. Na štirih ploskvah smo našli vrste *Laccaria laccata*, *Russula fellea*, *Russula mairei*, *Russula nigricans*, *Russula ochroleuca*, *Tricholoma ustale* in *Xerocomus chrysenteron* ter na vseh petih ploskvah v dveh do treh letih vzorčenja vrsti *Laccaria amethystina* in *Lactarius subdulcis*. Med vrstami, ki se pojavljajo na treh ali štirih ploskvah, prevladujejo vrste, za katere je znano, da tvorijo ektomikorizo z bukvijo z izjemo vrst *Russula nigricans*, *Tricholoma ustale*, *Boletellus pruinatus*, *Amanita citrina* in *Hebeloma sinapizans*, katere ektomikorizo smo z molekularnimi metodami določili na jelki (preglednica 12). Za omenjene vrste v razpoložljivi literaturi nismo našli opisov na bukvi (Agerer, 1987-2002; Agerer s sod., 2001; Brand, 1991; Ingleby s sod., 1990; Agerer in Rambold, 1996; Agerer in Rambold, 2004). Med vrstami, ki smo jih našli le na eni ploskvi, prevladujejo vrste, ki tvorijo mikorizo z drugimi rastlinskimi partnerji, prisotnimi na različnih ploskvah, ali pa je ektomikoriza opisana, a se pojavlja redkeje ali le na specifičnih rastiščih in klimarskih razmerah.

Pojavljanje trosnjakov na rastišču potrjuje prisotnost vrste na tem rastišču, odsotnost trosnjakov pa ne pomeni tudi odsotnosti micelija na rastišču, saj je znano, da glive ne tvorijo trosnjakov vsako leto. Zato vrste, ki tvorijo trosnjake, ne predstavljajo vedno vseh vrst, ki jih lahko najdemo v ektomikorizi. Hkratno vzorčenje trosnjakov in analiza ektomikorize na istih ploskvah nam nudi boljši vpogled v populacijo ektomikoriznih gliv na študiranjem področju. Ocena vrstne pestrosti in korelacija med vrstami nad zemljo in v njej na nivoju združbe je zato pogosto nenatančna (Gardes in Bruns, 1996). Neujemanje pri kombinaciji popisa trosnjakov in tipov ektomikorize v vzorcih zemlje na isti lokaciji so opazili že številni raziskovalci (Shaw in sod., 1992; Gardes in Bruns, 1996; Kårén in sod., 1997; Kraigher, 1997; Jonsson, 1999b).

Primer vrste *Lactarius salmonicolor*, sicer vrste ektomikorizne na jelki, kaže, da gliva, ki se pojavlja z velikim številom trosnjakov na ploskvi kot na primer na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama (podatki ločeni za omenjeno vrsto niso prikazani), ni nujno tudi dominantna vrsta v ektomikorizi (za pojavljanje ektomikorize glej prilogo F), kar kaže, da vrste različno razporejajo razpoložljivo energijo za izgradnjo med micelijem, ektomikorizo in trosnjaki.

Večina študij, ki se ukvarjajo s prostorskim pojavljanjem trosnjakov na ploskvah kot orodjem za mikobioindikacijo, največkrat zajema primerjavo dveh ločenih ploskev z različno izraženim delovanjem izbranega opazovanega dejavnika (Kraigher in sod., 1996; Baxter in sod., 1999; Matočec in sod., 2000), ali pa je popisovanje omejeno le na eno ali manjše število vrst, z veliko ločljivostjo popisovanja in nadaljnjimi populacijskimi študijami posamezne vrste (Bergmann in Miller, 2002). Na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama smo na mreži z ločljivostjo enega metra popisovali trosnjake vseh ektomikoriznih gliv in jih grafično korelirali s prisotnostjo sestojne vrzeli na vsaki od raziskovalnih ploskev (slika 9 in slika 10). Najizraziteje se je število opaženih trosnjakov zmanjšalo na ploskvi v Snežni jami (slika 10), kjer cca 2-4 metre od roba sestojne vrzeli praktično ne najdemo več trosnjakov ektomikoriznih gliv, z izjemo nekaj trosnjakov vrst *Lactarius salmonicolor* in *Hygrophorus chrysodon*, od katerih je prva potrjeno, druga pa domnevno ektomikorizna z jelko, pojavljanje pa je vezano na položaj posameznih starejših dreves jelke, ki rastejo ob samem robu sestojne vrzeli (podatki niso prikazani). Na osnovi pojavljanja trosnjakov domnevamo, da korenine jelke z roba vrzeli segajo več metrov v vrzel (golosek). Veliko število trosnjakov, predvsem vrste *H. chrysodon* pa hipotetično povezujemo s povečanjem razpoložljivih hranil v vrzeli, kjer je mineralizacija in sproščanje hranil hitrejše, kar so opazili s hitrejšim tanjšanjem organskega horizonta v vrzeli, večjo količino spranih hranil iz višjih horizontov (Simončič in sod., 2004) in večjo vsebnostjo dušika in fosforja v listni biomasi enoletne talne vegetacije (Kim in sod., 2004). Hkrati pa v letih vzorčenja trosnjakov na mestih intenzivnega pojavljanja trosnjakov še ni prišlo do intenzivnega pojavljanja enoletnih rastlin, ki bi vplivale na pojavljanje trosnjakov.

Na ploskvi Ravnsbolte Skov (slika 7) število opaženih trosnjakov pogostejših ektomikoriznih vrst na bukvi pade na nič na razdalji 25 do 50 m od začetka transektu popisovanja. Razdalja sovpada z objavljanimi velikostmi micelijev nekaterih ektomikoriznih vrst gliv (Bergmann in Miller, 2002). Padec števila trosnjakov sovpada s sredino sestojne vrzeli z minimalnim pomlajevanjem bukve v gospodarskem gozdu. V obeh primerih gre za gospodarski gozd z vrzelmi, ki so nastale relativno malo časa pred vzorčenjem in kjer so bili drevesni partnerji povsem odstranjeni (golosek) v vseh svojih razvojnih fazah. Popolna odstranitev rastlinskega partnerja v ektomikorizi je povzročila zmanjšan transport ogljika in hranil v smeri micelija in potencialno odmiranje micelija, ki se kaže v popolni odsotnosti trosnjakov na prizadetem območju. Izjema so robovi vrzeli, kjer micelij najverjetneje pridobiva hranila preko povezav z deli micelija, ki so še v sestoji in tvorijo ektomikorizo ali preko povezav micelija z drugimi osebkami z roba sestoja (Arnebrant in sod., 1993). Ploskvi Rajhenavski Rog in Rude Skov predstavljata naraven ali naravno gospodarjen gozd, v katerem sta študirani mali vrzeli nastali vsaj 5 let pred prvim vzorčenjem trosnjakov. Na ploskvah se je pojavila naravna regeneracija bukve, ki se na Rajhenavskem Rogu pojavlja tudi v različnih starostnih razredih. Pojavljanje naravne

regeneracije drastično vpliva na pojavljanje trosnjakov ektomikoriznih gliv predvsem v Rajhenavskem Rogu, kjer se pogostost pojavljanja trosnjakov med vrzeljo in sklenjenim sestojem ne razlikuje (slika 9), na ploskvi Rude Skov (slika 8) pa je opazen le manjši padec števila opaženih trosnjakov na delu vrzeli.

Zbrani podatki o pojavljanju trosnjakov podpirajo hipotezo, v kateri predvidevamo, da pojav manjše sestojne vrzeli v sicer sklenjenem sestoji vpliva na pojavljanje trosnjakov ektomikoriznih gliv. Z odstranitvijo simbiotskega partnerja (bukve oziroma bukve in jelke v mešanih sestojih) je dejansko prišlo do spremembe v pojavljanju števila trosnjakov ektomikoriznih gliv na območju vrzeli, saj se je v antropogeni vrzeli (goloseku) v gospodarskem gozdu brez naravnega pomlajevanja v času vzorčenja število trosnjakov zmanjšalo, saj v sredini vrzeli v dveh letih vzorčenja nismo našli nobenega trosnjaka ektomikoriznih vrst gliv. Verjeten vzrok je odstranitev drevesnega partnerja in s tem ključnega vira ogljika za mikorizne vrste, ne glede na opaženo prisotnost encimske aktivnosti za razgradnjo kompleksnih organskih substanc pri nekaterih ektomikoriznih vrstah in s tem potencialno sposobnost razgrajevanja kompleksnih spojin v tleh (Perez-Moreno in Read, 2000). Po predvidevanjih je ob robovih vrzeli ter v vrzelih, kjer se že pojavlja naravna regeneracija, učinek manjši oziroma razlik v številu najdenih vrst nismo opazili, razlike pa so v vrstni sestavi.

Ustrezna gozdarska praksa (izogibanje golosekom nad določeno površino) ima v tem primeru velik pomen predvsem takrat, kadar določeni tipi gozda predstavljajo območje, pomembno s stališča produkcije trosnjakov, bodisi v prehranske bodisi v farmacevtske ali druge znanstvene namene kot vir farmakološko aktivnih sekundarnih substanc (Doljak in sod., 2001).

5.3 POJAVLJANJE TIPOV EKTOMIKORIZE PREKO SESTOJNE VRZELI

Najopaznejše razlike v parametrih za opis populacije ektomikoriznih gliv smo opazili na ploskvi v Snežni jami (preglednica 13 in priloga F), ki predstavlja novonastalo (starost ob prvem vzorčenju cca 1 leto) vrzel v gospodarskem gozdu. Iz rezultatov lahko sklepamo, da je efekt nastanka vrzeli najznačilnejši v novonastalih vrzelih, s pojavom naravne regeneracije pa se efekt na pojavljanje ektomikorize zmanjša oziroma zabriše. Manjše razlike v bogastvu vrst med vrzeljo in sestojem so opazili že Byrd in sod. (2000), medtem ko razlik v bogastvu vrst, številu ektomikoriznih korenin in razmerju askomicete:bazidiomicete (preglednica 16) nismo opazili. Njihovi rezultati so tako primerljivi z našimi rezultati za ploskve, na katerih se že pojavlja naravna regeneracija. Predvsem razmerje askomicete:bazidiomicete se med ploskvami ne razlikuje oziroma je število najdenih askomicet na vseh ploskvah enako (2), z izjemo ploskve Rajhenavski Rog (3), medtem ko razmerje v številu ektomikoriznih korenin, koloniziranih z askomicetami in bazidiomicetmi, odstopa na ploskvi Rude Skov, a le v vzorcih iz leta 2000, v drugih letih in na drugih ploskvah pa so vrednosti primerljive. Znano je, da ob motnjah postanejo askomicete dominantnejše, kar so opazili tako na primeru ektomikorize na pogoriščih (Wicklow in Hirschfield, 1979) kot tudi na primeru gozdnih vrzeli (Byrd in sod., 2000), vendar visokega deleža askomicet na ploskvi Rude Skov v letu 2000 zaradi pomanjkanja podatkov o rastišču in vremenskih razmerah v tem letu ne znamo razložiti. Na primeru

raziskovalnih ploskev, vključenih v analizo, lahko razložimo le relativno nizek delež ektomikoriznih korenin askomicet na ploskvi Rajhenavski Rog, ki predstavlja ploskev v pragozdnem rezervatu z znano dolgotrajno stabilnostjo sistema in odsotnostjo gospodarjenja ter dejstvom, da je vrzel v pragozdnem rezervatu nastala po naravni poti (ujma) cca 6 let pred vzorčenjem in da se na ploskvi pojavlja obilna naravna regeneracija bukve v različnih starostnih razredih. Na vseh ploskvah (razen Rude Skov, podatki za leto 2000) pa je delež ektomikoriznih korenin askomicet nižji (7 % na ploskvi Rajhenavski Rog in 21 % na ploskvi Rude Skov), kot so ga opazili v nacionalnem parku Yellowstone v sestoji vrste *Pinus contorta*, bodisi v sklenjenem sestoji (28.7 %) bodisi v vrzeli (38.8 %) (Byrd in sod., 2000). Deleži askomicet pa so primerljivi z deležom vrste *Cenococcum geophylum* in drugimi črnimi tipi ektomikorize, ugotovljenimi na mladih bukvicah, vključenih v provenienčni test (Pučko 2003). Razlike kažejo predvsem različne razmere na rastišču, razlike med drevesnimi partnerji in načinu gospodarjenja z gozdom oziroma njegovo zgodovino.

Kot dominantne tipe ektomikorize vsestojih z bukvi je Al Sayegh Petkovšek (2004) našla več tipov ektomikorize z visokimi deleži iz rodu *Elaphomyces* (*Ascomycotina*), ki lahko na posamezni ploskvi predstavljajo tudi do 48.5 % vseh ektomikoriznih korenin v vzorcih zemlje. Vrsto *C. geophylum* v ektomikorizi je avtorica našla v skupaj 40 % analiziranih vzorcev zemlje (*ibid.*), kar je relativno manj kot v vzorcih s ploskev Rude Skov in Ravnesholte Skov (v vseh vzorcih zemlje), Rajhenavski Rog (v 90 % vzorcev zemlje) in na ploskvi Snežna jama, kjer se je *C. geophylum* pojavil v 70 % vseh vzorcev zemlje. Vzrok za tako pogosto pojavljanje je lahko vpliv vrzeli, na katerih je bilo vzorčenih več kot polovico vseh vzorcev zemlje in lastnosti posameznih lokacij. Vzorci zemlje, v katerih nismo našli ektomikorize vrste *C. geophylum*, so bili vedno nabrani v sestojni vrzeli, število ektomikoriznih korenin v vzorcih pa je bilo nizko (priloga F). Opažena pogostost pa ni presenetljiva, saj je črni tip ektomikorize vrste *C. geophylum* splošno razširjen tip ektomikorize in se pojavlja pri številnih drevesnih partnerjih (Shirohara in sod., 1999).

Število vitalnih tipov ektomikorize v posameznem standardiziranem vzorcu se v vzorcih, odvzetih v vrzeli oziroma v sklenjenem sestoji, ne razlikuje bistveno od števila vitalnih tipov, ki so jih našli v vzorcih iz smrekovih sestojev (Vilhar, 2001; Trošt s sod., 2000) oziroma je manjše, kot jih je zabeležila Al Sayegh Petkovšek (2000, 2004) na ploskvi v Zavodnjah in Kočevski Reki. Število vitalnih tipov ektomikorize v vzorcih preko sestojne vrzeli se med vzorci precej razlikuje (slika 54) in le na ploskvi v Snežni jami je padec neposredno povezan s položajem v vrzeli, iz česar sklepamo, da je vpliv novonastale vrzeli kot posledica delovanja človeka (golosek), opazen le v prvih letih po nastanku. Pojav naravne regeneracije pa ni več opazen kot padec števila vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcu zemlje že na ploskvi, kjer je vrzel nastala šest let pred vzorčenjem in kjer se je že pojavila naravna regeneracija. Na drugih ploskvah in vzorcih lahko primerljivo število vitalnih mikoriznih korenin v vrzeli in sestoji pripišemo mikoriznim koreninam semenk v vrzeli ali pa mikoriznim koreninam dreves z roba vrzeli. Vpliv starejših dreves z roba vrzeli lahko sega vanjo, kar smo opazili na primeru ploskve v Snežni jami, kjer smo v več vzorcih, odvzetih v sami vrzeli (vzorci 4, 5, 7 in 8), opazili visok delež mikoriznih korenin, ki so pripadale drugim drevesnim vrstam (pretežno jelki) na opazovanem območju (preglednica 16).

V vseh vzorcih zemlje smo našli vsaj minimalno število vitalnih tipov ektomikorize (slika 54, preglednica 13), kar kaže, da je tudi v manjših sestojnih vrzelih kljub odstranitvi rastlinskega partnerja vsaj v manjši meri še vedno prisoten micelij ektomikoriznih gliv, predvsem vrst, ki lahko tvorijo simbiozo z več rastlinskimi partnerji (Agerer, 1987-2002; Smith in Read, 1997; Horton in Bruns, 1998). Ta micelij predstavlja enega od potencialnih virov inokulacije kalečih semen ali posajenih sadik. Pomembno je, da ima micelij potencial tvorjenja mreže povezav z drevesnimi partnerji na robu vrzeli in tako omogoča transport hranil do kalečih semenk v njej. Podobno so dokazali za transport hranil preko mikoriznega micelija od osvetljenega drevesnega partnerja k senčenemu drevesnemu partnerju med različnimi vrstami v simbiozi (Simard in sod., 1997) oziroma prenos hranil v multipartitni simbiozi (Arnebrand in sod. 1993) in da je na »odprtem« prostoru v vrzeli možnost kaljenja spor vrst mikoriznih gliv, ki se lahko na majhnem območju pojavljajo z velikim številom genetsko različnih osebkov (Deacon in Fleming, 1992; Gherbi in sod., 1999). S tem je omogočena selekcija genetsko ustreznega mikoriznega partnerja glede na trenutne razmere v okolju in glede na genom kalečih ali posajenih drevesnih partnerjev (Fiore-Donno in Martin, 2001). Medvrstne povezave omogočajo ali olajšajo preživetje v zgodnjih fazah razvoja semenke, predvsem pri povečani konkurenci korenin enoletnih vrst, katerih produkcija se poveča v vrzeli (Jones in sod., 2003).

S primerjavo pojavljanja tipov ektomikorize med vrzeljo in sestojem smo ugotovili, da je delež tipov ektomikorize, ki se pojavljajo tako v vrzeli kot v sestoju različen, od 50-53 % na ploskvah v pragozdnih rezervatih oziroma naravno gospodarjenih gozdovih (preglednica 16), 33 % na ploskvi Ravnscholte Skov in le 19 % na ploskvi Snežna jama, kljub prisotnosti drugega drevesnega partnerja poleg bukve ter opaženim koreninam jelke v več vzorcih preko vrzeli. To kaže na močnejši vpliv vrst (starejših in vitalnih dreves) z roba sestoja in s tem na stabilnejši sistem. Delež skupnih vrst je v gospodarskem gozdu in v vrzelih, ki so nastale kasneje, manjši. Kljub temu se pojavljajo tipi ektomikorize, ki smo jih našli le v vrzeli ali le v sestoju. Število vrst, ki se pojavljajo na posamezni ploskvi le v vrzeli, je pričakovano manjše (od 0 do 6 tipov ektomikorize) kot število vrst, ki se pojavljajo le v sestoju (4-12 tipov ektomikorize). Drugi tipi ektomikorize s posameznih vzorcev zemlje se pojavljajo tako v vrzeli kot v sestoju in potrjujejo hipotezo Byrda in sodelavcev (2000), da so vse vrste prisotne tako v vrzeli (goloseku) po motnji kot v sestoju, razlike pa so v relativnem pojavljanju posamezne vrste, ki je predvsem pod vplivom spremenjenih razmer v tleh. Hkrati pa relativno visok delež vrst, ki smo jih na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama opazili le v vrzeli ali le v sestoju, lahko zavrača hipotezo Byrda in sodelavcev (2000), ali pa je zgolj posledica omejenega števila analiziranih vzorcev in bi jo z večanjem števila vzorcev in odvzemih mest lahko potrdili.

Med vrstami, ki se pojavljajo v vrzelih, najdemo dve vrsti iz rodu *Tomentella*, vrsto iz rodu *Cortinarius*, vrsto *Russula ochroleuca*, ki je splošno razširjena in je znana kot vrsta z veliko potencialnimi gostitelji, ter več neidentificiranih tipov ektomikorize na jelki, kar lahko razložimo tudi z relativno visokim deležem korenin jelke v sestojni vrzeli na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama (slika 55). Omenjene vrste bi lahko umestili med indikatorske vrste rastišč s hujšo (antropogeno) motnjo, kot je odstranitev drevesnega partnerja (odprtje manjše sestojne vrzeli), na kateri se začenja pojavljati

naravna regeneracija z bukvi. Vrste iz rodu *Russula* in *Laccaria* pa se pojavljajo pretežno le v sestoju. Za rod *Russula* je to razložljivo, saj so vsaj nekatere vrste iz tega rodu znane kot t.i. vrste poznih stadijev in zrelih sestojev (Lu in sod., 1999; Bergmann in Miller, 2002)

Zmanjšanje vrstne pestrosti ektomikoriznih vrst (preglednica 13) in zmanjšanje celotnega števila vitalnih ektomikoriznih korenin (slika 54), kakršnega smo naizraziteje opazili v vrzeli na ploskvi Snežna jama, ima lahko negativen vpliv na gozdni ekosistem, saj večja pestrost vrst in genotipov zagotavlja možnosti za reinokulacijo semenk in omogoča blažitev sprememb v gozdnem ekosistemu, izguba pestrosti pa zmanjša število in funkcionalno pestrost povezav substrata in rastlin preko ektomikoriznih gliv.

Dobljeni rezultati potrjujejo hipotezo o spremembah števila in vrstne sestave ektomikoriznih gliv na ploskvi, izpostavljeni motnji (golosek, novonastala vrzel). Iz rezultatov lahko sklepamo, da se vpliv vrzeli s pojavom naravne regeneracije precej zmanjša oziroma povsem izgine, če primerjamo število tipov ektomikorize v vzorcu, medtem ko se razlike v vrstni sestavi ohranjajo oziroma kažejo določeno stopnjo sukcesije. Tako se sredina vrzeli z naravno regeneracijo po lastnostih mikoflore in njihovega pojavljanja postopno bliža značilnostim gozdnega roba.

5.4. VPLIV ŠTEVILA DREVESNIH PARTNERJEV NA PESTROST TIPOV EKTOMIKORIZE

Bukev se je kot prevladujoča drevesna vrsta pojavljala na ploskvah Rude Skov in Ravnsbolte Skov, medtem ko se je na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama pojavljala v sestoju z jelko in nekaterimi drugimi vrstami. V Kranzbergu je bukev sajena s smreko. Predvidevali smo, da bo celotna pestrost tipov ektomikorize na bukvi, analiziranih v sestojni vrzeli, večja na območjih, kjer se pojavlja pretežno bukev in manjša na ploskvah, kjer se bukev pojavlja še z drugimi drevesnimi vrstami, medtem ko pričakujemo celokupno pestrost tipov ektomikorize, ne glede na drevesnega partnerja, večjo v mešanih sestojih.

Število tipov ektomikorize po anatomske metodi in rezultatih molekularnih analiz je bilo največje na ploskvi Rajhenavski Rog, kjer so poleg prisotnosti dveh vrst drevesnih partnerjev, ki lahko vsak zase tvorita ektomikorizo z vrstno specifičnimi glivnimi partnerji, prisotne tudi vrste, ki se pojavljajo na več partnerjih hkrati, kar podpira postavljeno hipotezo. Predvsem število vrst, ki se pojavljajo na več partnerjih, se v sistemih z več drevesnimi partnerji poveča v primerjavi z monokulturo posameznega od partnerjev (Simard in sod., 1997). Na slovenskih ploskvah sta bila vedno prisotna vsaj dva ektomikorizna drevesna partnerja a kljub temu nismo opazili večjega števila vrst, ki bi se potencialno pojavljale na več partnerjih. Nasprotno, delež absolutnega števila vitalnih ektomikoriznih korenin vrst, ki izkazujejo to lastnost, je bil v sestojih z bukvi in jelko precej manjši. Poleg dveh partnerjev je na raziskovalni ploskvi Rajhenavski Rog prisotnih tudi več stadijev pomlajevanja bukve, kar dodatno poveča

število partnerjev, predvsem iz zgodnejših faz sukcesije ektomikoriznih gliv na bukvi. Drugo najvišje število tipov ektomikorize na eni ploskvi, najdenih v eni sezoni vzorčenja, smo dobili na raziskovalni ploskvi Snežna jama pri enakem številu in volumnu odvzetih vzorcev zemlje. Manjše število v primerjavi s ploskvijo Rajhenavski Rog gre na račun odsotnosti pomlajevanja bukve. Še vedno pa opazimo močan vpliv jelke (slika 55). Obe ploskvi predstavljata mešan sestoj, s čimer lahko potrdimo predvidevanje o večji pestrosti tipov ektomikorize glede na drevesno monokulturo. Primerjava vrst ektomikoriznih gliv, ki smo jih našli kot tipe ektomikorize, se med posameznimi precej razlikuje. Na ploskvah Rajhenavski Rog in Snežna jama se pojavlja večje število tipov ektomikorize na račun tipov ektomikorize na jelki, ki je na danskih ploskvah ni. Primerjava najpogostejših tipov ektomikorize na posameznih ploskvah kaže, da se na vseh ploskvah pogosto pojavlja tip *Cenococcum geophilum*, na danskih ploskvah se kot dominantni tipi ektomikorize večkrat pojavljajo tipi iz rodu *Russula*, na slovenskih ploskvah pa tipi ektomikorize iz rodu *Lactarius*. Razlike lahko pripišemo lokalnim razmeram na rastiščih. Na ploskvah Rude Skov in Ravsholte Skov je bilo število najdenih tipov ektomikorize nižje kot na ploskvah z jelko, a le malo višje, (3-5 tipov ektomikorize), če upoštevamo le tipe ektomikorize na bukvi. V mešanih sestojih tako opazimo manjše razlike v številu tipov ektomikorize ene drevesne vrste (v našem primeru bukve), a razlike niso značilne, kar ne potrjuje zastavljene hipoteze v celoti.

5.5. MOŽNOSTI BIOINDIKACIJE VPLIVOV GOSPODARJENJA IN OZONA

Že v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja se je v času intenzivne industrije predvsem v srednji Evropi pojavilo izrazito upadanje vitalnosti in tudi odmiranje gozdnega drevja. Vzroke za to so iskali v več možnih dejavnikih, kot so polutanti, ki so zakisovali okolje, težke kovine, radionuklidi, vpliv povišane koncentracije CO₂ na cikel ogljika in številni drugi. Propadanje gozdov v tistem času so povezali tudi z vplivi polutantov na glive, predvsem ektomikorizne glive, s prvimi opažanji že v šestdesetih letih prejšnjega stoletja in kasneje potrjeno s strani številnih avtorjev (Blaschke in sod., 1988; Arnolds, 1988, 1991 in drugi). Z namenom, da se postavi kritična meja vnosa posameznega polutanta v okolje oziroma kombinacija le teh, so sledili količine polutantov bodisi s kemijskimi analizami in/ali spremembami v pojavljanju in fiziologiji bioloških indikatorjev. V Evropi so predvsem sledili spremembam pojavljanja trosnjakov mikoriznih gliv (Arnolds, 1991) in tipov ektomikorize (Kraigher in sod., 1996b), pretežno iz skupine bazidiomicet in jih kot biološke indikatorje uporabili v namene mikobioindikacije.

Na izbranih ploskvicah, kjer smo analizirali pojavljanje ektomikorize, so bili v istem času merjeni ali analizirani tudi številni drugi parametri, lastnosti rastišča, osvetljenost in hranila v tleh in njihov pretok skozi tla, izračunan s pomočjo dveh modelov. Z metodo ordinacije podatkov pojavljanja smo poskusili ugotoviti, kateri od izmerjenih ali izračunanih parametrov ploskvic značilno vpliva na pojavljanje oziroma razlike v razporejanju tipov ektomikorize med posameznimi ploskvicami. Značilno so na pojavljanje vplivale štiri lastnosti ploskve, in sicer število drevesnih vrst na ploskvi, število mladih semenk jelke (starost semenk do 10 let), število semenk bukve, starih 6-10 let in prisotnost vrzeli, ki smo jih prikazali na ordinacijskem diagramu (slika 57). Vidimo, da je na vrzel

vezana predvsem vrsta (tip ektomikorize) *Russula ochroleuca*, za katero smo že iz pojavljanja trosnjakov ugotovili, da jo večkrat najdemo v vrzeli. S pojavljanjem večjega števila mladih jelk so povezane vrste *Tomentella terrestris* ter dva neznana tipa ektomikorize na jelki (5 in 10). Pozitivno korelacijo z bukovim mladjem sta kazali vrsti *Lactarius acris* in *Lactarius subdulcis*, na večanje števila drevesnih vrst pa so bile vezane vrste *Russula mairei*, *Laccaria* sp.1, *Lactarius* sp.3, *Russula* sp.4 ter neznani tip na jelki 7. Za nobeno od vrst, ki so kazale pozitivno korelacijo s povečevanjem števila drevesnih partnerjev na rastišču pa nismo ugotovili oziroma po razpoložljivi literaturi nismo našli podatkov o pojavljanju na več drevesnih partnerjih hkrati. Opažene razlike v pojavljanju tipov ektomikorize lahko pripišemo razlikam na rastišču, ki so se pojavile z nastankom vrzeli, saj vemo, da onesnaževanje in drugi okoljski dejavniki oziroma spremembe vplivajo na razporejanje mikoriznih gliv, tako da posamezne vrste izginejo in druge pridobijo na račun manjše kompeticije v stresnih razmerah (Kraigher in sod., 1996). Časa za vzpostavitev spremenjene populacijske strukture, ki smo jo pokazali v povezavi s posameznimi lastnostmi ploskvic, je bilo predvidoma dovolj, saj je bila »najmlajša« vrzel v času vzorčenja stara leto in pol, življenjska doba posameznega tipa ektomikorize pa je ocenjena na nekaj tednov (Smith in Read, 1997) do največ nekaj mesecev (Downes in sod., 1992), torej dovolj, da se je populacija ektomikoriznih gliv prilagodila na spremenjene rastiščne razmere.

Z ordinacijsko analizo nekaterih razpoložljivih hranil, padavin in trenutne vlažnosti na ploskvicah lahko koreliramo s povečanjem gradientov kar nekaj tipov ektomikorize, predvsem v povezavi s količino dušika v amoniakalni obliki in koncentracijo kalcija (slika 57b). Presenetljivo majhen vpliv na pojavljanje sta imela trenutna vlažnost na ploskvi in količina padavin v letu vzorčenja. Vzrok za to lahko iščemo v tem, da leto 2001 po količini padavin oziroma suši ni bilo dovolj ekstremno, da bi izmerjene razlike med posameznimi ploskvicami vplivale na spremembe v pojavljanju ektomikoriznih gliv, kakršno so opazili Shi in sod. 2002. Izmed drugih spremenljivk okolja (ploskvic), vključenih v ordinacijsko analizo, nobena od kombinacij spremenljivk ni dala statistično značilnega modela odzivanja tako na prvi, kot na vseh štirih ordinacijskih oseh, zato rezultatov nismo mogli uporabiti za postavitev modelov odzivanja vrst na spremembe posamezne spremenljivke na način, kot smo to naredili za prisotnost vrzeli (slika 58) in število drevesnih partnerjev (slika 59a in 59b). Nekatere od spremenljivk so kljub temu kazale statistično značilno povezavo ($p < 0.05$) s pojavljanjem tipov ektomikorize. Značilno korelacijo smo tako ugotovili za celokupno količino korenin na ploskvicah, zastiranje (parameter, ki je v neposredni povezavi s prisotnostjo vrzeli), značilno povezavo s spremembo nabora tipov ektomikorize so imele tudi pH vrednost substrata in količina humusa na vseh merjenih globinah (opad in vzorci do globine 20 cm globoko), količina dušika v opadu in razmerje C:N na globini 5 cm. Rezultati so, glede na pojavljanje hif ektomikoriznih vrst gliv v vertikanem profilu tal, kjer se količina hif posameznih vrst z globino in horizontom tal značilno spreminja (Dickie in sod., 2002), povezavo z razpoložljivimi hranili, predvsem z dušikom, pričakovani. Ektomikoriza je globalno omejena predvsem na območja, kjer je omejujoč dejavnik dušik (Read, 1998), zato je soodvisnost različnih tipov ektomikorize z različnimi vrstno specifičnimi funkcionalnimi prilagoditvami in kompatibilnostjo s partnerji (Gianinazzi-Pearson 1984) in količino razpoložljivih virov dušika (humusa) in prostega dušika (v amoniakalni ali drugih oblikah) razložljiva. Statistično značilno povezavo pojavljanja ektomikorize in humusa ter dušika smo opazili tako v zgornjih plasteh

(opadu) kot tudi v mineralnih horizontih (slika 59b), kjer se po rezultatih Roslingove in sod. (2003) za podzol pojavljata dve tretjini vseh tipov ektomikorize in kar polovica vseh vrst gliv v ektomikorizi. Krivulje odzivanja (slika 59b) kažejo, da se večina tipov ektomikorize ni odzivala na spremembo količine humusa na globini 10 cm, medtem ko vrste *Lactarius subdulcis*, *Russula cyanoxantha* in *Russula illota* kažejo negativen odziv na večanje količine humusa, kar je najverjetneje povezano z njihovim pojavljanjem. Vrsta *L. subduclis* se pretežno pojavlja v zgornjih slojih opada in je vezana na manj razkrojen opad, medtem ko se drugi dve vrsti pretežno pojavljata s substratih z večjim deležem peska ali mivke.

Na razporejanje tipov ektomikorize pa so vplivali tudi depo Ca^{2+} , SO_4 in Cl^- ter ne glede na računski model količina amoniakalnega dušika ter NO_2 (le po WatBal metodi). Dodatno po kloridni metodi modela spiranja tudi Al^{3+} , Cl^- in SO_4 (za natančnejši opis metode in rezultate simulacije glej Vilhar 2003). Glede na to, da sta obe ploskvi, kjer smo analizirali tla in tipe ektomikorize, v neonesnaženem predelu države, je vpliv onesnaževalcev manj pomemben, saj so izračunane razlike v koncentracijah med posameznimi ploskvicami majhne.

Na osnovi rezultatov lahko sklepamo na posamezne tipe ektomikorize, ki kažejo korelacijo s spremembami v količinah nekaterih hranil v tleh, kar je ključno pri metodi mikobioindikacije in izbiri občutljivih in neobčutljivih vrst gliv, kot predlagajo Kraigher in sod. (1996). Rezultati potrjujejo ugotovitve Kraigherjeve (*ibid.*), da stres, ki si ga v našem primeru lahko predstavljamo kot spremembe v kemijski sestavi tal in razlikah v spiranju različnih mineralnih snovi, do katere pride zaradi odprtja sestojne vrzeli in spremenjenih mikroklimatskih razmer, vpliva na pojavljanje tipov ektomikorize in spremembe v njihovi vrstni sestavi. Kljub temu moramo pri razlagi paziti na to, da onesnaževanje najverjetneje vpliva na drugačen način kot stres zaradi sprememb, ki se pojavljajo v sukcesiji vrzeli.

Neposreden vpliv delovanja človeka na gozd smo opazili tudi na ploskvah Rajhenavski Rog in Kranzberg, kjer smo enega od vzorcev v transektu preko ploskve odvzeli na mestih, shojenih zaradi dela na ploskvi. Na obeh ploskvah je opazen padec števila ektomikoriznih korenin (Rajhenavski Rog, vzorec 4, slika 54 in Kranzberg, vzorec 7, priloga G) ter zmanjšanja vrstne pestrosti v vzorcih, približno na raven, kot jo opazimo v manjši sestojni vrzeli (Grebenc in Kraigher, 2003). Vpliv hoje so opazili že Waltert s sod. (2002), ki so primerjali ploskve z intenzivno rekreativno dejavnostjo in kontrolne ploskve. Shojenost je vplivala predvsem na zmanjšanje talne vegetacije in debeline opada, mlade bukvice pa so imele manjšo biomaso. Vpliv hoje na mikorizo so ugotavljali posredno, preko vsebnosti ergosterola, kjer pa pri odraslih drevesih niso ugotovili negativnega vpliva človekove dejavnosti. Vpliv shojenosti na število in vrstno sestavo tipov ektomikorize v vzorcih je najverjetneje povezan s spremembami kvalitete in količine opada, ki smo ga opazili tudi v vrzeli in z zbitostjo terena zaradi hoje. Za potrditev in statistično analizo dobljenih rezultatov na vzorcih zemlje, odvzetih na shojenih delih ploskve ter jasno določitev vpliva neposrednih človekovih aktivnosti v gozdu bi potrebovali več ponovitev.

Rezultati dela potrjujejo sklepe Kraigherjeve s sod. (1996) da okoljski dejavniki in delovanje človeka (onesnaževanje), v našem primeru goloseki (in intenzivna hoja (Waltert in sod., 2002)) v gozdu vplivajo na razporejanje mikoriznih gliv. Zato spremembe v

mikocenozi lahko uporabimo kot metodo mikobioindikacije, ki jo je predlagal že Fellner (1989). Razporejanje različnih tipov ektomikorize glede na razlike v lastnostih tal (preko količine opada, humusa, dušika ter shranjevanja in spiranja več elementov) lahko povežemo s spremenjenim kemizmom v vrzeli glede na sestoj. Zaradi relativno majhnega števila podatkov o pojavljanju tipov ektomikorize pa ne moremo z gotovostjo postaviti vrsta ali skupine vrst, ki bi se značilno pojavljale ali izginjale pri spremenjenih količinah omenjenih parametrov, kot smo to lahko naredili za parametra število drevesnih partnerjev in prisotnosti manjše sestojne vrzeli.

Primerjava pojavljanja tipov ektomikorize in trosnjakov ektomikoriznih vrst gliv je tudi v naši raziskavi pokazala, da tipi ektomikorize dajo natančnejšo sliko o prisotnosti micelija ektomikoriznih gliv v tleh in to preko celotne rastne sezone, ne glede na pojavljanje trosnjakov, ki se je predvsem na ploskvi Kranzberg v letu 2003 (podatki niso prikazani) izkazalo za povsem neuspešno zaradi neprimernih vremenskih razmer za tvorjenje trosnjakov (dolgotrajna suša). Suša na pojavljanje tipov ektomikorize ni imela tako izrazitega vpliva. Poleg tega uporabljeni pristop (več načinov identifikacije tipov ektomikorize) prispeva tudi k uspešnejši identifikaciji vrst ter potrditvi prisotnosti vrst, ki se morda v sezonah vzorčenja na raziskovalnih ploskvah niso pojavljale kot trosnjaki.

Zadostno pojavljanje posameznega tipa ektomikorize in pojavljanje v vzorcih zemlje, povezano s posameznimi lastnostmi ploskvic, kjer smo odvezemali vzorce za analizo, nam je omogočilo, da smo s CCA analizo postavili ordinacijski diagram, na osnovi katerega smo konstruirali modele pojavljanja – krivulje odziva izbranih vrst z značilnim razporejanjem v modelu. V modelu odzivanja na pojav manjše sestojne vrzeli (slika 58) je odziv večine vrst majhen. Opazen negativen odziv pa glede na postavljeni model kažeta vrsti *Lactarius pallidus* in *L. vellereus*, ki ju lahko pričakujemo predvsem v sklenjenih sestojih, ne pa na robovih ali v sami sestojni vrzeli. Rezultati modela odzivanja tipov ektomikorize na število drevesnih partnerjev na ploskvi (slika 59) je presenetljivo, saj vrsti, za kateri je znano, da se pojavljata na več drevesnih partnerjih in smo ju tudi mi našli tako na bukvi kot na jelki (*Cenococcum geophilum* in *Russula ochroleuca*), ne kažeta nikakšnega odziva na večanje števila drevesnih partnerjev. Možna razlaga za to je, da je bilo na ploskvah, kjer smo odvezemali vzorce, že vzpostavljeno ravnotežje pojavljanja obeh vrst ter tako nismo opazili premikov v pojavljanju (prisotnosti) in številu tipov ektomikorize. Druge vrste, ki se glede na opise pojavljajo le na enem drevesnem partnerju, z izjemo vrste *Laccaria* sp.1, za katero nimamo podatkov, pa kažejo pozitivno korelacijo z večanjem števila drevesnih partnerjev.

V ločenem poskusu smo ugotavljali tudi vpliv povečane koncentracije ozona (dvakratne koncentracije ambientalnega ozona) na ektomikorizo bukve kot del širšega projekta *in situ* prepričavanja krošenj izbranih dreves bukev v sestoji in sledenju fiziološkemu, morfološkim in biokemijskim parametrom dreves, vključenih v poskus, kot reakcijo na povišano koncentracijo ozona. Spremembe v transportu ogljika v smeri korenin so opazili že v prejšnjih poskusih, kar kaže na možnosti sprememb v aktivnosti mikrobne komponente v rizosferi ter s tem tudi na vrstno sestavo in pojavljanje tipov ektomikorize.

Do sedaj znani vplivi ozona in nekaterih drugih polutantov na pojavljanje ektomikorize so si nasprotujoči (Valentini in sod., 2000; Andersen, 2003). Večina podatkov o vplivih

ozona na drevje je bilo dobljenih z raziskavami v rastnih komorah oziroma kako drugače zaprtih sistemih, zato je študij ektomikorize dreves v sestoju velikega pomena za razumevanje delovanja gozdnega ekosistema. Prikazani so rezultati za prvo leto vzorčenja in še ne prikazujejo dejanskih oziroma potencialnih sprememb, ki bi se odražale v mikoflori ektomikoriznih vrst na bukvi. Kljub temu smo pri primerjavi vzorcev zemlje za analizo ektomikorize, odvzetih pod kontrolnimi drevesi in drevesi, izpostavljenimi povišani koncentraciji ozona, opazili nekaj statistično značilnih razlik. Tako se na začetku vzorčenja in v prvem delu rastne sezone pokaže razlika v številu vitalnih ektomikoriznih korenin, ki pa v kasnejših vzorčenjih izgine. Razlika je lahko naključna in jo bomo lahko z analizo vzorcev, odvzetih v drugem letu, izključili. Se pa v zadnjih dveh vzorčenjih pojavi statistično značilna razlika ($p < 0.05$) v absolutnem številu starih in nemikoriznih korenin ter vseh korenin v vzorcih, medtem ko se število tipov ektomikorize in vitalnih ektomikoriznih korenin ne razlikuje značilno. Za potrditev vpliva potrebujemo še rezultate drugega leta vzorčenja, saj je bilo prvo leto izrazito sušno in bi bil morebitni vpliv ozona, ki se pokaže v nekaterih parametrih, dejansko vpliv izredne suše v tem letu vzorčenja, čeprav Shi in sod. (2002) v poskusih z zakrivanjem dreves in ustvarjanjem sušnih pogojev na raziskovalnih ploskvah niso opazili sprememb v številu in pojavljanju ektomikorize. Izpostavili so lahko le posamezen tip ektomikorize, ki je v sušnih razmerah dominiral. Kljub številnim dokazanim vplivom ozona na nadzemne dele drevesnih partnerjev (Agraval in Agraval, 2000; Matyssek s sod., 2000; Bortier s sod., 2000; Yonekura s sod., 2004 in drugi) pa ne moremo zavrniti dvoma Andersna (2003) o dejanskem vplivu ozona na pojavljanje tipov ektomikorize oziroma razjasniti nasprotujoče si podatke o tem (*ibid.*). Statistično neznailne razlike med ugotavljanimi in izračunanimi parametri za opis ektomikorize med tretiranimi in kontrolnimi drevesi gre pripisati že omenjenemu kratkemu obdobju vzorčenja ter najverjetnejšemu majhnemu dejanskemu vplivu, torej posrednemu vplivu ozona preko drevesnega partnerja, ki ga zabrišejo drugi dejavniki. Ti bi na ploskvi v Kranzbergu lahko bili suša, intenzivno raziskovalno delo na ploskvi in s tem velik vpliv na tla in drugi. Nobenega od omenjenih vplivov nismo uspeli izključiti niti z uporabo dodatne negativne kontrole zunaj raziskovalne ploskve. Ravno tako nismo opazili statistično značilnih razlik med izračunanimi Bray-Curtisovimi indeksi za vse kombinacije vzorčenj med netretiranimi in tretiranimi drevesi, kar kaže na to, da v času vzočenja vrstna sestava ektomikoriznih gliv na tretiranih drevesih ni postajala bolj podobna, oziroma da bi se pojavili in prevladovali tolernatni tipi ektomikorize ter izginili občutljivi tipi ektomikorize pri kroničnem izpostavljanju povišani koncentraciji ozona.

Pri zbiranju ekoloških podatkov in podatkov o pojavljanju večjega števila vrst v okolju pogosto dobimo veliko število vrednosti nič (osebek se ne pojavlja). Za analizo tovrstnih podatkov potrebujemo primerno orodje, kot je na primer ordinacija (ter Braak in Šmilauer, 1998). Na osnovi zadostne količine podatkov in z uporabo ordinacije smo uspeli postaviti modele odzivanja posameznih vrst ektomikorize glede na spremembe izbranih ekoloških parametrov in s tem potrdili zadnjo od postavljenih hipotez. Izmed celotnega nabora ekoloških parametrov značilno vplivajo na spremembe v pojavljanju vrst in števila tipov ektomikorize predvsem drevesna vegetacija, dušik v tleh, pH tal in delež humusa v tleh. Število vrst, ki kažejo močan odziv na posamezen dejavnik je relativno majhno, glede na celoten nabor, a sovпада z nekaterimi do sedaj znanimi rezultati o pojavljanju tipov

ektomikorize, saj se na primer vrsta *Russula cyanoxantha* pojavlja pretežno mineralnih tleh (Agerer 1987-2002, Brand 1991), naši rezultati pa kažejo na negativen odziv na delež humusa v tleh. Tako lahko vsaj za nekatere vrste na osnovi rezultatov ordinacije predlagamo uporabo ektomikoriznih gliv za mikobioindikacijo za sledenje spremembam omenjenih parametrov vzdolž njihovih gradientov ugotovljenih vrednosti.

6 POVZETEK

6.1 POVZETEK

Glive predstavljajo ključno povezovalno biotsko komponento med posameznimi elementi gozdnega ekosistema, predvsem med viri hranil in drevesnimi partnerji v simbiozi – mikorizi. Glive lahko vstopajo v številne interakcije v okolju in predstavljajo pomemben element pri prenosu in kontroli prenosa mineralov in hranil ter s tem vplivajo tudi na vrstno sestavo drugih organizmov v ekosistemu. Ena od pomembnih oblik interakcij je ektomikoriza, stabilna funkcionalna povezava micelija glive s koreninskim sistemom rastlinskega partnerja. Spremembe v okolju, bodisi naravne ali kot posledica človekove dejavnosti, se lahko hitro odražajo pri makro- ali mikrosimbiontih, predvsem pri glivah. V našem delu smo želeli ugotoviti vrste oziroma višje taksonomske skupine gliv, ki v naravnih in gospodarskih gozdovih tvorijo ektomikorizo z bukvijo, drugo najpogostejšo drevesno vrsto v Sloveniji, hkrati pa smo analizirali tudi tipe ektomikorize na drugih drevesnih vrstah, ki se pojavljajo na raziskovalnih ploskvah in tvorijo celotno populacijo mikoriznih gliv v odvzetih vzorcih.

V delu smo na ploskvah z različnimi vplivi (naravna ali antropogena sestojna vrzel (ploskve Rude Skov, Ravnsbolte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama), ploskev z dvakratno koncentracijo ambientalnega ozona (ploskev Kranzberg)) spremljali pojavljanje ektomikoriznih gliv na bukvi. V standardizirano odvzetih vzorcih zemlje (274 ml, globina do 18 cm) smo določevali, kvantificirali in z indeksi pestrosti prikazali spremembe v populaciji ektomikoriznih gliv na bukvi in drugih drevesnih partnerjih na ploskvah ter z metodo ordinacije korelirali pojavljanje tipov ektomikorize z nekaterimi lastnostmi ploskev, kjer smo odvezemali vzorce za analizo ektomikorize. Tako smo vsega skupaj analizirali 105331 kratkih korenin, od tega 17705 vitalnih ektomikoriznih korenin, v 50 vzorcih zemlje (skupaj 13700ml vzorcev zemlje), vključenih v študij vpliva male sestojne vrzeli na pojavljanje ektomikorize, in 21180 vitalnih ektomikoriznih korenin v 45 vzorcih zemlje (skupaj 12330 ml vzorcev zemlje) v študiji vpliva povišane koncentracije ozona na bukev.

Pri delu smo se osredotočili predvsem na čim uspešnejše določevanje tipov ektomikorize, zato smo uporabili kombiniran pristop določevanja po anatomskih lastnostih tipov in določevanje s primerjavo PCR-RFLP vzorcev z lastno bazo podatkov in s primerjavo pomnoženih nukleotidnih zaporedij z javno dostopnimi bazami. Na vseh ploskvah smo tudi popisovali in herbarizirali trosnjake ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv kot referenčni material lokalnega izvora za PCR-RFLP bazo podatkov.

Različni pristopi pri določevanju ektomikorize so, zaradi uporabe molekularnih pristopov, pričakovano rezultirali v večjem deležu do vrst ali do rodu določenih tipov ektomikorize kot v primerljivih študijah. Na kratko smo opisali 65 različnih tipov ektomikorize na bukvi, jelki in smreki, ki so se tudi pojavljali na posameznih ploskvah ter naredili popoln opis ektomikorize *Entoloma nidorosum* X *Fagus sylvatica*. Da bi določili kar največje število tipov ektomikorize do vrste ali vsaj do rodu, smo v našem delu poleg določevanja po

anatomskih znakov neznane in dvomno določene tipe ektomikorize poskusili določiti tudi z analizo ITS regij v jedrni ribosomalni DNK. Pomembna je predvsem primerjava dobljenih restrikcijskih vzorcev neznanih tipov ektomikorize s PCR-RFLP bazo podatkov, ki trenutno vsebuje 880 vzorcev okoli 250 vrst trosnjakov ektomikoriznih gliv in tipov ektomikorize. Poleg tega je baza podatkov pokazala pomen referenčnega materiala lokalnega izvora, saj smo pri več vrstah ugotovili polimorfizem restrikcijskih vzorcev za vzorce trosnjakov z različnih regij in rastišč. Več tipov ektomikorize, ki jih s primerjavo restrikcijskih vzorcev nismo uspeli določiti niti do rodu, in so v dendrogramu tvorili ločene grozde, najverjetneje pripada vrstam, ki smo jih pri popisovanju izločili (hipogeje glive in skorjaste glive), ali pa gre za vrste, ki v letih vzorčenja niso tvorile trosnjakov na ploskvah.

Rezultati pojavljanja trosnjakov ektomikoriznih vrst gliv kažejo na spremembe v pojavljanju med sestojem in manjšo sestojno vrzeljo na štirih raziskovalnih ploskvah. Značilno zmanjšanje pojavljanja trosnjakov smo opazili predvsem v vrzeli v gospodarskem gozdu brez naravne regeneracije. Vrste najdenih trosnjakov le v manjši meri sovpadajo z vrstami, ki smo jih našli v ektomikorizi. Na ravni ektomikorize smo v vzorcih, odvzetih v transektu preko vrzeli, opazili predvsem razlike v številu najdenih prevladujočih tipov ektomikorize in le manjše razlike v vrstni sestavi. Na ploskvah z obilno naravno regeneracijo bukve pa nismo opazili statistično značilnih razlik v številu tipov ektomikorize v vzorcu zemlje. V vseh vzorcih zemlje smo našli vsaj minimalno število vitalnih tipov ektomikorize, kar kaže, da je tudi v manjših sestojnih vrzelih, kljub odstranitvi rastlinskega partnerja, vsaj v manjši meri še vedno prisoten micelij ektomikoriznih gliv, ki predstavlja enega od potencialnih virov inokulacije kalečih semen ali posajenih sadik. To potrjuje zastavljeni hipotezi o vplivu vrzeli na pojavljanje gliv (trosnjakov in ektomikorize). Le delno pa smo uspeli potrditi hipotezo o vplivu števila drevesnih partnerjev na pestrost ektomikorize, saj se število tipov ektomikorize ne razlikuje značilno glede na to, ali bukev prevladuje ali raste v mešanih sestojih.

V mali sestojni vrzeli smo opazili statistično značilne spremembe v pojavljanju in indeksih pestrostjo predvsem v novonastali antropogeni vrzeli Snežna jama (Shannon-Weaverjev indeks vrstne pestrosti (H) med 0.0 in 1.13), kjer še ni prišlo do naravne regeneracije, ki na drugih ploskvah zabriše spremembe, na primer na vrzeli v Rajhenavskem Rogu, kjer se H giblje med 0.59 in 1.62. Na raziskovalni ploskvi Kranzberg se indeksi pestrosti med kontrolo in ploskvijo, prepričavano z dvojno ambientalno koncentracijo ozona, statistično ne razlikujejo ($H=1.02-1.33$ na kontrolni ploskvi oziroma $H=0.91-1.29$ za tretirano ploskev), so pa nižji kot na drugih analiziranih raziskovalnih ploskvah. Na pojavljanje tipov ektomikorize ima vpliv število drevesnih partnerjev na ploskvi in prisotnost vrzeli, kar smo pokazali tudi z metodo ordinacije in krivuljami odzivanja vrst, kjer smo za nekatere tipe ektomikorize lahko pokazali značilno odzivanje na spremembe parametra.

Na izbranih ploskvah, kjer smo analizirali pojavljanje ektomikorize, so bili v istem času merjeni ali analizirani tudi številni drugi ekološki parametri. Z metodo ordinacije smo poskusili ugotoviti, kateri od izmerjenih ali izračunanih parametrov ploskvic značilno vpliva na pojavljanje oziroma razlike v razporejanju tipov ektomikorize med posameznimi ploskvicami. Značilno je na pojavljanje vplivalo več lastnosti ploskve, in sicer število drevesnih vrst na ploskvi, število mladih semenk jelke, število semenk bukve, prisotnost vrzeli, količina humusa in druge. Za vsako od lastnosti smo izpostavili nekaj vrst, ki kažejo

značilen odgovor vzdolž gradienta lastnosti. Druge kombinacije spremenljivk okolja, vključenih v ordinacijsko analizo, niso dale statistično značilnega modela odzivanja, zato rezultatov nismo mogli uporabiti za postavitev modelov odzivanja. Metoda ordinacije se je pokazala kot koristno orodje pri povezovanju pojavljanja tipov ektomikorize z lastnostmi ploskve, pojasnjevanju vloge posamezne vrste ali skupin ektomikoriznih gliv v gozdnih tleh in daje možnosti sledenja spremembam v okolju s pomočjo sprememb pojavljanja tipov ektomikorize.

6.2 SUMMARY

Fungi represent an important link between several biotic components of forest ecosystem and can link sources of nutrients with tree partners in symbiosis named mycorrhiza. Mycorrhiza is stable biotrophic interaction of mycelium of the ectomycorrhizal fungus and the root of plant host. Natural or anthropogenic changes in environment can be detected as drift within functional and/or population diversity of macro- and microsymbionts. The aim of our research was to identify and describe species of ectomycorrhizal fungi forming ectomycorrhiza on beech and to briefly analyse ectomycorrhizae of other tree hosts from the same research plots, to follow the drift in diversity indices values for differently stressed plots and to establish the correlation of occurrence of ectomycorrhizae with selected ecological parameters of the same plots.

Several research plots were selected in Slovenia, Denmark and Germany (naturally occurring and man made small canopy gaps and a plot with ozonated canopies of trees), all with beech as dominant tree species in stand, for analysis of ectomycorrhizae. Soil samples for analysis were collected using standardised procedure (274ml, 18cm deep). Ectomycorrhizae was identified and counted in all soil samples. Selected biodiversity indices were calculated and compared with indices for other comparable plots. For plots where ecological data of subplots were available ordination method was applied for establishing responses of types of ectomycorrhizae to changes in environmental characters and for selected variables species response curves were prepared. We have analysed all together 105331 short roots from all research plots involved in the study. 17705 out of them were vital ectomycorrhizae found in 50 soil samples (total volume of analysed soil was 13700ml) from research plots representing small canopy gaps. Additionally 21180 vital ectomycorrhizal short roots were found in 45 soil samples (total volume of analysed soil was 12330ml) from research plot involved into study of beech responses to acute exposure to 2x concentration of ambiental ozone.

Combined approach for identification of ectomycorrhizae was used with aim to identify as many as possible different types of ectomycorrhizae to the species level. Anatomical identification in combination with PCR-RFLP was applied (polymerase chain reaction in combination with restriction fragment length polymorphism) where RFLP patterns of unknown types of ectomycorrhizae were compared to the PCR-RFLP database based on the identified and herbarised reference material collected mainly from the plots included into the research. Additionally sequencing of ITS region and comparison to public available databases was performed for selected samples.

Combined approach to the identification of ectomycorrhizae yield higher number of types of ectomycorrhizae identified to the genus level as compared to some other studies on beech, mainly due application of molecular tools. We have made 65 short descriptions of ectomycorrhizae from all plots included and one full description for not yet described ectomycorrhizae of *Entoloma nidorosum* on beech. For more reliable identification molecular tools were used, mainly PCR-RFLP of the ITS region in rDNA. The comparison of restriction patterns was made to the database currently representing 880 samples of about 250 different species of fungi (either as sporocarps or ectomycorrhizae). Majority of

samples included into the database were collected from stands with beech, silver fir and spruce. The database itself is flexible in terms of selection of samples to compare and in general increased the number of types of ectomycorrhizae identified to the genus level. The importance of reference material of local origin was also proven as a result of database compilation since several species showed clearly distinct restriction patterns if collected from different locations and from under different putative tree partner in symbiosis. Several types of ectomycorrhizae formed completely separated clusters in the database, presumably belonging to one of the groups of fungi not or poorly represented in the database as hypogeous or corticiaceous fungi or simply represent ectomycorrhizae of fungi which did not form sporocarps in sampling years.

The most profound effect of the small canopy gap from all four plots included in the study was calculated from Snežna jama research plot with Shannon-Weaver species diversity index (H) ranging from 0.0 and 1.13. There was no natural regeneration in the plot at the time of sampling. Rajhenavski Rog research plot represented a naturally made canopy gap with abundant natural regeneration and H from 0.59 to 1.62. Diversity indices from samples collected on Kranzberg forest research plot showed no significant difference control and 2x ambient ozone treated plot with H=1.02-1.33 for control and H=0.91-1.29 for treated plot. Indices were in average lower comparing other research plots probably due the history of the stand (mixed plantation) and intensive research work in years of sampling of ectomycorrhizae. The influence of small canopy gap was also analysed using ordination analysis of the data with some species showing preference to occur in the gap while some were only found in samples from closed canopy. Beside small canopy gap the ordination and calculation of species response curves was applied with statistical significance for the number of host tree partners on the plot and for the quantity of humus at 10cm depth.

The sporocarp sampling was also performed on all research plots at least for two years. Occurrence of sporocarps show clear correlation to presence of newly made canopy gaps. Species found as sporocarps only partially correspond to species of ectomycorrhizal fungi identified in ectomycorrhiza. In soil samples collected in a transect line in canopy gaps main observed differences were in numbers of types of ectomycorrhizae and only minor drifts in species composition. On plots with abundant natural regeneration (Rajhenavski Rog and Rude Skov) there were no significant differences in the number of types of ectomycorrhizae comparing canopy gap or closed canopy. From all soil samples we have identified at least a small number of vital ectomycorrhizae indicating presence of mycelium of ectomycorrhizae fungi also in newly made clear cut gap (as for Snežna jama) which may represent one of the potential sources for inoculation of seedlings growing in the gap.

For selected subplots of Rajhenavski Rog and Snežna jama research plots the occurrence of ectomycorrhizae was correlated to other environmental parameters of the subplots. Canonical correspondence analysis was applied to identify parameters of the subplots having significant effect on the differential occurrence of types of ectomycorrhizae. Statistically significant effect at $p < 0.05$ was calculated for several characters of subplots but only selected are presented in the ordination diagram (number of tree species on the plot, number of young silver fir and beech seedlings, quantity of humus at 10cm depth).

Other characters did not give significant effect to the ordination though their influence on the occurrence of ectomycorrhizae was significant. Ordination method and calculations of species response curves turned out to be a useful method for linking ectomycorrhizae occurrence and subplot characteristics leading to the better understanding of the importance of different groups and species of ectomycorrhizal fungi in beech dominated forest ecosystems.

7 LITERATURA

- Agerer R. 1986. Studies of ectomycorrhizae II. Introducing remarks on characterization and identification. *Mycotaxon*, 26: 473-492.
- Agerer R. 1991. Characterisation of ectomycorrhiza. *Methods in Microbiology*, 23: 25-27.
- Agerer R. 1995. Anatomical characteristics of identified ectomycorrhizas: an attempt toward a natural classification. V: *Mycorrhiza; structure, function, molecular biology and biotechnology*. Varma A.K., Hock B., (eds.) Berlin, New York, Springer, Heidelberg: 685-723.
- Agerer R. 2001b. Exploration types of ectomycorrhizae : A proposal to classify ectomycorrhizal mycelial systems according to their pattern of differentiation and putative ecological importance. *Mycorrhiza*, 11: 107-114.
- Agerer R. 2002. The ectomycorrhiza *Piceirhiza internictrassihyphis*: a weak competitor of *Cortinarius obtusus*? *Mycological Progress*, 1, 3: 291-299.
- Agerer R., Gronbach E. 1988. *Cenococcum geophilum*. V: *Colour Atlas of ectomycorrhizae*. Munich, Einhorn-Verlag: slika 11 : loč. pag.
- Agerer R., Waller K. 1993. Mycorrhizae of *Entoloma saepium*: parasitism or symbiosis? *Mycorrhiza*, 3: 145-154.
- Agerer R., Göttlein A. 2003. Correlations between projection area of ectomycorrhizae and H₂O extractable nutrients in organic soil layers. *Mycological Progress* 2, 1: 45-52.
- Agerer R., Grote R., Raidl S. 2002. The new method "micromapping", a means to study species-specific associations and exclusions of ectomycorrhizae. *Mycological Progress*, 1, 2: 155-166.
- Agerer R., Kraigher H., Javornik B. 1996. Identification of ectomycorrhizae of *Hydnum rufescens* on Norway spruce and the variability if the ITS region of *H. rufescens* and *H. repandum* (Basidiomycetes). *Nova Hedwigia*, 63, 1/2: 183-194.
- Agerer R., Rambold G. 1996. DEEMY a DELTA-based information system for characterization and DEtermination of EctoMYcorrhizae. Muenchen, University of Muenchen, Institute for Systematic Botany Section Mycology: CD-ROM
- Agerer R., Rambold G. 2004. DEEMY : an information system for determination and characterisation of ectomycorrhizae. Muenchen (Germany), Ludwig-Maximillian Universitat. (junij 2004) www.deemy.de (oktober 2004): loč. pag.
- Agrawal S.B., Agrawal M. 2000. Environmental pollution and plant responses. Boca Raton, Lewis Publishers,: 393 str.
- Al Sayegh Petkovšek S. 2000. Tipi ektomikorize z raziskovalnih ploskev pri Kočevski Reki in Zavodnjah. V: *Rizosfera. (Strokovna in znanstvena dela, 118)*. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 119-153.
- Al Sayegh Petkovšek S. 2005a. Raznovrstnost tipov ektomikorize v bukovih sestojih različno onesnaženih gozdnih ploskev. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 75. (v tisku).
- Al Sayegh Petkovšek S. 2005b. Vrstna sestava talnih ektomikoriznih združb bukovih sestojev različno onesnaženih gozdnih ploskev *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 75. (v tisku).

- Alonso J., Garcia M.A., Peres-Lopes M., Melgar M.J. 2003. The concentrations and bioconcentration factors of copper and zinc in edible mushrooms. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 44: 180-188.
- Altschul S.F., Madden T.L., Schäffer A.A., Zhang, J., Zhang Z., Miller W., Lipman D.J. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programmes. *Nucleic Acid Research*, 25: 3389-3402.
- Andersen C.P. 2003. Source-sink balance and carbon allocation below ground in plant exposed to ozone. *New Phytologist*, 157: 213-228.
- Arnebrant K., Ek H., Finlay R.D., Soderstrom B. 1993. Translocation of nitrogen between *Alnus glutinosa* seedlings inoculated with *Frankia* sp. and *Pinus contorta* seedlings connected by a common ectomycorrhizal mycelium. *New Phytologist*, 124: 231-242.
- Arnolds, E. 1988. The changing macromycetes flora of the Netherlands. *Transactions of the British Mycological Society*, 90: 391-406.
- Arnolds E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 35, 2/3: 209-244.
- Atlas R., Bartha R. 1981. Introduction to mycology. Reading, Addison-Wesley Publishing Company: 242-244.
- Ballian D., Grebenc T., Melnik V., Franjić J., Kraigher H. 2004. Genetical identification of Croatian *Sibirea* (*Sibiraea croatica* Deg., *Rosaceae*). V: Bayerisches amt für forstliche saat- und pflanzenzucht : Forum Generik-Wald-Forstwirtschaft 2004, 20.-22. September. Teisendorf: Bayerische Staatsforstverwaltung: 67
- Baxter J.W., Dighton J. 2001. Ectomycorrhizal diversity alters growth and nutrient acquisition of grey birch (*Betula populifolia*) seedlings in host-symbionte culture conditions. *New Phytologist*, 152: 139-149.
- Baxter J.W., Pickett S.T.A., Carreiro M.M., Dighton J. 1999. Ectomycorrhizal diversity and community structure in oak forest stand exposed to contrasting anthropogenic impacts. *Canadian Journal of Botany*, 77: 771-782.
- Bergmann S.E., Miller S.L. 2002. Size, distribution and persistence of genets in local population of the late-stage ectomycorrhizal basidiomycete, *Russula brevipes*. *New Phytologist*, 156: 313-320.
- Blaschke H. 1988. Mycorrhizal infection and changes in fine-root development of Norway spruce influenced by acid rain in the field. V: Proceedings - Workshop on Ectomycorrhiza Expert Meeting, Dec., 10-11, 1987 Berg en Dal, Bilthoven. Jansen A.E., Dighton J., Bresser A.H.M. (eds.). Berg en Dal, Bilthoven 154 str.
- BLAST, 2004. BLAST, Basic local alignment search tools. Bethesda, USA, National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. (november 2004) www.ncbi.nlm.nih.gov/blast (marec 2005): loč. pag.
- Bon M. 1988. Pareys Buch der Pilze. Hamburg und Berlin, Verlag Paul Payer: 362 str.
- Bon M. 1990. Flore mycologique d'Europe. 1 :Les Hygrophores. Documents mycologiques memoire hors serie N°1 *Hygrophoraceae* Lotsy. Amiens, CRDP-Amiens: 112 str.
- Bortier K., Ceulemans R., de Temmerman L. 2000. Effect of ozone exposure on growth and photosynthesis of beech seedlings (*Fagus sylvatica*). *New Phytologist*, 146: 271-280.

- Brand F. 1986. Untersuchung an Ektomycorrhizen von *Fagus sylvatica* : Diplomaarbeit. Muenchen, Ludwig-Maximillan Universitat: 12-12.
- Brand, F. 1991. Ektomykorrhizen an *Fagus sylvatica* : Charakterisierung und Identifizierung, ökologische Kennzeichnung und unsterile Kultivierung. Libri Botanici, 2: 1-229
- Bridge P.D. 2002. The history and application of molecular mycology. Mycologist, 16: 90-99.
- Bridge P.D., Arora D.K., Reddy R.D., Elander R.P. 1998. Application of PCR in mycology. Cambridge, CAB International: 384 str.
- Bridge P.D., Spooner B. 2001. Soil fungi: diversity and detection. Plant and Soil, 232: 147-154.
- Bruns T.D., Bidartondo M.I., Taylor D.L. 2002. Host specificity in ectomycorrhizal communities : what do the exceptions tell us. Integrative and Comparative Biology, 42: 352-359.
- Bruns T.D., Gardes M. 1993. Molecular tools for the identification of ectomycorrhizal fungi – taxon-specific oligonucleotide probes for suilloid fungi. Molecular Ecology, 2: 233-242.
- Bruns T.D. 2004a. University of California, the Bruns Lab, Department of Plant and Microbial Biology University of California at Berkeley. (junij 2004) <http://plantbio.berkeley.edu/~bruns/picts/results/its-map.GIF> (marec 2005), 1 str.
- Bruns T.D. 2004b. University of California, the Bruns Lab, Department of Plant and Microbial Biology University of California at Berkeley. (september 2004) <http://plantbio.berkeley.edu/~bruns/picts/results/map.GIF> (marec 2005), 1 str.
- Byrd K.B., Parker V.T., Vogler D.R., Cullings K.W. 2000. The influence of clear-cutting on ectomycorrhizal fungus diversity in a lodgepole pine (*Pinus contorta*) stand, Yellowstone National Park, Wyoming, and Gallatin National Forest, Montana. Canadian Journal of Botany, 78: 149-156.
- Cairney J.W.G., Meharg A.A. 2002. Interactions between ectomycorrhizal fungi and soil saprotrophs: implications for the decomposition of organic matter in soils and degradation of organic pollutants in the rhizosphere. Canadian Journal of Botany, 80: 803-809.
- Carlile M. J., Watkinson S. C. 1994. The fungi. San Diego (CA), Academic Press: 482 str.
- CASIROZ, 2004. CASIROZ, The carbon sink strength of beech in a changing environment: experimental risk assessment of mitigation by chronic ozone impact. Muenchen, Technische Universitat Muenchen. (december 2004) www.casiroz.de/ (marec 2005): loč. pag.
- Cázares E., Smith J.E. 1996. Occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizae in *Pseudotsuga menziesii* and *Tsuga heterophylla* seedlings grown in Oregon Coast Range soils. Mycorrhiza, 6: 65-67.
- Cázares E., Trappe J.M. 1993. Vesicular endophytes in roots of the Pinaceae. Mycorrhiza, 2: 153-156.
- Cetto B. 1982. I funghi dal vero. Vol. 3. 3a ed. Trento, Arti Grafiche Saturnaria: 656 str.

- Chen D.M., Tylor A.F.S., Burke R.M., Cairney J.W.G. 2001. Identification of genes for lignin peroxidases and manganese peroxidases in ectomycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 152: 151-158.
- Chilvers G.A. 1968. Some distinctive types of eucalypt mycorrhizae. *Australian Journal of Botany*, 16: 49-70.
- Colour atlas of ectomycorrhizae. 1987-2002. Agerer R. (ed.), Munich, Einhorn-Verlag: loč. pag.
- Comandini O., Pacioni G., Rinaldi A.C. 2001. An assessment of below-ground ectomycorrhizal diversity of *Abies alba* Miller in central Italy. *Plant Biosystems* 135, 3: 337-350.
- Courtecuisse R., Duhem B. 1995. Mushrooms and toadstools of Britain and Europe. London, Harper Collins Edition, 480 str.
- Čermak J., Matyssek R., Kucera J. 1993. Rapid response of large, drought-stressed beech trees to irrigation. *Tree Physiology*, 15: 295-306.
- Dahlberg A. 1992. Somatic incompatibility : a tool to reveal spatiotemporal mycelial structures in ectomycorrhizal fungi. V: *Mycorrhizas in ecosystems*. Read D.J., Lewis D.H., Fitter A.H., Alexander I.J. (eds.). Cambridge, C.A.B. International: 135-141.
- Dahlberg A., Stenlid J. 1990. Population structure and dynamics in *Suillus bovinus* as indicated by spatial distribution of fungal clones. *New Phytologist*, 115: 487-493.
- Dahlberg A., Stenlid J. 1994. Size, distribution and biomass of genets in populations of *Suillus bovinus* (L.Fr.) Roussel revealed by somatic incompatibility. *New Phytologist*, 12: 225-234.
- Root ecology. 2003. de Kroon H., Visser E.J.W. (eds.). Berlin, Heidelberg Springer: 394 str.
- De la Bastide P.Y., Kropp B.R., Piché Y. 1994. Spatial distribution and temporal persistence of discrete genotypes of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolor* (Maire) Orton. *New Phytologist*, 127: 547-556.
- Deacon J.W., Fleming L.V. 1992. Interactions of ectomycorrhizal fungi. V: *Mycorrhizal functioning, an integrative plant-fungal process*. Allen M.F. (ed.). New York, Chapman & Hall: 249-300.
- Descriptions of ectomycorrhizae. 2001. Agerer R., Danielson R.M., Egli S., Ingleby K., Luoma D., Treu R. (eds) Munich, Einhorn-Verlag, Schwabisch Gmund : loč.pag.
- Dickie I.A., Xu B., Koide R.T. 2002. Vertical niche differentiation of ectomycorrhizal hyphae in a soil as shown by T-RFLP analysis. *New Phytologist*, 156: 527-535.
- Dighton J. 1991. Acquisition of nutrients from organic resources by mycorrhizal autotrophic plants. *Experientia*, 47: 362-369.
- Dighton J. 2003. *Fungi in ecosystem processes*. New York, Basel, Marcel Dekker: 432 str.
- Doljak B., Stegnar M., Urleb U., Kreft S., Umek A., Ciglarič M., Štrukelj B., Popovič T. 2001. Screening for selective thrombin inhibitors in mushrooms. *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 12, 2: 123-128.
- Donnelly D.P., Boddy L., Leake J.R. 2004. Development, persistence and regeneration of foraging ectomycorrhizal mycelial systems in soil microcosms. *Mycorrhiza*, 14: 37-45.
- Downes G.M., Alexander I.J., Cairney, J.W.G. 1992. A study of spruce (*Picea sitchensis* (Bong) Carr.) ectomycorrhizas. I. Morphological and cellular changes in

- mycorrhizas formed by *Tylospora fibrillosa* (Burt) Donk and *Paxillus involutus* (Batsch ex Fr.) Fr. New Phytologist, 122: 141-152.
- Eberhardt U., Oberwinkler F., Verbeken A., Rinaldi A.C., Pacioni G., Comandini O. 2000. *Lactarius* ectomycorrhizae in *Abies alba*: morphological description, molecular characterization, and taxonomic remarks. Mycologia, 92, 5: 860-873.
 - Eberhart J.L., Luoma D.L., Amaranthus M.P. 1996. The link between ectomycorrhizae and sporocarp production. V: International Conference on Mycorrhizae 1, August 4-9, 1996, Berkeley, California. Szaro T., Bruns T. (eds.). Berkeley, University of California: 45 str.
 - Ebert H.P. 1996. Klimaänderung und Baumartenentwicklung. Forst und Holz, 51: 802-804.
 - Edmonds R.L., Lebo D.S. 1998. Diversity, production, and nutrient dynamics of fungal sporocarps on logs in an old-growth temperate rain forest, Olympic national Park, Washington. Canadian Journal of Forest Research, 28: 665-673.
 - Egger K.N. 1995. Molecular analysis of ectomycorrhizal fungal communities. Canadian Journal of Botany, 73, Suppl.1: S1415-S1422.
 - Erland S. 1996. Abundance of *Tylospora fibrillosa* ectomycorrhizas in a South Swedish spruce forest measured by RFLP analysis of the PCR-amplified rDNA ITS region. Mycological Research, 99:1425-1428.
 - Fellner R. 1989. Mycorrhiza-forming fungi as bioindicators of air pollution. Agriculture, Ecosystems and Environment, 28: 115-120.
 - Fineschi S., Anzidei M., Cafasso D., Cozzolino S., Garfi G., Pastorelli R., Salvini D., Turchini D., Vendramin G.G. 2002. Molecular markers reveal a strong genetic differentiation between two European relict tree species: *Zelkova abelicea* (Lam.) Boissier and *Z. sicula* Di Pasquale, Garfi & Quezel (*Ulmaceae*). Conservation Genetics, 3: 145-153.
 - Finlay R.D. 1989. Functional aspects of phosphorus uptake and carbon translocation in incompatible ectomycorrhizal association between *Pinus sylvestris* and *Suillus gravior* and *Boletinus cavipes*. New Phytologist, 112: 185-192.
 - Fiore-Donno A.-M., Martin F. 2001. Population of ectomycorrhizal *Laccaria amethystina* and *Xerocomus* spp. show contrasting colonisation patterns in mixed forest. New Phytologist, 152: 533-542.
 - Founoune H., Duponnis R., Ba A.M., Sall S., Branget I., Lorquin J., Neyra M., Chotte J.L. 2002. Mycorrhizal helper bacteria stimulate ectomycorrhizal symbiosis of *Acacia holoserica* with *Pisolithus albe*. New Phytologist, 153: 81-89.
 - Frank A.B. 1885. Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Berichte der Deutsche Botanisches Gessellschaft, 3: 128-145.
 - Gadgil R.L., Gadgil P.D. 1975. Suppression of litter decomposition by mycorrhizal roots of *Pinus radiata*. New Zeland Journal of Forest Science 5: 33-41
 - Gandolfi A., Bonilauri P., Rossi V., Menozzi P. 2001. Intraindividual and intraspecific variability of ITS1 sequences in the ancient asexual *Darwinula stevensoni* (Crustacea: Ostracoda). Heredity, 87: 449-455.
 - Garbaye J. 1994. Helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. New Phytologist, 128: 197-210.

- Gardes M., Bruns T.D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of ectomycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* 2: 113-118.
- Gardes M., Bruns T.D. 1996. Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above- and below-ground views. *Canadian Journal of Botany*, 74,10: 1572-1583.
- Gardes M., White T.J., Fortin J.A., Bruns T.D., Taylor, J.W. 1991. Identification of indigenous and introduced symbiotic fungi in ectomycorrhizae by amplification of nuclear and mitochondrial ribosomal DNA. *Canadian Journal of Botany*, 69: 180-190.
- Gerhardt E. 1997. Der grosse BLV-Pilzfürher für unterwegs : über 1200 Arten, über 1000 Farbfotos. München, Wien, Zürich, BLV Verlagsgesellschaft : 718 str.
- Gerič B., Rupnik M., Kraigher H. 2000. Isolation and identification of mycorrhization helper bacteria in Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. *Phyton Annales rei Botanicae*, 40, 4: 65-70.
- Gherbi H., Delaruelle C., Selose M.-A., Martin F. 1999. High genetic diversity in a population of the ectomycorrhizal basidiomycete *Laccaria amethystina* in a 150-year-old beech forest. *Molecular Ecology*, 8: 2003-2013.
- Gianinazzi-Pearson V. 1984. Host-fungus specificity in mycorrhizae. V: Genes involved in plant-microbe interactions. Verma D.P.S., Hohn T.H. (eds.). Vienna, Springer: 225-253.
- Glen M., Tommerup I.C., Bougher N.L., O'Brien P.A. 2001. Specificity, sensitivity and discrimination of primers for PCR-RFLP of larger basidiomycetes and their application to identification of ectomycorrhizal fungi in *Eucalyptus* forests and plantations. *Mycological Research*, 105, 2: 138-149.
- Grebenc T., Kraigher H. 2000. Postavitve baze podatkov PCR-ITS-RFLP za mikorizne glive in tipe ektomikorize na smreki iz trajne raziskovalne ploskve GIS na Pokljuki. V: Rizosfera. (Strokovna in znanstvena dela; 118) Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije : 179-190.
- Grebenc T., Kraigher H. 2003. The influence of some human activities on the occurrence of the ectomycorrhizal fungi and ectomycorrhize. V: 1st FEMS Congress of European Microbiologists, Slovenia, Ljubljana, June 29- July 3, 2003. Abstract book. Avšič-Županc T. (ed.), Delft (The Netherlands), FEMS-Federation of European Microbiological Societies: 189-189.
- Grebenc T., Piltaver A., Kraigher H. 2000. Establishment of a PCR-RFLP library for Basidiomycetes, Ascomycetes and their ectomycorrhizae in *Picea abies* (L.) Karst. *Phyton Annales rei Botanicae*, 40, 4: 79-82.
- Grebenc T., Piltaver A., Kraigher H. 2004. Pomen velikih lesnih ostankov bukve (*Fagus sylvatica* L.) na ohranjanje pestrosti redkih in ogroženih vrst lignikolnih gliv. V: XXII Gozdarski študijski dnevi, Staro in debelo drevje v gozdu, Zbornik referatov, Ljubljana, 25.-26. marec 2004. Brus R. (ed.), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 47-55.
- Grebenc T., Rupnik M., Hacin J. I., Janc M., Kraigher H. 1999. A contribution to the studies of actinorhizal symbioses of *Alnus* spp. in Slovenia. *Phyton Annales rei Botanicae*, 39, 3: 207-211.
- Grimond P. A. D. 1998. Taxotron user's manual. Paris, Institute Pasteur: 125 str.

- Guerin-Laguette A., Conventi S., Ruiz G., Plassard C., Mousain D. 2003. The ectomycorrhizal symbiosis between *Lactarius deliciosus* and *Pinus sylvestris* in forest soil samples: symbiotic efficiency and development on roots of a rDNA internal transcribed spacer –selected isolate of *L. deliciosus*. *Mycorrhiza*, 13: 17-25.
- Harrington T.C., Rizzo D.M. 1999. Defining species in the fungi. V: Structure and dynamics in fungal populations. Worrall J.J. (ed.). Dordrecht (The Netherlands), Kluwer Press: 43-71.
- Harrington T.J., Mitchell D.T. 2002. Characterisation of *Dryas octopetala* ectomycorrhizae from limestone karst vegetation, western Ireland. *Canadian Journal of Botany*, 80, 9: 970-982.
- Hartman T. 1999. Hundred years of virgin forest conservation in Slovenia. V: Virgin forests and forest reserves in Central and East European countries. Diaci J. (ed.) Ljubljana, Department of Forestry and Renewable Forest Resources: 111-120.
- Heilmann-Clausen J. 2001. A gradient analysis of communities of macrofungi and slime moulds on decaying beech logs. *Mycological Research*, 105, 5: 575-596.
- Henry T., Iwen P.C., Hinrichs S.H. 2000. Identification of *Aspregillus* species using internal transcribed spacer region 1 and 2. *Journal of Clinical Microbiology*, 38, 4: 1510-1515.
- Hibbet D.S., Gilbert L.-B., Donoghue M.J. 2000. Evolutionary instability of ectomycorrhizal symbioses in basidiomycetes. *Nature*, 407: 506-508.
- Hočevar S., Batič F., Martinčič A., Piskernik M. 1985. Preddinarski gorski pragozdovi : Trdinov vrh in Ravna gora na Gorjancih, Kopa v Kočevskem Rogu in Krokari na hrbtu pogorja Bovška gora – Planina nad Kolpo (Mikoflora, vegetacija in ekologija). (Strokovna in znanstvena dela, 76). Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo, IGLG: 267 str.
- Hočevar S., Batič F., Piskernik M., Martinčič A. 1995. Glive v pragozdovih Slovenije : III. Dinarski gorski pragozdovi na Kočevskem in v Trnovskem gozdu. (Strokovna in znanstvena dela, 117) Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 320 str.
- Horton T.R. 2002. Molecular approaches to ectomycorrhizal diversity studies: variation in ITS at a local scale. *Plant and Soil*, 244: 29-39.
- Horton T.R., Bruns T.D. 1998. Multiple-host fungi are the most frequent and abundant ectomycorrhizal types in a mixed stand of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) and bishop pine (*Pinus muricata*). *New Phytologist*, 139: 331-339.
- Ingleby K., Mason P.A., Last F.T., Fleming L.V. 1990. Identification of ectomycorrhizas. London, HMSO 1990:112 str.
- Jalas J., Suominen J. 1976. *Atlas Florae Europaeae*. Cambridge, Cambridge University Press: 127 s.
- Jasalavich C.A., Ostrofsky A., Jellison J. 2000. Detection and identification of decay fungi in spruce wood by restriction fragment length polymorphism analysis of amplified genes encoding rRNA. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 11: 4725-4735.
- Johannesson H., Ryman S., Lundmark H., Danell E. 1999. *Sarcodon imbricatus* and *S. squamosus* – two confused species. *Mycological Research*, 103: 1447-1452.
- Jones R.H., Mitchell R.J., Stevens G.N., Pecot S.D. 2003. Controls of fine root dynamics across a gradient of gap sizes in a pine woodland. *Oecologia*, 134: 132-143.

- Jonsson L., Dahlberg A., Nilson M.-C., Zackrisson O., Kårén O. 1999. Ectomycorrhizal fungal communities in late-successional Swedish boreal forests, and their composition following wildfire. *Molecular Ecology*, 8: 205-215.
- Jonsson T., Kokalj S., Finlay R.D., Erland S. 1999b. Ectomycorrhizal community structure in a limed spruce forest. *Mycological Research*, 103: 501-508.
- Jumpponen A., Trappe J.M., Cázares E. 2002. Occurrence of ectomycorrhizal fungi on a receding glacier forefront. *Mycorrhiza*, 12: 43-49.
- Jurc M., Jurc D., Batič F., Sirk I. 1998. Zbirka gliv, lišajev in višjih rastlin Gozdarskega inštituta Slovenije. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 55: 63-95.
- Jülich W. 1984. Kleine Kryptogamenflora, Band IIb/1. Die Nichtblatterpilze, Gallertpilze und Baushpilze. Stuttgart, New York, Fischer: 626 str.
- Kårén O., Hogberg N., Dahlberg A., Jonsson L., Nylund J.E. 1997. Inter- and intraspecific variation in the ITS region of rDNA of ectomycorrhizal fungi in Fennoscandia as detected by endonuclease analysis. *New Phytologist*, 136: 313-325.
- Kennedy P.G., Izzo A.D., Bruns T.D. 2003. There is high potential for the formation of common mycorrhizal networks between understory and canopy trees in a mixed evergreen forest. *Journal of Ecology*, 91: 1071-1080.
- Kim C.G., Power S.A., Bell J.N. 2003. Effect of cadmium on growth and glucose utilisation of ectomycorrhizal fungi in vitro. *Mycorrhiza*, 13: 223-226.
- Kottke I., Qian X. M., Pritsch K., Haug I., Oberwinkler F. 1998. *Xerocomus badius* – *Picea abies*, an ectomycorrhiza of high activity and element storage capacity in acidic soil. *Mycorrhiza*, 7: 267-275.
- Final report of the NAT-MAN project. WP 7: Physical and chemical properties of decaying beech wood in selected forest reserves in Denmark, Hungary, Slovenia and The Netherlands. 2004. Kraigher H. (ed.). Ljubljana, Slovenian Forestry Institute: 17 str.
- Kraigher H. 1996. Tipi mikorize : taksonomija, pomen, aplikacije. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49: 33-66.
- Kraigher H. 1997. Mikobioindikacija onesnaženosti dveh gozdnih rastišč. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49: 279-322.
- Kraigher H. 1999. Diversity of types of ectomycorrhizae on Norway spruce in Slovenia. *Phyton Annales rei Botanicae*, 39, 3: 199-202.
- Kraigher H., Agerer R., Javornik B. 1995. Ectomycorrhiza of *Lactarius lignyotus* on Norway spruce, characterised by anatomical and molecular tools. *Mycorrhiza*, 5: 175-180.
- Kraigher H., Batič F., Agerer R. 1996b. Types of ectomycorrhiza and mycobioindication of forest site pollution. *Phyton Annales rei Botanicae*, 36, 3: 115-120.
- Kraigher H., Jurc D., Kalan P., Kutnar L., Levanič, T., Rupel M., Smolej I. 2002. Beech coarse woody debris characteristics in two virgin forest reserves in Southern Slovenia. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 69: 91-134.
- Lacourt I., Duplessis S., Abba S., Bonfante P., Martin F. 2002. Isolation and characterisation of differentially expressed genes in the mycelium and fruit body of *Tuber borchii*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 9: 4574-4582.

- Landeweert R., Leefland P., Kuyper T.W., Hoffland E., Rosling A., Wernars K., Smit E. 2003. Molecular identification of ectomycorrhizal mycelium in soil horizons. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 1: 327-333.
- Last F.T., Dighton J., and Mason P.A. 1987. Successions of sheathing mycorrhizal fungi. *Trends in Ecology and Evolution*, 2: 157-161.
- Laux H.E. 2001. Der grosse Kosmos Piltführer. Alle Speisepilze mit ihnen giftigen Doppelgängern. Stuttgart, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, 718 str.
- Leuschner C., Hertel D., Coners H., Büttner V. 2001. Root competition between beech and oak: a hypothesis. *Oecologia*, 126: 276-284.
- Lindahl B., Finlay R., Olsson S. 2001. Simultaneous, bidirectional translocation of ^{32}P and ^{33}P between wood blocks connected by mycelial cords of *Hypholoma fasciculare*. *New Phytologist*, 150: 189-194.
- Lindahl B., Stenlid J., Finlay R. 2001. Effects of resource availability on mycelial interactions and P-32 transfer between a saprotrophic and an ectomycorrhizal fungus in soil microcosm. *FEMS Microbiology Ecology*, 38: 43-52.
- Lindahl B., Stenlid J., Olsson S., Finlay, R.D. 1999. Translocation of ^{32}P between interacting mycelia of a wood-decomposing fungus and ectomycorrhizal fungi in microcosm system. *New Phytologist*, 144: 183-193.
- Lu X.H., Malajczuk N., Brundrett M., Dell B. 1999. Fruiting of putative ectomycorrhizal fungi under blue gum (*Eucalyptus globulus*) plantations of different ages in Western Australia. *Mycorrhiza*, 8, 5: 255-261.
- Majdi H., Damm E., Nylund J.-E. 2001. Longevity of mycorrhizal roots depends on branching order and nutrient availability. *New Phytologist*, 150: 195-202.
- Martín M.P., Diez J., Manjon J.L. 1999. Molecular ecology of ectomycorrhizae. V: Root-soil interactions in trees. Abstracts. COST E6 EUROSILVA workshop, Gozd Martuljek, September 1999. Ljubljana. Gozdarski inštitut Slovenije: 13-13.
- Martín M.P., Högborg N., Nylund J.-E. 1998. Molecular analysis confirms morphological reclassification of the genus *Rhizopogon*. *Mycological Research*, 102, 7: 855-858.
- Martín M.P., Kårén O., Nylund J.-E. 2000. Molecular ecology of hypogeous mycorrhizal fungi: *Rhizopogon roseolus* (Basidiomycotina). *Phyton Annales rei Botanicae*, 40, 4: 135-141.
- Massicotte H.B., Molina R., Luoma D.L., Smith J.E. 1994. Biology of the ectomycorrhizal genus, *Rhizopogon*. II. Patterns of host-fungus specificity following spore inoculation of diverse hosts grown in monoculture and dual culture. *New Phytologist*, 126: 677-690.
- Matočec N., Antonić O., Mrvoš D., Piltaver A., Hatić D., Bukovec D. 2000. An estimate of fir forest health based on mycobioindication: the Križ stream catchment area, Gorski Kotar, Croatia, a case study. *Natura Croatica*, 9, 1: 15-33.
- Matyssek R., Günthardt-Goerg M. S., Maurer S., Christ R. 2002. Tissue structure and respiration of stems of *Betula pendulina* under contrasting ozone exposure and nutrition. *Trees*, 16: 375-385.
- McCrady J.K., Andersen C.P. 2000. The effect of ozone on below-ground carbon allocation in wheat. *Environmental Pollution*, 107: 465-472.

- Miller S.L., Buyck B. 2002. Molecular phylogeny of the genus *Russula* in Europe with a comparison of modern infragenetic classifications. *Mycological Research* 106: 259-276.
- Moser M. 1978. *Kleine Kryptogamenflora Band IIb/2 Die Röhrlinge und Blätterpilze: (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales)*. 4., völlig überarb. Aufl. Stuttgart, New York, Fischer: 532 str.
- Munda A. 1990. Novejša dognanja o sistematiki in biologiji štorovk (*Armillaria* spp.). *Gozdarski vestnik*, 48, 1: 29-35.
- Mushin T.M., Zwiazek J.J. 2002. Ectomycorrhizas increase apoplastic water transport and root hydraulic conductivity in *Ulmus americana* seedlings. *New Phytologist*, 153: 153-158.
- NAT-MAN, 2004. NAT-MAN, Natural based management of beech in Europe. Frederiksberg, Denmark, The Royal Veterinary and Agricultural University. (maj 2004) www.flec.kvl.de/natman/ (december 2004): loč. pag.
- NCBI. 2004. Bethesda. NCBI, National center for biotechnology information. USA, U.S. National Library of Medicine. (marec 2005) www.ncbi.nlm.nih.gov/ (marec 2005): loč. pag.
- Neville J., Tessier J.L., Morrison I., Scarratt J., Canning B., Klironomos J.N. 2002. Soil depth distribution of ecto- and arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Populus tremuloides* within a 3-year-old boreal forest clear-cut. *Applied Soil Ecology*, 19: 209-216.
- Nixon K.C., Wheeler Q.D. 1990. An amplification of a phylogenetic species concept. *Cladistics*, 6: 211-223
- Olsson P. A., Wallander H. 1998. Interactions between ectomycorrhizal fungi and the bacteria community in soils amended with various primary minerals. *FEMS Microbiology and Ecology*, 27: 195-205.
- Parsons W.F.J., Miller S.L., Knight D.H. 1994. Root-gap dynamics in lodgepole pine forests: nitrogen transformation in gaps of different size. *Ecological Applications*, 4: 354-362.
- Perez-Moreno J., Read D.J. 2000. Mobilization and transfer of nutrients from litter to tree seedlings via the vegetative mycelium of ectomycorrhizal plants. *New Phytologist*, 145: 301-309.
- Perry D.A., Margolis H., Choquette C., Molina R., Trappe J.M. 1989. Ectomycorrhizal mediation of competition between coniferous tree species. *New Phytologist*, 112: 501-511.
- Peter M., Ayer F., Egli S. 2001. Nitrogen addition in a Norway spruce stand altered macromycete sporocarp production and below-ground ectomycorrhizal species composition. *New Phytologist*, 149: 311-325.
- Piltaver A. 1992. *Lactarius illyricus* spec. nov. in Slovenia. *Mycological Research*, 96, 8: 694-696.
- Piltaver A. 2000. Popis gliv na trajni raziskovalni ploskvi Šijec in v njeni okolici na Pokljuki. V: *Rizosfera*. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 170-178.
- Piltaver A., Matočec N., Kosec J., Jurc D. 2002. Macrofungi on beech dead wood in the Slovenian forest reserves Rajhenavski Rog and Krokar. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 69: 171-196.

- Pirozynski K.A., Malloch D.W. 1975. The origin of land plants : a matter of mycotrophism. *Biosystems*, 6: 153-164.
- Plassard C., Lambilliotte R., Tatry M.-V., Corratgé C., Zimmermann S., Sentenac H. 2004. Large scale identification of genes in the fungus *Hebeloma cylindrosporum* paves the way to molecular analyses of solute exchanges in ectomycorrhizal symbiosis : povzetek predavnja, European Forest Genomics Network. (avgust 2004) www.genosilva.org/(12.11.2004), 2 str.
- Pučko M. 2003. Določevanje tipov ektomikorize sadik v bukovem provenienčnem poskusu. Diplomsko delo. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 70 str.
- Raillere M., Gannaz M. 1999. Les Ramaria Europeennes. Etude des especes decrites en Europe. Bellegarde-sur-Valserine, Clés-Description-Comparaisons. F.M.D.S.:176 str.
- Read D.J. 1991. Mycorrhizas in ecosystem. *Experientia*, 47: 376-391.
- Read D.J. 1998. Plants on the web. *Nature*, 396: 22-23.
- Read D.J., Perez-Moreno J. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems : a journey towards relevance? *New Phytologist*, 157: 475-492.
- Redecker D. 2002. New views on fungal evolution based on DNA markers and the fossil record (Mini-review). *Research in Microbiology*, 153: 125-130.
- Rosling A., Landeweert R., Lindahl B.D., Larsson K.-H., Kuyper T.W., Taylor A.F.S., Finlay R.D. 2003. Vertical distribution of ectomycorrhizal fungal taxa in a podzol soil profile. *New Phytologist*, 159, 3: 775-783.
- Russel P.J., Wagner S., Rodland K.D., Feinbaum R.L., Russel J.P., Bret-Hate M.S., Free S.J. Metzengerber R.L. 1984. Organization of the ribosomal ribonucleic acid genes in various wild-type strains and wide-collected strains of *Neurospora*. *Current Genetics*, 196: 275-282.
- Schaffer A.E., Sederoff R. R. 1981. Improved estimation of DNA fragment lengths from agarose gel. *Analytical Biochemistry*, 115: 113-122.
- Schüßler A., Schwarzott D., and Walker C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research*, 105: 1413-1421
- Selosse M.-A., Martin F., Le Tacon F. 2001. Intraspecific variation in fruiting phenology in an ectomycorrhizal *Laccaria* population under Douglas fir. *Mycological Research*, 105: 524-531.
- Setälä H. 2000. Reciprocal interactions between Scots pine and soil food web structure in the presence and absence of ectomycorrhiza. *Oecologia*, 125: 109-118.
- Shaw P.J.A., Dighton J., Poskitt J., McLeod A.R. 1992. The effect of sulphur dioxide and ozone on the mycorrhizas of Scots pine and Norway spruce in a field fumigation system. *Mycological Research*, 96: 785-791.
- Shi L., Guttenberger M., Kottke I., Hampp R. 2002. The effect of drought on mycorrhizas of beech (*Fagus sylvatica* L.): changes in community structure, and the content of carbohydrates and nitrogen storage bodies of the fungi. *Mycorrhiza*, 12: 303-311.
- Shirohara M.L., LoBuglio K.F., Rogers S.O. 1999. Comparison of ribosomal DNA ITS regions among geographic isolates of *Cenococcum geophilum*. *Current Genetics*, 35: 527-535.
- Simard S. W., Molina R., Smith J. E., Perry D. A., Jones M. D. 1997. Shared compatibility of ectomycorrhizae on *Pseudotsuga menziesii* and *Betula papyrifera*

- seedlings grown in mixture in soils from southern British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 331-342.
- Simon L., Bousquet J., Levesque R.C., Lalonde M. 1993. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular plants. *Nature*, 363: 67-69.
 - Simon L., Lalonde M., Bruns T.D. 1992. Specific amplification of 18S fungal ribosomal genes from vesicular-arbuscular endomycorrhizal fungi colonising roots. *Applied and Environmental Microbiology*, 58, 1: 291-295.
 - Simončič P., Grebenc T., Kraigher H., Čater M., Urbančič M., Vilhar U. 2004. Nat-Man WP4 Report: Slovenia. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 47 str.
 - Smit E., Veenman C., Baar J. 2003. Molecular analysis of ectomycorrhizal basidiomycete communities in a *Pinus sylvestris* L. stand reveals long-term increased diversity after removal of litter and humus layers. *FEMS Microbiology and Ecology* 45,1: 49-57.
 - Smith J.E., Molina R., Huso M.M.P., Larsen M.J. 2000. Occurrence of *Piloderma fallax* in young, rotation-age and old-growth stands of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Cascade Range of Oregon, U.S.A. *Canadian Journal of Botany*, 78: 995-1001.
 - Smith S.E., Read D.J. 1997. Mycorrhizal symbiosis. Cambridge, Academic Press: 605 str.
 - Soft Imaging System, 2004. Soft Imaging System, an Olympus Company. Japan, Olympus. (september 2004) www.soft-imaging.com (september 2005): 1 str.
 - Stangl J. 1991. Guida alla determinazione dei funghi. Vol. 3: Inocybe. Trento, Arti Grafiche Saturnia : 437 str.
 - Taylor A.F.S., Martin F., Read D.J. (2000). Fungal diversity in ectomycorrhizal communities of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and beech (*Fagus sylvatica* L.) along north-south transects in Europe. V: Schulze E.-D. Carbon and nitrogen cycling in European forest ecosystems. Berlin, Heidelberg, New York, Springer: 343-365.
 - Taylor J.W., Jacobson D.J., Kroken S., Kasuga T., Geiser D.M., Hibbet D.S., Fisser M.C. 2000. Phylogenetic species recognition and species concepts in fungi. *Fungal Genetics and Biology*, 31: 21-32.
 - ter Braak C. J. F., Šmilauer P. 1998. CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows : software for canonical community ordination (version 4.5). Ithaca (NY, USA), Microcomputer Power: 352 str.
 - Trošt T., Agerer R., Urbančič M., Kraigher H. 1999. Biodiversity of ectomycorrhizae in a Norway spruce stand on Pokljuka. *Phyton Annales rei Botanicae*, 39, 4: 225-232
 - Trošt T., Vilhar U., Agerer R., Kraigher H. 2000. Tipi ektomikorize s ploskev na Pokljuki. V: Rizosfera. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 154-169.
 - UNITE, 2004. UNITE. A molecular database for identification of ectomycorrhizal fungi. (oktober 2004) <http://unite.zbi.ee/> (marec 2005): loč. pag.
 - Urbančič M., Simončič P., Čater M. 2004. Impacts of gap on humus forms in Dinaric silver fir-beech dominated (*Omphalodo-Fagetum*) and soil solution quality. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije. (osebni vir, oktober 2004).
 - Valentini R., Matteucci G., Dolman A. J., Schulze E.-D., Rebmann C., Moors E. J., Grainer A., Gross P., Jensen N. O., Pilegaard K., Lindroth A., Grelle A., Bernhofer C., Grünwald T., Aubinet M., Ceulemans R., Kowalski A. S., Vesala T., Rannik Ü., Berbigier P., Loustau D., Guðmundsson J., Thorgeirsson H., Ibrom A., Morgenstern

- K., Clement R., Moncrieff J., Montagnani L., Minerbi S., Jarvis P.G. 2000. Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests. *Nature*, 404: 861-864.
- van der Heijden E. W. (2001). Different benefits of arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal infection of *Salix repens*. *Mycorrhiza*, 10: 185-193.
 - van der Heijden M.G.A., Klironomos J.N., Ursic M., Moutoglis P., Streitwolf-Engel R., Boller T., Wiemken A., Sanders I.R. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396: 69-72.
 - Van Tichelen K.K., Colpaert J.V., Vangronsveld J. 2001. Ectomycorrhizal protection of *Pinus sylvestris* against copper toxicity. *New Phytologist*, 150: 203-213.
 - Vilhar U. 2003. Izračun vodne bilance bukovega sestoja z modelom WATBAL za leto 2001. *Gozdarski vestnik*, 61, 2: 59-68.
 - Vilhar U. 2001. Pestrost tipov ektomikorize na naravnem mladju smreke na Pokljuki. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 72 str.
 - Visser S. 1995. Ectomycorrhizal fungal succession in jack pine stands following wildfire. *New Phytologist*, 129: 389-401.
 - Waltert B., Wiemken V., Rusterholz H.-P., Boller T., Baur B. 2002. Disturbance of forest by trampling: Effect on mycorrhizal roots of seedlings and mature trees of *Fagus sylvatica*. *Plant and Soil*, 243: 143-154.
 - Wen-Hsiung L. 1997. Molecular evolution. Sunderland (MA, USA), Sinauer Associates: 487 str.
 - Werner H., Fabian P. 2002. Free-air fumigation of mature trees : (a novel system for controlled ozone enrichment in grown-up beech and spruce canopies). *Environmental Science and Pollution Research*, 9, 2: 117-121.
 - White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. 1990. Amplification and directsequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. V: *PCR Protocols. A guide to methods and applications*. Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (eds.). San Diego, Academic Press: 315-322.
 - Whittaker R.H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science*, 163: 150-161.
 - Wicklow D.T., Hirschfield B.J. 1979. Competitive hierarchy in post-fire ascomycetes. *Mycologia*, 71: 47-53.
 - Yeates G.W., Newton P.C.D., Ross D.J. 2003. Significant changes in soil microfauna in grazed pasture under elevated carbon dioxide. *Biology and Fertility of Soils*, 38:319-326.
 - Zabel R. A., Morrell J. J. 1992. Wood microbiology, Decay and its prevention. San Diego (CA), Academic Press: 476 str.
 - Zak B. 1971. Characterization and identification of Douglas-Fir mycorrhizae. V: *Mycorrhizae. Proc. 1st National Conference On Mycorrhizas*, Washington (D.C), United States Department of Agriculture – Forest service: 38-53.

ZAHVALE

Za mano je več let dela, v laboratoriju, na terenu, v samoti pragozdnih ostankov v Sloveniji kot tudi v prijetni družbi sodelavk, sodelavcev, prijateljev in številnih drugih, ki so me fizično, z nasveti ali spodbudnimi besedami spremljali na poti izobraževalnega procesa in so, ali pa tudi ne, vztrajali z mano do konca, do trenutka, ki sem ga z nekatereimi izmed vas lahko delil štirinajstega junija 2005.

Posebno, najvišje in najpomembnejše mesto pripada doc. dr. Hojki Kraigher, delovni in študijski mentorici ter članici komisije za oceno in zagovor doktorskega dela, ki mi je že v času dodiplomskega študija omogočila delo na Gozdarskem inštitutu Slovenije ter me nato v oviru doktorske naloge in večih drugih tem in področij vodila od samih začetkov v laboratoriju do končnega veselja ob zaključku dela. Številnih metod, obiskov laboratorijev, kongresov, delavnic in spoznavanja strokovnjakov s področja dela ne bi bilo v tej meri brez njenega zavzemanja za moje kvalitetno strokovno napredovanje. Hvala tudi za stalno izmenjavo idej, izkušenj, svobodo raziskovalnega duha in priganjanja k delu v trenutkih, ko sem odtaval korak predaleč v stran od načrtane poti.

Posebaj se zahvaljujem tudi drugima članoma komisije za oceno in zagovor, doc. dr. Marjani Regvar in doc. dr. Davorinu Kajbi za vse popravke, pripombe in nasvete, kako delo izboljšati in prikazati na čim primernejši in prijaznejši način.

Veliko časa mi je posvetila dr. Maria Paz Martin, Real Jardín Botánico, Madrid, ki mi je predstavila svet molekularne filogenije in me naučila marsikaterega trika in uporabe skoraj neskončnega vira informacij, ki jih v sebi nosijo štiri magične črke, A, C, G in T, posrečeni četvorček nukleotidnih baz, ki nam krojijo usodo in pestrijo vsakodnevno življenje s svojo variabilnostjo zeporedij ter stalnimi drobnimi presenečenji in sorodnimi mutacijami.

Prof. dr. Reinhardu Agererju, Ludwig-Maximilians-Universität, München, se zahvaljujem za pomoč in koristne nasvete pri prebijanju skozi plašče, rizomorfe, cistide, mlečne vode in številne druge znake, ki so me na koncu pripeljali do največjega veselja vsakega mikoriznika, določitve glive v ektomikorizi do vrste.

Pomemben del je k delu prispeval tudi Morten Christensen, Royal Veterinary and Agricultural University, Frederikberg, saj mi je z vzorci zemlje, nabranih na danskih ploskvah, popestril marsikatero uro dela z mikroskopom. Hkrati je tudi popisoval glive na obeh danskih ploskvah vključenih v delo in tako prispeval zanimiv referenčni material za molekularne analize.

Številne prijetne in zanimive trenutke sem preživel tudi z ostalimi sodelavci, Jano Janša, Babaro Kadunc, Andrejem Hrenom, Zvonetom Kastelicem, Zvonetom Stermškom, Matejem Ruplom in drugimi, ki so mi z veseljem in vestno priskočili na pomoč, ko sem

potreboval roke za štetje, čiščenje in ločevanje koreninic, postavljanje in vzdrževanje ploskev ali pri urejanju tabel. Hvala za vso pomoč pri številnih drobnih opravilih, saj ste me tako obvarovali pred marsikakšnim trenutkom brezglavega letanja po laboratoriju in terenu.

Hvala tudi Marjani Pučko, za uspešno vzajemno gledanje pod prste pri laboratorijskem delu in dolgotrajnih borbah s statistično obdelavo podatkov. Vesel sem bil vseh drobnih življenjskih nasvetov in pozornosti, ki so bistveno prispevali k sestavljanju mojega dela in življenja.

Na koncu se zahvaljujem tudi staršem za pomoč in podporo ter mnogim drugim, ki ste me vzpodbujali in verjeli vame.

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
Ac1	<i>Albatrellus confluens</i> (Alb. & Schwein.) Kotl. & Pouzar	/	/
Ac2	<i>Albatrellus confluens</i> (Alb. & Schwein.) Kotl. & Pouzar	/	/
AMABAT/091199	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	Kranzberg (Nemčija)	09.11.1999
AMABAT/151098	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	Kranzberg (Nemčija)	15.10.1998
AMABAT/180803	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	Pokljuka	18.08.2003
AMABAT/250700	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	Velike Lašče	25.07.2000
AMABAT/300900	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	Rudno polje, Pokljuka	30.09.2000
AMACAE/031000	<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers.	/	03.10.2000
AMACAE/031000b	<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers.	okolica Horjula	03.10.2000
AMACIT/021100	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	vrt GIS, Ljubljana	02.11.2000
AMACIT/141000	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	Perkolica, Radlje ob Dravi	14.10.2000
AMACIT/150999	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	Kranzberg (Nemčija)	15.09.1999
AMACIT/151098	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	Kranzberg (Nemčija)	15.10.1998
AMACIT/181000	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	JV od RP GIS Rajh. Rog	18.10.2000
AMACIT/190700	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	Krakovski gozd	19.07.2000
AMACIT/191000	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
AMACIT/191000b	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
AMACIT/221000	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	Župank, Radlje ob Dravi	22.10.2000
AMAFRA/240700	<i>Amanita franchetii</i> (Boud.) Fayod	okolica Horjula	24.07.2000
AMAFRA/260700	<i>Amanita franchetii</i> (Boud.) Fayod	Velike Lašče	26.07.2000
AMAFUL/021000	<i>Amanita fulva</i> (Schaeff.) Fr.	Smodivnik	02.10.2000
AMAFUL/250700	<i>Amanita fulva</i> (Schaeff.) Fr.	Kobila, Velike Lašče	25.07.2000
AMAGEM/080600	<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gillet	Stope	08.06.2000
AMALIVvarTIG/150902	<i>Amanita lividopallescens</i> var. <i>tigrina</i> Romagn.	Rob	15.09.2002
AMAMAG/070702	<i>Amanita magnivolvata</i> Aalto	RP GIS Snežna jama	07.07.2002
AMAMAG/210803	<i>Amanita magnivolvata</i> Aalto	RP GIS Snežna jama	21.08.2003
AMAMUS/151000	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Hook.	Kapunar, Radlje ob Dravi	15.10.2000
AMAMUS/301000	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Hook.	Ojstro, Laško	30.10.2000
AMAPAN/181000	<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	J od RP GIS Rajh. Rog	18.10.2000
AMAPAN/191000	<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
AMAPAN/221100	<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
AMAPAN/231001	<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	RP GIS Rajhenavski Rog	23.10.2000
AMAPAN/251000	<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	SZ od RP GIS Rajh. Rog	25.10.2000
AMAPAN/311000	<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	Kalič	31.10.2000
AMAPHA/031000	<i>Amanita phalloides</i> Fr.	/	03.10.2000
AMAPOR/210803	<i>Amanita porphyria</i> Fr.	Pokljuka	21.08.2003
AMARUB/041000	<i>Amanita rubescens</i> (Pers.) Gray	vrt GIS, Ljubljana	04.10.2000
AMARUB/250600	<i>Amanita rubescens</i> (Pers.) Gray	Kobila, Velike Lašče	25.06.2000
AMARUB/260700	<i>Amanita rubescens</i> (Pers.) Gray	Velike Lašče	26.07.2000
AMARUBfo.ANN/250700	<i>Amanita rubescens</i> fo. <i>annulosulphurea</i> Gillet	Kobila, Velike Lašče	25.07.2000
AMAsp./021000	<i>Amanita</i> sp.	/	02.10.2000
AMAsp./131000	<i>Amanita</i> sp.	SV od RP GIS Rajh. Rog	13.10.2000
AMAsp./191000	<i>Amanita</i> sp.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
AMASPI/130700	<i>Amanita spissa</i> (Fr.) P. Kumm.	/	13.07.2000
AMASPI/140799	<i>Amanita spissa</i> (Fr.) P. Kumm.	Kranzberg (Nemčija)	14.07.1999
AMASPIvarEXC/191000	<i>Amanita spissa</i> var. <i>excelsa</i> (Fr.) Dörfelt & I.L. Roth (= <i>Amanita spissa</i>)	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
AMASTR/030700	<i>Amanita strobiliformis</i> (Paulet ex Vittad.) Bertill.	/	03.07.2000

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
AMASTR/160700	Amanita strobiliformis (Paulet ex Vittad.) Bertill.	Medvedjekov gozd, Grčarice	16.07.2000
AMASUB/031198	Amanita submembranacea (Bon) Gröger	Kranzberg (Nemčija)	03.11.1998
AMASUB/180803	Amanita submembranacea (Bon) Gröger	Pokljuka	18.08.2003
AMAVAG/151000	Amanita vaginata (Bull.) Vittad.	Kapunar, Radlje ob Dravi	15.10.2000
AMAVAG/250700	Amanita vaginata (Bull.) Vittad.	Velike Lašče	25.07.2000
AMAVAG/311000	Amanita vaginata (Bull.) Vittad.	Kalič	31.10.2000
AMAVIR/180900	Amanita virosa (Fr.) Bertill.	Gorenjska (?)	18.09.2000
Ao	Albatrellus ovinus (Schaeff.) Kotl. & Pouzar	/	/
AP1 (Melanoleuca cognata)	Melanoleuca cognata (Fr.) Konrad & Maubl.	/	/
AP103 (Cortinarius caninus)	Cortinarius caninus (Fr.) Fr.	Šport hotel Pokljuka	15.09.1997
AP104 (Cortinarius cinamomeoluteus)	Cortinarius cinnamomeoluteus P.D. Orton	RP GIS Šijec	15.09.1997
AP105 (Cortinarius malocereus)	Cortinarius malicorius Fr.	Pokljuka	15.09.1997
AP106 (Cortinarius rigidus ss K&R)	Cortinarius rigidus K&R (= Cortinarius rigidusculus Nezdojm.)	Šport hotel Pokljuka	15.09.1997
AP108 (Cortinarius sp.)	Cortinarius sp.	Šijec	15.09.1997
AP109 (Cortinarius sp.)	Cortinarius sp.	Šijec	15.09.1997
AP110 (Cortinarius sp.)	Cortinarius sp.	Šport hotel Pokljuka	15.09.1997
AP111 (Cortinarius sp.)	Cortinarius sp.	Pokljuka	15.09.1997
AP112 (Cortinarius subvalidus)	Cortinarius subvalidus Rob. Henry	Šport hotel Pokljuka	15.09.1997
AP114 (Hygrophorus piceae)	Hygrophorus piceae Kühner	Šport hotel Pokljuka	15.09.1997
AP121 (Cortinarius acutovelatus)	Cortinarius acutovelatus Rob. Henry	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP122 (Cortinarius brunneus)	Cortinarius brunneus (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP123 (Cortinarius brunneus)	Cortinarius brunneus (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP124 (Cortinarius brunneus cf.)	Cortinarius cf. brunneus (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP125 (Cortinarius cinamomeoluteus)	Cortinarius cinnamomeoluteus P.D. Orton	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP126 (Cortinarius cinamomeoluteus)	Cortinarius cinnamomeoluteus P.D. Orton	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP127 (Cortinarius cinamomeus)	Cortinarius cinnamomeus (L.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP128 (Cortinarius citrinofulvescens)	Cortinarius citrinofulvescens M.M. Moser	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP129 (Cortinarius delibutus)	Cortinarius delibutus Fr.	pot na RP GIS Šijec	16.09.1997
AP130 (Cortinarius evernius)	Cortinarius evernius (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP130 (Cortinarius evernius)	Cortinarius evernius (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP132 (Cortinarius integerrimus)	Cortinarius integerrimus Kühner	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP133 (Cortinarius limonius)	Cortinarius limonius (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP134 (Cortinarius multiformis)	Cortinarius multiformis (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP135 (Cortinarius paleaceus)	Cortinarius paleaceus (Weinm.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP136 (Cortinarius salor ssp.transiens)	Cortinarius salor subsp. transiens Melot	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP137 (Cortinarius salor ssp.transiens)	Cortinarius salor subsp. transiens Melot	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP138 (Cortinarius sanguineus)	Cortinarius sanguineus (Wulfen) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP139 (Cortinarius sp.)	Cortinarius sp.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP140 (Entoloma byssisedum)	Entoloma byssisedum (Pers.) Donk	pot na RP GIS Šijec	16.09.1997
AP141 (Hebeloma mesophaeum)	Hebeloma mesophaeum (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
AP141 (<i>Hebeloma mesophaeum</i>)	<i>Hebeloma mesophaeum</i> (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP142 (<i>Hypholoma epixanthum</i>)	<i>Hypholoma epixanthum</i> (Fr.) Quél.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP144 (<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>lilacina</i>)	<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>lilacina</i> Gillet	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP145 (<i>Inocybe mixtilis</i>)	<i>Inocybe mixtilis</i> (Britzelm.) Sacc.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP146 (<i>Inocybe subcarpa</i>)	<i>Inocybe subcarpa</i> Kühner & Boursier	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP148 (<i>Mycena epypterygia</i>)	<i>Mycena epypterygia</i> (Scop.) Gray	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP151 (<i>Pholiota</i> sp.)	<i>Pholiota</i> sp.	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP152 (<i>Rhodocybe popinalis</i>)	<i>Rhodocybe popinalis</i> (Fr.) Singer	RP GIS Šijec	16.09.1997
AP154 (<i>Amanita battarrae</i>)	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	RP GIS Šijec, okolica Močil	17.09.1997
AP156 (<i>Cortinarius brunneus</i>)	<i>Cortinarius brunneus</i> (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP157 (<i>Cortinarius multiformis</i>)	<i>Cortinarius multiformis</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP158 (<i>Cortinarius</i> sp.)	<i>Cortinarius</i> sp.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP159 (<i>Cortinarius</i> sp.)	<i>Cortinarius</i> sp.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP160 (<i>Cortinarius</i> sp.)	<i>Cortinarius</i> sp.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP161 (<i>Cortinarius subtortus</i>)	<i>Cortinarius subtortus</i> (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP162 (<i>Cortinarius vibratilis</i>)	<i>Cortinarius vibratilis</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP165 (<i>Hebeloma longicaudum</i>)	<i>Hebeloma longicaudum</i> (Pers.) P. Kumm.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP166 (<i>Inocybe terrigena</i>)	<i>Inocybe terrigena</i> (Fr.) Kühner	pot na RP GIS Šijec	17.09.1997
AP167 (<i>Laccaria proxima</i>)	<i>Laccaria proxima</i> (Boud.) Pat.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP168 (<i>Lactarius kuehneri</i>)	<i>Lactarius kuehnerianus</i> Malençon (?)	/	17.09.1997
AP169 (<i>Omphalina</i> sp.)	<i>Omphalina</i> sp.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP171 (<i>Pholiota scamba</i>)	<i>Pholiota scamba</i> (Fr.) M.M. Moser	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP172 (<i>Rhodocybe nitellina</i>)	<i>Rhodocybe nitellina</i> (Fr.) Singer	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP174 (<i>Russula acrifolia</i>)	<i>Russula acrifolia</i> Romagn.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP175 (<i>Russula emetica</i>)	<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	okolica RP GIS Šijec	17.09.1997
AP176 (<i>Russula illota</i>)	<i>Russula illota</i> Romagn.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP177 (<i>Russula nigricans</i>)	<i>Russula nigricans</i> (Bull.) Fr.	RP GIS Šijec	17.09.1997
AP179 (<i>Tricholoma subglobisporium</i>)	<i>Tricholoma subglobisporium</i> Bon	RP GIS Šijec, okolica Močil	17.09.1997
AP181 (<i>Clitocybe</i> sp.)	<i>Clitocybe</i> sp.	Veliko blejsko barje	18.09.1997
AP182 (<i>Cortinarius</i> sp. <i>flos-paludis</i>)	<i>Cortinarius</i> cf. <i>flos-paludis</i> Melot	RP GIS Šijec	18.09.1997
AP185 (<i>Hygrophorus piceae</i>)	<i>Hygrophorus piceae</i> Kühner	RP GIS Šijec	18.09.1997
AP186 (<i>Inocybe</i> sp.)	<i>Inocybe</i> sp.	pot na RP GIS Šijec	18.09.1997
AP187 (<i>Micromphale perforans</i>)	<i>Micromphale perforans</i> (Hoffm.) Gray	pot na RP GIS Šijec	18.09.1997
AP190 (<i>Russula atrorubens</i>)	<i>Russula atrorubens</i> Quél.	RP GIS Šijec	18.09.1997
AP191 (<i>Tephrocye anthracophylla</i>)	<i>Tephrocye anthracophylla</i> (Lasch) P.D. Orton	Veliko blejsko barje	18.09.1997
AP192 (<i>Tricholoma virgatum</i>)	<i>Tricholoma virgatum</i> (Fr.) P. Kumm.	Velo polje	18.09.1997
AP194 (<i>Collybia tuberosa</i>)	<i>Collybia tuberosa</i> (Bull.) P. Kumm.	RP GIS Šijec, okolica Močil	19.09.1997
AP197 (<i>Hygrophorus chrysodon</i>)	<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	Veliko blejsko barje	19.09.1997
AP200 (<i>Russula subcompacta</i>)	<i>Russula subcompacta</i> Britzelm.	Grajska planina	19.09.1997
AP202 (<i>Entoloma</i> sp.)	<i>Entoloma</i> sp.	RP GIS Šijec	30.09.1997
AP203 (<i>Hebeloma mesophaeum</i>)	<i>Hebeloma mesophaeum</i> (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	30.09.1997
AP204 (<i>Tricholoma subglobisporium</i>)	<i>Tricholoma subglobisporium</i> Bon	RP GIS Šijec	30.09.1997
AP205 (<i>Agaricus augustus</i>)	<i>Agaricus augustus</i> Britzelm	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP206 (<i>Agrocybe</i> sp.)	<i>Agrocybe</i> sp.	Veliko blejsko barje	04.10.1997

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
AP207 (<i>Amanita battarrae</i> ??)	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP208 (<i>Amanita</i> sp.)	<i>Amanita</i> sp.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP209 (<i>Amanita submembranacea</i>)	<i>Amanita submembranacea</i> (Bon) Gröger	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP212 (<i>Chroogomphus helveticus</i>)	<i>Chroogomphus helveticus</i> (Singer) M.M. Moser	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP213 (<i>Clitocybe</i> sp.)	<i>Clitocybe</i> sp.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP214 (<i>Entoloma olorinum</i>)	<i>Entoloma olorinum</i> (Romagn. & J. Favre) Noordel.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP215 (<i>Entoloma</i> sp.)	<i>Entoloma</i> sp.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP219 (<i>Hebeloma longicaudum</i>)	<i>Hebeloma longicaudum</i> (Pers.) P. Kumm.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP221 (<i>Hygrophorus pustulatus</i>)	<i>Hygrophorus pustulatus</i> (Pers.) Fr.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP222 (<i>Hygrophorus pustulatus</i>)	<i>Hygrophorus pustulatus</i> (Pers.) Fr.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP223 (<i>Hypholoma longicaudum</i>)	<i>Hebeloma longicaudum</i> (Pers.) P. Kumm.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP223 (<i>Pholiota carbonaria</i>)	<i>Pholiota carbonaria</i> A.H. Sm.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP224 (<i>Hypholoma marginatum</i>)	<i>Hypholoma marginatum</i> (Pers.) J. Schröt.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP225 (<i>Hypholoma</i> sp.)	<i>Hypholoma</i> sp.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP226 (<i>Inocybe geophylla</i>)	<i>Inocybe geophylla</i> (Pers.) P. Kumm.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP227 (<i>Lactarius badiosanguineus</i>)	<i>Lactarius badiosanguineus</i> Kühner & Romagn.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP228 (<i>Lactarius intermedius</i>)	<i>Lactarius intermedius</i> Krombh.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP229 (<i>Lactarius musteus</i>)	<i>Lactarius musteus</i> Fr.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP230 (<i>Mycena epypterygia</i> var. <i>lignicola</i>)	<i>Mycena epypterygia</i> var. <i>lignicola</i> A.H. Sm.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP235 (<i>Russula badia</i>)	<i>Russula badia</i> Quél.	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP236 (<i>Russula postiana</i>)	<i>Russula postiana</i> Romell	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP238 (<i>Tephrocye anthracophylla</i>)	<i>Tephrocye anthracophylla</i> (Lasch) P.D. Orton	Veliko blejsko barje	04.10.1997
AP239 (<i>Collybia butyracea</i>)	<i>Collybia butyracea</i> (Bull.) Fr.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP241 (<i>Entoloma conferendum</i>)	<i>Entoloma conferendum</i> (Britzelm.) Noordel.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP242 (<i>Entoloma</i> sp.)	<i>Entoloma</i> sp.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP243 (<i>Entoloma</i> sp.)	<i>Entoloma</i> sp.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP244 (<i>Hygrophorus chrysodon</i>)	<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP245 (<i>Hygrophorus pustulatus</i>)	<i>Hygrophorus pustulatus</i> (Pers.) Fr.	pot na RP GIS Šijec	08.10.1997
AP247 (<i>Inocybe</i> sp.)	<i>Inocybe</i> sp.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP248 (<i>Omphalina ericetorum</i>)	<i>Omphalina ericetorum</i> (Bull.) M. Lange	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP249 (<i>Omphalina</i> sp.)	<i>Omphalina</i> sp.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP25 (<i>Gomphidius gracilis</i>)	<i>Gomphidius gracilis</i> Berk.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP250 (<i>Polyporus brumalis</i>)	<i>Polyporus brumalis</i> (Pers.) Fr.	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP251 (<i>Pseudoomphalina compressipes</i>)	<i>Pseudoomphalina compressipes</i> (Peck) Singer	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP252 (<i>Rhodocybe nitellina</i>)	<i>Rhodocybe nitellina</i> (Fr.) Singer	RP GIS Šijec	08.10.1997
AP257 (<i>Hypholoma epixanthum</i>)	<i>Hypholoma epixanthum</i> (Fr.) Quél.	RP GIS Šijec	25.10.1997
AP258 (<i>Hypholoma</i> sp.)	<i>Hypholoma</i> sp.	RP GIS Šijec	25.10.1997
AP27 (<i>Inocybe</i> sp.)	<i>Inocybe</i> sp.	Lipanca	06.08.1997
AP31 (<i>Tricholoma psammopsis</i>)	<i>Tricholoma psammopus</i> (Kalchbr.) Quél.	Lipanca	06.08.1997

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
AP38 (<i>Russula subcompacta</i>)	<i>Russula subcompacta</i> Britzelm.	okolica RP GIS Šijec	07.08.1997
AP40 (<i>Tricholoma</i> sp.)	<i>Tricholoma</i> sp.	okolica RP GIS Šijec	07.08.1997
AP44 (<i>Albatrellus subrubescens</i>)	<i>Albatrellus subrubescens</i> (Murrill) Pouzar	pot na RP GIS Šijec	14.08.1997
AP46 (<i>Cortinarius evernius</i>)	<i>Cortinarius evernius</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP47 (<i>Cortinarius limonius</i>)	<i>Cortinarius limonius</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP48 (<i>Cortinarius multiformis</i>)	<i>Cortinarius multiformis</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP49 (<i>Cortinarius paleiferus</i>)	<i>Cortinarius paleiferus</i> Svrček	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP50 (<i>Cortinarius sanguineus</i>)	<i>Cortinarius sanguineus</i> (Wulfen) Fr.	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP51 (<i>Cortinarius</i> sp.)	<i>Cortinarius</i> sp.	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP52 (<i>Cortinarius stillatitius</i>)	<i>Cortinarius stillatitius</i> Fr.	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP55 (<i>Inocybe lanuginosa</i> var. <i>ovatocystis</i>)	<i>Inocybe lanuginosa</i> var. <i>ovatocystis</i> (Boursier & Kühner) Stangl	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP56 (<i>Inocybe leucoblema</i>)	<i>Inocybe leucoblema</i> Kühner	parkirišče za RP GIS Šijec	14.08.1997
AP57 (<i>Inocybe</i> sp.)	<i>Inocybe</i> sp.	okolica RP GIS Šijec	14.08.1997
AP63 (<i>Russula emetica</i> var. <i>emetica</i>)	<i>Russula emetica</i> Fr.	RP GIS Šijec, rob barja	14.08.1997
AP64 (<i>Russula firmula</i>)	<i>Russula firmula</i> Jul. Schäff.	RP GIS Šijec, rob barja	14.08.1997
AP65 (<i>Russula integra</i>)	<i>Russula integra</i> (L.) Fr.	pot na RP GIS Šijec	14.08.1997
AP66 (<i>Russula postiana</i>)	<i>Russula postiana</i> Romell	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP67 (<i>Russula xerampelina</i>)	<i>Russula xerampelina</i> (Schaeff.) Fr.	RP GIS Šijec	14.08.1997
AP69 (<i>Amanita</i> sp.)	<i>Amanita</i> sp.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP71 (<i>Cortinarius anomalus</i> cf.)	<i>Cortinarius anomalus</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP73 (<i>Cortinarius delibutus</i>)	<i>Cortinarius delibutus</i> Fr.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP74 (<i>Cortinarius evernius</i>)	<i>Cortinarius evernius</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP76 (<i>Cortinarius multiformis</i>)	<i>Cortinarius multiformis</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP77 (<i>Cortinarius obtusus</i>)	<i>Cortinarius obtusus</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP78 (<i>Cortinarius rigidus</i>)	<i>Cortinarius rigidus</i> K&R	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP79 (<i>Cortinarius salor</i> ssp. <i>transiens</i>)	<i>Cortinarius salor</i> subsp. <i>transiens</i> Melot	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP80 (<i>Cortinarius stillatitius</i>)	<i>Cortinarius stillatitius</i> Fr.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP86 (<i>Hygrophorus</i> sp.)	<i>Hygrophorus</i> sp.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP88 (<i>Inocybe calamistrata</i>)	<i>Inocybe calamistrata</i> (Fr.) Gillet	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP89 (<i>Inocybe geophylla</i>)	<i>Inocybe geophylla</i> (Pers.) P. Kumm.	RP GIS Šijec	22.08.1997
AP94 (<i>Tricholoma sulphureum</i>)	<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) Fr.	okolica RP GIS Šijec	22.08.1997
AP95 (<i>Cortinarius fuscoperonatus</i>)	<i>Cortinarius fuscoperonatus</i> Kühner	RP GIS Šijec	06.09.1997
AP99 (<i>Inocybe fuscidula</i>)	<i>Inocybe fuscidula</i> Velen.	RP GIS Šijec	06.09.1997
BOLAPP/150700	<i>Boletus appendiculatus</i> Schaeff.	Čušperk	15.07.2000
BOLAPP/260700	<i>Boletus appendiculatus</i> Schaeff.	Velike Lašče	26.07.2000
BOLDUP/070800	<i>Boletus dupainii</i> Boud.	/	07.08.2000
BOLEDU/121000	<i>Boletus edulis</i> Bull.	Karlovica, Velike Lašče	12.10.2000
BOLEDU/270798	<i>Boletus edulis</i> Bull.	Kranzberg (Nemčija)	27.07.1998
BOLEDU/300900	<i>Boletus edulis</i> Bull.	Veliki vrh	30.09.2000
BOLERY/031000	<i>Boletus erythropus</i> Fr.	Graška gora	03.10.2000
BOLFEC/080800	<i>Boletus fechtneri</i> Velen.	Grmada, Predstruge	08.08.2000
BOLLAN/201000	<i>Boletinus landkammeri</i> (Pilát & Svrček) Bon (= <i>Suillus lakei</i>)	Kališe, Idrija	20.10.2000
BOLPRU/121198	<i>Boletellus pruinatus</i> (Fr. & Hök) Kľofac & Krisai (= <i>Boletus pruinatus</i>)	Kranzberg (Nemčija)	12.11.1998

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
BOLPRU/271098	<i>Boletellus pruinatus</i> (Fr. & Hök) Kľofac & Krisai (= <i>Boletus pruinatus</i>)	Kranzberg (Nemčija)	27.10.1998
BOLQUE/191000	<i>Boletus queletii</i> Schulzer	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
BOLRET/260700	<i>Boletus reticulatus</i> Schaeff.	Velike Lašče	26.07.2000
BOLRHO/070702	<i>Boletus rhodopurpureus</i> Smotl.	pot na RP GIS Rajh. Rog	07.07.2002
BOLSp/140800	<i>Boletus</i> sp.	Grmada, Predstruge	14.08.2000
CHAPIP/220700	<i>Chalciporus piperatus</i> (Bull.) Bataille	Kobila, Velike Lašče	22.07.2000
CHAPIP/300900	<i>Chalciporus piperatus</i> (Bull.) Bataille	Mrzli studenec, Pokljuka	30.09.2000
CORALBO/070800	<i>Cortinarius alboviolaceus</i> (Pers.) Fr.	Horjul	07.08.2000
CORANO/070901	<i>Cortinarius anomalus</i> (Fr.) Fr.	/	07.09.2001
CORATR/011001	<i>Cortinarius atrovirens</i> Kalchbr.	RP GIS Rajhenavski Rog	01.10.2001
CORATR/231001	<i>Cortinarius atrovirens</i> Kalchbr.	RP GIS Snežna jama	23.10.2001
CORAZU/191000	<i>Cortinarius azureus</i> Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
CORBUL/191000	<i>Cortinarius bulliardii</i> (Pers.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
CORCAL/131000	<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	pot na RP GIS Rajh. Rog	13.10.2000
CORCAL/131000b	<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
CORCAL/181000	<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	Rajhenavski Rog	18.10.2000
CORCAL/231001	<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	RP GIS Rajhenavski Rog	23.10.2001
CORCAL/251000	<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	JZ od RP GIS Rajh. Rog	25.10.2000
CORDURvarRAP/191000	<i>Cortinarius duracinus</i> var. <i>raphanicus</i> M.M. Moser	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
CORGLA/191000	<i>Cortinarius glaucopus</i> (Schaeff.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
CORINF/191000	<i>Cortinarius infractus</i> (Pers.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
COROB/091199	<i>Cortinarius obtusus</i> (Fr.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	09.11.1999
COROB/271098	<i>Cortinarius obtusus</i> (Fr.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	27.10.1998
CORPAL/191000	<i>Cortinarius paleaceus</i> (Weinm.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
CORPRE/201000	<i>Cortinarius praestans</i> (Cordier) Gillet	Kališe, Idrija	20.10.2000
CORRUS/300900	<i>Cortinarius russeoides</i> M.M. Moser	Mrzli studenec, Pokljuka	30.09.2000
CORsp/131000	<i>Cortinarius</i> sp.	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
CORsp/131000b	<i>Cortinarius</i> sp.	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
CORsp/251000	<i>Cortinarius</i> sp.	JZ od RP GIS Rajh. Rog	25.10.2000
CORsp/251000b	<i>Cortinarius</i> sp.	Z od RP GIS Rajh. Rog	25.10.2000
CORsp/280802	<i>Cortinarius</i> sp.	/	28.08.2002
CORsp2/250801	<i>Cortinarius</i> sp.	/	25.08.2001
CORTRA/181000	<i>Cortinarius traganus</i> (Fr.) Fr.	SV od RP GIS Rajh. Rog	18.10.2000
CORVIO/201000	<i>Cortinarius violaceus</i> (L.) Gray	Kališe, Idrija	20.10.2000
Cp (Cotylidia panosa)	<i>Cotylidia pannosa</i> (Sowerby) D.A. Reid	/	/
DERCIN/151098	<i>Dermocybe cinnabarina</i> (Fr.) Wünsche	Kranzberg (Nemčija)	15.10.1998
DERCIN/171199	<i>Dermocybe cinnabarina</i> (Fr.) Wünsche	Kranzberg (Nemčija)	17.11.1999
E1 (Amanita muscaria)	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Hook.	zbirka GIS	/
E10 (Pisolithus tinctorius)	<i>Pisolithus tinctorius</i> (Pers.) Coker & Couch	zbirka GIS	/
E11 (Suillus luteus)	<i>Suillus luteus</i> (L.) Gray	zbirka GIS	/
E13 (Thelephora terrestris)	<i>Thelephora terrestris</i> Ehrh.	zbirka GIS	/
E13 (Thelephora terrestris)	<i>Thelephora terrestris</i> Ehrh.	zbirka GIS	/
E16 (Collybia dryophylla)	<i>Collybia dryophylla</i> (Bull.) P. Kumm.	zbirka GIS	/
E16 (Collybia dryophylla)	<i>Collybia dryophylla</i> (Bull.) P. Kumm.	zbirka GIS	/
E2 (Hebeloma crustuliniforme)	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quéf.	zbirka GIS	/
E21 (Lactarius quietus)	<i>Lactarius quietus</i> (Fr.) Fr.	zbirka GIS	/
E22 (Lycoperdon perlatum)	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	zbirka GIS	/
E23 (Lycoperdon verrucosum)	<i>Lycoperdon verrucosum</i> Batsch	zbirka GIS	/

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
E23 (<i>Lycoperdon verrucosum</i>)	<i>Lycoperdon verrucosum</i> Batsch	zbirka GIS	/
E27 (<i>Xerocomus badius</i>)	<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühner	zbirka GIS	/
ENTsp./210803	<i>Entoloma</i> sp.	Pokljuka	21.08.2003
GEASES/011001	<i>Gastrum sessile</i> (Sowerby) Pouzar	RP GIS Rajhenavski Rog	01.10.2001
Gg (<i>Gomphidius glutinosus</i>)	<i>Gomphidius glutinosus</i> (Schaeff.) Fr.	/	/
H11 (<i>Hydnum repandum</i>)??	<i>Hydnum repandum</i> L.	Mežaklje	jesen 1998
H14 (<i>Hydnum repandum</i>)	<i>Hydnum repandum</i> L.	Velike Lašče	jesen 1998
H19 (<i>Hydnum repandum</i>)	<i>Hydnum repandum</i> L.	Velike Lašče	jesen 1998
H23 (<i>H.repandum</i>)	<i>Hydnum repandum</i> L.	Gore, Idrija	jesen 1999
H29- <i>H.rufescens</i>	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Ilovce, Idrija	jesen 1999
H33- <i>H.repandum</i>	<i>Hydnum repandum</i> L.	Gore, Idrija	jesen 1999
H35 (<i>H.rufescens</i>?večji)	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Ilovce, Idrija	jesen 1999
H36 (<i>H.repandum</i>)	<i>Hydnum repandum</i> L.	Čekovnik, Idrija	jesen 1999
H37- <i>H.repandum</i>	<i>Hydnum repandum</i> L.	Suhi vrh, Logatec	jesen 1999
H38- <i>H.repandum</i>	<i>Hydnum repandum</i> L.	Šport hotel Pokljuka	jesen 1999
H47- <i>H.rufescens</i>	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Grajski boršt, Gombišče	jesen 2000
H48- <i>H.rufescens</i>	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Grajski boršt, Gombišče	jesen 2000
H49 (<i>H.rufescens</i>)	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Reber, Grosuplje	jesen 1999
H59- <i>H.repandum</i>	<i>Hydnum repandum</i> L.	Vače	jesen 2000
H69- <i>H.rufescens</i>	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	RP GIS Preža	jesen 1999
H76 (<i>H.rufescens</i>)	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Bloke, Nova vas	jesen 1999
H83 (<i>H.rufescens</i>?večji)	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Velike Lašče	jesen 2000
HEBSIN/131000	<i>Hebeloma sinapizans</i> (Fr.) Sacc.	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
HEBSIN/240998	<i>Hebeloma sinapizans</i> (Fr.) Sacc.	Kranzberg (Nemčija)	24.09.1998
Hp1 (<i>Hydnellum peckii</i>)	<i>Hydnellum peckii</i> Banker	Velike Lašče	oktober 1998
HYDALB(ECM)/171200a	<i>Hydnum albidum</i> Peck	Divaški gabrk, Divača	17.12.2000
HYDALB(ECM)/171200b	<i>Hydnum albidum</i> Peck	Divaški gabrk, Divača	17.12.2000
E4 (<i>Laccaria bicolor</i>)	<i>Laccaria bicolor</i> (Maire) P.D. Orton	zbirka GIS	/
E4 (<i>Laccaria bicolor</i>)	<i>Laccaria bicolor</i> (Maire) P.D. Orton	zbirka GIS	/
E42 (<i>Laccaria bicolor</i>)	<i>Laccaria bicolor</i> (Maire) P.D. Orton	zbirka GIS	/
E46 (<i>Amanita muscaria</i>)	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Hook.	zbirka GIS	/
E5 (<i>Laccaria laccata</i>)	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Fr.	zbirka GIS	/
E6 (<i>Laccaria proxima</i>)	<i>Laccaria proxima</i> (Boud.) Pat	zbirka GIS	/
E7 (<i>Lactarius rufus</i>)	<i>Lactarius rufus</i> (Scop.) Fr.	zbirka GIS	/
E94 (<i>Gyrodon lividus</i>)	<i>Gyrodon lividus</i> (Bull.) Fr.	zbirka GIS	/
ENTNID/141001	<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel. (=E.rhodopolium (Fr.) P.Kumm.)	RP GIS Rajhenavski Rog	14.10.2001
ENTNID/231001	<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel. (=E.rhodopolium (Fr.) P.Kumm.)	RP GIS Snežna jama	23.10.2001
ENTNIT/180900	<i>Entoloma nitidum</i> Quéf.	/	18.09.2000
ENTRHO(ECM)/ITAL	<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel. (=E.rhodopolium (Fr.) P.Kumm.)	Monte Amiata (Italija)	november 2003
ENTRHO/231001	<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel. (=E.rhodopolium (Fr.) P.Kumm.)	RP GIS Snežna jama	23.10.2001
ENTRHO/ITAL	<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel. (=E.rhodopolium (Fr.) P.Kumm.)	Monte Amiata (Italija)	november 2003
ENTRHOvarNID/190803b	<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel. (=E.rhodopolium (Fr.) P.Kumm.)	Poključka soteska, Krnica	19.08.2003
ENTSIN/021000	<i>Entoloma sinuatum</i> (Bull.) P. Kumm.	Graška gora	02.10.2000
ENTsp./181000	<i>Entoloma</i> sp.	RP GIS Rajhenavski Rog	18.10.2000

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
HYDALB(ECM)/171200c	<i>Hydnum albidum</i> Peck	Divaški gabrk, Divača	17.12.2000
HYDALB/171200	<i>Hydnum albidum</i> Peck	Divaški gabrk, Divača	17.12.2000
HYDREP/311000	<i>Hydnum repandum</i> L.	Kalič	31.10.2000
HYDRUF/081100	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	RP GIS Rajhenavski Rog	08.11.2000
HYDRUF/261100	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	Velike Lašče	26.11.2000
HYDsp./071101	<i>Hydnum</i> sp.	RP GIS Rajhenavski Rog	07.11.2001
HYGAGA/101001	<i>Hygrophorus agathosmus</i> (Fr.) Fr.	Travnik, Menina planina	10.10.2001
HYGAGA/131001	<i>Hygrophorus agathosmus</i> (Fr.) Fr.	Gozd Martuljek	13.10.2001
HYGAGA/261100	<i>Hygrophorus agathosmus</i> (Fr.) Fr.	Velike Lašče	26.11.2000
HYGAGA/271001	<i>Hygrophorus agathosmus</i> (Fr.) Fr.	Čušperk	27.10.2001
HYGCHR/141001	<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	14.10.2001
HYGEBU/061001	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	Velike Lašče	06.10.2001
HYGEBU/081100	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	08.11.2000
HYGEBU/101001	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	Travnik, Menina planina	10.10.2001
HYGEBU/141001	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	14.10.2001
HYGEBU/151001	<i>Hygrophorus erubescens</i> (Bull.) Fr.	/	15.10.2001
HYGEBU/181001	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	Vasenski vrh, Hrušica	18.10.2001
HYGEBU/231001	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	23.10.2001
HYGEBU/251000	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	JZ od RP GIS Rajh. Rog	25.10.2000
HYGEBU/271001	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	Videmski hrib, Predstruge	27.10.2001
HYGEBU/311000	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	Žerovnišček, Bločice	31.10.2000
HYGEBUfo.CAR/141001	<i>Hygrophorus eburneus</i> var. <i>carneipes</i> Kühner	RP GIS Rajhenavski Rog	14.10.2001
HYGEBUfo.CAR/141001b	<i>Hygrophorus eburneus</i> var. <i>carneipes</i> Kühner	RP GIS Snežna jama	14.10.2001
HYGEBUfo.CAR/160902	<i>Hygrophorus eburneus</i> var. <i>carneipes</i> Kühner	RP GIS Rajhenavski Rog	16.09.2002
HYGEBUfo.CAR/231001	<i>Hygrophorus eburneus</i> var. <i>carneipes</i> Kühner	RP GIS Rajhenavski Rog	23.10.2001
HYGEBUfo.CAR/231001b	<i>Hygrophorus eburneus</i> var. <i>carneipes</i> Kühner	RP GIS Snežna jama	23.10.2001
HYGHYP/201000	<i>Hygrophorus hypothejus</i> (Fr.) Fr.	Kališe, Idrija	20.10.2000
HYGMAR(ECM)/190303	<i>Hygrophorus marzuolus</i> (Fr.) Bres.	Čušperk	19.03.2003
HYGMAR/190303	<i>Hygrophorus marzuolus</i> (Fr.) Bres.	Čušperk	19.03.2003
HYGMAR/250301	<i>Hygrophorus marzuolus</i> (Fr.) Bres.	Velike Lašče	25.03.2001
HYGMAR/250301/2	<i>Hygrophorus marzuolus</i> (Fr.) Bres.	Velike Lašče	25.03.2001
HYGNEM/221100	<i>Hygrophorus nemoreus</i> (Pers.) Fr.	RG GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
HYGOLI/010901	<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i> (Fr.) Fr.	Trije hlebi, Šumik, Pohorje	01.09.2001
HYGOLI/310801	<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i> (Fr.) Fr.	Črno jezero, Pohorje	31.08.2001
HYGPOE/081100	<i>Hygrophorus poetarum</i> R. Heim	RP GIS Rajhenavski Rog	08.11.2000
HYGPUD/111001	<i>Hygrophorus pudorinus</i> (Fr.) Fr.	Kamenski vrh	11.10.2001
HYGPUD/141001	<i>Hygrophorus pudorinus</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	14.10.2001
HYGPUD/141001b	<i>Hygrophorus pudorinus</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Snežna jama	14.10.2001
HYGPUD/141001c	<i>Hygrophorus pudorinus</i> (Fr.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	14.10.2001
HYGPUD/231001	<i>Hygrophorus pudorinus</i> (Fr.) Fr.	RG GIS Rajhenavski Rog	23.10.2001
HYGPUS/031198	<i>Hygrophorus pustulatus</i> (Pers.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	03.11.1998
HYGQUE/201000	<i>Hygrophorus queletii</i> Bres.	Kališe, Idrija	20.10.2000
HYGsp./181000	<i>Hygrophorus</i> sp.	Rajhenavski Rog	18.10.2000
HYGsp./311000	<i>Hygrophorus</i> sp.	Kalič	31.10.2000
HYGSPE/131001	<i>Hygrophorus speciosus</i> Peck	Gozd Martuljek	13.10.2001
HYGSPE/201000	<i>Hygrophorus speciosus</i> Peck	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACACR/081100	<i>Lactarius acris</i> (Bolton) Gray	RP GIS Rajhenavski Rog	08.11.2000
LACACR/181000	<i>Lactarius acris</i> (Bolton) Gray	Rajhenavski Rog	18.10.2000
LACALB/191000	<i>Lactarius albocameus</i> Britzelm.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACALB/191000b	<i>Lactarius albocameus</i> Britzelm.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
LACALP/200803	<i>Lactarius alpinus</i> Peck	Lipanča, Pokljuka	20.08.2003
LACBAD/210803	<i>Lactarius badiosanguineus</i> Kühner & Romagn.	Pokljuka	21.08.2003
LACBAD/211000	<i>Lactarius badiosanguineus</i> Kühner & Romagn.	Pringl, Idrija	21.10.2000
LACBAD/221000	<i>Lactarius badiosanguineus</i> Kühner & Romagn.	Županjek, Radlje ob Dravi	22.10.2000
LACBLE/070900	<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	07.09.2000
LACBLE/181000	<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	J od RP GIS Rajh. Rog	18.10.2000
LACBLE/181000b	<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	Rajhenavski Rog	18.10.2000
LACBLE/190803	<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	Pokljuška soteska	19.03.2003
LACBLE/240999	<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	/	24.09.1999
LACBLE/241000	<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	pragozd Krokari	24.10.2000
LACBLEcf/280802	<i>Lactarius cf. blennius</i> (Fr.) Fr.	/	28.08.2002
LACCAME/010901	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	Bajgot, Šumik, Pohorje	01.09.2001
LACCAME/061000	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	vrt GIS, Ljubljana	06.10.2000
LACCAME/141000	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	Perkolica, Radlje ob Dravi	14.10.2000
LACCAME/151098	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	Kranzberg (Nemčija)	15.10.1998
LACCAME/240998	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	Kranzberg (Nemčija)	24.09.1998
LACCAME/241000	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	pragozd Krokari	24.10.2000
LACCAME/300700	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	/	30.07.2000
LACCAME/311000	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	Kalič	31.10.2000
LACCBIC/201000	<i>Laccaria bicolor</i> (Maire) P.D. Orton	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACCHR/301000	<i>Lactarius chrysorrheus</i> Fr.	Ojstro, Laško	30.10.2000
LACCIT/181000	<i>Lactarius citriolens</i> Pouzar	Rajhenavski Rog	18.10.2000
LACCLAC/120001	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Fr.	/	20.10.2000
LACCLAC/151000	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Fr.	vrt GIS, Ljubljana	15.10.2000
LACCLAC/240998	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	24.09.1998
LACCLAC/241000	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Fr.	pragozd Krokari	24.10.2000
LACCLAC/250802	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Fr.	/	25.08.2002
LACDEL/201000	<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACDET/141000	<i>Lactarius deterrimus</i> Gröger	Radlje ob Dravi	14.10.2000
LACDET/151000	<i>Lactarius deterrimus</i> Gröger	Kapunar, Radlje ob Dravi	15.10.2000
LACDET/300900	<i>Lactarius deterrimus</i> Gröger	Rudna dolina, Pokljuka	30.09.2000
LACFLA/311000	<i>Lactarius flavus</i> Boud.	Stope	31.10.2000
LACFLU/250802	<i>Lactarius fluens</i> Boud.	/	25.08.2002
LACFUL/250999	<i>Lactarius fuliginosus</i> (Fr.) Fr.	Gore, Idrija	25.09.1999
LACHEL/210803	<i>Lactarius helvus</i> (Fr.) Fr.	Pokljuka	21.08.2003
LACHYS/201000	<i>Lactarius hyssiginus</i> (Fr.) Fr.	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACILL/030602	<i>Lactarius illyricus</i> Piltaver	Čušperk	03.06.2002
LACILL/040702	<i>Lactarius illyricus</i> Piltaver	Čušperk	04.07.2002
LACILL/090702	<i>Lactarius illyricus</i> Piltaver	Čušperk	09.07.2002
LACILL/240700	<i>Lactarius illyricus</i> Piltaver	okolica Horjula	24.07.2000
LACLIG/210803	<i>Lactarius lignyotus</i> Fr.	Pokljuka	21.08.2003
LACMIT/191000	<i>Lactarius mitissimus</i> (Fr.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACMIT/201000	<i>Lactarius mitissimus</i> (Fr.) Fr.	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACMUS/180803	<i>Lactarius musteus</i> Fr.	Pokljuka	18.08.2003
LACNEC/180900	<i>Lactarius necator</i> (Bull.) Pers.	/	18.09.2000
LACPAL/181000b	<i>Lactarius pallidus</i> Pers.	RP GIS Rajhenavski Rog	18.10.2000
LACPAL/191000	<i>Lactarius pallidus</i> Pers.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACPER/220700	<i>Lactarius pergamenus</i> (Sw.) Fr.	Velike Lašče	22.07.2000
LACPIC/210803	<i>Lactarius picinus</i> Fr.	Pokljuka	21.08.2003
LACPIP/220700	<i>Lactarius piperatus</i> (L.) Pers.	Kobila, Velike Lašče	22.07.2000

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
LACPOR/200803	<i>Lactarius porninsis</i> Rolland	Lipanca, Pokljuka	20.08.2000
LACPOR/201000	<i>Lactarius porninsis</i> Rolland	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACPT/191000	<i>Lactarius pterosporus</i> Romagn.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACPUB/151000	<i>Lactarius pubescens</i> (Fr.) Fr.	Kapunar, Radlje ob Dravi	15.10.2000
LACQUI/141000	<i>Lactarius quietus</i> (Fr.) Fr.	Radlje ob Dravi	14.10.2000
LACRUB/160902	<i>Lactarius rubrocinctus</i> Fr.	Rajhenavski Rog	16.09.2002
LACRUB/250802	<i>Lactarius rubrocinctus</i> Fr.	/	25.08.2002
LACRUF/180803	<i>Lactarius rufus</i> (Scop.) Fr.	Pokljuka	18.03.2003
LACSAL/131000	<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
LACSAL/131000b	<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
LACSAL/221100	<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
LACSAL/251000	<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	JZ od RP GIS Rajh. Rog	25.10.2000
LACSAL/260999	<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	Čekovnik, Idrija	26.09.1999
LACSAL289 (<i>Lactarius salmonicolor</i>)	<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	Pringl, Idrija	21.10.2000
LACSCR/210803	<i>Lactarius scrobiculatus</i> (Scop.) Fr.	Pokljuka	21.08.2003
LACSCR289 (<i>Lactarius scrobiculatus</i>)	<i>Lactarius scrobiculatus</i> (Scop.) Fr.	Pringl, Idrija	21.10.2000
LACSp/180900	<i>Lactarius</i> sp.	/	18.09.2000
LACSp/210702	<i>Lactarius</i> sp.	/	21.07.2002
LACSp/210702	<i>Lactarius</i> sp.	/	21.07.2002
LACSPH/180803	<i>Lactarius sphagneti</i> (Fr.) M.M. Moser	Pokljuka	18.03.2003
LACSUB/081100	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	RP GIS Rajhenavski Rog	08.11.2000
LACSUB/111000	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	/	11.10.2000
LACSUB/181000	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	Rajhenavski Rog	18.10.2000
LACSUB/181000b	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	Rajhenavski Rog	18.10.2000
LACSUB/190803	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	Pokljuka	19.03.2003
LACSUB/191000	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACSUB/191000b	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACSUB/221100	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
LACSUB/241000	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	pragozd Krokcar	24.10.2000
LACSUB/241000b	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	pragozd Krokcar	24.10.2000
LACSUB/241000c	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	pragozd Krokcar	24.10.2000
LACSUB/271098	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	Kranzberg (Nemčija)	27.10.1998
LACSUB?/250802	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	RP GIS Rajhenavski Rog	25.08.2002
LACTHE/031198	<i>Lactarius theiogalus</i> J. Schröt.	Kranzberg (Nemčija)	03.11.1998
LACTHE/121198	<i>Lactarius theiogalus</i> J. Schröt.	Kranzberg (Nemčija)	12.11.1998
LACTHE/271098	<i>Lactarius theiogalus</i> J. Schröt.	Kranzberg (Nemčija)	27.10.1998
LACTOR/180900	<i>Lactarius torminosus</i> (Schaeff.) Gray	/	18.09.2000
LACTOR/201000b	<i>Lactarius torminosus</i> (Schaeff.) Gray	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACTOR/201000c	<i>Lactarius torminosus</i> (Schaeff.) Gray	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACUVI/191000	<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACUVI/201000	<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	Kališe, Idrija	20.10.2000
LACUVI/250802	<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	Rajhenavski Rog	25.08.2002
LACVEL/060800	<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	/	06.08.2000
LACVEL/141000	<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	Perkolica, Radlje ob Dravi	14.10.2000
LACVEL/191000	<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
LACVEL/261100	<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	Velike Lašče	26.11.2000
LACZON/021099	<i>Lactarius zonarioides</i> Kühner & Romagn.	Šport hotel Pokljuka	02.10.1999
LACZON/180803	<i>Lactarius zonarioides</i> Kühner & Romagn.	Lipanca, Pokljuka	18.08.2003

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
LACZON/210803	Lactarius zonarioides Kühner & Romagn.	Pokljuka	21.08.2003
Lc1 (<i>Laccaria laccata</i>)	Laccaria laccata (Scop.) Fr.	/	/
PAXINV/240998	Paxillus involutus (Batsch) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	24.09.1998
PAXINV/241000	Paxillus involutus (Batsch) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	24.10.2000
PHENIG/211000	Phellodon niger (Fr.) P. Karst.	Pringl, Idrija	21.10.2000
R26- <i>H.rufescens</i>	Hydnum rufescens Schaeff.	/	/
RUSALB/191000	Russula albonigra (Krombh.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSAMA/201000	Russula amara Kučera	Kališe, Idrija	20.10.2000
RUSAMO/220700	Russula amoena Quél.	Velike Lašče	22.07.2000
RUSAUR/250700	Russula aurata (With.) Fr.	Velike Lašče	25.07.2000
RUSBAD/191000	Russula badia Quél.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSCAV/191000	Russula cavipes Britzelm.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSCAV/201000	Russula cavipes Britzelm.	Kališe, Idrija	20.10.2000
RUScf.PEL/311000	Russula cf. pelargonia Niolle	Kalič	31.10.2000
RUScfHET/250802	Russula cf. heterophylla (Fr.) Fr.	RP GIS Snežna jama	25.08.2002
RUSCYA/070702b	Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr.	RP GIS Snežna jama	07.07.2002
RUSCYA/150600	Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr.	Čušperk	15.06.2000
RUSCYA/191000	Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSCYA/311000	Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr.	Kalič	31.10.2000
RUSDEL/191000	Russula delica Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSDEN/191000	Russula densifolia Secr. ex Gillet	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSEME/211000	Russula emetica Fr.	Pringl, Idrija	21.10.2000
RUSEME/261100	Russula emetica Fr.	Kobila, Velike Lašče	26.11.2000
RUSFAG/210702	Russula fageticola (Romagn.) Bon	/	21.07.2002
RUSFEL/031198	Russula fellea (Fr.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	03.11.1998
RUSFEL/070900	Russula fellea (Fr.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	07.09.2000
RUSFEL/151098	Russula fellea (Fr.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	15.10.1998
RUSFEL/191000	Russula fellea (Fr.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSFEL/271098	Russula fellea (Fr.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	27.10.2000
RUSFEL/300900	Russula fellea (Fr.) Fr.	Pokljuka	30.09.2000
RUSFOE/260700	Russula foetens (Pers.) Fr.	Velike Lašče	26.07.2000
RUSILL/090702	Russula illota Romagn.	/	09.07.2002
RUSILL/210702	Russula illota Romagn.	/	21.07.2002
RUSINT/300900	Russula integra (L.) Fr.	Veliki vrh	30.09.2000
RUSLAU/240700	Russula laurocerasi Melzer	/	24.07.2000
RUSLAU/250700	Russula laurocerasi Melzer	Kobila, Velike Lašče	25.07.2000
RUSLIL/250700	Russula lilacea Quél.	Kobila, Velike Lašče	25.07.2000
RUSMAI/031198	Russula mairei Singer	Kranzberg (Nemčija)	03.11.1998
RUSMAI/120901	Russula mairei Singer	/	12.09.2001
RUSMAI/131000	Russula mairei Singer	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
RUSMAI/221100	Russula mairei Singer	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
RUSMAI/221100b	Russula mairei Singer	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
RUSMAI/271098	Russula mairei Singer	Kranzberg (Nemčija)	27.10.1998
RUSMIN/301000	Russula minutula Velen.	Ojstro, Laško	30.10.2000
RUSNIG/140799	Russula nigricans (Bull.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	14.07.1999
RUSNIG/250700	Russula nigricans (Bull.) Fr.	Velike Lašče	25.07.2000
RUSNIG/251000	Russula nigricans (Bull.) Fr.	Z od RP GIS Rajh. Rog	25.10.2000
RUSOCH/081100	Russula ochroleuca (Pers.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	08.11.2000
RUSOCH/121198	Russula ochroleuca (Pers.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	12.11.1998

se nadaljuje

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanosljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
RUSOCH/131000	Russula ochroleuca (Pers.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	13.10.2000
RUSOCH/151098	Russula ochroleuca (Pers.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	15.10.1998
RUSOCH/191000	Russula ochroleuca (Pers.) Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSOCH/221100	Russula ochroleuca (Pers.) Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
RUSPAL/060800	Russula paludosa Britzelm.	Jelovica	06.08.2000
RUSPAL/160600	Russula paludosa Britzelm.	Kobila, Velike Lašče	16.06.2000
RUSPEL/221100	Russula pelargonia Niole	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
RUSPUM/070800	Russula pumila Rouzeau & F. Massart	Horjul	07.08.2000
RUSQUE/181000	Russula queletii Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	18.10.2000
RUSQUE/191000	Russula queletii Fr.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
RUSQUE/201000	Russula queletii Fr.	Kališe, Idrija	20.10.2000
RUSQUE/221100	Russula queletii Fr.	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
RUSROS/300700	Russula rosea Kill.	/	30.07.2000
RUSRUB/221100	Russula rubrocarminea Romagn.	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
RUSSAN/201000	Russula sanguinea (Bull.) Fr.	Kališe, Idrija	20.10.2000
RUSSAR/201000	Russula sardonia Fr.	Kališe, Idrija	20.10.2000
RUSsp./010800	Russula sp.	Brnecov breg, Sebeborci	01.08.2000
RUSsp./221100	Russula sp.	RP GIS Rajhenavski Rog	22.11.2000
RUSsp./250700	Russula sp.	Velike Lašče	25.07.2000
RUSsp./250802b	Russula sp.	/	25.08.2002
RUSsp./251000	Russula sp.	Rajhenavski Rog	25.10.2000
RUSsp./311000	Russula sp.	Kalič	31.10.2000
RUSVIT/301000	Russula vitellina (Pers.) Gray (= Russula risigallina);	Ojstro, Laško	30.10.2000
RUSXER/011000	Russula xerampelina (Schaeff.) Fr.	Rudna dolina, Pokljuka	01.10.2000
RUSZVA/030700	Russula zvarae Velen.	okolica Horjula	03.07.2000
SARIMB/011000	Sarcodon imbricatus (L.) P. Karst.	Rakitnica, Ribnica	01.10.2000
SCLCIT/220700	Scleroderma citrinum Pers.	Velike Lašče	22.07.2000
SCLVER/240700	Scleroderma verrucosum (Bull.) Pers.	okolica Horjula	24.07.2000
Si (Sarcodon imbricatus)	Sarcodon imbricatus (L.) P. Karst.	/	/
Spc (Scutigena pes-capre)	Albatrellus pes-caprae (Pers.) Pouzar	/	/
STECAR289/1 (Stephanospora caroticolor)	Stephanospora caroticola (Berk.) Pat.	Pringl, Idrija	21.10.2000
STECAR289/2 (Stephanospora caroticolor)	Stephanospora caroticola (Berk.) Pat.	Pringl, Idrija	21.10.2000
STRAER/181000	Stropharia aeruginosa (Curtis) Quél.	SZ od RP GIS Rajh. Rog	18.10.2000
STRsp./131000	Stropharia sp.	Rajhenavski Rog	13.10.2000
SUIBOV/201000	Suillus bovinus (Pers.) Kuntze	Kališe, Idrija	20.10.2000
SUIGRA/260700	Suillus granulatus (L.) Snell	Velike Lašče	26.07.2000
SUIGRA/300900	Suillus granulatus (L.) Snell	Gneč, Slatine	30.09.2000
SUIGRL/201000	Suillus grevillei (Klotzsch) Singer	Kališe, Idrija	20.10.2000
SUILUT/300900	Suillus luteus (L.) Gray	Gneč, Slatine	30.09.2000
SUIsp./190900	Suillus sp.	Čušperk	19.09.2000
SUIVAR/300900	Suillus variegatus (Sw.) Kuntze	Gneč, Slatine	30.09.2000
T2 (Tricholoma portentosum)	Tricholoma portentosum (Fr.) Quél.	/	/
Ta (Tricholoma aurantium)	Tricholoma aurantium (Schaeff.) Ricken	/	/
THEANT/240998	Thelephora anthocephala (Bull.) Fr.	Kranzberg (Nemčija)	24.09.1998
THEPAL/140702	Thelephora palmata (Scop.) Fr.	/	14.07.2002
TRIARG/191000	Tricholoma argyraceum (Bull.) Gillet	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
TRIATR/311000	Tricholoma atosquamosum (Chevall.) Sacc.	Kalič	31.10.2000

Priloga A: Seznam vzorcev, uporabljenih za postavitev PCR-RFLP baze podatkov. Nezanestljivi podatki so označeni z »?«, rubrike z manjkajočimi podatki pa z »/«. RP GIS = raziskovalna ploskev Gozdarskega inštituta Slovenije. Viri vzorcev so podani v podpoglavju 3.2.1.

Appendix A: List of samples used for PCR-RFLP database build-up. Non-reliable data is marked with »?«, missing data »/«. RP GIS stays for Research Plot of Slovenian Forestry Institute. Sample collectors are given in section 3.2.1

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu in začasna oznaka pred vnosom v Herbarij in mikoteko GIS	LATINSKO IME VRSTE	PRIBLIŽNA LOKACIJA NAJDBE (V KOLIKOR JE POZNANA)	DATUM NAJDBE
TRIEQE/201000	<i>Tricholoma equestre</i> (L.) P. Kumm.	Kališe, Idrija	20.10.2000
TRIFUL/201000	<i>Tricholoma fulvum</i> (Bull.) Sacc.	Kališe, Idrija	20.10.2000
TRIPOP/201000	<i>Tricholoma populinum</i> J.E. Lange	Kališe, Idrija	20.10.2000
TRIPSE/191000	<i>Tricholoma pseudonictitans</i> Bon	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
TRISAP/201000	<i>Tricholoma saponaceum</i> (Fr.) P. Kumm.	Kališe, Idrija	20.10.2000
TRISCI/070900	<i>Tricholoma sciodes</i> (Pers.) C. Martín	/	07.09.2000
TRIsP./300900	<i>Tricholoma</i> sp.	Mrzli studenec, Pokljuka	30.09.2000
TRIsP./311000	<i>Tricholoma</i> sp.	Kalič Javorniki	31.10.2000
TRISQU/191000	<i>Tricholoma squarrulosum</i> Bres.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
TRISUL/151000	<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) Fr.	Ljubljana - Podutik	15.10.2000
TRISUL/261100	<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) Fr.	Kobila, Velike Lašče	26.11.2000
TRITER/191000	<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) Quél.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
TRIUSS/191000	<i>Tricholoma ustaloides</i> Romagn.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
TRIUST/191000	<i>Tricholoma ustale</i> (Fr.) P. Kumm.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
TRIVAC/191000	<i>Tricholoma vaccinum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
Ts (<i>Tricholoma sulphureum</i>)	<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) Fr.	/	/
TYLFEL/140799	<i>Tylopilus felleus</i> (Bull.) P. Karst.	Kranzberg (Nemčija)	14.07.1999
TYLFEL/270799	<i>Tylopilus felleus</i> (Bull.) P. Karst.	Kranzberg (Nemčija)	27.07.1999
XERARM/120799	<i>Xerocomus armeniacus</i> (Quél.) Quél.	/	12.07.1999
XERBAD/021000	<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühner	Smodivnik	02.10.2000
XERBAD/091199	<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühner	Kranzberg (Nemčija)	09.11.1999
XERBAD/240998	<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühner	Kranzberg (Nemčija)	24.09.1998
XERBAD/260900	<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühner	Kranzberg (Nemčija)	26.09.2000
XERCHR/181000	<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull.) Quél.	RP GIS Rajhenavski Rog	18.10.2000
XERCHR/181000b	<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull.) Quél.	J od RP GIS Rajh. Rog	18.10.2000
XERCHR/191000	<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull.) Quél.	Mehke doline, Idrija	19.10.2000
XERCHR/240998	<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull.) Quél.	Kranzberg (Nemčija)	24.09.1998
ZELSTE/200803	<i>Zelleromyces stephensii</i> (Berk.) A.H. Sm.	Pokljuka Lipanca	20.08.2003

Priloga B: Seznam trosnjakov ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv na vseh raziskovalnih ploskvah, urejen po abecednem redu. Sum = na koliko od petih raziskovalnih ploskev smo opazili posamezno vrsto.

Appendix B: List of ectomycorrhizal fungi in alphabetical order, mapped and identified on each of the research plots included into the study. Sum = number of plots where species was recorded.

	Vrsta	Rajhenavs ki Rog	Snežna jama	Kranzberg	Ravnsholte Skov	Rude Skov	Sum
1	<i>Amanita battarrae</i> (Boud.) Bon	0	0	1	0	0	1
2	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	0	0	1	1	1	3
3	<i>Amanita magnivolvata</i> Aalto	0	1	0	0	0	1
4	<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	1	1	0	0	0	2
5	<i>Amanita rubescens</i> (Pers.) Gray	0	0	1	1	0	2
6	<i>Amanita spissa</i> (Fr.) P. Kumm (= <i>A. excelsa</i> (Fr.) Bertill.)	0	0	1	1	0	2
7	<i>Amanita submembranacea</i> (Bon) Gröger	0	0	1	0	0	1
8	<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Vittad.	0	0	1	0	0	1
9	<i>Boletellus pruinatus</i> (Fr.&Hök) Kľofac & Krisai (= <i>Boletus pruinatus</i> Fr.&Hök)	0	0	1	1	1	3
10	<i>Boletus aestivalis</i> (Paulet) Fr.	1	0	1	0	0	2
11	<i>Byssocorticium</i> sp.	0	0	0	1	1	2
12	<i>Cantharellus lutescens</i> Fr.	1	0	0	0	0	1
13	<i>Cantharellus tubaeformis</i> (Bull.) Fr.	0	0	0	0	1	1
14	<i>Clavulina cristata</i> J. Schröt. & <i>C. cinerea</i> J. Schröt.	1	0	0	0	1	2
15	<i>Cortinarius (Myxarium)</i> sp.	0	0	0	0	1	1
16	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> cf. <i>casimiri</i> (Velen.) Huijsman	0	0	0	0	1	1
17	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> cf. <i>paragaudis</i> Fr. s.l.	0	0	0	0	1	1
18	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> <i>flexipes</i> (Pers.) Fr.	0	0	0	0	1	1
19	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> sp. 5	0	0	0	0	1	1
20	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> sp. 6	0	0	0	0	1	1
21	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> sp. 7	0	0	0	0	1	1
22	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> sp. 8	0	0	0	0	1	1
23	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> sp. 1	1	0	0	0	0	1
24	<i>Cortinarius (Telamonia)</i> sp. 3	0	1	0	0	0	1
25	<i>Cortinarius anomalus</i> (Fr.) Fr.	0	0	0	1	1	2
26	<i>Cortinarius atrovirens</i> Kalchbr.	0	1	0	0	0	1
27	<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	1	1	0	0	0	2
28	<i>Cortinarius elegantior</i> (Fr.) Fr.	0	1	0	0	0	1
29	<i>Cortinarius obtusus</i> (Fr.) Fr.	0	0	1	0	1	2
30	<i>Cortinarius odorifer</i> Britzelm.	0	1	0	0	0	1
31	<i>Tricholoma</i> sp. 2	0	1	0	0	0	1
32	<i>Cortinarius</i> sp. 4	0	1	0	0	0	1
33	<i>Cortinarius venetus</i> (Fr.) Fr.	1	1	0	0	0	2
34	<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers.	1	0	0	0	0	1
35	<i>Dermocybe cinnamomea</i> (L.) M.M. Moser	0	0	1	0	0	1
36	<i>Entoloma</i> sp.	1	0	0	0	0	1
37	<i>Entoloma</i> sp. 2	0	0	1	0	0	1
38	<i>Hebeloma radicosum</i> (Bull.) Ricken	0	0	0	0	1	1
39	<i>Hebeloma sinapizans</i> (Fr.) Sacc.	1	1	1	0	0	3
40	<i>Hydnum repandum</i> L.	1	0	0	0	0	1
41	<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	1	0	0	0	0	1
42	<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	1	1	0	0	0	2
43	<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	1	1	0	0	0	2
44	<i>Hygrophorus eburneus</i> var. <i>carneipes</i> Kühner	1	1	0	0	0	2
45	<i>Hygrophorus pudorinus</i> (Fr.) Fr.	1	1	0	0	0	2
46	<i>Hygrophorus pustulatus</i> (Pers.) Fr.	0	0	1	0	0	1
47	<i>Inocybe cervicolor</i> (Pers.) Ouel	0	1	0	0	0	1
48	<i>Inocybe</i> cf. <i>cookei</i> Bres.	1	1	0	0	0	2
49	<i>Inocybe napipes</i> J.E. Lange	0	0	0	1	0	1
50	<i>Inocybe petiginosa</i> (Fr.) Gillet	0	0	0	1	0	1
51	<i>Inocybe</i> sp. 1	0	1	0	0	0	1
52	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	1	1	1	1	1	5
53	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Fr.	1	1	1	1	0	4
54	<i>Lactarius acris</i> (Bolton) Gray	1	1	0	0	0	2

se nadaljuje

Priloga B: Seznam trosnjakov ektomikoriznih in domnevno ektomikoriznih vrst gliv na vseh raziskovalnih ploskvah, urejen po abecednem redu. Sum = na koliko od petih raziskovalnih ploskev smo opazili posamezno vrsto.

Appendix B: List of ectomycorrhizal fungi in alphabetical order, mapped and identified on each of the research plots included into the study. Sum = number of plots where species was recorded.

nadaljevanje

	Vrsta	Rajhenavs ki Rog	Snežna jama	Kranzberg	Ravnsholte Skov	Rude Skov	Sum
55	<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	1	1	0	0	1	3
56	<i>Lactarius camphoratus</i> (Bull.) Fr.	0	0	0	1	0	1
57	<i>Lactarius pallidus</i> (Pers.) Fr.	1	1	0	0	0	2
58	<i>Lactarius rubrocinctus</i> Fr.	1	1	0	0	0	2
59	<i>Lactarius salmonicolor</i> R.Heim & Leclair	1	1	0	0	0	2
60	<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull.) Gray	1	1	1	1	1	5
61	<i>Lactarius theiogalus</i> J. Schröt	0	0	1	0	0	1
62	<i>Paxillus involutus</i> (Bstsch) Fr.	0	0	1	0	0	1
63	<i>Pseudocraterellus undulatus</i> (Pers.) Courtec.	1	0	0	0	0	1
64	<i>Pseudotomentella tristis</i> (P. Karst.) M.J. Larsen	0	0	0	1	1	2
65	<i>Ramaria</i> cf. <i>aurea</i> (Schaeff.) Quél.	0	1	0	0	0	1
66	<i>Ramaria</i> sp. 1	0	1	0	0	0	1
67	<i>Ramaria</i> sp. 2	0	0	1	0	0	1
68	<i>Ramaria</i> sp. 3 (?tricolor)	1	0	0	0	0	1
69	<i>Russula</i> aff. <i>melliolens</i> Quél	0	0	0	0	1	1
70	<i>Russula anthracina</i> var. <i>insipida</i>	1	0	0	0	0	1
71	<i>Russula cavipes</i> Britzelm	1	1	0	0	0	2
72	<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	1	0	1	0	1	3
73	<i>Russula delicata</i> Fr.	1	0	0	0	0	1
74	<i>Russula emetica</i> Fr.	0	0	1	0	0	1
75	<i>Russula fellea</i> (Fr.) Fr.	1	0	1	1	1	4
76	<i>Russula grata</i> Britzelm	0	0	0	0	1	1
77	<i>Russula mairei</i> Singer	1	0	1	1	1	4
78	<i>Russula nigricans</i> (Bull.) Fr.	1	1	1	1	1	5
79	<i>Russula ochroleuca</i> (Pers.) Fr.	1	0	1	1	1	4
80	<i>Russula pelargonica</i> Niole	1	0	0	0	0	1
81	<i>Russula puellaris</i> Fr.	0	0	0	1	1	2
82	<i>Russula queletii</i> Fr.	1	0	0	0	0	1
83	<i>Russula rosea</i> Quél. (= <i>R. aurora</i> (Krombh.) Bres.)	0	0	0	0	1	1
84	<i>Russula smaragdina</i> J.E. Lange (= <i>R. innocua</i> Romagn.)	1	0	0	0	0	1
85	<i>Russula</i> sp. 1	1	0	0	0	0	1
86	<i>Russula</i> sp. 2	1	0	0	0	0	1
87	<i>Russula</i> sp. 3	0	0	0	0	1	1
88	<i>Russula</i> sp. 4	0	0	0	0	1	1
89	<i>Russula</i> sp. 5	0	0	0	0	1	1
90	<i>Russula violeipes</i> Quél.	0	0	0	0	1	1
91	<i>Thelephora anthocephala</i> (Bull.) Fr.	0	0	1	0	0	1
92	<i>Thelephora terrestris</i> Ehrh.	0	0	1	1	0	2
93	<i>Tomentella</i> cf. <i>terrestris</i> (Berk.&Broome) M.J. Larsen	0	0	0	0	1	1
94	<i>Tomentella ferruginea</i> (Pers.) Pat.	1	0	0	0	0	1
95	<i>Tomentella</i> sp. 1	0	0	1	0	0	1
96	<i>Tomentella subtestacea</i> Bourdot & Galzin	0	0	0	1	1	2
97	<i>Tricholoma atroscamosum</i> (Chevall.) Sacc.	0	1	0	0	0	1
98	<i>Tricholoma</i> cf. <i>fucatum</i> (Fr.) P. Kumm.	1	0	0	0	0	1
99	<i>Tricholoma lascivum</i> (Fr.) Gillet	0	0	0	0	1	1
100	<i>Tricholoma sciodes</i> (Pers.) C. Martin	0	0	0	0	1	1
101	<i>Tricholoma saponaceum</i> (Fr.) P. Kumm.	1	0	0	0	0	1
102	<i>Tricholoma ustale</i> (Fr.) . Kumm.	1	1	0	1	1	4
103	<i>Tylopilus felleus</i> (Bull.) P. Karst.	0	0	1	0	0	1
104	<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühner	0	0	1	0	0	1
105	<i>Xerocomus</i> cf. <i>porosporus</i> Imler	0	0	1	0	0	1
106	<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull.) Quél.	1	0	1	1	1	4
107	<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Fr.	0	0	0	1	0	1
Št.vseh najden ih vrst	45	32	32	23	39		

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka".

Appendix C: Types of ectomycorrhizae on beech, silver fir or Norway spruce, included in PCR-RFLP identification and subsequently into the database. Current abbreviations for types of ectomycorrhizae are stated as occur in dendrogram. Identification of unknown types of ectomycorrhizae to species level are given for samples with identical RFLP pattern to voucher material in database of genus level is given where possible according to the position of unknown sample in the dendrogram. Unknown types of ectomycorrhizae not fitting into any of categories above are asinged with "Ni zadetka" (no match).

Oznaka v dendrogramu	Vrsta trosnjaka z identičnim PCR-RFLP vzorcem
1/1(RUSMAI)	<i>Russula mairei</i>
1/2(RUSMAI)	<i>Russula mairei</i>
2/1(RUSMAI)	<i>Russula mairei</i>
2144/1	Ni zadetka
2184/2(LACAME)	Ni zadetka
2184/5	Ni zadetka
2185/1(LACAME)	Ni zadetka
2185/2(LACAME)	Ni zadetka
2188/1(LACPAL)	Ni zadetka
2189/1(LACSUB)	Ni zadetka
2210/1(LACPAL)	Ni zadetka
2210/2(LACPAL)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2210/3(LACPAL)	Ni zadetka
2210/4(LACPAL)	Ni zadetka
2213/1(LACAME)	Ni zadetka
2213/2(LACAME)	Ni zadetka
2213/3(LACAME)	Ni zadetka
2215/4(LACSUB)	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2217/1(LACSSRS)	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2217/4(LACSSRS)	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2219/1(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2219/4(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2219/7(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/1(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/10(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/3(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/4(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/6(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/7(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/8(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2220/9(LACSUB)	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2221/1(??)	več vzorcev trosnjakov iz rodu <i>Laccaria</i>
2221/2(??)	več vzorcev trosnjakov iz rodu <i>Laccaria</i>
2221/3(??)	Ni zadetka - v istem grozdu s vrsto <i>Thelephora anthrocephala</i>
2221/4(TOMTER)S	Ni zadetka - v istem grozdu s vrsto <i>Thelephora anthrocephala</i>
2227/3(RUSCYA)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula cyanoxantha</i>
2227/4(RUSCYA)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula cyanoxantha</i>
2229/1(??)	več vzorcev trosnjakov <i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i>
2229/2(??)	več vzorcev trosnjakov <i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i>
2229/3(??)	več vzorcev trosnjakov <i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i>
2229/4(??)	več vzorcev trosnjakov <i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i>
2229/5(??)	več vzorcev trosnjakov <i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i>
2230/1(TRI/COR)	CORsp./280802 - <i>Cortinarius</i> iz skupine <i>Telamonia</i>
2230/2(TRI/COR)	CORsp./280802 - <i>Cortinarius</i> iz skupine <i>Telamonia</i>

se nadaljuje

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka".

Appendix C: Types of ectomycorrhizae on beech, silver fir or Norway spruce, included in PCR-RFLP identification and subsequently into the database. Current abbreviations for types of ectomycorrhizae are stated as occur in dendrogram. Identification of unknown types of ectomycorrhizae to species level are given for samples with identical RFLP pattern to voucher material in database of genus level is given where possible according to the position of unknown sample in the dendrogram. Unknown types of ectomycorrhizae not fitting into any of categories above are asinged with "Ni zadetka" (no match).

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu	Vrsta trosnjaka z identičnim PCR-RFLP vzorcem
2230/3(COR)S	CORsp./280802 – <i>Cortinarius</i> iz skupine <i>Telamonia</i>
2231/1(LACC)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2232/1(LACC)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2232/2(LACLAC)S	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2232/3(LACC)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2232/4(LACC)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2233/1(RUSCYA)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula cyanoxantha</i>
2233/2(RUSCYA)S	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula cyanoxantha</i>
2233/3(RUSCYA)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula cyanoxantha</i>
2233/4(RUSCYA)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula cyanoxantha</i>
2236/1(LACACR)	blizu <i>Lactarius pterosporus</i> (LACPTE/191000) in <i>L. acris</i> (LACACR/081100 in LACACR/181000)
2236/2(LACACR)	blizu <i>Lactarius pterosporus</i> (LACPTE/191000) in <i>L. acris</i> (LACACR/081100 in LACACR/181000)
2236/3(LACACR)	blizu <i>Lactarius pterosporus</i> (LACPTE/191000) in <i>L. acris</i> (LACACR/081100 in LACACR/181000)
2236/4(LACACR)	blizu <i>Lactarius pterosporus</i> (LACPTE/191000) in <i>L. acris</i> (LACACR/081100 in LACACR/181000)
2237/5(RUSRAO)S	<i>Russula</i> sp. (RUSsp./221100)
2252/2(??)	Ni zadetka - v istem grozdu s vrsto <i>Thelephora palmata</i>
2254/1(THE)S	Ni zadetka - v istem grozdu s vrsto <i>Thelephora anthrocephala</i>
2256/1	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2257/2(TOM)S	Ni zadetka
2258/1(LACSAL)	Ni zadetka
2258/2(LACSAL)	Ni zadetka
2258/3(LACSAL)	Ni zadetka
2258/4(LACSAL)	Ni zadetka
2258/5(LACSAL)	Ni zadetka
2261/10(LACPAL)	<i>Russula</i> sp. (RUSsp./221100)
2262/1(RUSFOE)S	<i>Russula illota</i> (AP176)
2262/2(??)	<i>Russula illota</i> (AP176)
2263/3	Ni zadetka
2268/1(COR)S	CORsp./250801 - <i>Cortinarius</i> iz skupine <i>Telamonia</i>
2268/3(COR)	CORsp./250801 - <i>Cortinarius</i> iz skupine <i>Telamonia</i>
2268/7(COR)S	CORsp./250801 - <i>Cortinarius</i> iz skupine <i>Telamonia</i>
2268/9(COR)	CORsp./250801 - <i>Cortinarius</i> iz skupine <i>Telamonia</i>
2269/1(LACC)	Ni zadetka
2269/2(LACAME)S	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2269/4(LACC)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
2269/5(LACC)	Ni zadetka - v istem grozdu s vrsto <i>Thelephora anthrocephala</i>
2270/1(LACSAL)	Ni zadetka
2270/2(LACSAL)	Ni zadetka
2270/3(LACSAL)	Ni zadetka

se nadaljuje

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka".

Appendix C: Types of ectomycorrhizae on beech, silver fir or Norway spruce, included in PCR-RFLP identification and subsequently into the database. Current abbreviations for types of ectomycorrhizae are stated as occur in dendrogram. Identification of unknown types of ectomycorrhizae to species level are given for samples with identical RFLP pattern to voucher material in database of genus level is given where possible according to the position of unknown sample in the dendrogram. Unknown types of ectomycorrhizae not fitting into any of categories above are asigned with "Ni zadetka" (no match).

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu	Vrsta trosnjaka z identičnim PCR-RFLP vzorcem
2270/4(LACAL)	Ni zadetka
2271/1(??)	Podoben RUSp./250802b
2271/3(RUS)S	Podoben RUSp./250802b
2271/4(LAC)	Podoben RUSp./250802b
2272/3	Ni zadetka
2272/4	Ni zadetka
2274/1(??)	Ni zadetka
2274/2(CLA)S	Ni zadetka
2275/1(RUS)	<i>Russula</i> sp. (RUSp./221100)
2275/2(RUS)	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2275/3(RUSPOS)S	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2275/4(RUS)	<i>Russula</i> sp. (RUSp./221100)
2278/11(TRI/COR)	<i>Hebeloma sinapizans</i> (HEBSIN/131000)
2278/6(TRI/COR)	<i>Hebeloma sinapizans</i> (HEBSIN/131000)
2278/7(CLACIN)S	<i>Hebeloma sinapizans</i> (HEBSIN/131000)
2278/8(TRI/COR)	<i>Hebeloma sinapizans</i> (HEBSIN/131000)
2279/1(LAC/RUS)	Podoben RUSp./250802b
2279/2(RUS)S	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2279/3(RUS)S	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2279/4(LAC/RUS)	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2279/5(LAC/RUS)	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2279/6(LAC/RUS)	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2280/1(RUS)S	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2280/2(RUSRAO)S	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2280/3(LACPAL)	<i>Russula</i> sp. (RUSp./221100)
2280/4(LACPAL)	<i>Russula</i> sp. (RUSp./221100)
2281/10(LACVEL)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
2281/11(LACVEL)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
2281/2(LACVEL)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
2281/4(LACVEL)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
2281/5(LACVEL)	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
2281/8	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
2285/1(LACPAL)	<i>Hygrophorus speciosus</i> (HYGSPE/201000)
2285/3(AGA)S	<i>Hygrophorus speciosus</i> (HYGSPE/201000)
2289/1(TOM)	Ni zadetka
2289/2(TOM)	Ni zadetka
2289/3(TOM)S	Ni zadetka
2289/5(TOM)S	Ni zadetka
2295/1(LACAME)	Ni zadetka
2295/4	Ni zadetka
2295/5	Ni zadetka
2307/1	<i>Hygrophorus speciosus</i> (HYGSPE/201000)

se nadaljuje

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka".

Appendix C: Types of ectomycorrhizae on beech, silver fir or Norway spruce, included in PCR-RFLP identification and subsequently into the database. Current abbreviations for types of ectomycorrhizae are stated as occur in dendrogram. Identification of unknown types of ectomycorrhizae to species level are given for samples with identical RFLP pattern to voucher material in database of genus level is given where possible according to the position of unknown sample in the dendrogram. Unknown types of ectomycorrhizae not fitting into any of categories above are assigned with "Ni zadetka" (no match).

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu	Vrsta trosnjaka z identičnim PCR-RFLP vzorcem
2307/2	<i>Hygrophorus speciosus</i> (HYGSPE/201000)
2307/4	<i>Hygrophorus speciosus</i> (HYGSPE/201000)
2310/2	Ni zadetka
2320/1	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2321/1	Ni zadetka
2321/2	Ni zadetka
2322/1	Ni zadetka
2322/4	Ni zadetka
2324/1	Podoben RUSp./250802b
2324/2	Podoben RUSp./250802b
2324/3	Podoben RUSp./250802b
2324/4	Podoben RUSp./250802b
2325/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdih manjkajo fragmenti
2325/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdih manjkajo fragmenti
2325/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdih manjkajo fragmenti
2325/4	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdih manjkajo fragmenti
2325/5	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdih manjkajo fragmenti
2326/1	Ni zadetka
2326/2	Ni zadetka
2327/1	Ni zadetka
2327/2	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2327/3	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2329/1	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2329/2	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2331/1	Ni zadetka
2331/2	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2331/3	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2333/1	blizu več vrstam iz rodu <i>Lactarius</i> (<i>L. rubrocinctus</i> , <i>L. subdulcis</i> ?, <i>L. subsericatus</i>)
2335/1	Ni zadetka
2335/1	Ni zadetka
2335/2	Ni zadetka
2337/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdih manjkajo fragmenti
2337/2	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2338/1	Ni zadetka
2339/1	blizu več vzorcem trosnjakov vrste <i>Lactarius subdulcis</i>
2340/1	Ni zadetka, blizu vzorcem vrste <i>Laccaria laccata</i>
2340/2	Ni zadetka, blizu vzorcem vrste <i>Laccaria laccata</i>
2340/3	Ni zadetka, blizu vzorcem vrste <i>Laccaria bicolor</i>
2340/4	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria laccata</i>
2341/1	Ni zadetka - v istem grozdu s vrsto <i>Thelephora palmata</i>
2341/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria laccata</i>
2344/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria laccata</i>
2344/2	Ni zadetka

se nadaljuje

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka".

Appendix C: Types of ectomycorrhizae on beech, silver fir or Norway spruce, included in PCR-RFLP identification and subsequently into the database. Current abbreviations for types of ectomycorrhizae are stated as occur in dendrogram. Identification of unknown types of ectomycorrhizae to species level are given for samples with identical RFLP pattern to voucher material in database of genus level is given where possible according to the position of unknown sample in the dendrogram. Unknown types of ectomycorrhizae not fitting into any of categories above are assigned with "Ni zadetka" (no match).

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu	Vrsta trosnjaka z identičnim PCR-RFLP vzorcem
2345/1	Ni zadetka - v istem grozdu s vrsto <i>Thelephora palmata</i>
2345/2	Ni zadetka
2345/3	<i>Russula subcompacta</i> (AP38 in AP200)
2347/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdihi manjkajo fragmenti
2347/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdihi manjkajo fragmenti
2347/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i> a pri nekaterih grozdihi manjkajo fragmenti
2348/1	Ni zadetka
3019/1	Ni zadetka - blizu <i>L. theiogalus</i>
3019/2	Ni zadetka - blizu <i>L. theiogalus</i>
3019/2b	Ni zadetka - blizu <i>L. theiogalus</i>
3019/3	Ni zadetka
3019/3b	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3019/4	Ni zadetka - blizu <i>L. theiogalus</i>
3019/4b	Ni zadetka - blizu <i>L. theiogalus</i>
3025/1	blizu vrste <i>Xerocomus badius</i> (XERBAD/240998)
3034/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
3037/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Laccaria amethystina</i>
3042/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
3042/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
3042/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
3043/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3045/1	<i>Russula nigricans</i> (AP177)
3047/1	<i>Russula nigricans</i> (AP177)
3049/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3050/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3053/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3053/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3053/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3054/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3054/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3055/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3055/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3055/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3057/1	Ni zadetka
3057/2	Ni zadetka
3057/3	Ni zadetka
3058/1	Ni zadetka
3058/2	<i>Russula emetica</i> (RUSEME/261100)
3058/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3058/4	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3084/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3084/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3092/1	<i>Russula nigricans</i> (AP177)

se nadaljuje

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka".

Appendix C: Types of ectomycorrhizae on beech, silver fir or Norway spruce, included in PCR-RFLP identification and subsequently into the database. Current abbreviations for types of ectomycorrhizae are stated as occur in dendrogram. Identification of unknown types of ectomycorrhizae to species level are given for samples with identical RFLP pattern to voucher material in database of genus level is given where possible according to the position of unknown sample in the dendrogram. Unknown types of ectomycorrhizae not fitting into any of categories above are assigned with "Ni zadetka" (no match).

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu	Vrsta trosnjaka z identičnim PCR-RFLP vzorcem
3095/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3096/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3096/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3099/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3099/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3100/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3100/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3100/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3102/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3158/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3165/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3168/3	<i>Russula illota</i> (RUSILL/090702)
3169/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3169/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3169/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3172/1	Ni zadetka
3172/2	<i>Russula illota</i> (RUSILL/090702)
3172/3	<i>Russula illota</i> (RUSILL/090702)
3174/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3177/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3178/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3178/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3179/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3193/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3193/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3194/1	<i>Amanita spissa</i> (AMASPI/140799 in AMASPI/130700)
3196/1	Ni zadetka - blizu <i>L. theiogalus</i>
3196/2	Ni zadetka - blizu <i>L. theiogalus</i>
3199/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3199/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3199/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3200/1	<i>Russula illota</i> (RUSILL/090702)
3201/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3201/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3201/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3204/1	<i>Russula illota</i> (RUSILL/090702)
3204/2	<i>Russula illota</i> (RUSILL/090702)
3204/3	<i>Russula illota</i> (RUSILL/090702)
3205/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3205/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3207/1	Ni zadetka
3207/2	Ni zadetka

se nadaljuje

Priloga C: Tipi ektomikorize na bukvi, jelki ali smreki, vključeni v PCR-RFLP analizo in bazo podatkov. Podane so delovne oznake tipa ektomikorize, kot se pojavljajo v dendrogramu, ter rezultat primerjave z restrikcijskimi vzorci za glive določenih trosnjakov (referenčnega materiala), vključene v bazo podatkov. Podana je bodisi določitev do vrste (identični vzorci) ali domneven rod glive v neznanem tipu ektomikorize, v kolikor smo glede na položaj v dendrogramu lahko sklepali. Tipi ektomikorize brez zadostne podobnosti za sklepanje na vrsto ali rod smo označili z "Ni zadetka".

Appendix C: Types of ectomycorrhizae on beech, silver fir or Norway spruce, included in PCR-RFLP identification and subsequently into the database. Current abbreviations for types of ectomycorrhizae are stated as occur in dendrogram. Identification of unknown types of ectomycorrhizae to species level are given for samples with identical RFLP pattern to voucher material in database of genus level is given where possible according to the position of unknown sample in the dendrogram. Unknown types of ectomycorrhizae not fitting into any of categories above are asigned with "Ni zadetka" (no match).

nadaljevanje

Oznaka v dendrogramu	Vrsta trosnjaka z identičnim PCR-RFLP vzorcem
3207/3	Ni zadetka
3209/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula fellea</i>
3210/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius theiogalus</i>
3211/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3211/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3212/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3212/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3212/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3212/4	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula mairei</i>
3214/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3214/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3216/1	<i>Russula nigricans</i> (AP177)
3218/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
3218/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Lactarius blennius</i>
3220/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3220/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3224/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3225/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3225/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3225/3	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Russula ochroleuca</i>
3226/1	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3226/2	več vzorcev trosnjakov vrste <i>Xerocomus chrysenteron</i> in <i>Boletus pruinatus</i>
3227/1	<i>Russula nigricans</i> (RUSNIG/250700)
3228/1	Ni zadetka

Priloga D: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem, s podanimi akcesijami, opisom, kot je naveden v bazi podatkov, in nekaterimi parametri podobnosti zaporedij

Appendix D: Results of BLAST analysis for types of ectomycorrhizae analysed by sequencing. Results are shown with accession numbers, descriptions as stated in database and similarity indices.

Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Entoloma rhodopolium</i>					Dolžina zaporedja(bp)	cca 1150
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AJ510276	Uncultured ectomycorrhiza (Agaricales)	/ *	/ *	/ *	/ *
	AY228340	<i>Entoloma nitidum</i>	/ *	/ *	/ *	/ *
	AF335449	<i>Entoloma nitidum</i>	/ *	/ *	/ *	/ *
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Hebeloma sinapizans</i>					Dolžina zaporedja(bp)	/
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY320380	<i>Hebeloma sinapizans</i>	/ *	/ *	/ *	/ *
	AF124682	<i>Hebeloma sinapizans</i>	/ *	/ *	/ *	/ *
	AF124701	<i>Hebeloma truncatum</i>	/ *	/ *	/ *	/ *
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Laccaria amethystina</i>					Dolžina zaporedja(bp)	754
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AF539737	<i>Laccaria amethystea</i> TUB 011464	1298	0.0	710/721 (98%)	6/721 (0%)
	AY299225	Uncultured ectom. (<i>Lacc. amethystina</i>) A20T4	1273	0.0	647/649 (99%)	/
	AF440665	<i>Laccaria amethystina</i>	1235	0.0	628/630 (99%)	/
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Lactarius acris</i>					Dolžina zaporedja(bp)	770
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY331013	<i>Lactarius pterosporus</i>	1235	0.0	645/651 (99%)	1/651 (0%)
	AF335441	<i>Lactarius fallax</i>	1080	0.0	723/775 (93%)	8/775 (1%)
	AF448488	<i>Lactarius</i> sp. SO2	967	0.0	698/761 (91%)	19/761 (2%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Lactarius subdulcis</i>					Dolžina zaporedja(bp)	713
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY331016	<i>Lactarius subdulcis</i>	1253	0.0	643/646 (99%)	2/646 (0%)
	AY299216	Uncultured ectomyc. (<i>L. subdulcis</i>) Fb-3E	1241	0.0	628/629 (99%)	/
	AY254871	Uncultured <i>Lactarius</i> sp. clone d486.6	1217	0.0	675/688 (98%)	7/688 (1%)

se nadaljuje

Priloga D: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem, s podanimi akcesijami, opisom, kot je naveden v bazi podatkov, in nekaterimi parametri podobnosti zaporedij

Appendix D: Results of BLAST analysis for types of ectomycorrhizae analysed by sequencing. Results are shown with accession numbers, descriptions as stated in database and similarity indices.

nadaljevanje

Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Lactarius subsericatus</i>					Dolžina zaporedja(bp)	751
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AF140260	<i>Lactarius subsericatus</i> sporocarp	1364	0.0	690/691 (99%)	/
	AF140254	<i>Lactarius subsericatus</i> sporocarp	1364	0.0	690/691 (99%)	/
	AF140261	<i>Lactarius subsericatus</i> sporocarp	1342	0.0	680/682 (99%)	/
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Russula cyanoxantha</i>					Dolžina zaporedja(bp)	641
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY061669	<i>Russula cyanoxantha</i>	1041	0.0	600/621 (96%)	8/621 (1%)
	AF418608	<i>Russula cyanoxantha</i>	1037	0.0	584/603 (96%)	6/603 (0%)
	AF350061	<i>Russula</i> sp. R28	777	0.0	504/539 (93%)	3/539 (0%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Russula illota</i>					Dolžina zaporedja(bp)	701
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY351624	Uncultured ectomycorrhiza (<i>Russulaceae</i>)	1241	0.0	668/676 (98%)	7/676 (1%)
	AF418613	<i>Russula foetens</i>	1112	0.0	605/615 (98%)	6/615 (0%)
	AY239349	<i>Gymnomyces fallax</i>	1049	0.0	658/694 (94%)	19/694 (2%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Russula ochroleuca</i>					Dolžina zaporedja(bp)	772
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY254880	<i>Russula ochroleuca</i>	1366	0.0	732/750 (97%)	1/750 (0%)
	AF418617	<i>Russula ochroleuca</i>	1259	0.0	669/683 (97%)	1/683 (0%)
	AY061697	<i>Russula ochroleuca</i> 1101IS75	1243	0.0	667/683 (97%)	1/683 (0%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Russula lepida</i>					Dolžina zaporedja(bp)	726
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AF418641	<i>Russula lepida</i>	1114	0.0	607/618 (98%)	4/618 (0%)
	AY061708	<i>Russula pseudointegra</i> 220RUS24	1065	0.0	606/622 (97%)	7/622 (1%)
	AF096978	<i>Russula rosacea</i>	706	0.0	459/488 (94%)	7/488 (1%)

se nadaljuje

Priloga D: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem, s podanimi akcesijami, opisom, kot je naveden v bazi podatkov, in nekaterimi parametri podobnosti zaporedij

Appendix D: Results of BLAST analysis for types of ectomycorrhizae analysed by sequencing. Results are shown with accession numbers, descriptions as stated in database and similarity indices.

nadaljevanje

Morfološka identifikacija in šifra tipa <i>Tomentella terrestris</i>					Dolžina zaporedja(bp)	817
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AF272901	<i>Tomentella terrestris</i> specimen-voucher EL9798	1076	0.0	567/573 (98%)	2/573 (0%)
	AF184748	<i>Thelephoraceae</i> sp. C.t.-6	1041	0.0	738/791 (93%)	14/791 (1%)
	U83468	<i>Thelephoraceae</i> sp. 'Taylor #4'	898	0.0	600/623 (96%)	2/623 (0%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Cortinarius</i> sp. 1					Dolžina zaporedja(bp)	706
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY254860	Uncultured <i>Cortinarius</i> sp. clone d483.9	1082	0.0	655/684 (95%)	16/684 (2%)
	AF389156	<i>Cortinarius paleaceus</i> IB19980139	1053	0.0	547/550 (99%)	3/550 (0%)
	AY254877	<i>Cortinarius fuisporus</i>	1041	0.0	639/668 (95%)	16/668 (2%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Cortinarius</i> sp. 2					Dolžina zaporedja(bp)	597
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AF476972	Ectom. root tip (<i>Cortinarius</i>) 277_Ny1.O-37.5	860	0.0	557/591 (94%)	9/591 (1%)
	AY288094	Uncultured fungus DGGE band 5	858	0.0	563/599 (93%)	11/599 (1%)
	AF335446	<i>Cortinarius traganus</i>	846	0.0	563/600 (93%)	10/600 (1%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Russula</i> sp. 4					Dolžina zaporedja(bp)	824
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AF230898	<i>Russula postiana</i> MA-Fungi 42068	1148	0.0	611/618 (98%)	3/618 (0%)
	AJ534905	<i>Russula</i> sp. H22 partial	985	0.0	764/838 (91%)	29/838 (3%)
	AY061713	<i>Russula risigallina</i> 221IC24	967	0.0	641/687 (93%)	5/687 (0%)

se nadaljuje

Priloga D: Rezultati primerjav (BLAST) nukleotidnih zaporedij tipov ektomikorize za vzorce, ki smo jih analizirali s sekvenciranjem, s podanimi akcesijami, opisom, kot je naveden v bazi podatkov, in nekaterimi parametri podobnosti zaporedij

Appendix D: Results of BLAST analysis for types of ectomycorrhizae analysed by sequencing. Results are shown with accession numbers, descriptions as stated in database and similarity indices.

nadaljevanje

Morfološka identifikacija in šifra tipa: <i>Russula</i> sp. 5					Dolžina zaporedja(bp)	540
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AF418621	<i>Russula raoultii</i>	916	0.0	513/533 (96%)	2/533 (0%)
	AY061657	<i>Russula aquosa</i>	743	0.0	495/534 (92%)	7/534 (1%)
	AY656977	Uncultured myc. fungus RUSSUL11	640	0.0	404/426 (94%)	5/426 (1%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: Neznani tip na jelki 5					Dolžina zaporedja(bp)	681
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AJ534914	<i>Tomentella</i> sp. J54	884	0.0	619/673 (91%)	3/673 (0%)
	AF476987	Ectomycorrhizal root tip 133_Ny1.C-23.1	868	0.0	613/666 (92%)	4/666 (0%)
	AJ534912	<i>Tomentella</i> sp. O41	862	0.0	618/674 (91%)	4/674 (0%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: Neznani tip na jelki 6					Dolžina zaporedja(bp)	591
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	U83487	<i>Thelephora americana</i>	813	0.0	536/572 (93%)	6/572 (1%)
	AF272927	<i>Thelephora anthocephala</i>	767	0.0	525/565 (92%)	6/565 (1%)
	AF272901	<i>Tomentella terrestris</i>	763	0.0	518/560 (92%)	2/560 (0%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: Neznani tip na jelki 7					Dolžina zaporedja(bp)	587
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY310860	Uncultured ectomycorrhizal fungus	844	0.0	547/577 (94%),	8/577 (1%)
	U83474	<i>Thelephoraceae</i> sp.	825	0.0	494/514 (96%)	5/514 (0%)
	AF272927	<i>Thelephora anthocephala</i>	783	0.0	533/569 (93%)	9/569 (1%)

se nadaljuje

Appendix D: Results of BLAST analysis for types of ectomycorrhizae analysed by sequencing. Results are shown with accession numbers, descriptions as stated in database and similarity indices.

Morfološka identifikacija in šifra tipa: Neznani tip na jelki 8					Dolžina zaporedja(bp)	760
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY299227	Uncultured ectomyc. (<i>Cortinarius</i>) clone E4T2	1172	0.0	591/591 (100%)	/
	AY254860	Uncultured <i>Cortinarius</i> sp. clone d483.9	1096	0.0	705/741 (95%)	16/741 (2%)
	AY288094	Uncultured fungus DGGE band 5	1080	0.0	687/725 (94%)	14/725 (1%)
Morfološka identifikacija in šifra tipa: Neznani tip na jelki 9					Dolžina zaporedja(bp)	609
	Šifra zaporedja	Ime vzorca ali opis (kot v GenBank)	Rezultat	Verjetnost	Identičnost	Vrzeli
Najbližji zadetki	AY456339	<i>Clavulina cinerea</i> NC-6010	686	0.0	522/567 (92%)	13/567 (2%)
	AJ534709	<i>Clavulina</i> sp. A32	680	0.0	449/478 (93%)	6/478 (1%)
	AY310840	Uncultured ectomycorrhizal fungus TAM445	676	0.0	465/502 (92%)	6/502 (1%)

* Vrednosti za rezultate: verjetnost, identičnost primerjanega zaporedja in vrzeli za študirano zaporedje; ne moremo podati, ker so zaradi sekvenciranja neznanega zaporedja z dvema začetnima oligonukleotidoma in ločeno primerjavo (nismo mogli postaviti konsenzusnega zaporedja za oba začetna oligonukleotida) deljene in niso aditivne. Pri ločeni primerjavi obeh zaporedij z bazo podatkov smo dobili v obeh primerih iste najbližje zadetke.

Priloga E: Podatki o pojavljanju tipov ektomikorize po posameznih ploskvah

Appendix E: Types of ectomycorrhizae identified in each of the studied plots.

	RuS	RaS	RaR	SnJ	Krb	Sum
<i>Cenococcum geophilum</i>	1	1	1	1	1	5
<i>Laccaria amethystina</i>	1	1	1	1	1	5
<i>Lactarius pallidus</i>	1	1	1	1	1	5
<i>Russula ochroleuca</i>	1	1	1	1	1	5
<i>Lactarius subdulcis</i>	1	1	1	1	0	4
<i>Genea hispidula</i>	1	1	0	0	1	3
<i>Lactarius</i> sp. tip blennius/vellereus	1	1	0	0	1	3
<i>Russula fellea</i>	1	1	0	0	1	3
<i>Tricholoma</i> sp. 1	1	1	1	0	0	3
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	1	1	0	0	1	3
<i>Russula cyanoxantha</i>	0	0	1	1	1	3
<i>Lactarius blennius</i>	1	1	0	0	1	3
<i>Cortinarius</i> sp.1	1	0	0	0	1	2
<i>Lactarius camphoratus</i>	1	1	0	0	0	2
<i>Fagirhiza spinulosa</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Russula mairei</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Tricholoma sciodes</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Cortinarius</i> sp.2	1	0	0	1	0	2
<i>Laccaria</i> sp. 1	0	0	1	1	0	2
<i>Lactarius acris</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Russula illota</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Cenococcum geophilum</i>	0	0	1	1	0	2
Neznani tip na jelki 9	0	0	1	1	0	2
<i>Hebeloma sinapizans</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Tomentella</i> sp. 1	0	1	0	1	0	2
<i>Tomentella</i> sp. 2	0	0	1	1	0	2
<i>Lactarius subsericatus</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Fagirhiza pallida</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Fagirhiza setifera</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Lactarius rubrocinctus</i>	0	1	0	0	0	1

se nadaljuje

Priloga E: Podatki o pojavljanju tipov ektomikorize po posameznih ploskvah

Appendix E: Types of ectomycorrhizae identified in each of the studied plots.
nadaljevanje

	RuS	RaS	RaR	SnJ	Krb	Sum
<i>Russula</i> sp. 1	1	0	0	0	0	1
<i>Russula</i> sp. 2	0	1	0	0	0	1
<i>Tricholoma</i> sp.2	1	0	0	0	0	1
<i>Fagihiza fusca</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Russula</i> sp.3	0	0	1	0	0	1
<i>Lactarius salmonicolor</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Lactarius</i> sp.1	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 1	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 2	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 3	0	0	1	0	0	1
<i>Entoloma rhodopolium</i>	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 10	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 4	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 5	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 6	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 7	0	0	1	0	0	1
Neznani tip na jelki 8	0	0	1	0	0	1
<i>Russula</i> sp. 9	0	0	1	0	0	1
<i>Russula</i> sp. 4	0	0	1	0	0	1
<i>Lactarius vellereus</i>	0	0	0	1	0	1
Neznani tip na jelki 11	0	0	0	1	0	1
<i>Russula ochroleuca</i> /J	0	0	0	1	0	1
Neznani tip na jelki 12	0	0	0	1	0	1
<i>Russula</i> sp. 5	0	0	0	1	0	1
<i>Byssocorticium atrovirens</i>	0	0	0	1	0	1
Neznani tip na jelki 13	0	0	0	1	0	1
<i>Russula lepida</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Tomentella terrestris</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Russula</i> sp. 6	0	0	0	0	1	1
<i>Lactarius</i> sp. 2	0	0	0	0	1	1
Neznani tip na smreki 1	0	0	0	0	1	1
<i>Tuber puberulum</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Russula densifolia</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Lactarius</i> sp. 3	0	0	0	0	1	1
<i>Russula</i> sp. 8	0	0	0	0	1	1
Neznani tip na bukvi 1	0	0	0	0	1	1
<i>Lactarius</i> sp. 3	0	0	0	0	(1)	0
<i>Russula</i> sp. 7	0	0	(1)	0	0	0
<i>Tomentella</i> sp. 3	0	0	(1)	0	0	0
Število različnih tipov na posamezni ploskvi	22	15	34	21	20	

Legenda: Sum = število ploskev, na katerih smo identificirali posamezen tip ektomikorize. (1) Tip ektomikorize smo našli v kasnejših vzorčenjih na isti ploskvi in jih nismo upoštevali pri seštevu. Oznake za raziskovalne ploskve: RuS = Rude Skov, RaS = Ravnsholte Skov, RaR = Rajhenavski Rog, SnJ = Snežna jama, Krb = Kranzberg.

Legend: Sum * number of plots where each type of ectomycorrhize was identified. (1) Types of ectomycorrhizae were found in additional samples from the same plot and were not included into the analysis. Abbreviations for research plots: RuS = Rude Skov, RaS = Ravnsholte Skov, RaR = Rajhenavski Rog, SnJ = Snežna jama, Krb = Kranzberg.

Priloga F : Podatki o številu vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcih zemlje, odvzetih v sestoju (vzorci 1, 2, 9 in 10) in v vrzeli (vzorci 3-8) za ploskve Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama
 Appendix F: Data for number of vital ectomycorrhizal root tips in soil samples collected in closed canopy (soil samples 1, 2, 9 and 10) and in a canopy gap (samples 3-8) for plots Rude Skov, Ravnscholte Skov, Rajhenavski Rog and Snežna jama.

Rude Skov (2000)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cenococcum geophilum</i>	204	32	58	52	199	33	97	23	5	12
<i>Lactarius pallidus</i>	0	0	0	0	474	0	0	0	0	0
<i>Russula ochroleuca</i>	26	0	0	71	0	5	339	29	0	0
<i>Russula</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	423
<i>Genea hispidula</i>	283	0	110	0	4	0	3	0	8	0
<i>Russula mairei</i>	24	2	104	0	24	0	17	128	17	0
<i>Russula fellea</i>	0	0	14	21	0	100	0	0	0	11
<i>Cortinarius</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0
<i>Laccaria amethystina</i>	0	0	18	12	2	0	0	0	0	0
<i>Lactarius</i> sp. tip blennius/vellereus	0	2	0	0	0	0	0	24	0	0
<i>Lactarius blennius</i>	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0
<i>Fagrhiza pallida</i>	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius subdulcis</i>	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0
<i>Tricholoma sciodes</i>	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Cortinarius</i> sp.2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fagrhiza setifera</i>	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Fagrhiza spinulosa</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rude Skov (2001)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Russula ochroleuca</i>	87	71	245	359	0	55	0	0	124	0
<i>Russula mairei</i>	0	315	154	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cenococcum geophilum</i>	13	108	141	30	2	96	3	5	6	36
<i>Russula</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	399	0
<i>Lactarius subdulcis</i>	8	0	0	151	0	0	0	0	0	198
<i>Lactarius pallidus</i>	0	0	0	183	0	11	0	0	0	6
<i>Russula lepida</i>	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	126	0
<i>Cortinarius</i> sp.1	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius</i> sp. tip blennius/vellereus	0	0	0	0	6	0	85	15	0	0
<i>Russula fellea</i>	41	0	6	0	0	25	0	2	0	4
<i>Tricholoma</i> sp. 1	0	0	32	24	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius blennius</i>	8	0	0	0	0	0	0	15	0	0
<i>Genea hispidula</i>	16	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Lactarius camphoratus</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tricholoma</i> sp.2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ravnscholte Skov (2001)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Russula ochroleuca</i>	170	48	0	13	0	368	170	0	41	24
<i>Laccaria amethystina</i>	0	171	0	0	0	0	0	561	45	0
<i>Cenococcum geophilum</i>	7	38	64	6	117	45	67	8	169	41
<i>Tomentella</i> sp.1	0	0	0	0	397	0	0	0	0	0
<i>Lactarius camphoratus</i>	0	0	48	120	0	75	46	0	0	0
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	0	0	74	0	33	51	0	0	58	18
<i>Lactarius subdulcis</i>	6	0	0	0	0	0	0	80	0	105
<i>Lactarius blennius</i>	13	0	67	0	0	0	0	0	0	0
<i>Genea hispidula.</i>	0	0	0	14	22	0	0	18	0	0
<i>Lactarius pallidus</i>	0	0	0	0	0	0	19	18	0	0
<i>Tricholoma</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0
<i>Lactarius</i> sp. tip blennius/vellereus	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0
<i>Russula</i> sp. 2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius rubrocinctus</i>	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>Russula fellea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6

se nadaljuje

Priloga F : Podatki o številu vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcih zemlje, odvzetih v sestoju (vzorci 1, 2, 9 in 10) in v vrzeli (vzorci 3-8) za ploskve Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog in Snežna jama

Appendix F: Data for number of vital ectomycorrhizal root tips in soil samples collected in closed canopy (soil samples 1, 2, 9 and 10) and in a canopy gap (samples 3-8) for plots Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog and Snežna jama.

nadaljevanje

Rajhenavski Rog (2001)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Lactarius pallidus</i>	5	23	0	0	0	196	0	0	418	56
<i>Lactarius subdulcis</i>	38	32	272	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccaria</i> sp. 1	0	0	0	0	15	48	0	124	0	135
<i>Russula cyanoxantha</i>	0	0	0	0	96	0	100	74	0	42
<i>Cenococcum geophilum</i>	1	23	29	3	68	73	0	16	21	12
<i>Russula mairei</i>	0	44	0	0	175	0	0	0	0	0
Neznani tip na jelki 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214
<i>Lactarius salmonicolor</i>	21	15	0	0	0	0	0	0	68	91
<i>Lactarius acris</i>	0	0	0	0	193	0	0	0	0	0
<i>Tomentella</i> sp. 2	100	78	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cenococcum geophilum</i> / J	0	0	0	0	0	132	0	0	12	14
Neznani tip na jelki 10	0	0	148	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tricholoma</i> sp. 1	7	0	0	0	0	0	0	140	0	0
<i>Entoloma nidorosum</i>	0	91	0	0	0	0	0	25	4	0
<i>Hebeloma sinapizans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
<i>Tricholoma sciodes</i>	0	25	0	0	3	0	0	0	56	0
<i>Laccaria amethystina</i>	0	0	0	0	0	0	14	0	66	0
<i>Russula illota</i>	0	0	0	0	0	0	0	52	25	0
<i>Fagrhiza fusca</i>	57	0	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Fagrhiza spinulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
Neznani tip na jelki 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
Neznani tip na jelki 5	0	0	0	0	0	47	0	0	7	0
<i>Tomentella terrestris</i>	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0
Neznani tip na jelki 2	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius</i> sp.1	10	21	0	0	0	5	0	0	0	0
Neznani tip na jelki 1	0	16	0	0	0	0	0	0	11	0
<i>Russula</i> sp. 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Russula</i> sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Neznani tip na jelki 4	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0
Neznani tip na jelki 3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Neznani tip na jelki 6	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
Neznani tip na jelki 7	3	0	0	0	0	8	0	0	0	0
<i>Russula ochroleuca</i>	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>Russula</i> sp.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

nadaljevanje

Appendix F: Data for number of vital ectomycorrhizal root tips in soil samples collected in closed canopy (soil samples 1, 2, 9 and 10) and in a canopy gap (samples 3-8) for plots Rude Skov, Ravnsholte Skov, Rajhenavski Rog and Snežna jama.

[illegible]

Priloga G : Podatki o številu vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcih zemlje, odvzetih na kontrolni ploskvi (vzorci 1-4) in ob drevesih tretiranih s povišano koncentracijo ozona (vzorci 5-9), za ploskev Kranzberg

Appendix G: Data for number of vital ectomycorrhizal root tips in soil samples collected in control plot (soil samples 1-4) and next to trees treated with increased ozone concentration(samples 5-9) for Kranzberg plot.

Kranzberg, 1. vzorčenje	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Cenococcum geophilum.</i>	65	16	0	48	196	318	163	594	688
<i>Lactarius</i> sp. 2	226	59	0	0	0	159	0	52	169
<i>Russula fellea</i>	153	139	0	9	122	68	0	60	31
<i>Russula illota</i>	0	0	0	0	0	18	469	0	0
<i>Russula cyanoxantha</i>	194	185	0	0	53	0	0	0	0
<i>Lactarius blennius/vellereus</i> tip	0	0	181	0	48	0	0	0	0
<i>Genea hispidula</i>	49	0	0	0	0	57	0	0	0
<i>Russula ochroleuca</i>	0	0	0	81	0	0	0	0	0
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	0	0	20	0	0	0	0	14	24
<i>Cortinarius</i> sp.1	0	48	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula</i> sp. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Lactarius acris</i>	0	0	0	0	0	12	0	0	0
<i>Laccaria amethystina</i>	11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius pallidus</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg 2. vzorčenje	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Russula fellea</i>	5	134	0	7	549	103	0	145	35
<i>Cenococcum geophilum.</i>	15	13	25	14	27	221	31	193	56
<i>Russula illota</i>	2	0	0	0	0	0	394	0	0
<i>Russula</i> sp. 8	0	0	0	0	252	77	0	21	0
<i>Lactarius</i> sp. 3	0	0	0	0	221	107	4	0	0
<i>Russula cyanoxantha</i>	130	72	2	0	8	11	0	31	0
<i>Lactarius</i> sp. 2	80	0	0	0	76	9	57	28	0
<i>Lactarius blennius/vellereus</i> tip	0	200	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	0	0	24	0	29	50	0	0	31
<i>Russula ochroleuca</i>	0	0	0	40	26	58	0	0	0
Neznani tip na smreki 1	77	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Russula</i> cf. <i>densifolia</i>	0	29	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tuber puberulum</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	7
Kranzberg 3. vzorčenje	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Cenococcum geophilum</i>	88	75	31	24	97	63	53	414	338
<i>Russula fellea</i>	243	98	102	38	401	21	0	60	72
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	0	18	90	24	347	47	0	18	14
<i>Russula</i> sp. 8	0	0	0	0	285	138	0	72	53
<i>Russula illota</i>	53	149	0	0	0	43	81	0	0
<i>Russula ochroleuca</i>	0	0	110	152	0	0	0	0	0
<i>Russula densifolia</i>	0	0	0	0	0	230	0	0	0
<i>Lactarius</i> sp. 3	0	0	0	0	123	0	84	0	0
<i>Genea hispidula</i>	0	62	0	0	0	49	35	0	0
<i>Lactarius</i> sp. 2	118	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula cyanoxantha</i>	0	52	0	0	16	0	0	0	0
<i>Laccaria amethystina</i>	0	44	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tuber puberulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	41
Neznani tip na smreki 1	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Neznani tip na bukvi 1	7	5	0	0	0	0	0	0	0

se nadaljuje

Priloga G : Podatki o številu vitalnih ektomikoriznih korenin v vzorcih zemlje, odvzetih na kontrolni ploskvi (vzorci 1-4) in ob drevesih tretiranih s povišano koncentracijo ozona (vzorci 5-9), za ploskev Kranzberg

Appendix G: Data for number of vital ectomycorrhizal root tips in soil samples collected in control plot (soil samples 1-4) and next to trees treated with increased ozone concentration(samples 5-9) for Kranzberg plot. nadaljevanje

Kranzberg 4. vzorčenje	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Cenococcum geophilum</i>	14	0	62	24	72	422	39	185	23
<i>Russula fellea</i>	299	85	18	53	50	71	0	108	17
<i>Russula sp. 8</i>	0	0	0	0	298	313	0	6	0
<i>Lactarius sp. 2</i>	0	0	0	72	0	68	284	0	0
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	36	107	0	50	32	105	0	53	18
<i>Russula illota</i>	0	45	0	0	0	0	315	0	0
<i>Genea hispidula</i>	64	39	0	0	0	86	0	0	0
<i>Lactarius blennius/vellereus</i> tip	63	90	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula ochroleuca</i>	0	0	3	88	0	0	0	19	0
<i>Tuber puberulum</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	69
<i>Russula densifolia</i>	0	0	0	0	65	0	0	0	0
<i>Lactarius sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	25	34
<i>Lactarius pallidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	47	0
Neznani tip na smreki 1	0	20	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg 5. vzorčenje	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	131	52	119	20	22	365	0	97	45
<i>Cenococcum geophilum</i>	116	32	33	8	65	31	53	228	172
<i>Russula sp. 8</i>	15	0	0	0	145	480	0	15	0
<i>Russula illota</i>	0	0	0	0	0	449	105	0	0
<i>Lactarius sp. 3</i>	0	0	53	0	11	0	144	163	0
<i>Russula fellea</i>	15	0	0	0	136	0	0	69	67
<i>Russula ochroleuca</i>	0	0	77	64	0	0	0	0	0
<i>Russula cyanoxantha</i>	40	50	0	0	0	0	0	0	0
<i>Genea hispidula</i>	0	0	0	0	0	21	0	0	20
<i>Lactarius sp. 2</i>	35	0	0	0	0	0	0	0	0