

BIODIVERSITATEA CIUPERCILOR DE MICORIZĂ LA GORUN ÎN ARBORETE AFECTATE ȘI NEAFECTATE DE USCARE DIN NORD-VESTUL ROMÂNIEI

ECATERINA FODOR

Universitatea din Oradea, Facultatea de Protecția Mediului

REZUMAT

Articolul prezintă rezultatele unei monitorizări de trei ani a fructificațiilor epigeice ale ciupercilor ectomicoritice asociate gorunului [*Quercus petraea* (Matt) Liebl], în câteva arborete mixte, sănătoase sau afectate de uscare, din zonele deluroase din nord-vestul României. Indicii de diversitate (de dominanță, PIE și Shannon-Wiener) au fost folosiți pentru a estima diversitatea speciilor micoritice, pe date cumulate din diferite stațiuni.

Indicele de similaritate Sorensen a fost calculat pentru compararea dintre comunitățile de ciuperci și de arborete. Semnificația disimilarităților a fost evaluată prin testul Mann-Whitney. Există o tendință în ceea ce privește diversitatea mare a speciilor micoritice, cu puține specii dominante care funcționează drept specii cheie ale comunității micorizate, caracterizate prin mare mobilitate în condițiile factorilor de stres, cum sunt bătătorirea solului, fragmentarea habitatului sau poluarea.

Cuvinte cheie: ciuperci micoritice, indici de diversitate, dominanță, similaritate, abundență, specii cheie.

1. INTRODUCERE

Problema diversității speciilor este una din problemele nodale în ecologie. Biodiversitatea este condiția prin care planeta poate fi locuită și ecosistemele pot fi funcționale (DeLeo și Levin, 1997). Este un parametru funcțional și structural al ecosistemelor (Kutsch și al., 2001), un descriptor pentru starea de sănătate a acestora și o valoare intrinsecă a sistemelor economice, sociale, politice și filozofice umane.

Recurența biodiversității la nivelul diferitelor componente biocenotice în cercetările de ecologie apare în contextul schimbărilor globale climatice și al declinului pădurilor (Benayes și al., 1999).

Specificitatea tipurilor de pădure nu este dată numai de fitocenoză, ci și de comunitățile de organisme heterotrofe între care ciupercile sunt probabil, cele mai caracteristice dat fiind lipsa lor de mobilitate și participarea la procese ecosistemice importante

(facilitarea transferului de biomasă și energie între domeniile suprateran și subteran, reglarea fluxului de apă și nutrienți, asigurarea supraviețuirii și dezvoltării semintîșului, relații de tip cooperativ cu mai multe tipuri de organisme) (Miller, 1995). În egală măsură, tipurile de pădure sunt determinante în distribuția și diversitatea macromicetelor (Tyler, 1989). Ciupercile micorizante au un rol cheie în supraviețuirea fitocenozelor, fiind niște marcheri biocenotici importanți. Speciile cheie de macromicete sunt cele cu participarea cea mai importantă în structura ecosistemului prin funcțiile realizate, prin biomasă și constanță (în sensul de specie cheie dat de Khanina, 1998). Speciile micorizante asociate arborilor constituie comunități deosebit de bogate în comparație cu fitocenozele asociate. Perturbările de mediu favorizează speciile mai puțin competitive care coexistă cu speciile dominante, acest fapt determinând creșterea bogăției în specii (Chesson, 1986). Ponderea speciilor în comunitate este diferențiată, criteriul acestei diferențieri fiind abundența și constanța speciilor cheie și a celor indicatoare.

În ceea ce privește diversitatea macromicetelor micorizante într-un ecosistem forestier și alocarea preferențială unor anumite gazde, există mai multe ipoteze:

1. ciupercile sunt corelate cu un anumit tip de vegetație independent de tipul de sol (Sastad, 1995);

2. ciupercile sunt corelate cu un tip de vegetație și un tip de sol, mai precis un anumit conținut în substanțe organice și pH (Tyler, 1989; Kilronomos, 1995);

3. ciupercile sunt corelate cu gradientii ai unor factori de mediu, în general cei edafici (Sastad, 1995) și în mai mică măsură cu un tip de vegetație.

Specia determinantă de fitocenoză sau cheie aleasă pentru studiul de față ca edificatoare a unor tipuri de păduri este gorunul, *Quercus petraea*. Speciile cheie cu o răspândire pe areale mari stimulează în ecosistemele pe care le edifică, biodiversitatea altor componente biotice prin prevenirea competiției prin excludere (Paine, 1966). Specia aleasă este inclusă în lista celor implicate în fenomenul de declin (Chira și Chira, 1998), cauzele acestuia fiind multiple: clima (secetele recurente), factori edafici (solurile grele sau scheletice favorizante, cele cu exces de umiditate), poluarea atmosferică și a solului (de exemplu cu produse petroliere) (Roșu și al., 2000), practici silviculturale improprii (Stoiculescu și Nanu, 1991), insecte fitofage cu dinamici populaționale explozive ca *Lymantria dispar*, *Tortrix viridana*, geometride (Delb și Wulf, 1998) agenți patogeni primari și secundari ca-*Phytophthora quercina*, *P. citricola*, *P. cinammoni* (Jung și al., 1998; Jung și al., 2000), *Mycrosphaera albitoides* (Delb și Wulf, 1998).

Fenomenul de declin al arborilor atrage după sine și o descreștere graduală a comunităților de macromicete asociate, ritmul și intensitatea acestor procese fiind diferită și mai exprimată la nivelul breslei micoriticelelor. Multe din speciile de interes economic cât și speciile endemice sunt amenințate, dovadă fiind studiile ce au generat lista roșie a macromicetelor din Europa (Lizon, 1995). Nu numai declinul arborilor are această consecință ci și culesul excesiv, poluarea, turismul și pășunatul în păduri, fragmentarea pădurilor, pătrunderea îngrășămintelor.

În condiții staționale diferite, în combinații cu specii lemnoase și ierboase diferite,

arboretele de și cu gorun adăpostesc macromicocenoze caracteristice a căror compoziție și structură este determinată atât de gazde/substrate cât și de factori edafici (cum e pH solului) și topoclimatici la care se adaugă factori perturbatori de natură biotică și abiotică. De altfel, pădurile de foioase tind să aibă soluri mai puțin acide și o reciclare mai rapidă a nutrienților (Archibald și al., 1997).

Încă din 1966 s-a constatat că uscarea la gorun se instalează în arborete cu floră de mull în amestecurile de gorun, gârniță și cer, în arboretele de consistență redusă și cele de pe versanți abrupti (Leandru, 1966; în Marcu, 1966). În acest context, informațiile referitoare la comunitățile de ciuperci micorizante contribuie la elaborarea unei teorii generale asupra biodiversității la nivel ecosistemic și modificării acesteia în funcție de perturbările induse de factorii abiotici și biotici. Declinul arborilor este un fenomen recurent în care s-a observat că există situații de restabilire a arboretelor. Contribuția speciilor micorizante pare să joace un rol important în aceste restabiliri.

Metodele de inventariere a spectrului de specii micorizante asociate speciilor lemnoase suferă în general de incompletitudine așa că există tot mai des recomandarea în literatură de a se recurge la combinarea mai multor metode de investigație: (1) identificarea carpoforilor fie în lunile de maximă fructificare (Sastad, 1995), fie prin vizite repetate în cel puțin cinci sezoane de vegetație (Arnolds și Keiser, 1994), (2) descrierea morfotipurilor de micorize și (3) după amprente de ADN.

Metodele clasice, bazate pe identificarea carpoforilor speciilor cu fructificare supraterană identifică în jur de 50 % din specii. Cu toate acestea prin metodele clasice, se identifică speciile cheie cu fructificare abundentă. Cum acestea au ponderea cea mai mare în comunitate și cum o listă exhaustivă de micobionți nu e posibilă, inventarierea componentei ce fructifică suprateran creează o imagine corectă asupra diversității macromicetelor micorizante dintr-un arboret.

Evaluarea abundenței sau a frecvenței fiecărei specii este greu de realizat pentru că nu se pot identifica indivizii genetici ci doar cei asociați unităților vegetative (Dahlberg și Stenlid, 1995).

Ipoteza de lucru a studiului de față este cea a comunității nule a distribuției aleatoare a speciilor micorizante în raport cu gazdele.

Scopul acestui studiu este o evaluare a diversității specifice a ciupercilor micorizante asociate gorunului în situații diferite ca stare de sănătate, tip de stațiune și vârstă. Deoarece ciupercile devin tot mai mult o componentă considerată în definirea tipurilor de pădure și a stării de sănătate a acestora, studiul desfășurat pe trei sezoane de vegetație aduce argumente pentru utilizarea speciilor cheie de ciuperci micorizante în monitorizarea pădurilor și considerarea celor rare sau amenințate cu dispariția din anumite zone ca intrând sub incidența unor reglementări de protecție. Totodată, la valoarea comercială ca specii de consum a unora, se adaugă valoarea medicinală sau ca materie primă pentru obiecte artisanale a altora, valori ce trebuie luate în considerare în contextul găsirii unor surse alternative în exploatarea pădurilor, aflată în momentul de față sub incidența unei supraexploatare prin extragere de material lemnos. Specii care sunt parazite și reprezintă subiectul eforturilor de combatere se pot dovedi utile ca materie primă pentru medicamente. Conservarea biodiversității acestei componente biotice este

un deziderat pentru asigurarea unor strategii durabile de gestionare a resurselor pădurii.

2. MATERIAL ȘI METODĂ

2.1. Localizarea cercetărilor

Specia de referință în acest studiu este gorunul, *Quercus petraea* (Matt) Liebl., specie mezotermă, mezofilă, rezistentă la rupturi și doborâturi, la ger, euritrofă, constituindu-se ca geoelement pontic (Doniță, 1998). În arboretele studiate gorunul este fie dominant, fie în amestec cu alte specii căpătând o pondere mai mică. Au fost studiate și arboretele adiacente cu o compoziție diferită în care gorunul este slab reprezentat, arborete cu carpen dominant sau cu fag dominant pentru a compara compoziția macromicocenozelor aflate astfel într-o continuitate spațială.

Astfel au fost alese suprafețe relativ omogene de 2000 m² în care au fost identificate macromicetele prin parcurgerea la întâmplare ("random-walk") a teritoriului. Arboretele fac parte din pădurea recreațională Cluj-Hoia, U.P. VI, O.S. Cluj, șleau de deal ca tip dominant, cu arborete de gorun dominant (70 de ani) pe versanți nordici și arborete cu carpen dominant. Arboretele sunt amestecuri cu diferite formule în care avansează cărpinizarea. Proveniențele sunt aproape în exclusivitate din lăstari, consistența variază între 0.5-0.7, arboretele fiind parcurse de animale domestice care pășunează și de turiști.

În U.P. II, O.S. Oradea au fost alese două suprafețe într-un arboret de 100 de ani și unul de 70 de ani, cu fenomene de uscare. Arboretul de 70 de ani este marginal, din care cauză pătrund buruieni dar și specii rare precum *Smyrniium perfoliatum*, *Ruscus hypoglossus*, geoelemente mediteraneene. Arboretele provin din lăstari și au suferit un val de declin între 1980-1990 datorat poluării industriale și secetei, ceea ce a dus la scăderea consistenței. Fenomenul de înțelenire ce duce la o competiție pentru nutrienți este mai evident în arboretul de 100 de ani, în care arborii sunt aproape în totalitate afectați de uscare. Consistența este de 0.4, flora inițială fiind cu *Carex pilosa* în prezent fiind invadat de *Rubus hirtus* și buruieni.

La Cluj, Oradea și Stana arboretele vegetează pe soluri brune mezobazice sau eumezobazice (tip de strat ierbos cu *Asarum europaeum*, *Asperula odorata*, *Pulmonaria officinalis*, *Mercurialis perennis*) la Oradea cu *Carex pilosa*, la Șuncuiuș solurile sunt brune acide iar în planșeul pădurii vegetează *Luzula luzuloides*, specii de mușchi, *Festuca drymeia*, licheni (Beldie și Chiriță, 1967; Doniță, comunicare personală).

Altitudinal arboretele sunt plasate în intervalul 200 și 400 m în zone deluroase la Cluj, Oradea și Stana, respectiv în munții Pădurea Craiului, la Șuncuiuș. Climatul regional în localizările din Bihor este de tip continental cu influențe atlantice și mediteraneene, respectiv continental moderat influențat de mase de aer rece ce pătrund din Munții Apuseni, la Cluj și Stana.

U.P. I, O. S. Baia Mare aflat în marginea orașului Baia Mare se află sub influența poluării cu metale grele. Au fost vizitate două arborete de vârste diferite, unul de 160

de ani cu o consistență redusă de 0.2, un sol brun luvic tipic, cu *Festuca altissima*. A doua suprafață este aleasă într-un arboret de aproximativ 50 de ani cu *Vaccinium myrtillus*.

U.P. V Fersig, O. S. Șomcuta Mare conține arborete dominate de gorun aflate la începutul unui proces de declin datorită modificării poziției pânzei freatice. Consistența este de 0.7, arboretul se află pe platou, iar flora este cu *Asarum-Asperula*. În zonă pășunatul în pădure reprezintă un factor important de ris

Suprafața aleasă în U.P. IX, Sfâraș-Fildu, O. S. Zalău se află pe un versant ondulat cu expoziție nordică, floră cu *Luzula albida*, sol brun luvic tipic, vârsta de 100 de ani, consistența 0.8, constituit din gorun ce provine din regenerare naturală și fără fenomene de uscare.

2.2. Metode de studiu în teren

În suprafețele de studiu speciile au fost inventariate prin prezență. Prezențele cumulate din mai multe vizite, au fost transformate în date cantitative. În diferite alte suprafețe vizitele au fost episodice în perioade de maximă fructificare, acestea fiind în: O. S. Sighet, O. S. Dobrești, O. S. Dej.

Pentru identificare nomenclatura utilizată este conformă cu Moser și Julich (1990-2002); Sălăgeanu și Sălăgeanu (1985); Buczacki (1989); Kaufman și Bremse (1999). Au fost identificate specii patogene și unii dăunători și au fost consultate documente silvice precum și personalul silvic asupra datelor de atacuri din anii precedenți.

2.3. Prelucrarea datelor de observație

Au fost folosite trei modalități de evaluare a diversității: indicele de dominanță, indicele PIE (Hurlbert) al probabilității de întâlnire și indicele Shannon-Wiener (Weaver).

Indicii de similaritate reprezintă o modalitate de ponderare a abundențelor sau incidenței speciilor, pe baza căreia se evaluează gradul de asemănare între comunități. Indicele recomandat pe date de prezență pentru comunitățile de ciuperci este indicele Sorensen.

Calcularea indicilor de diversitate s-a făcut prin intermediul softului EcoSim versiunea 7, care testează semnificația indicilor prin randomizare (generează 5000 de pseudocomunități echivalente). Ajustarea se face prin rarefacție în baza ipotezei nule a asamblării întâmplătoare a comunităților. Indicele de similaritate a fost calculat manual.

Categoriile de date prelucrate în acest mod au fost: (a) listele de specii identificate în diferite suprafețe de studiu în perioada de maximă fructificare, la o singură vizită; (b) listele de specii din localizări diferite cumulate pe date din toate perioadele de observație, (c) lista cumulată pe toate localizările și la toate datele de observație.

Estimarea abundenței pentru fiecare specie s-a făcut construind o scară relativă în care: (a) speciile rare au fost notate cu 1 (sub 10 carpori pe o suprafață de studiu), (b)

Tabelul 1. Specii ectomicorizante la gorun identificate în arborete afectate și neafectate de uscarea în nord-vestul României, 2000-2002

Specii	Frecvența cumulată pe toate localizările
<i>Boletus edulis</i>	47
<i>Amanita rubescens</i>	41
<i>Russula cyanoxantha</i>	37
<i>Russula kromholzi</i> (atropurpurea)	33
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	29
<i>Russula delica</i>	28
<i>Boletus aestivalis</i>	23
<i>Russula foetens</i>	21
<i>Amanita vaginata</i>	19
<i>Amanita pantherina</i>	16
<i>Lactarius quietus</i>	16
<i>Russula virescens</i>	13
<i>Hygrophorus russula</i>	12
<i>Laccaria laccata</i>	12
<i>Paxillus involutus</i>	12
<i>Amanita citrina</i>	11
<i>Laccaria amethystea</i>	11
<i>Lactarius chrysorrhaeus</i>	11
<i>Lactarius piperatus</i>	11
<i>Amanita battarae</i>	10
<i>Boletus rubellus</i>	10
<i>Lactarius vellereus</i>	10
<i>Lecceinum quercinum</i>	10
<i>Russula fragilis</i>	10
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	10
<i>Hydnium repandum</i>	9
<i>Hygroporus eburneus</i>	9
<i>Russula heterophylla</i>	9
<i>Russula velenovskyi</i>	9
<i>Scleroderma citrinum</i>	9
<i>Boletus edulis</i> var. <i>clavipes</i>	8
<i>Cantharellus cibarius</i>	8

Tabelul 1. (continuare)

Specii	Frecvența cumulată pe toate localizările
<i>Craterellus cornucopioides</i>	8
<i>Gyroporus castaneus</i>	8
<i>Lactarius camphoratus</i>	8
<i>Russula aeruginosa</i> (virescens)	8
<i>Russula pectinatoides</i> /pectinata	8
<i>Russula rosea</i>	8
<i>Russula carpini</i>	8
<i>Inocybe fastigiata</i> (rimosa)	7
<i>Lactarius circellatus</i>	7
<i>Russula cessans</i>	7
<i>Xerocomus porosporum</i>	6
<i>Cortinarius</i> sp. 1	6
<i>Russula mairei</i>	6
<i>Russula xerampelina</i> (Schff.) Fr.	6
<i>Scleroderma areolatum</i>	6
<i>Tricholoma saponaceum</i>	6
<i>Amanita caesarea</i>	5
<i>Amanita phalloides</i>	5
<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>lilacina</i>	5
<i>Lactarius accerimus</i>	5
<i>Russula claroflava</i>	5
<i>Russula nigricans</i>	5
<i>Russula pseudointegra</i>	5
<i>Russula subfoetens</i>	5
<i>Tricholoma sejunctum</i>	5
<i>Boletus apendiculatus</i>	4
<i>Boletus queletii</i>	4
<i>Cortinarius hinnuleus</i>	4
<i>Cortinarius largus</i>	4
<i>Cortinarius splendens</i>	4
<i>Cortinarius traganus</i>	4

Tabelul 1. (continuare)

Specii	Frecvența cumulată pe toate localizările
Inocybe sp. 1	4
Lactarius volemus	4
Russula laurocerasi Melz.	4
Russula vesca	4
Tricholoma sp. 1	4
Lactarius sp.	4
Hebeloma crustuliforme	4
Amanita lividopallescens	3
Amanita muscaria	3
Amanita porphyria	3
Amanita spissa	3
Amanita virosa	3
Boletus erythropus	3
Boletus sp. 1	3
Cortinarius puniceus	3
Cortinarius trivialis	3
Lactarius deterrimus	3
Lactarius strobiculatus	3
Lecaninum scaber	3
Pisolithus arrhizus	3
Russula aurea	3
Russula consobrina	3
Russula decolorans	3
Russula lepida	3
Xerocomus sp. 2	3
Cortinarius sp. 8	3
Hebeloma sp. 2	3
Boletus sp.	3
Russula amoenolens	3
Boletus impolitus	3
Russula petaloides	3
Boletus luridus	3
Amanita ecciliae	2

Tabelul 1. (continuare)

Specii	Frecvența cumulată pe toate localizările
Amanita echinocephala	2
Suillus granulatus	2
Xerocomus lanatus	2
Boletus pulverulentus	2
Boletus reticulatus	2
Boletus satanas	2
Xerocomus spadiceus	2
Cortinarius sp. 2	2
Cortinarius sp. 4	2
Cortinarius sp. 5	2
Entoloma lividum	2
Entoloma prunuloides	2
Entoloma sinuatum	2
Hebeloma sp. 1	2
Inocybe hystrix	2
Lactarius flexuosus	2
Lactarius torminosus	2
Lecaninum crocipodium	2
Lecaninum duriusculum	2
Paxillus filamentosus	2
Russula brunneoviolacea	2
Russula cyanoxantha var. peltatai	2
Russula ionochlora	2
Russula pulchella	2
Russula romelli	2
Russula rubra	2
Russula sororia	2
Tricholoma terreum	2
Tricholoma virgatum	2
Xerocomus sp. 3	2
Cortinarius sp. 6	2
Cortinarius sp. 7	2
Tricholoma sulphureum	2
Lactarius glycosmus	2

Tabelul 1. (continuare)

Specii	Frecvența cumulată pe toate localizările
Russula olivacea	2
Amanita gemmata	2
Russula fellea	2
Russula pelargonica	2
Lactarius blennius	2
Entoloma sp.	2
Cortinarius varius	2
Cortinarius vitellinus	2
Sarcodon imbricatum	2
Russula illota	1

speciile mediu abundente au fost notate cu 2, (c) speciile abundente (peste 30 de carpofori) notate cu 3.

S-a recurs la acest artificiu în estimarea abundenței din cauza deformării datelor în urma colectării speciilor comestibile de către populație. Pentru prezentarea grafică a abundențelor cumulate a tuturor speciilor și a genurilor datele inițiale au fost transformate în $\log(n+1)$. Reprezentarea grafică a abundenței speciilor genurilor importante s-a făcut prin diagramă Peyronel, pentru localizările cu numărul cel mai mare de specii (Hoia, Șuncuiuș).

Compararea datelor obținute prin calcularea indicilor de similaritate pe diferite combinații de arborete s-a făcut prin testul Mann-Whitney folosindu-se programul INSTAT.

3. REZULTATE

În urma observațiilor efectuate în suprafețele de studiu prezentate în intervalul 2000-2002 au fost identificate 140 de specii micorizante dintr-un total de 244 de specii repartizate pe toate grupele funcționale de macromicete (tabelul 1). Figura 1 redă pe date cumulate repartiția abundențelor pe speciile identificate conturându-se astfel grupul de specii dominante la care s-au înregistrat frecvențele și abundențele cele mai mari.

Fig. 1 Curba speciilor micorizante la gorun, *Quercus pe* arborete din vestul și nord-vestul Ro

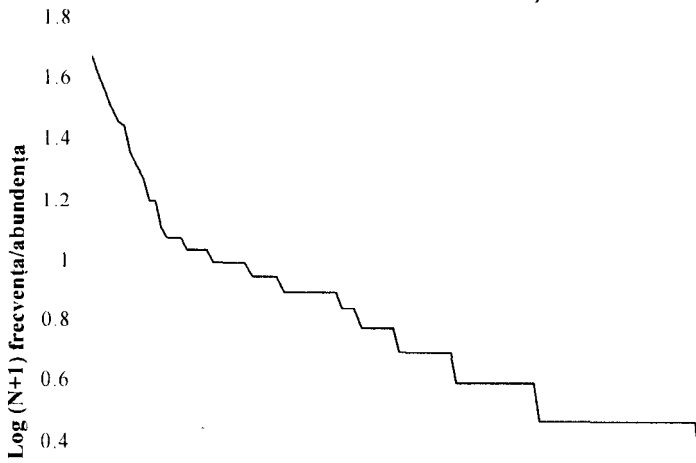


Fig. 2 Curba speciilor micorizante într-un arboret de amestec de carpen și gorun

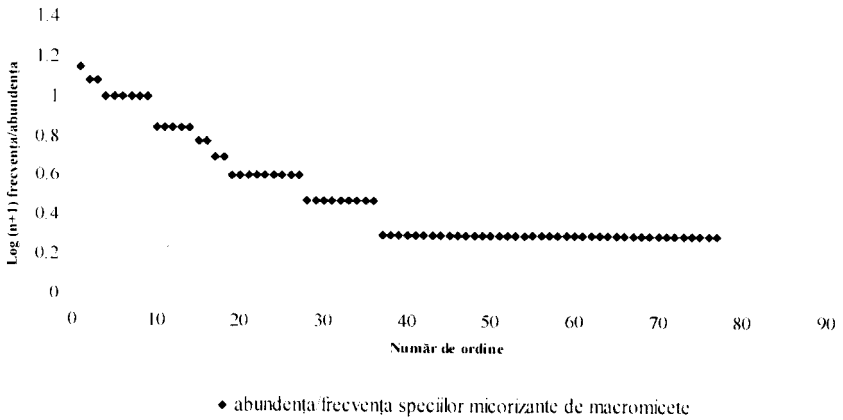
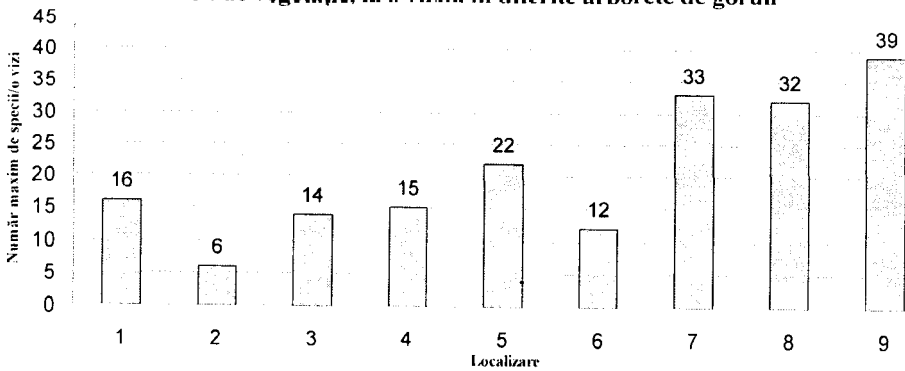
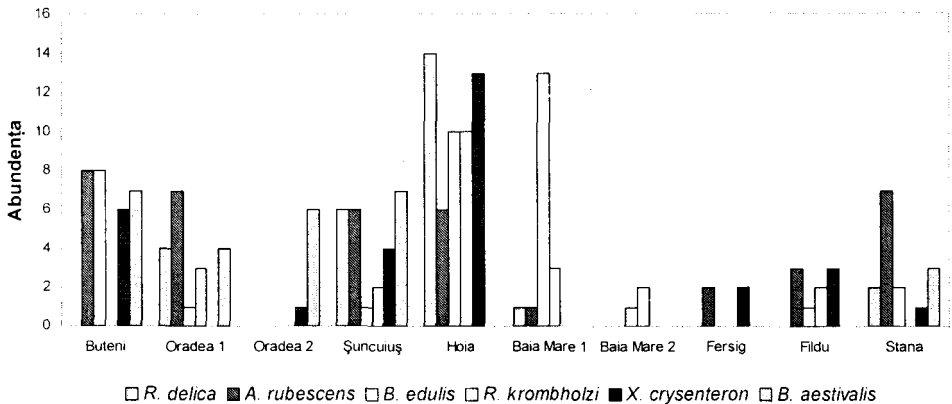


Fig. 3 Numărul maxim de specii micorizante identificate într-un sezon de vegetație, la o vizită în diferite arborete de gorun



1-Oradea 1; 2-Oradea 2; 3-Buteni; 4-Stana; 5-Baia Mare 1; 6-Baia Mare 2;
7-Fildu; 8-Hoia; 9-Șuncuiuș

Fig. 4 Variația abundenței la speciile micorizante dominante la gorun în diferite arborete (2000-2002)



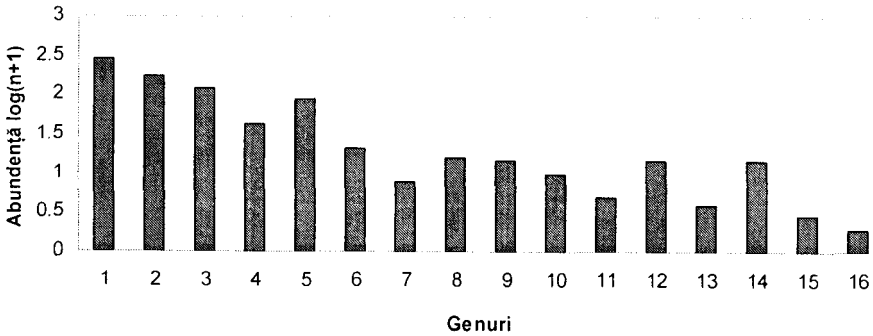
Numărul maxim de specii identificate în fiecare arboret la o vizită, în lunile de maximă fructificație este prezentat în figura 3. Pentru comparații cu arborete de amestec adiacente a fost luat un exemplu din U.P. VI, O.S. Cluj, anume un arboret cu carpen dominant la care au fost reprezentate abundențele speciilor micorizante (figura 2). Repartiția speciilor pe genuri este redată în figura 4, în timp ce repartiția abundențelor speciilor în cadrul genurilor în figura 5. Atât pe date cumulate, la nivel de specie cât și pe cele la nivel de gen, abundențele au fost transformate prin logaritmare pentru o interpretare mai ușoară a graficelor.

Variația abundențelor pe speciile dominante în diferite localizări sunt redade în figura 6. Figura 7 reprezintă o diagramă Peyronel a repartiției pe genuri a speciilor micorizante, cele mai importante, în două localizări în care s-a înregistrat un număr mare de specii (U.P. VI, O.S. Cluj; U.P. V, O.S. Aleșd). Abundențele log-transformate urmează modelul distribuției log-normale, cu un număr mic de specii dominante/cheie și un număr mare de specii cu o reprezentare cantitativă modestă. Din câte se observă relația dintre abundențele transformate pe genuri și numărul de specii pe genuri nu presupune o suprapunere.

Indicii de diversitate/echitabilitate utilizați sunt evidențiați în tabelul 4, remarcându-se o diversitate relativ mare specifică și o echitabilitate variabilă. Cea mai mare diversitate specifică este identificată în U.P. V, O.S. Aleșd (Sh-W 3,93966, dominanța 0,07407), în timp ce dominanța cea mai puternică și respectiv echitabilitatea cea mai scăzută au fost identificate în arboretul de 100 de ani aflat în declin în U.P. II, O.S. Oradea, unde s-a înregistrat și diversitatea cea mai scăzută (Sh-W 1,84034, dominanță 0,31579)

Compararea dintre diferite comunități cu aceeași localizare ca U.P. sau cu localizări diferite, prin intermediul indicelui sau coeficientului de comunitate, apare în tabelele 2 și 3.

Fig. 5 Abundența speciilor în cadrul genurilor la macromicete micorizante la gorun în arborete din vestul și nord-vestul României (2000-2002)



1. *Russula*; 2. *Boletus*+*Xerocomus*; 3. *Amanita*; 4. *Cortinarius*; 5. *Lactarius*; 6. *Tricholoma*; 7. *Entoloma*; 8. *Inocybe*; 9. *Hebeloma*; 10. *Cantharellus*+*Craterellus*; 11. *Hygrophorus*; 12. *Laccaria*; 13. *Paxillus*; 14. *Scleroderma*; 15. *Pisolithus*; 16. *Sarcodon*

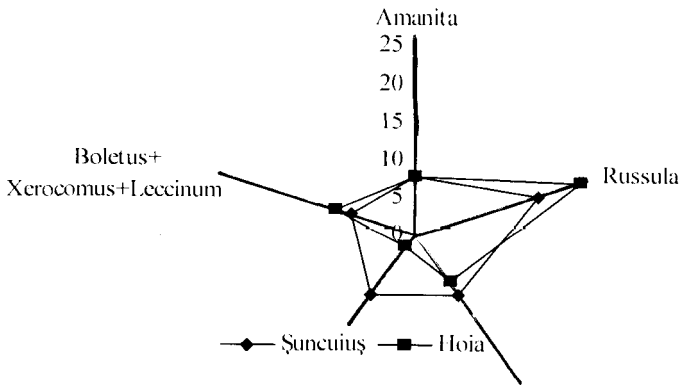


Fig. 7. Diagrama Peyronel a reprezentării pe specii a principalelor genuri micorizante la gorun în O. S. Aleșd și O. S. Cluj (2000-2002)

Notă: Testul Mann-Whitney - diferențele între similaritățile din cele două arborete sunt foarte semnificative la o probabilitate de 0.0013.

Maximum de similaritate la Hoia este de 0,59 care este o valoare mare corespunzând unor suprafețe cu liste de specii asemănătoare, în timp ce maximum de similaritate la Șuncuiuș atinge valoarea de 0,46. Compararea celor două șiruri de date prin testul Mann-Whitney co-respondente similarităților calculate pe diferite combinații de loca-

Tabel 2. Comparație între structura pe specii a comunităților micorizante la gorun pe șase suprafețe aleatoare în O.S Aleșd - U.P. V și O.S Cluj - U.P. VI. (indicele de similaritate Sorensen).

O.S. Aleșd. U.P. V	O.S Cluj U.P. VI
0.28	0.59
0.46	0.56
0.37	0.57
0.10	0.47
0.42	0.42
0.13	0.43
0.16	0.42
0.10	0.40
0.24	0.38
0.29	0.35
0	0.33
0	0.31
0	0.24
0	0

lizări în arboretele studiate la Hoia și Șuncuiuș, a evidențiat diferențe semnificative datorate unei mozaicări edafice mai pronunțate la Șuncuiuș unde coexistă pe arii restrânse sol brun acid, cu sol brun luvic sau eumezobazic și terra rossa (Doniță, comunicare personală), vecinătățile în ceea ce privește tipurile de pădure, în timp ce la Hoia factorii hotărâtori sunt gradientul de umiditate pe versant, arboretele vecine, sau alte tipuri de ecosisteme, ecum și expoziția. Pe date cumulate din toți anii de observații, pe liste cât mai complete, similaritatea cea mai mare se constată între arboretul de amestec cărpinit și arboretul de gorun adiacent la Hoia (0,67).

Tabel 3. Compararea structurii pe specii a arboretelor cu gorun din O.S Cluj, O.S Zalău, O.S Aleșd, de vârste sau compoziții diferite (indicele de similaritate Sorensen), pe datele unei vizite și cumulat

Comparații	Indice
U.P V O.S Cluj arboret cu carpen /arboret de gorun	0,41
U.P VI O.S Cluj (cumulat) carpen/gorun	0,67
O.S Zalău arboret cu gorun/arboret cu carpen și gorun	0,63
O.S Baia Mare arboret cu gorun 100 de ani/arboret cu gorun 50 de ani	0,52

Tabel 4. Indici de diversitate (Shannon-Wiener, PIE, de dominanta) calculați pentru breslele de specii micorizante în diferite arborete de gorun sau amestecuri cu gorun (2000-2002)

Localizare	Shannon-Wiener	PIE	Dominanță
Șuncuiuș	3.93966	0.97508	0.07407
Hoia	3.80750	0.97457	0.07092
Stana	3.43495	0.97814	0.08197
Buteni	3.02182	0.94777	0.12698
Oradea 1	3.30701	0.96964	0.09459
Oradea 2	1.84034	0.85380	0.31579
Fildu	3.41342	0.98013	0.06780
Baia Mare 1	3.23311	0.97059	0.09615
Baia Mare 2	2.67012	0.95290	0.11765
Total	4.33519	0.98020	0.06282

4. DISCUȚII

Rezultatele obținute au infirmat ipoteza comunității nule: fragmentarea și heterogenizarea substratului determină distribuția speciilor. Diversitatea ciupercilor depinde de starea fiziologică și de sănătate a arboretelor. În arborete cu fenomene de uscare extinse, rărite și îmbătrânite scade atât diversitatea, cât și abundența speciilor.

Tipul de pădure este considerat factorul cel mai important ce controlează distribuția speciilor de ciuperci, inclusiv micorizante (Tyler, 1989). Cu toate acestea constatăm pe baza analizei datelor de similaritate între porțiuni de arborete ce se constituie ca fitocenoză distincte (cu diferite dominante arborescente, în condițiile amestecului de specii tipic pentru șleauri de deal) că există un fond comun de specii micorizante care sunt și cele dominante. Speciile cu un spectru mai îngust de gazdă sunt rare și în abundență redusă (*Lactarius quietus*, *Russula brunneoviolacea*, *Amanita caesarea*, *Leccinum quercinum*, *Boletus appendiculatus*, *Inocybe fastigiata*, *Cortinarius hinnuleus*, *Laccaria amethystea*).

În schimb speciile dominante fac parte din grupul speciilor generaliste asociate foioaselor și în unele cazuri foioaselor și coniferelor (tabel 1) (*Boletus edulis*, *Russula cyanoxantha*, *Amanita rubescens*, *Amanita pantherina*). Aceste specii pot fi asimilate speciilor cheie, prin ponderea în abundențe (tabel 4) și prin constanța în toate suprafețele investigate.

În realitate, există un gradient în ceea ce privește asocierea diferitelor specii micorizante cu anumite specii de arbori, micorizele alcătuind o rețea metabolică și informațională în arborete ce leagă seminișul, stratul arbustiv (Hagermann și al., 2000) și arborii.

Din analiza repartiției speciilor pe principalele genuri (*Amanita*, *Lactarius*, *Russula*, *Cortinarius*, *Boletus* + *Suillus* + *Xerocomus* + *Leccinum*) reiese că această repartiție este sensibil diferită. Modificări mari apar la genul *Cortinarius* astfel încât pe soluri marcate de aciditate crește ponderea speciilor din acest gen.

Curba repartiției abundențelor relative transformate în raport cu rangul ocupat de specie în ierarhia dominanțelor are o alură (pântă) abruptă, cu o concentrare a dominanțelor ceea ce sugerează o echitabilitate redusă și o dominanță puternică. Nucleul de specii dominante/cheie au fructificația cea mai bogată ceea ce a fost constatat în alte comunități (Gardes și Burns, 1996) ca fiind corelată cu o achiziție eficientă a resurselor de la fitobiont sau competitivitate în accesul la surse adiționale saprotrofe. Speciile care cheltuiesc resurse puține în fructificare alocă preferențial resurse pentru creșterea vegetativă ocupând eventual, mai multe rădăcini micorizate decât speciile cu fructificare abundentă.

Rămâne întrebarea de ce se asociază atât de multe specii de micobionți cu specii puține de plante lemnoase? Din analiza abundențelor nu se pot emite ipoteze pertinente dat fiind observațiile de mai sus asupra strategiilor de fructificare. Ce se poate pre-

supune este că există o partiție a resursei după modelul "broken stick". În condițiile în care speciile se împart în generaliști și specialiști, speciile rare și specializate (rare în sensul fructificării puțin abundente) sunt cele cu nișe înguste și eficiente în captarea resurselor. De altfel declanșarea fructificării este generată de o epuizare locală a nutrienților, fapt general observat la ciuperci (Cooke și Rayner, 1989).

O explicație a mulțimii de specii micorizante atașate unui fitobiont este că stimularea diversificării fitobionților se datorează unui control al excluderii prin competiție exercitat de fitobiontul dominant (Paine, 1966).

Diversitatea analizată pe date de prezență nu reflectă distribuția spațială a miceliilor asociate rădăcinilor (Schmidt și al., 1999), ceea ce îngreunează comentarea diversităților constatate. Valorile mici ale indicelui de dominanță indică o echitabilitate redusă și o dominanță exprimată a unui nucleu de specii. Atât indicele PIE cât și Shannon-Wiener indică o diversitate mare locală, datele fiind comparabile numai pe seturi de observații obținute după o metodologie comparabilă cu cea folosită în studiul de față. De altfel acești indici se referă numai la domeniul suprateran. În realitate numărul de micobionți asociați arborilor include specii hipogee și cele care nu fructifică în mod curent. Comparând arborete de peste 100 de ani în declin și normale se constată o diversitate minimă în arboretele în declin corelată cu o dominanță mare și o diversitate relativ mare corelată cu echitabilitate mare în arboretele normale.

O fragmentare puternică a arboretelor induce o diversitate relativ mare, asociată în schimb cu o echitabilitate redusă, sugerând ipoteza că speciile dominante sunt robuste la acest factor perturbator. Speciile cu abundențe reduse au nevoie de un habitat interior al pădurii extins. De altfel speciile dominante fructifică în liziere și în lungul cărărilor. În arboretele de la Stana factorul de selecție a speciilor micorizante ține de efectul de ecoton. Acest fapt se observă și în pădurile preorășenești expuse pășunatului și traficului turistic.

În mod paradoxal valorile indicilor înregistrate la Baia Mare pe două arborete de vârste diferite sunt inversate în sensul că arboretul bătrân prezintă o diversitate mai mare la câte o singură vizită, asociată cu o echitabilitate mică. Presupunem că nucleul de specii dominante sunt robuste la factorii de poluare caracteristici și anume emisiile toxice cu dioxid de sulf și metale grele. Diversitatea speciilor micorizante este amenințată mai ales de factori antropici. Speciile de interes economic sunt expuse suprarecoltării, deranjării miceliilor și tasării solului. Astfel speciile micorizante marcate de fluctuații ale fructificării datorate factorilor climatici sunt cele mai expuse în zonele populate. Din acest motiv arboretele de bonitate redusă cu proveniențe din lăstari sunt valoroase datorită diversității mari de ciuperci și ar trebui să beneficieze de un regim de protecție cel puțin prin reducerea impactului uman. De exemplu tăierile rase sunt responsabile de reducerea speciilor micorizante în suprafețele în care s-au practicat asemenea tratamente (Hagerman și al., 2000).

Arboretele cu o consistență redusă, bătrâne, cu fenomene extinse de uscare, înierbate și expuse turismului de duminică au o diversitate redusă în specii micorizante cu o fructificare mai puțin abundentă. În arboretele de proveniență din regenerare naturală, cu consistență plină, se remarcă o diversitate mare în perioadele de maximă fructificare

chiar și la o singură vizită.

Arboretele aflate sub incidența factorilor poluanți cum sunt cele de la Baia Mare, prezintă aceleași specii din nucleul de specii dominante care prezintă o amplitudine ecologică mare. Carpoforii ciupercilor au proprietatea de a concentra metale grele ceea ce le face improprii pentru consum (pot deveni toxice specii tradițional culese ca având valoare economică mare cum este și *B. edulis*).

Indicele de similaritate sugerează o variabilitate mare în U.P. V, O.S. Aleșd, cu 4 comparații nule din 16. Disimilarități atât de mari între suprafețele aceluiași arboret confirmă ipoteza că distribuția acestor specii depinde de gradientii ai factorilor de mediu (umiditatea solului, tipuri de sol diferite pe arii restrânse) și heterogenitatea terenului (Sastad, 1995). Aceste diferențe devin cu atât mai semnificative prin compararea similarităților calculate în diferite arborete, ipoteza fiind confirmată de testul de semnificație a diferențelor Mann-Whitney. Aceeași specie dominantă de arbore generează comunități relativ diferite sau distribuite spațial în pete cu compoziții specifice diferite în cadrul aceluiași arboret. Cu toate acestea, similaritățile calculate pe diferite combinații sunt mari ceea ce înseamnă că există un fond comun de specii pentru tipurile de păduri de foioase caracteristice șleaurilor. Distribuția lor spațială (mozaicarea) și distribuția abundențelor diferă.

Inspecții episodice ale rădăcinilor micorizate pe probe calitative din suprafețele cercetate au evidențiat prezența constantă a speciei *Coenococum geophilum*, care ar trebui considerată printre cele dominante prin numărul mare de apexuri micoritice pe care a fost identificată. La speciile de *Quercus*, *C. geophilum* poate să dețină ponderea apexurilor micorizate, până la 75% (date nepublicate ale autoarei); de altfel, studii anterioare ale autoarei au identificat 29 de tipuri morfologice de micorize la cer și gârniță, parțial regăsite la gorun. S-a constatat o abundență și diversitate mai mare la baza versanților în locuri cu o diversitate crescută și mai mică pe platou și în afara arboretului. Regimul speciilor rare din care fac parte speciile accidentale depinde de arboretele adiacente. De exemplu *Suillus luteus* asociat cu pinii și *Tricholoma sulphureum* asociată cu fagul migrează și în gorun.

Din categoria speciilor rare datorită prezenței în marginea arealelor fac parte *Amanita caesarea* și *Boletus satanas*. Semnificația rarității pentru alte specii este și restrângerea acestora din arealele naturale din motive legate de activități umane, specii care figurează pe lista roșie a macromicetelor amenințate (Lizon, 1993). Specii din această listă au fost relativ frecvent întâlnite în arboretele cercetate: *Leccinum duriusculum*, *Craterellus cornucopioides*, *Cortinarius traganus*, *Boletus queletii*, *Boletus impolitus*, *Boletus appendiculatus*, *Cortinarius splendens*, *Hygrophorus russula* și altele. S-au identificat specii termofile în arboretele din județul Bihor, prezența lor fiind o consecință a influențelor climatice atlanto-mediteraneene. Astfel, apar specii micorizante ca *Pisolithus arrhizus* și *Amanita caesarea*. Numărul de specii în cadrul unui gen nu se suprapune cu ponderea abundențelor speciilor în cadrul genului. Un gen cu un număr mare de specii cum este *Cortinarius* are o pondere a abundențelor comparabilă cu genul *Laccaria* cu numai 2 specii. *Cortinarius* este un gen ce se instalează în perioada de maturitate a arboretelor în timp ce *Laccaria* fructifică abundent în perioadele de tinerețe

și bătrânețe ale arboretelor (Arnolds și Keizer, 1994).

În cadrul unui gen cu o reprezentare specifică diversificată ca *Russula*, sunt incluse speciile cu abundențe mari din categoria celor dominante cum este *Russula cyanoxantha* și specii rare cu o fructificare modestă ca *Russula aurea*. Diagrama Peyronel arată că există diferențe între arborete nu numai în spectrul de specii dar și în ponderea lor cadrul genului. Speciile din cadrul aceluiași gen sunt echivalente funcțional dar au abilități diferite în captarea resurselor de la gazdă.

BIBLIOGRAFIE

- ARCHIBALD, R. P. F., WILTSHIRE R. PF., MORRIS, D. M., BATCHELOR, B. D., 1997. Forest management guidelines for the protection of the physical environment (internet file).
- ARNOLDS, E., KEIZER, P.J., 1994. Succession of ectomycorrhizal fungi in roadside verges planted with common oak (*Quercus robur* L.) in Drenthe, Netherlands. *Mycorrhiza*, 4: 149-159
- BELDIE, A., CHIRIȚĂ, C., 1967. Flora indicatoare din pădurile noastre. Ed. Agro-Silvică. București.
- BENAYES, J. M. R., SCHEINER, S. M., SANCHEZ-COLOMES, M. G., LEVASSOR, C., 1999. Commonness and rarity: theory and application of a new model to Mediterranean mountain grassland. *Conservation Ecology* (online), 3(1): 5.
- BUCZACKI, S., 1989. Fungi of Britain and Europe. In: Attenborough, D. (ed): Collins new generation guide. Collins, London.
- CHESSON, P. L., 1986. Environmental variability and the coexistence of species. In Diamond, J., Case, T. J. (eds). *Community ecology*. Harper&Row, New York. 207-225.
- CHIRA, F., CHIRA, D., 1998. Forest decline in Romania. In: Cech, T.L., Tomiczek, C., Hartman, G. (eds): *Disease / Environment Interactions in Forest Decline*. proceedings of IUFRO EWorkshop "Complex diseases", FFRC, Vienna. 29-34.
- COOKE, R. C., RAYNER, A.D.M., 1984. *The ecology of saprophytic fungi*. Longmans, London.
- CRAFT, F., 1996. Natural and synthesised ectomycorrhizas of the alpine dwarf willow *Salix herbacea*. *Mycorrhiza* 6(4): 227-235.
- DAHLBERG, A., STENLID, J., 1995. Spatiotemporal patterns in ectomycorrhizal populations. *Can. J. Bot.* 75 (suppl 1): S1222-S1230.
- DELB, H., WULF, A., 1998. Late oak mortality caused by Gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) in the Bienwald district Germany. Workshop "Complex diseases", march 16-21, Vienna, Austria.
- DELEO, G., LEVIN, S., 1997. The Multifaceted Aspects of Ecosystem Integrity. *Conservation Ecology* (online) 1(1):3. URL: <http://www.consecol.org/vol 1/iss 1/art 3>
- DONIȚĂ, N., 1998. Dendrologie. Universitatea din Oradea. Facultatea de Protecția Mediului.
- EGERTON-WARBURTON, L.M., GRIFFIN, B. J., 1995. Differential responses of *Pisolithus tinctorius* isolates to aluminium in vitro. *Can. J. Bot.*, 73: 1229-1233.
- GOTELLI, N. J., ENTSMINGER, G. L., 2001. Ecosim. Null models software for ecology. Version 7.0. Aquired intelligence. Im&Kesity-Bear.
- HAGERMANN, S., SAKAKIBARA, S., DURRALL, D., 2000. Potential of woody plants to provide refuge for ectomycorrhizal inoculum at an interior Douglas-fir forest after clearcut logging. In: Hollstedt, C., Sutherland, K., Innes, T. (eds.): *Proceedings from science to management and back. A science form for southern interior ecosystems of British Columbia*.
- HAZER, H., SHUMEL, H., HUBER, S., 1998. Oak decline in Central Europe, a complex phenomenon and one understanding. Workshop "Complex diseases", march 16-21, Vienna, Austria.
- JUNY, T., BLANSCHKE, SWALD, W., 1998. Isolation, identification, geographical distribution and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak and beech stands in Europe. Workshop "Complex

- diseases", march 16-21, Vienna, Austria.
- KAUFMANN, B., BREMSE, N. (EDS.), 1999. *The great Encyclopaedia of mushrooms*. Kőnemann. Verlag. Germany.
- KHANINA, L., 1998. Determining keystone species. *Conservation Ecology*, 2(2). 2.URL: http://www.conecol.org/journal/vol_12/iss2/resp2.
- KILRONOMOS, J. N., 1995. Arbuscular mycorrhizae of *Acer saccharinum* in diferent soil types. *Can. J. Bot.*, 73: 1824-1830.
- KUTSCH, W. L., STEINBORN, W., HERBST, M., BAUMANN, R., BARKMAN, J. KAPPEN, L., 2001. Environmental indication: field test of an ecosystem approach to quantify biological self-organization. *Ecosystems* 4: 49-66.
- LEANDRU, V., 1966. Cercetări asupra dinamicii vegetației în pădurile de stejar și gorun cu fenomene de uscure în Marcu Gh. (respons. coord.). Studiul cauzelor și al metodelor de prevenire și combatere a uscării stejarului. Centrul de Documentare Tehnică pentru Economia Forestieră.
- LEXER, M. J., LEXER, W., HASENAUER, H., 2000. The use of forest models for biodiversity assessments at the stands level. *Invest Agr.: Sist. Recu. For.*: 1 (internet file).
- LIZON, P., 1995. Preserving the biodiversity of fungi. *Inoculum* 46(6): 1-4.
- MAGURRAN, A. E., 1983. *Ecological diversity and its measurement*. Croom-Helm-London-Sydney.
- MILLER, S. F., 1995. Functional diversity in fungi. *Can. J. Bot.* (73 suppl 1): S50-S57.
- MOSER, M., JÜLICH, W., 1990-2002. *Colour Atlas of Basidiomycetes*. Gustav Fischer Verlag.
- QUIMET, R., CAMIRÉS, C., FURLAN, V., 1995. Endomycorrhizal status of sugar maple in relation to tree decline and foliar, fine roots and soil chemistry in the B regions, Quebec. *Can. J. Bot.* 73: 1168-1175.
- PAINE, R. T., 1966. Food web complexity and species diversity. *Am. Nat.*, 100:65-75.
- ROȘU, C., POPOVICI, L., SURDU, A., DUDU, M., 2000. Poluarea produsă de activitatea petrolieră (de foraj și extracție) în fondul forestier. *Rev. Păd.*, 115(2): 20-27.
- SĪSTAD, S. M., 1995. Fungi-vegetation relationship on a *Pinus sylvestris* forest in central Norway. *Can. J. Bot.*, 73: 807-816.
- SĪLĀGEANU, G., SĪLĀGEANU, M., 1985: *Determinator pentru recunoașterea ciupercilor comestibile, necomestibile și otrăvitoare din România*. Ed. Ceres. București.
- SCHIMIDT, J. P., MURPHY, MUELLER, D. P., 1999. Macrofungal diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimator. *Can. J. Bot.* , 77(7):1014-1027.
- STOICULESCU, G. D., NANU, N., 1991. Influența pășunatului asupra stabilității pădurilor de quercinee. *Rev. Păd.*, 106(4): 181-185.
- TRAPPE, J.M., 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot. Rev.*, (10-12): 538-606.
- TYLER, G., 1989. Edaphical distribution and sporophore dynamics of macrofungi in hornbeam (*Carpinus betulus* L.) stands of South Sweden. *Nova Hedwigia*, 49(3-4): 239-253.
- WATTLING, R., 1995. Assessment of fungal diversity macromycetes: the problems. *Can. J. Bot.*, 73 (suppl): 515-524.
- WHITTAKER, Q. H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* , 21(2/3): 213-251.
- WULF, A., 1997. Gypsy moth damage in Central Europe – due to insect migration or climatic change? *Proc., XI World Forestry. Congress. Antalya, Turkey. FAO Report*.

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF MYCORRHIZAL FUNGI ASSOCIATED TO STONE OAK [QUERCUS PETRAEA (MATT) LIEBL] IN DECLINING AND HEALTHY STANDS FROM NORTH-WESTERN ROMANIA

The paper presents the results of three years survey on above ground fructification of ectomycorrhizal fungi associated to sessile oak *Quercus petraea* (Matt) Liebl in several mixed, declining or healthy stands in the hilly landscape of north-western Romania. Diversity indices (dominance, PIE and Shannon-

Wiener) were employed to assess species diversity on cumulated data from different stands. Sørensen similarity index was calculated for comparisons between fungal communities and sites. Significance of dissimilarities was evaluated through Mann-Whitney test. There is a trend towards high species diversity with few dominating species that function as key species of mycorrhizal community characterized by high resilience under stress factors as trampling, habitat fragmentation or pollution.

Key words: ectomycorrhizal fungi, diversity indices, dominance, similarity, abundance, key species.