

**UNIVERSITATEA „BABEȘ – BOLYAI” CLUJ-NAPOCA  
FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE**

**Ioana Violeta ARDELEAN**

**PATTERN-URI DE DIVERSITATE  
LICHENOLOGICĂ ÎN GRADIENT ALTITUDINAL:  
VALOAREA LOR INDICATOARE PENTRU  
CONSERVAREA HABITATELOR DIN PIETROSUL  
RODNEI**

**\*\*\***

**Rezumatul tezei de doctorat**

Conducător științific,  
Prof. Dr. Vasile CRISTEA

**Cluj – Napoca  
2013**

## **CUPRINS**

<b>Cuvinte cheie.....</b>	<b>3</b>
<b>Introducere.....</b>	<b>3</b>
<b>Capitolul 1</b>	
<b>FLORA LICHENOLOGICĂ DIN PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI (CARPAȚII ORIENTALI, ROMANIA) INCLUZÂND SPECII NOI PENTRU FLORA ROMANIEI.....</b>	<b>4</b>
<b>Introducere.....</b>	<b>4</b>
<b>Materiale și metode.....</b>	<b>5</b>
<b>Rezultate și discuții.....</b>	<b>7</b>
<b>Capitolul 2</b>	
<b>EFECTELE MANAGEMENTULUI HABITATELOR ASUPRA DIVERSITĂȚII LICHENOLOGICE FOLOSIND PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI CA MODEL.....</b>	<b>9</b>
<b>Introducere.....</b>	<b>9</b>
<b>Materiale și metode.....</b>	<b>11</b>
<b>Rezultate.....</b>	<b>13</b>
<b>Discutii.....</b>	<b>23</b>
<b>Capitolul 3</b>	
<b>DIVERSITATEA SPECIILOR DE LICHENI DIN TUFĂRIȘURILE DE <i>PINUS MUGO</i> COMPARATĂ CU CEA DIN HABITATELE ADIACENTE DIN PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI.....</b>	<b>25</b>
<b>Introducere.....</b>	<b>25</b>
<b>Materiale și metode.....</b>	<b>26</b>
<b>Rezultate.....</b>	<b>26</b>
<b>Discuții.....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliografie selectivă.....</b>	<b>28</b>
<b>CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT.....</b>	<b>32</b>
<b>Lucrări publicate cu conținut din teză.....</b>	<b>34</b>

**Cuvinte cheie:** diversitate lichenologică, Parcul Național Munții Rodnei, conservat, influența antropică, grupe funcționale, bogăție specifică.

### **Sprijin financiar**

Această lucrare a fost posibilă prin sprijinul financiar oferit prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, cofinanțat prin Fondul Social European, în cadrul proiectului POSDRU/107/1.5/S/76841, cu titlul „Studii doctorale moderne: internaționalizare și interdisciplinaritate”.

### **Introducere**

Biodiversitatea este o preocupare principală în eforturile cercetătorilor de a conserva natura. Modificările care apar în modul de funcționare al ecosistemelor pot avea efecte majore pe termen lung. Prin urmare, este foarte importantă înțelegerea patternurilor și proceselor rezultate ca urmare a schimbării condițiilor de mediu și în special al managementului habitatelor.

Lichenii sunt un grup numeros în specii (13.500 la scară globală – Hawksworth & Hill, 1984), având o răspândire largă și fiind prezenți în diferite tipuri de habitat. Aceștia funcționează ca senzori naturali ai schimbărilor de mediu. Aproximativ 8% din ecosistemele terestre sunt caracterizate prin condiții extreme sau reprezintă medii oligotrofe, acestea fiind dominate de licheni. În plus, în ecosistemele de pădure din zona temperată, lichenii joacă numeroase roluri, inclusiv fixarea azotului și recircularea nutrienților. Sunt de asemenea folosiți ca hrană de către mamifere și artropode (Nash, 2008).

Ariile protejate sunt refugii ale biodiversității ridicate, mai ales în cazul speciilor rare și periclitare. Parcul Național Munții Rodnei este o arie protejată importantă datorită geologiei

și geomorfologiei, precum și prezenței unui număr mare de specii care sunt fie endemice fie relictice glaciare (APNMR, 2013). Rezervația științifică Pietrosul Mare a fost declarată Rezervație a Biosferei în 1980, acest statut extinzându-se ulterior la limitele actuale ale parcului național.

Concluziile rezultate în urma analizei patternurilor de biodiversitate lichenologică largesc cunoștințele noastre asupra habitatelor studiate și dau posibilitatea de a îmbunătăți planul de management cu anumite strategii de conservare, ținând cont de acest grup de organisme.

## **Capitolul 1**

### **FLORA LICHENOLOGICĂ DIN PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI (CARPAȚII ORIENTALI, ROMANIA) INCLUZÂND SPECII NOI PENTRU FLORA ROMANIEI**

#### **Introducere**

Anterior, au fost raportate 260 de specii de licheni în 11 localități din Munții Rodnei (Ciurchea, 2004), reflectând bogăția specifică ridicată a parcului național. Cu toate acestea, gradul de cunoaștere a distribuției speciilor de licheni este încă scăzut, iar unele specii menționate nu au mai fost reconfirmate de mai bine de un secol (Bartok și Crișan, comunicare personală).

Zonele conservate sunt adevărate sanctuare pentru speciile amenințate (Goward, 1995; Zoller et al., 2000; Nascimbene et al., 2013; Ignatov et al., 2004; Lackovičová & Guttová, 2006), iar habitatele importante pentru licheni, ca de exemplu pădurile conservate și arbori bătrâni, sunt pierdute ca rezultat al managementului habitatelor (Wolseley, 1995; Thor, 1995; Scheidegger & Werth, 2009).

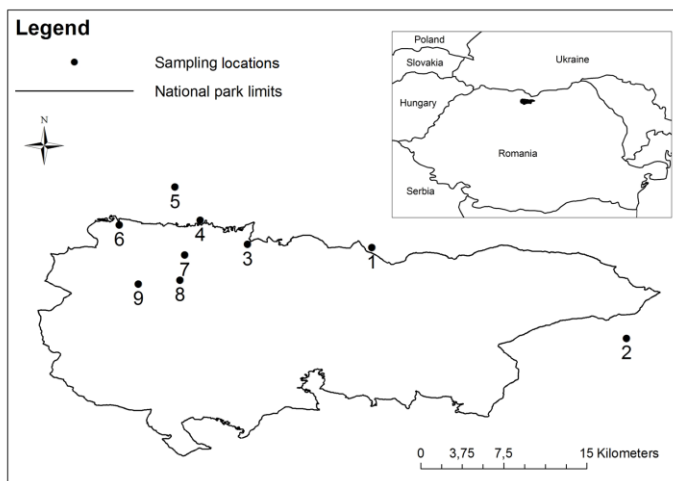
Scopurile acestui studiu sunt:

- 1) Evaluarea florei lichenologice în habitatele caracteristice pentru M-ții Rodnei, folosind un design experimental replicat și standardizat.
- 2) Sublinierea importanței avute de zonele conservate în menținerea diversității lichenologice în M-ții Rodnei.
- 3) De a contribui la deciziile asupra viitoarelor strategii de conservare în această rezervație a biosferei.

### **Materiale și metode**

#### ***Zona de studiu***

M-ții Rodnei sunt localizați în partea nordică a Carpaților Orientali, atingând altitudinea lor maximă în Vf. Pietrosul Mare (2303 m).



**Fig. 1. Localizarea Parcului Național M-ții Rodnei și zona de studiu considerată, cu localitățile eșantionate. 1 – Cascada Cailor, 2 – Pasul Rotunda, 3 – Valea Repedea, 4 – Borșa 1, 5 – Borșa 2, 6 – Valea Izvorul Dragoș, 7 – Pietrosul Mare, 8 – Gropile, 9 – Bătrâna.**

Marea majoritate a zonei de studiu este parte integrantă a Parcului Național M-ții Rodnei, înființat în 1932 și declarat Rezervație a Biosferei UNESCO în 1979.

**Clima** este caracterizată de influențe baltice și oceanice, cu temperaturi medii anuale ce scad odată cu altitudinea, de la 6 °C la baza munților, până la -1,5 °C la altitudinile maxime. Precipitațiile anuale medii variază între 1300 și 1400 mm (Gorduza, 1983).

**Eșantionarea** (conform Scheidegger *et al.*, 2002):

- ✓ unitate de eșantionaj de un hectar circular.
- ✓ 4 tipuri de substrat: arbori, lemn mort, sol și piatră
- ✓ 6 relevee pentru fiecare substrat în parte (dacă un substrat nu a fost găsit, acesta a fost substituit cu altele disponibile).
- ✓ suprafața unui releveu - 0,2 m<sup>2</sup>
- ✓ au fost colectate toate speciile de licheni (cu excepția celor crustoși de pe pietre) , notându-se frecvența pentru fiecare (între 1 și 20).
- ✓ habitatele investigate urmează un gradient altitudinal: fânațe cu molid, păduri de amestec, păduri de molid, jnepenișuri și pajiști alpine.
- ✓ 2 niveluri de conservare: conservat și exploatat antropic (cu excepția jnepenișurilor și fânețelor cu molid).
- ✓ 7 replicare a câte un hectar pentru fiecare habitat și fiecare din cele două niveluri de conservare (56 în total).

**Analiza datelor**

Importanța florei lichenologice a fost dată de numărul total de specii, numărul de specii noi pentru regiunea studiată și numărul de specii noi pentru flora lichenologică din România. De asemenea, am luat în considerare numărul de specii propuse

pentru Lista Roșie a macrolichenilor din România (Bartok și Crișan, comunicări personale) și Listele Roșii ale țărilor carpatice din vecinătate: Ungaria (Lőkös & Tóth, 1996), Ucraina (Didukh, 2009), Slovacia (Pisút et al., 2001) și Polonia (Cieslinski et al., 2003).

### **Rezultate și discuții**

- ✓ au fost identificate 283 de specii de licheni și o subspecie;
- ✓ au fost confirmate 102 specii raportate anterior;
- ✓ 182 de taxoni sunt raportați pentru prima dată în zona studiată;
- ✓ 67 de specii sunt noi pentru România;
- ✓ luând în considerare atât studiile anterioare cât și studiul de față, în regiunea M-ților Rodnei există 442 de specii de licheni, reprezentând aproximativ 35% din flora României.

Din cei 284 de taxoni:

- ✓ 13 sunt menționați în Lista Roșie propusă pentru macrolichenii din România (Bartok și Crișan, comunicare personală),
- ✓ 8 specii sunt prezente în Lista Roșie a Ucrainei (Didukh, 2009),
- ✓ 65 în Lista Roșie a Ungariei (Lőkös & Tóth, 1996),
- ✓ 96 în cea a Slovaciei (Pisút et al., 2001),
- ✓ 125 în cea a Poloniei (Cieslinski et al., 2003).

Numărul mare de specii noi se datorează modului de eșantionare, care ne-a permis colectarea de taxoni greu de remarcat (*Micarea* sp., *Placynthiella* sp., *Scoliciosporum* sp., *Lichenomphalia* sp.), precum și prezența unor taxoni care doar recent au fost abordați riguros din punct de vedere taxonomic

(*Lepraria* sp.), permițând astfel identificarea lor în estimările de rutină ale diversității lichenologice.

Am găsit un număr relativ mare de specii caracteristice habitatelor conservate din M-ții Rodnei, care sunt cunoscute și ca specii indicatoare ale pădurilor bătrâne cu continuitate ecologică (Rose, 1976; Goward, 1995; Wolseley, 1995; Thor, 1995; Gauslaa & Solhaug, 1996): *Arthonia caesia*, *Bryoria lanestris*, *Cetrelia olivetorum*, *Chaenotheca brachypoda*, *Ch. brunneola*, *Heterodermia speciosa*, *Lecanora cinereofusca*, *Lobaria pulmonaria*, *Loxospora cismonica*, *Megalospora tuberculosa*, *Menegazzia terebrata*, *Pertusaria coccodes*, *Thelotrema lepadinum*, *Usnea florida* și *U. subfloridana*.

De asemenea, specii din Listele Roșii, care depind de habitate rare și adesea amenințate (Thor, 1995), precum *Anisomeridium biforme* și *Usnea fulvoreaegens*, sunt dispărute din anumite regiuni ale Carpaților (Pisút et al., 2001), dar au fost consemnate în studiul de față în câte o localitate fiecare, în păduri mixte conservate. Alte exemple de specii restricționate în arii conservate, care sunt critic periclitare în Listele Roșii și care au fost de asemenea consemnate singular sau de două ori în studiul de față, includ: *Arthonia vinosa*, *Bellemerea cinereorufescens*, *Bryoria capillaris*, *B. chalibeiformis*, *Cetraria aculeata*, *Cladonia magyrica*, *Hypogymnia vittata*, *Icmadophila ericetorum*, *Lecanactis abietina*, *Lecanora albella*, *Mycoblastus sanguinarius*, *Nephroma parile*, *Phaeophyscia endophoenicea* și *Pyrenula nitidella*.

Toate aceste specii subliniază importanța menținerii habitatelor propice acestora, care sunt în prezent restricționate la arii protejate.

Prin numărul mare de specii noi raportate pentru flora lichenologică a României și pentru cea a regiunii M-ților



Rodnei, prezentul studiu subliniază necesitatea de inventarieri detaliate a habitatelor din România. Până în prezent, nu există o Listă Roșie oficială a lichenilor din România, cu excepția unui manuscris (Bartok și Crișan, comunicare personală) care abordează doar macrolichenii. Inventarierea bogăției specifice a lichenilor și a diversității acestora sunt importante în vederea estimării gradului de amenințare la care aceștia sunt supuși și pentru construirea unei Liste Roșii comprehensive pentru România.

Prin existența sa, Parcul Național are un bun potențial în conservarea unei părți semnificative a diversității lichenologice și a habitatelor caracteristice acestor specii. Prezența lor este de asemenea importantă pentru alte grupuri de organisme, care depind de licheni sau de habitatele în care aceștia trăiesc, evidențiind astfel biocomplexitatea comunităților de microorganisme și nevertebrate.

Este important ca măcar aceste „insule”, ca de exemplu M-ții Rodnei, să fie conservate, în contextul exploatării resurselor naturale într-un mod nesustenabil, care duce la o pierdere substanțială de biodiversitate.

## **Capitolul 2**

### **EFECTELE MANAGEMENTULUI HABITATELOR ASUPRA DIVERSITĂȚII LICHENOLOGICE FOLOSIND PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI CA MODEL**

#### **Introducere**

Studiile asupra diversității lichenologice oferă informații importante asupra patternurilor și proceselor ce

caracterizează un ecosistem. Lichenii pot fi priviți ca senzori ai schimbărilor de mediu. Anumite specii și comunități de licheni sunt descrise în literatură ca având o sensibilitate ridicată la o gamă largă condiții de mediu.

Pe lângă gradientii altitudinali, numeroase studii, axate pe biodiversitatea lichenologică, descriu variabilele responsabile de schimbările în bogăția specifică precum și în comunitățile aparținând diferitor habitate (Pinokiyo et al., 2008; Banya et al. 2010; Bruun et al., 2006).

Comunitățile de licheni sunt un factor important în discriminarea pădurilor naturale de cele secundare, prin folosirea bogăției și compoziției lor (Bergamini *et al.*, 2005).

Parcul Național M-ții Rodnei este o arie protejată importantă pentru România și considerăm importantă cunoașterea patternurilor de diversitate lichenologică în habitatele principale, de-a lungul unui gradient altitudinal: păduri de amestec, păduri de molid și vegetație alpină.

Delimitarea influențelor exercitate de către tipul de vegetație, macroclimat și managementul habitatelor, asupra diversității lichenologice îmbunătățește cunoștințele despre ecologia lichenilor.

Scopul acestui studiu a fost să răspundă următoarelor întrebări:

- 1) Care este distribuția bogăției specifice și compoziției lichenologice și care sunt factorii care o influențează?
- 2) Care este distribuția grupurilor funcționale de licheni (formate pe baza trăsăturilor reproductive, vegetative și ecologice) în funcție de bogăția și abundența lor?
- 3) Au comunitățile de pe diferite substraturi un răspuns caracteristic la variabilele de mediu măsurate?

## **Materiale și metode**

În analiza de față au fost incluse trei tipuri de habitat: păduri mixte, păduri de molid și vegetație alpină. Fiecare categorie are două niveluri de conservare: conservat (C) și exploatat antropic (M). Exploatarea variază pentru fiecare habitat în parte, după cum urmează:

- păduri mixte – exploatare lemnoasă, având ca rezultat păduri pluriene,
- păduri de molid – exploatare lemnoasă completă, având ca rezultat păduri echiene,
- vegetație alpină – pășunat cu oi și câteodată cu vaci și cai.

Celelalte două tipuri de habitat inventariate în Munții Rodnei, respectiv fânațele cu molid și jnepenișurile, nu au putut fi incluse în acest studiu deoarece au avut un singur nivel de conservare. Fânațele cu molid sunt exploatate antropic, iar jnepenișurile sunt în stare conservată.

Variabilele de mediu măsurate:

- ✓ expoziția pantelor,
- ✓ altitudine,
- ✓ panta versantului.

Analiza datelor s-a făcut ținând cont de totalitatea lichenilor de pe toate substraturile precum și subseturi de date reprezentând licheni eșantionați de pe un singur tip de substrat: arbori, lemn, sol și piatră. Am analizat, de asemenea, un subset de licheni care cresc pe sol, lemn și pietre acoperite de muschi, prescurtat *swr.m*.

Am analizat bogăția în specii și în mod special pe cele menționate în Listele Roșii ca amenințate (incluzând categoriile sozologice de la VU – vulnerabile până la RE – extinse regional) în Carpați.

Caracteristicile funcționale au fost analizate în cazul grupurilor de specii delimitate pe baza trăsăturilor *reproductive*, *vegetative* și *ecologice* ale speciilor de licheni (conform cu Stofer *et al.*, 2006).

### ***Prelucrarea datelor***

Analizele privind bogăția specifică au fost realizate folosind GLM (Generalized Linear Models), implementate în JMP 8.0.2 (SAS Institute Inc.).

Compoziția specifică și grupurile de specii (bazate pe trăsăturile reproductive, morfologice și ecologice) au fost investigate prin ordonare NMDS (Non Metric Multidimensional Scaling), folosind R, versiunea 2.15.2 (The R Foundation for Statistical Computing, 2012), funcția R *metaMDS* din pachetul *vegan* (Oksanen *et al.*, 2013). A fost folosită distanța Bray-Curtis. Variabilele de mediu au fost ulterior ajustate cu funcția R *envfit*, cu 9999 de permutări.

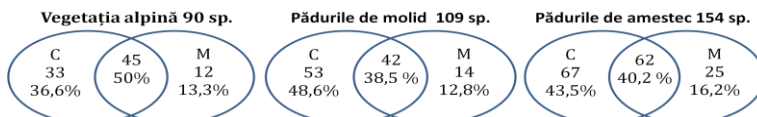
Distribuția abundențelor în cazul strategiei reproductive, formei talului și tipului de fotobiont, precum și relaționarea ulterioară cu variabilele de mediu, au fost realizate de asemenea cu NMDS, folosind aceleași opțiuni de calcul ca și în cazul ordonărilor de specii și de grupe de specii.

Beta diversitatea a fost măsurată pentru a compara omogenitatea comunităților între grupuri (= fiecare habitat, cu cele două niveluri de conservare ale sale). Valorile au fost calculate în spațiu multivariat folosind funcția R *betadisper* a pachetului *vegan* reprezentând dispersia multivariată a beta diversității între perechile de eșantioane, față de centul grupelor (Anderson *et al.*, 2006). Matricile de similaritate au fost obținute cu indicele Sørensen în toate subseturile de date analizate, ținând cont astfel de abundența speciilor.

## Rezultate

### *Bogăția specifică la nivel de habitat*

Cel mai mare număr de specii se găsește în pădurile de amestec, urmate de cele de molid și apoi de vegetația alpină (Figura 2).



**Fig. 2. Diagrame venn cu bogăția specifică a lichenilor de pe toate tipurile de substrat la nivel de habitat, restricționată la un singur nivel de conservare sau comună celor două nivele de conservare: conservat (C) și perturbat (M).**

Pentru toate cele trei tipuri de habitat numărul de specii a fost mai mare în localitățile conservate.

Tipurile de substrat au o importanță diferită între cele trei tipuri de habitat.

Substraturile cu cel mai mare număr de specii pentru fiecare tip de habitat:

- ❖ păduri de amestec – arbori (117 specii)
- ❖ păduri de molid – lemn (63 specii)
- ❖ vegetație alpină – sol (81 specii)

### *Patternuri de bogăție specifică a lichenilor*

Bogăția specifică este influențată cu intensități diferite de către factorii de mediu considerați, în cazul fiecărui subset analizat în parte.

Nivelul de conservare este important în cazul: lichenilor de pe toate substraturile, de pe arbori și *swr.m*, habitatele conservate având un număr mai mare de specii.

- ❖ Tipul de habitat influențează bogăția lichenologică în toate seturile de date folosite, dar numărul de specii variază de la un substrat la altul:
  - Vegetația alpină are o bogăție specifică mai mare pe toate tipurile de substrat, sol, *swr.m.* și piatră.
  - Pădurea mixtă are cel mai mare număr de specii pe arbori și pe lemn (comparativ cu pădurea de molid) și cel mai mic număr de specii pe sol (dintre toate cele trei tipuri de habitat).
- ❖ Altitudinea are o influență pozitivă slabă asupra bogăției specifice, care se manifestă numai în cazul substratelor lemn și piatră.
- ❖ Panta (număr mai redus de specii pe pante mai mari) și expoziția estică (număr mai mare de specii odată cu expoziția estică) influențează în mod semnificativ numai speciile de pe lemn.
 

Speciile din Listele Roșii au răspunsuri similare la variabilele de mediu testate, cu câteva excepții.

  - ❖ Nivelul de conservare este strâns relaționat cu numărul de speciile din Listele Roșii de pe toate substraturile și arbori, dar este de asemenea semnificativ pentru speciile de pe lemn. Pentru speciile de pe *swr.m.*, stadiul de conservare nu influențează numărul speciilor de licheni prezenți în Listele Roșii.
  - ❖ Altitudinea nu mai este semnificativă în cazul lichenilor de pe lemn.
  - ❖ Tipul de habitat nu mai este semnificativ pentru lichenii de pe lemn și piatră.

### ***Variația compoziției specifice și factorii care o influențează***

Spre deosebire de bogăția specifică, la nivelul compoziției specifice altitudinea este un factor important în schimbările comunităților de specii, în cazul tuturor seturilor de date analizate (Figura 3).

Comunitățile sunt bine delimitate între diferite tipuri de vegetație pentru lichenii de pe toate substraturile, de pe arbori, de pe sol, și de pe *swr.m.* (Figura 4). Există o mare diferență între vegetația alpină și cele două tipuri de pădure.

Stadiul de conservare este important în delimitarea comunităților de specii de pe toate substraturile, sol și *swr.m.*

Grupurile de specii prezintă patternuri asemănătoare cu cele arătate de specii, dar relațiile cu factorii de mediu sunt mai puternice.

În unele cazuri, grupurile evidențiază relații noi cu factorii de mediu, care nu apar când sunt luate în considerare doar speciile.

Un exemplu este cel al lichenilor de pe lemn, unde panta este corelată cu schimbări în comunitățile de licheni. Sau pentru speciile de pe piatră, unde, cu excepția altitudinii, tipul de vegetație este de asemenea semnificativ în delimitarea comunităților de licheni.

#### **Grupuri de specii pe arbori (utilizate în Fig. 4)**

GR1: Specii folioase – Raritate 3 și 2 – specii cu distribuție îngustă cu abundență mare sau redusă.

GR2: Specii folioase – Raritate 1 – Distribuție largă cu abundență mare.

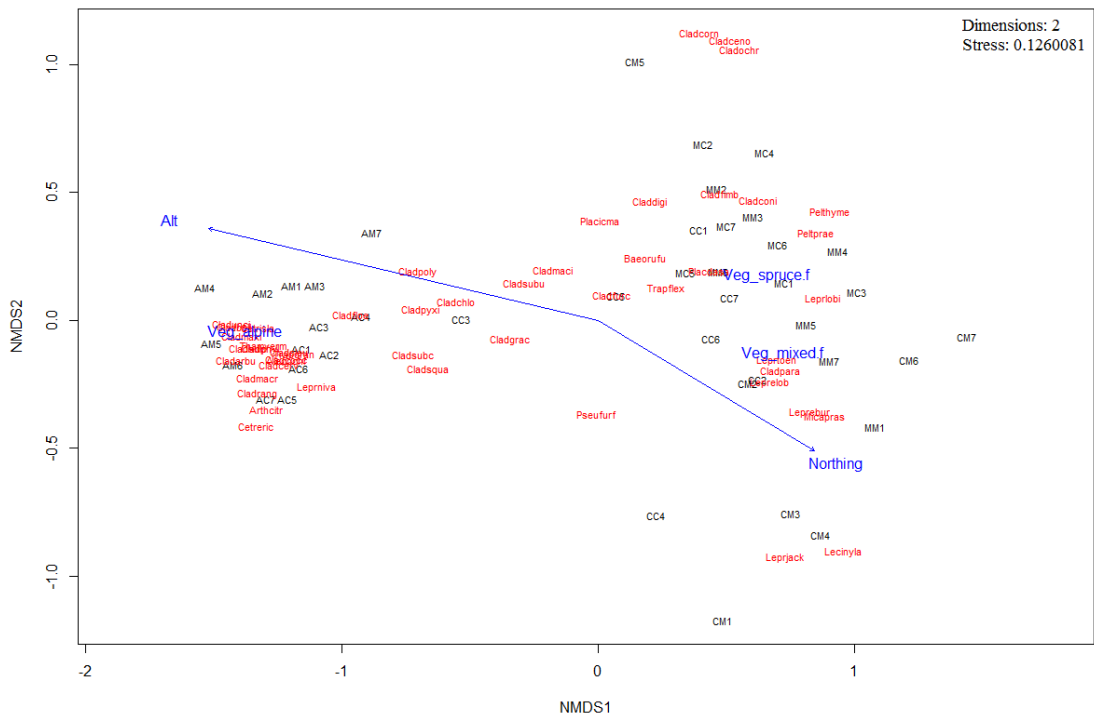
GR3: Fruticoase penduloase

GR4: Fruticoase erecte, în Listele Roșii

GR5: Fruticoase erect nemenționate în Listele Roșii

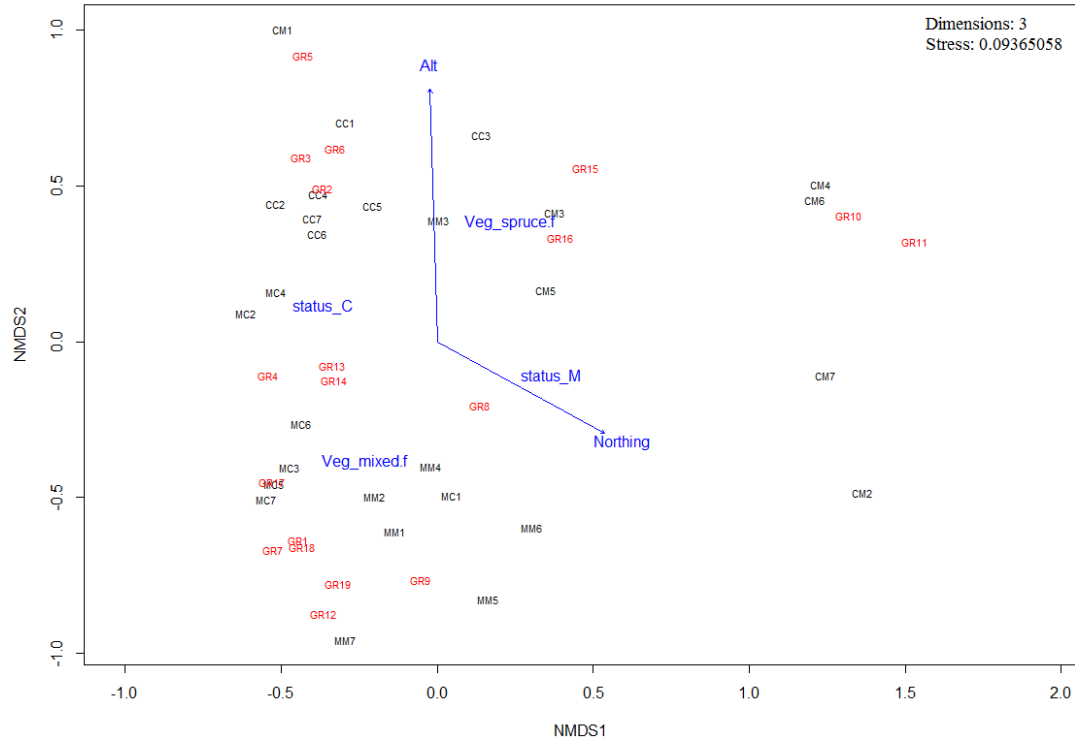
GR6: Crustoase cu apotecii pețiolate.

GR7: *Pertusaria* sp.



**Fig. 3. Ordonarea NMDS cu compoziția specifică de pe substraturile *swr.m.*** S-a folosit indicele de dissimilaritate Bray-Curtis. Numele scurt al speciilor de licheni - în culoare roșie. Codurile ploturilor - în negru: AC1-7 – alpin conservat; AM1-7 - apin perturbat; CC1-7 – molid conservat; CM1-7 – molid perturbat; MC1-7 – amestec conservat; MM1-7 – amestec perturbat. Corelațiile cu factorii de mediu în culoare albastră (doar  $p > 0.05$  sunt reprezentate): Veg\_alpine – vegetație alpină, Veg\_spruce.f – păduri de molid, Veg mixed.f – păduri de amestec.





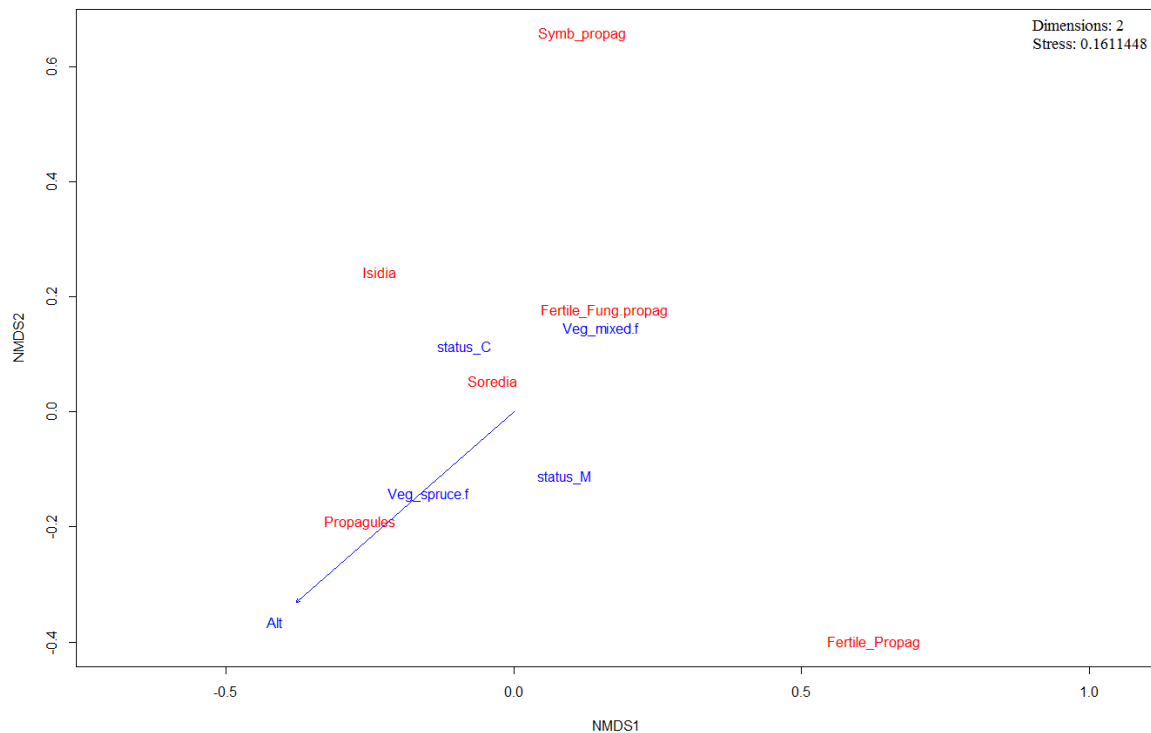
**Fig. 4. Ordonarea NMDS cu grupele de specii de pe arbori.** S-a folosit indicele de dissimilaritate Bray-Curtis. Codul grupelor - în culoare roșie. Codurile ploturilor - în negru: CC1-7 – molid conservat; CM1-7 – molid perturbat; MC1-7 – amestec conservat; MM1-7 – amestec perturbat. Corelațiile cu factorii de mediu în culoare albastră (doar  $p > 0.05$  sunt reprezentate): status\_C – habitate conservate, status\_M – habitate perturbate, Veg\_spruce.f – păduri de molid, Veg\_mixed.f – păduri de amestec.

- GR8: *Lepraria* sp.  
GR9: *Scoliciosporum* sp.  
GR10: *Micarea prasina* s.l.  
GR11: *Dimerella pineti*  
GR12: *Arthonia* sp.  
GR13: Crustoase sterile în Listele Roșii  
GR14: Crustose sterile nemenționate în Listele Roșii  
GR15: Crustoase fertile cu alge verzi (excl. *Trentepohlia* sp.), cu soredii  
GR16: Crustoase fertile cu alge verzi (excl. *Trentepohlia* sp.) fără soredii, nemenționate în Listele Roșii  
GR17: Crustoase fertile cu alge verzi (excl. *Trentepohlia* sp.) fără soredii, în Listele Roșii  
GR18: Crustoase fertile, cu alga *Trentepohlia* sp.  
GR19: Crustoase fertile, cu alga *Trentepohlia* sp., cu peritecii.

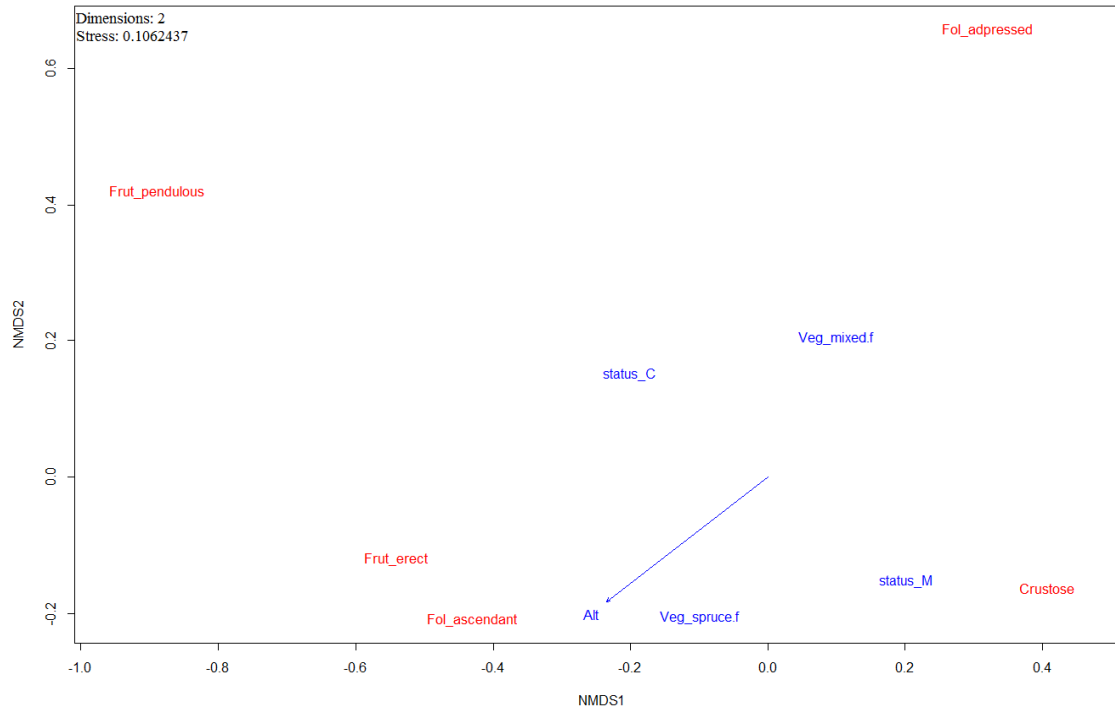
### ***Trăsături funcționale ale speciilor de licheni***

Luând în considerare *trăsăturile reproductive*, tipul de management are o influență semnificativă asupra bogăției și abundenței speciilor, în cazul lichenilor de pe toate substraturile și a celor de pe arbori. În general, grupurile construite pe baza trăsăturilor reproductive au avut o bogăție specifică mai mare în habitatele conservate, comparativ cu cele exploatare. Speciile cu toate tipurile de strategii la un loc (spori, propagule simbiotice și fungice) sunt mai abundente în habitatele exploatare, arătând că speciile care investesc în strategii reproductive multiple au succes mai mare de colonizare în aceste habitate (Figura 5).

Tipul de habitat este de asemenea semnificativ în analiza distribuției lichenilor în funcție de trăsăturile reproductive, în privința bogăției și abundenței.



**Fig. 5. Ordonarea NMDS a trăsăturilor reproductive pentru speciile de pe arbori.** S-a folosit indicele de dissimilaritate Bray-Curtis. Prescurtări pentru trăsăturile reproductive – în culoare roșie: Fertile\_Propag – Fertile cu propagule simbiotice și fungice, Fertile\_Fung.propag – Fertile cu propagule fungice, Propagules – propagule simbiotice și fungice, Symb.propag – propagule simbiotice (soredii și izidii). Corelațiile cu factorii de mediu în culoare albastră (doar  $p > 0.05$  sunt reprezentate): status\_C – habitate conservate, status\_M – habitate perturbate, Veg\_spruce.f – păduri de molid, Veg\_mixed.f – păduri de amestec.



**Fig. 6. Ordonarea NMDS a formelor de tal pentru speciile de pe arbori.** S-a folosit indicele de dissimilaritate Bray-Curtis. Prescurtări pentru tipurile de tal – în culoare roșie: Fol\_adressed - folioase-adprese, Fol\_ascendant - folioase ascendente, Frut\_erect - fructicoase-erecte, Frut\_pendulous - fructicoase-penduloase. Corelațiile cu factorii de mediu în culoare albastră (doar  $p > 0.05$  sunt reprezentate): status\_C – habitate conservate, status\_M – habitate perturbate, Veg\_spruce.f – păduri de molid, Veg\_mixed.f – păduri de amestec.

Pentru lichenii de pe toate tipurile de substrat, următoarele habitate au bogăție mai mare a grupelor formate pe baza trăsăturilor:

- ❖ Pădurile de molid – majoritar speciile sterile.
- ❖ Vegetația alpină – izidii, propagule fungice.
- ❖ Pădurea de amestec are o bogăție specifică ridicată în majoritatea grupelor.

Între tipurile de substrat se pot observa diferențe în numărul de specii în funcție de variabilele testate.

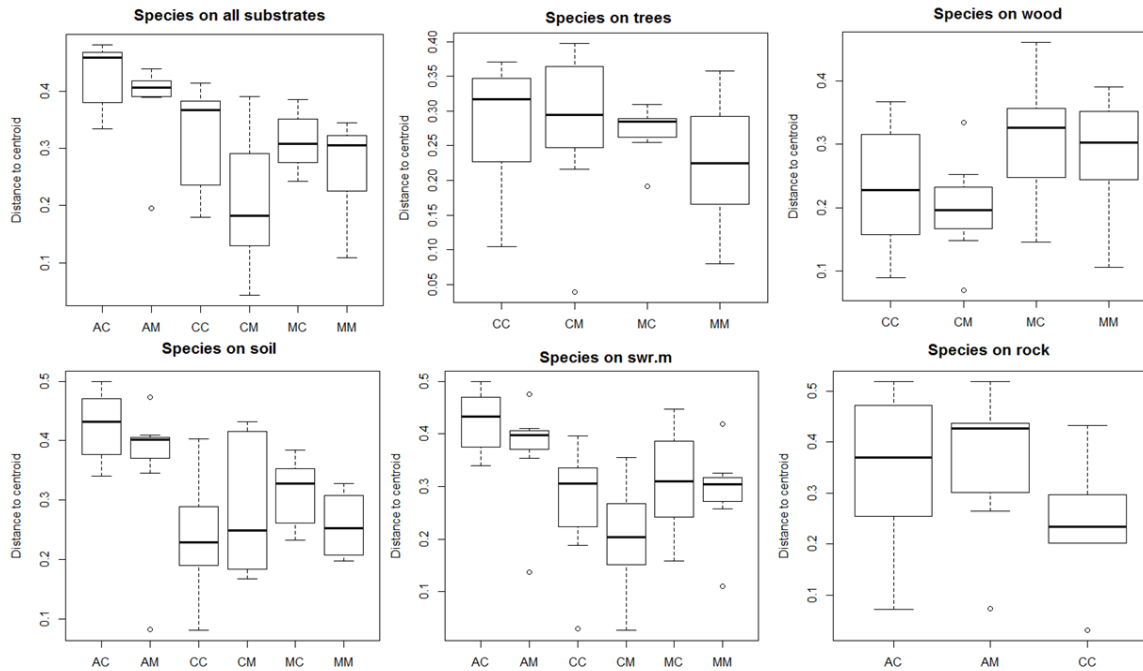
#### *Trăsăturile vegetative.*

Formele talului, de la cele crustoase la cele mai complexe, folioase și fruticuloase, arată relații sugestive în legătură cu managementul habitatelor. În habitatele conservate există o varietate mult mai mare de forme de tal, față de habitatele perturbate. În plus, formele complexe sunt mai abundente în habitatele conservate, în timp ce în habitatele perturbate sunt mai abundente speciile crustoase (Figura 6).

Distribuția tipului de fotobiont arată că pădurile de amestec sunt cele mai complexe, speciile de *Trentepohlia* sp. și *Nostoc* sp. fiind mai abundente aici. Vegetația alpină în schimb are o abundență foarte mare a speciilor cu alge verzi (excl. *Trentepohlia* sp.).

#### *Trăsăturile ecologice*

Specificitatea preferințelor lichenilor față de substrat, arată că în habitatele conservate numărul de specii restricționate la un singur tip de substrat este mai mare, comparativ cu habitatele perturbate. În schimb, speciile generaliste au bogăția specifică cea mai mare în habitatele perturbate.



**Fig. 7. Grafice Boxplot reprezentând betadiversitatea între grupele comparate, pentru fiecare subset de date în parte. Codurile grupelor: AC – alpin conservat; AM - apin perturbat; CC – molid conservat; CM – molid perturbat; MC – amestec conservat; MM – amestec perturbat.**

Ținând cont de raritatea speciilor, speciile cu distribuție mare și abundență ridicată în unele regiuni, dar redusă în altele, au o bogăție specifică mai scăzută în habitatele perturbate. În schimb speciile cu distribuție mare și abundența ridicată în majoritatea regiunilor au bogăție mai ridicată în habitate cu influență antropică.

Efectele altitudinii și expoziției pantelor diferă între seturile de date testate atât pentru bogăția cât și pentru abundența grupelor funcționale de licheni.

### ***Beta diversitatea***

Pentru lichenii de pe toate tipurile de substrat cea mai mare beta diversitate se află în vegetația alpină conservată, iar cea mai mică se află în pădurile perturbate de molid. Analizele particulare pentru fiecare tip de substrat subliniază diferite efecte ale managementului habitatelor asupra diversității compoziționale (Figura 7).

### **Discuții**

Dintre variabilele testate asupra bogăției și compoziției speciilor de licheni, tipul de habitat și nivelul de conservare au rolul cel mai important. Corelarea rezultatelor cu altitudinea diferă pentru numărul de specii și compoziție. În timp ce numărul de specii este slab influențat de gradientul altitudinal, schimbarea compoziției specifice este corelată în majoritatea subseturilor de date testate.

Ariile protejate sunt foarte importante pentru conservarea speciilor rare și vulnerabile de licheni. În Munții Rodnei toate cele trei tipuri de habitate studiate sunt importante pentru flora lichenologică: păduri de amestec, păduri de molid și pajiști alpine.

Scara de referință influențează rezultatele în evaluarea numărului de specii între cele trei tipuri de habitat. La nivelul plotului de un hectar, pădurile mixte au cea mai mică bogăție specifică de licheni. Acest lucru nu mai este valabil la nivel regional, unde pădurea de amestec are bogăția specifică cea mai mare. Putem concluziona că, raportat la pădurile de conifere și vegetația alpină, este nevoie de o suprafață conservată mai mare de păduri de amestec pentru a putea salva un număr cât mai mare de specii de licheni.

Analizarea comunităților de licheni de pe diferitele tipuri de substrat în parte, ne-a permis o rezoluție mai bună în observarea răspunsurilor urmărite comparativ cu răspunsurile obținute analizând lichenii de pe toate tipurile de substrat.

Bogăția specifică de licheni este influențată în mare măsură de către tipul de habitat și managementul acestora, mai ales dacă considerăm speciile de pe toate tipurile de substrat și cele epifite (de pe arbori).

Grupurile funcționale au avut de asemenea o diversitate mai ridicată în habitatele conservate, sugerând că, prin management, funcționalitatea habitatelor se diminuează. Acest aspect putându-se extrapola și la celelalte grupe de organisme prezente în aceste habitate, subliniind astfel importanța habitatelor protejate.

Ca măsură a biodiversității lichenologice, atât distribuția speciilor cât și bogăția și abundența grupelor funcționale s-au dovedit sugestive în caracterizarea habitatelor și pot contribui la elaborarea de propuneri ale măsurilor de management pe viitor.



### Capitolul 3

## DIVERSITATEA SPECIILOR DE LICHENI DIN TUFĂRIȘURILE DE *PINUS MUGO* COMPARATĂ CU CEA DIN HABITATELE ADIACENTE DIN PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI

### Introducere

Habitatul dominat de *Pinus mugo* (jneapăn) are o valoare ridicată de conservare în România, fiind protejat din cauza presiunii antropice (Doniță et al., 2005). De asemenea acesta este habitat de interes Comunitar. Jnepenișurile ocupă ecotopuri cu condiții spre extreme din Munții Rodnei, cum ar fi circuri glaciare cu pante înalte și abrupte. Importanța lor a fost subliniată prin rolul jucat în prevenirea eroziunii solului, în retenția de apă și prin aceasta și protejarea pădurilor de molid din aval. Lichenii pot avea o importanță majoră în habitate cu condiții atât de dure de viață, contribuind la complexitatea lanțurilor trofice, influențând retenția de apă și formarea solului.

Specia *Cetraria islandica* a fost menționată ca fiind *însoțitoare* cu o frecvență relativ mare (Coldea et al., 1981), în asociația *Rhododendro myrtifolii* - *Pinetum mugii* Borza 1959 em. Coldea 1995, în Rezervația științifică Pietrosul Mare. Dar, în general, se știe puțin despre lichenoflora acestor tipuri de habitate.

În acest studiu s-au explorat:

1) bogăția specifică și compoziția speciilor de licheni din habitatul cu *P. mugo* și din habitatele adiacente, reprezentate de vegetația alpină și păduri de molid.

2) distribuția speciilor de de licheni din habitatul cu *P. mugo* în raport cu factorii de mediu reprezentând condiții de macroclimat.

### **Materiale si metode**

Zona studiată se află în Rezervația științifică Pietrosul Mare. Vegetația alpină, jnepenișurile și pădurile de molid sunt conservate, astfel eliminând influența antropică din aceste analize. Compararea între cele trei tipuri de habitat s-a realizat prin măsurarea alfa și gama diversității, dar și cu trei metode de calcul a beta diversității: aditivă, multiplicativă și multivariată. Am considerat lichenii de pe toate tipurile de substrat cât și pe cei epifiti, tericoli și saxicoli separat.

Distribuția compoziției specifice a lichenilor din jnepenișuri și corelarea cu factorii de mediu a fost analizată cu ordonarea NMDS folosind ulterior funcția *envfit* din pachetul *vegan* (Oksanen et al., 2013).

### **Rezultate**

Numărul total de specii și densitatea medie a speciilor

**Tab. 1. Valorile Gama -  $\Upsilon$  (numărul de specii la nivel de habitat) și alfa- $\alpha$  (numărul mediu de specii/plot) diversității pentru AV – pajiste alpină, PM – jnepeniș și SF păduri de molid pentru subseturi de date.**

	Toate tipurile de substrat							
	Sol		Arbori		Roci			
	$\Upsilon$	$\alpha$	$\Upsilon$	$\alpha$	$\Upsilon$	$\alpha$	$\Upsilon$	$\alpha$
<b>AV</b>	78	33	69	28	-	-	16	6
<b>PM</b>	69	23,7	29	11	41	13	16	4
<b>SF</b>	95	31,5	37	10	44	13	15	3,1

în ploturi de un hectar sunt mai mici în habitatele cu *P. mugo* decât în celelalte două tipuri de habitate (Tabel 1). Cu toate acestea, acest habitat adăpostește 15 specii de licheni care nu sunt prezente în habitatele adiacente.

Beta diversitatea măsurată a arătat distribuția eterogenă a comunităților de licheni din tufărișurile de *P. mugo*.

- ❖ Beta diversitatea măsurată ca raport dintre diversitatea locală și cea regională arată că bogăția specifică din jenenenișuri este de trei ori mai mare decât cea găsită într-un plot de un hectar, la fel ca în pădurea de molid, dar mai mare decât în vegetația alpină.
- ❖ Beta diversitatea măsurată ca numărul total al speciilor înlocuite, ce calculează câte specii sunt în plus în întregul tip de habitat față de alfa diversitate (numărul mediu de specii pentru un hectar) este de asemenea mare (aproximativ 45 de specii), ca și în vegetația alpină, și mai mică decât în pădurile de molid.
- ❖ Beta diversitatea măsurată prin metode multivariate are valori mai mari în comunitățile de *P. mugo* decât în pădurea de molid, atunci când s-au considerat lichenii de pe toate tipurile de substrat. Vegetația alpină are o bogăție specifică de licheni mai mare în cazul speciilor tericole și saxicole.

Altitudinea și expoziția nordică influențează în mod semnificativ distribuția speciilor de licheni din habitatele de *P. mugo*.

## Discuții

Tipul de habitat influențează diversitatea lichenologică, iar tipurile de substrat au importanță diferită pentru bogăția specifică și variația compoziției specifice.

Cea mai mare bogăție specifică în tufărișurile de *P. mugo* se înregistrează pe arbori, urmați de sol și rocă. Substratul reprezentat de lemn a fost atât de rar încât nu l-am luat în considerare în analizele noastre. Există o diversitate mare de licheni, în jnepenișuri, chiar dacă numărul de specii la nivel de habitat este mai mare în vegetația alpină și pădurile de molid. Acest lucru este confirmat de cele trei măsurători ale beta diversității ce indică o heterogenitate relativ ridicată pentru flora lichenologică. În plus metoda multivariată de calcul a beta diversității ne permite o comparare între grupe, fără a avea rezultatele influențate de gama diversitate (numărul de specii per tip de habitat).

Chiar dacă are o suprapunere mare din punct de vedere al compoziției specifice cu celelalte tipuri de habitate, totuși 10% din speciile aflate în aceste trei tipuri de habitate este restricționat la jnepenișuri.

Acest studiu subliniază importanța jnepenișurilor pentru diversitatea lichenologică, și aduce un motiv în plus pentru conservarea acestuia.

## Bibliografie selectivă

- Anderson, M.J., Ellingsen, K.E. & McArdle, B.H. 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters* 9: 683–693.
- APNMR (Rodnei Mountains National Park Administration). 2013. Management Plan 2013 Rodnei Mts. National Park, Biosphere

- Reserve (NATURA 2000 SAC and SPA) (In Romanian). <http://www.parcrodna.ro/>.
- Baniya, C. B., Solhøy, T., Gauslaa, Y. & Palmer, M. W. 2010. The elevation gradient of lichen species richness in Nepal. *The Lichenologist* 42(1): 83-96.
- Bergamini, A., Scheidegger, C., Stofer, S., Carvalho, P., Davey, S., Dietrich, M., Dubs, F., Farkas, E., Groner, U., Kärkkäinen, K., Keller, K., Lököš, L., Lommi, S., Máguas, C., Mitchell, R., Pinho, P., Rico, V.J., Aragón, G., Truscott, A-M., Wolseley, P. & Watt, A. 2005. Performance of macrolichens and lichen genera as indicators of lichen species richness and composition. *Conservation Biology* 19: 1051-1062.
- Bruun, H. H., Moen, J., Virtanen, R., Grytnes, J-A., Oksanen, L. & Angerbjörn, A. 2006. Effects of altitude and topography on species richness of vascular plants, bryophytes and lichens in alpine communities. *Journal of Vegetation Science* 17: 37-46.
- Cieslinski, S., Czyzewska K. & Fabiszewski, J. 2003. Czerwona lista porostów wymarłych i zagrożonych w Polsce. Red List of extinct and threatened lichens in Poland. – In: Czyzewska, K. (ed). *Zagrożenie Porostów w Polsce. The threat to lichens in Poland. Monographiae Botanicae* 91: 13–49.
- Ciurchea, M. 2004. *Key to Lichens from Romania* (In Romanian). Ed. Bit, Iași. 471 pp.
- Coldea, Gh., Tauber, F. & Pînzaru, Gh. 1981. Asociații vegetale din rezervația naturală Pietrosul Mare. *Șt. Comun. Cercet. Nat. Suceava* 5: 424-450
- Didukh, Y. A. (ed). 2009. *Red data book of Ukraine, Vegetable kingdom* (In Ukrainian). Globalconsalting. 912 pp.
- Doniță, N., Paucă – Comănescu, M., Popescu, A., Mihăilescu, S. & Biriș, I-A. 2005. *Habitatele din Romania*. Ed. Tehnică Silvică, București.
- Gauslaa, Y. & Solhaug, K. A. 1996. Differences in the susceptibility to light stress between epiphytic lichens of ancient and young boreal forest stands. *Functional Ecology* 10(3): 344–354.

- Gorduza V. 1983. Physico-geographical characterisation of the Pietrosu Rodnei Nature Reserve. In: Pietrosul Rodnei at 50 years (In Romanian). *Academia RSR Cluj Napoca–Baia Mare*, pp: 56–66.
- Goward, T. 1995. *Nephroma occultum* and the maintenance of lichen diversity in British Columbia. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft* 70: 11–27.
- Goward, T. 1995. *Nephroma occultum* and the maintenance of lichen diversity in British Columbia. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft* 70: 11–27.
- Hawksworth, D. L. & Hill, D. J. 1984. *The lichen-forming fungi*. Blackie and Sons, Glasgow and London.
- Ignatov, M.S., Ignatova, E.A., Konstantinova, N. A., Pronkina, G. A. & Urbanavichus, G. P. 2004. Lichens / The present-day state of biological diversity within protected areas. Issue 3. *Lichens and Bryophytes*. Moscow, pp 6–7.
- Lackovičová, A. & Guttová, A. 2006. Lichen diversity–history, contemporary occurrence and trends in Slovakia: *Gyalecta ulmi* and *Leptogium saturninum*. In: Lackovičová, A., Guttová, A., Lisická, E. & Lizoň, P. (eds). Central European Lichens — Diversity and Threat. *Mycotaxon Ltd., Ithaca, and Institute of Botany, Slovak Academy of Sciences*, Bratislava, pp. 219–240.
- Lőkös, L. & Tóth, E. 1996. Red List of lichens of Hungary (a proposal). *Vegetation Mapping and Botanical Research On Nature Conservation Purpose* 7: 337–343.
- Nascimbene, J., Thor, G. & Nimis, P. L. 2013. Effects of forest management on epiphytic lichens in temperate deciduous forests of Europe—A review. *Forest Ecology and Management* 298: 27–38.
- Nash, T.H. III (ed). 2008. *Lichen biology* (2 ed). Cambridge University Press, Cambridge. 486 pp.

- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H & Wagner, H. 2013. *Community Ecology Package* Retrieved from <http://cran.r-project.org>, <http://vegan.r-forge.r-project.org/>.
- Pinokiyo, A., Singh, K. P & Singh, J. S 2008. Diversity and distribution of lichens in relation to altitude within a protected biodiversity hot spot, north-east India. *The Lichenologist* 40(1): 47-62.
- Pisút, I., Guttová, A., Lackovicová, A. & Lisická, E. 2001. Cerveny zoznam lisajníkov Slovenska (December 2001) [Red List of lichens of Slovakia (December 2001)] *Ochrana Prírody*, Supplement 20: 23–30.
- Scheidegger, C. & Werth, S. 2009. Conservation strategies for lichens: insights from population biology. *Fungal biology reviews* 23: 55–66.
- Scheidegger, C., Groner, U., Keller, C. & Stofer, S. 2002. Biodiversity Assessment Tools - Lichens. In: Nimis, P.L., Scheidegger, C. & Wolseley, P. (eds). *Monitoring with Likens - Monitoring Lichens*. Kluwer Academic, Dordrecht. pp 359–365.
- Stofer, S., Bergamini, A., Aragon, G., Carvalho, P., Coppins, B.J., Davey, S., Dietrich, M., Farkas, E., Kärkkäinen, K., Keller, C., Lökös, L., Lommi, S., Máguas, C., Mitchell, R., Pinho, P., Rico, V.J., Truscott, A-M., Wolseley, P.A., Watt, A., Scheidegger, C. 2006. Species richness of lichen functional groups in relation to land use intensity. *The Lichenologist* 38(4): 331-353.
- Thor, G. 1995. Red Lists – Aspects of their compilation and use in Lichen conservation. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft* 70: 11–27.
- Wolseley, P. A. 1995. A global perspective on the status of lichens and their conservation. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft* 70: 11–27.

Zoller, S., Frey, B. & Scheidegger, C. 2000. Juvenile Development and Diaspore Survival in the Threatened Epiphytic Lichen Species *Sticta fuliginosa*, *Leptogium saturninum* and *Menegazzia terebrata*: Conclusions for in situ Conservation. *Plant Biology* 2(4): 496-504.

## CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

Introduction.....	2
Acknowledgements.....	4
<b>Capitolul 1</b> FLORA LICHENOLOGICĂ DIN PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI (CARPAȚII ORIENTALI, ROMANIA) INCLUZÂND SPECII NOI PENTRU FLORA ROMANIEI (rezumat).....	5
<b>Lichen flora of Rodnei Mountains National Park (Eastern Carpathians, Romania) including new records for the Romanian mycoflora</b> .....	6
Introduction .....	6
Materials and Methods.....	6
Results and Discussions.....	9
References.....	19
<b>Capitolul 2</b> EFECTELE MANAGEMENTULUI HABITATELOR ASUPRA DIVERSITĂȚII LICHENOLOGICE FOLOSIND PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI CA MODEL (rezumat).....	21
<b>Effects of habitat management on lichen biodiversity, using Rodnei Mountains National Park as model area</b> .....	22
Introduction.....	22
Materials and Methods.....	24
Results.....	27
Discussions .....	60
References.....	70
<b>Capitolul 3</b> DIVERSITATEA SPECIILOR DE LICHENI DIN TUFĂRIȘURILE DE <i>PINUS MUGO</i> COMPARATĂ CU	



CEA DIN HABITATELE ADIACENTE DIN PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI (rezumat).....	76
<b>Lichen species diversity of <i>Pinus Mugo</i> shrubs compared to adjacent habitat types in the Rodnei Mts. National Park (Romania)</b> .....	77
Introduction.....	77
Materials and Methods .....	78
Results.....	80
Discussions.....	83
Conclusions.....	85
References.....	85
GENERAL CONCLUSIONS .....	87
GENERAL REFERENCES.....	93
Appendix 1.....	102
Appendix 2.....	104

## **Lucrări publicate cu conținut din teză:**

### **În reviste BDI**

Ardelean, I.V., Keller, C. & Scheidegger, C. 2013. Lichen flora of Rodnei Mts. National Park (Eastern Carpathians, Romania) including new records for the Romanian mycoflora. *Folia Cryptogamica Estonica* 50: 101-115.

Ardelean, I.V., Keller, C., Cristea, V. & Scheidegger, C. 2013. Lichen species diversity from *Pinus mugo* habitat type in relation to adjacent habitats from Rodnei Mts. National Park. *Contribuții Botanice* 48: *In press*

### **În abstracte la conferințe internaționale.**

Ardelean, I. V. & Crișan, F. 2012. Lichen Flora Diversity from Rodnei Mountains National Park, *Kitabelia*, 17 (1): 70.

Ardelean, I.V., Keller, C., Cristea, V. & Scheidegger, C. 2013. Lichen diversity response to human impact in Rodnei Mountain National Park (Romania). *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 55 (Suppl. 1): 21.