

# **A moha propagulum bank és a felszíni mohavegetáció összehasonlítása az őrségi erdőkben**

„XXXII. OTDK Biológia Szekció”

Készítette:

**Kövendi-Jakó Anna**

ELTE-TTK

Biológus Msc II. évfolyam

Ökológia, evolúció- és konzervációbiológiai szakirány

Témavezető:

dr. Ódor Péter, tudományos főmunkatárs

MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet

2014

**Tartalom**

|     |                                                                    |                                        |
|-----|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1.  | Bevezetés.....                                                     | 3                                      |
| 2.  | Célkitűzés.....                                                    | 4                                      |
| 3.  | Anyag és módszer .....                                             | 5                                      |
|     | 3.1 Kutatási terület bemutatása.....                               | 5                                      |
|     | 3.2 Adatgyűjtés.....                                               | 6                                      |
|     | 3.3 Adatelemzés .....                                              | 8                                      |
|     | 3.3.1 Moha propagulum bank elemzése .....                          | 8                                      |
|     | 3.3.2 Diaspóra bank és a felszíni vegetáció összehasonlítása ..... | 9                                      |
| 4.  | Eredmények és értékelésük .....                                    | 10                                     |
|     | 4.1 Moha propagulum bank elemzése .....                            | 10                                     |
|     | 4.2 Diaspóra bank és a felszíni vegetáció összehasonlítása .....   | 14                                     |
| 6.  | Összefoglaló .....                                                 | 21                                     |
| 7.  | Irodalomjegyzék.....                                               | 22                                     |
| 8.  | Köszönetnyilvánítás .....                                          | 26                                     |
| 9.  | Függelék .....                                                     | 27                                     |
| 10. | Tételes szerzői hozzájárulás .....                                 | <b>Hiba! A könyvjelző nem létezik.</b> |

## 1. Bevezetés

During (2001) megfogalmazása alapján a propagulum bank (diaspóra bank) a talaj dormans, kicsírázatlan, de életképes spórákat és/vagy ivartalan szaporítóképleteket (propagulumokat, más néven diasporákat) tartalmazó része. Hasonló struktúrák többek között a páfrányoknál (During és ter Horst, 1983; During és mtsai, 1987; During, 1997), és edényeseknél (magbank, Csontos, 2001) is megfigyelhetők.

A mohák esetében két eltérő szerepű szaporodási mód különíthető el, a spórákkal történő ivaros szaporodás, és az elsősorban vegetatív szaporítóképletekkel megvalósuló ivartalan szaporodás. A számos kivétel ellenére általánosságban elmondható, hogy a spórák jobb terjedőképessége miatt az ivaros szaporodás inkább a távolabbi területek kolonizálása szempontjából jelentős, míg az ivartalan szaporodási módok elsődleges feladata a lokális populációk fenntartása (Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A mohák propagulum bankja leginkább aszexuális propagulumokból áll (gemmák, rhizoidgemmák, hajtásfragmentumok) (During, 1997; During, 2001), ezek általában jobban csíráznak (During, 1979), de rosszabb a terjedőképességük, mint a spóráknak (Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A mohafajok diaspora bankjának legfontosabb feladata biztosítani a moha populációk túlélését a kedvezőtlen időszakok, bolygatások után (Jonsson, 1993; During, 1997; Rydgren és mtsai, 2004; Caners és mtsai, 2009; Maciel-Silva és mtsai, 2012). A diaspora banknak jelentős ökológiai szerepe van a mohák regenerációjában (van Tooren és mtsai, 1990; Sundberg és Rydin, 2000; Hock és mtsai, 2004; Caners és mtsai, 2009), a lokális kolonizációban (Jonsson, 1993; Lloret, 1994) és a populációk méretének szabályozásában (During, 1995; During, 1997). A propagulum bank dormanciája miatt többnyire több generációból képződik a belőle létrejövő mohavegetáció, így a diaspora bank a mohapopulációk genetikai heterogenitásának fenntartásában is meghatározó. Közösségi szinten befolyásolja a közösségek faji-összetételét és diverzitását (Jonsson, 1993; Hock és mtsai, 2004; Hock és mtsai, 2008; Caners és mtsai, 2009).

A diaspora bank vizsgálata leginkább a talaj propagulum készletére korlátozódott, amely elsősorban a talajlakó mohákból származik, ugyanis csekély tudással rendelkezünk az epilitikus vagy epifiton mohafajok diaspora bankjáról (During, 1997). Az adatok leginkább a mérsékelt övi, boreális és sarki élőhelyekről származnak (During, 1997), trópusokon csak kevés esetben (Maciel-Silva és mtsai, 2012) végeztek hasonló vizsgálatokat. A propagulum

bank kutatásának köszönhetően több, az adott felszíni közösségben még ismeretlen faj is leírtak (Zander és During, 2001).

A moha propagulum bank és a felszíni mohavegetáció funkcionális összetételében többnyire jelentős eltérés tapasztalható. A propagulum bankban uralkodók és nagy diverzitással jelennek meg a rövid életű, acrocarp (rövid életű vándorló, kolonista és egyéves) fajok (During, 1979; During és ter Horst, 1983; During, 1997; Kimmerer, 2005; Vanderpooren és Goffinet, 2009). Ezzel szemben a felszínen a legtöbb esetben a nagy kiterjedésű, élő mohanövények a dominánsak, amelyek a propagulum bankban szinte alig vagy egyáltalán nem fellelhetőek (During és ter Horst, 1983; During és van Tooren, 1987; Jonsson, 1993; During, 1997; During, 2001; Vanderpooren és Goffinet, 2009). A diaspora bank jelentősége nagyban függ a környezettől is (During, 1997). A diaspora bank főképp olyan fajokat tartalmaz, melyekkel többnyire a bolygatás után találkozhatunk (During, 1997). A felszíni mohavegetációt a propagulum bankkal összehasonlítva boreális lucos propagulum bankja mesterséges bolygatásra jóval nagyobb fajszámot mutatott, mint a nem zavart felszín esetében (Jonsson, 1993). Ezzel szemben, meglepő módon a trópusi esőerdő vizsgálata esetén gazdagabb felszíni vegetáció mellett egy jóval szegényebb, rövidebb életű diaspora bankot ismerhettünk meg (Maciel-Silva és mtsai, 2012).

## 2. Célkitűzés

Kutatásom egy széleskörű projekt része, mely különböző erdei élőlénycsoportok faji és funkcionális diverzitásának és összetételének a környezeti háttérváltozó-függését vizsgálja az őrségi erdőkben (Ódor és mtsai, 2011; Őrs-Erdő projekt, <http://orserdo.okologia.mta.hu/>). A kutatásba bevont élőlénycsoportok a madarak, a pókok, szaproxyl- és futóbogarak, az aljnövényzet (Tinya és mtsai, 2009; Ódor és mtsai, 2011), a gombák (Siller és mtsai, 2013), a talajlakó mohák (Márialigeti és mtsai, 2009), a kéreglakó mohák és zuzmók (Király és Ódor, 2010; Ódor és mtsai, 2013; Király és mtsai, 2013), és az általam vizsgált moha propagulum bank. A kutatásba bevont háttérváltozók a faállomány faji összetétele és szerkezete, az aljzat, talaj, avar és mikroklíma viszonyok, táji és történeti jellemzők. A vizsgálat célja, hogy a feltárt összefüggések alapján a faállomány könnyen mérhető változóinak felhasználásával modellezhetővé váljanak az erdei élőlénycsoportok biológiai változói (közösségeinek diverzitása, faji összetétele és tömegessége, az egyes fajok és funkcionális fajcsoportok tömegessége). A

projekt eredményei hozzá kívánnak járulni a természetvédelmi kezelés és a természetközeli erdőgazdálkodás szakmai megalapozásához, valamint a hosszú távú dinamikai vizsgálatok elindításához.

Kutatásom középpontjában az őrségi moha propagulum bank és különböző környezeti változók közti összefüggés feltárása, valamint a diaszpóra bank felszíni mohavegetációval való összehasonlítása áll. Vizsgálatom első részében keresem azokat a háttérváltozókat, melyek jelentősen meghatározzák a moha propagulum bank fajösszetételét és tömegességét. Azt várom, hogy ezek a változók különbözni fognak a talajlakó mohák kutatásánál kapott eredményektől, ahol a legfontosabbnak az aljzatviszonyok, a faállomány fafaj-összetétele és szerkezete bizonyultak (Márialigeti és mtsai, 2009). Kutatásom második felében a diaszpóra bankban meghatározott fajösszetételt, fajszámot, tömegességet valamint életmenet-stratégiákat vetem össze a felszíni mohavegetáció vizsgálata során kapott eredményekkel.

### **3. Anyag és módszer**

#### ***3.1 Kutatási terület bemutatása***

Talajmintáimat a Nyugat-magyarország peremvidékén található Vendvidék és az Őrség különböző faállományaiból vettem. E két, az Alpokalja legdélebbi részén található tájegység egyedülálló természeti és táji kincsekkel rendelkezik, mivel viszonylag hasonló termőhelyi és domborzati viszonyok mellett nagyon sokféle erdőtípus és fafajkombináció fordul elő, melynek a kialakulásáért leginkább a klimatikus, növényföldrajzi, tájtörténeti és emberi hatások felelősek (Ódor és mtsai, 1996; Ódor és mtsai, 2002; Tímár és mtsai, 2002; Gyöngyössy, 2008).

A vegetáció kialakulásában jelentősek a terület klimatikus viszonyai, melyeket a szubkontinentális, alpin és szubatlanti hatások keveredése jellemez (Pócs és mtsai, 1958; Pócs, 2000). A terület dombvidék, tengerszint feletti magassága 250-350 m (Ódor és mtsai, 1996), éghajlata pedig a közeli Alpok miatt hazánk leghumidabb (800mm) és legalacsonyabb évi középhőmérsékletű (9.1°C) területe (Gyöngyössy, 2008), ezek magyarázzák a völgyekben máshol csak ritkán fellelhető magashegyi flóraelemek előfordulását (Ódor és mtsai, 1996; Pócs, 2000; Czóbel és mtsai, 2007). A vizsgált terület vegetációjának kialakulásában meghatározó a terület alapköze, melyet leginkább a folyók hordalékkavicsa, az agyag és a vályog alkot (Ódor és mtsai, 1996; Tímár és mtsai, 2002; Gyöngyössy, 2008). Klimazonális társulá-

sait leginkább erdeifenyővel elegyes üde lomberdők (gyertyános-tölgyesek, bükkösök) alkotják, melyek uralkodó fafaja a bükk, kocsányos és kocsánytalan tölgy, gyertyán, de mindezek mellett az elegyfafajok nagy tömegességgel és diverzitással történő megjelenése is igen jelentős. Extrazonális társulásaihoz a mészkerülő bükkösök, gyertyános-tölgyesek, valamint az égerligetek, égeres láperdők sorolhatók (Ódor és mtsai, 1996; Tímár és mtsai, 2002). Az aljnövényzetet üde lomberdei és acidofrekvens növényfajok uralják, melyben országosan viszonylag ritka fajok is előfordulnak pl. körtikefélék (*Pyrolaceae*), a kapcsos korpafű (*Lycopodium clavatum*), ritka páfrányok (pl. *Dryopteris dilatata*). Az erdők jellemző uralkodó talajlakó mohafajai a *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Scleropodium purum*, *Atrichum undulatum* és *Polytrichum formosum* (Pócs, 2000; Ódor és mtsai, 2002; Tímár és mtsai, 2002; Czóbel és mtsai, 2007). Az Őrség és a Vendvidék erdeinek mohavegetációját meghatározza a tűlevelű fák jelenléte, a viszonylag sok nyílt talajfelszín borítása, az elegyesség és a korhadó fák jelenléte (Ódor és mtsai, 2002).

Mintaterületeim vegetációjának érintetlenségét a XIII. századtól elterjedt hagyományos irtásgazdálkodás, a bakhátalás és az erdei alomszedés szakította meg. Az előbbi jelenős területvesztéshez, míg az utóbbi két kezelés talajeróziót, valamint tápanyagelvonást okozva az erdei fenyő elterjedéséhez, és az acidofil aljnövényzet megjelenéséhez vezetett. A XIX. századtól az irtásos és szántóföldi gazdálkodás felhagyását követően kisparaszti szálaló gazdálkodás terjedt el, mely hozzájárult az erdők területének megnövekedéséhez. A XX. század második felétől a gazdálkodás átalakulása, az alomszedés visszaszorulása és a nagyüzemi erdőművelés egyedülálló elegyes állományok kialakulásához vezetett. E nagymennyiségű elegyes erdők jelenléte magyarázatot ad a mintaterületeimen megfigyelhető növényfajok sokféleségére, valamint felhívja a figyelmet e területek további biodiverzitásának megőrzésére (Tímár és mtsai, 2002; Gyöngyössy, 2008).

### **3.2 Adatgyűjtés**

A vizsgálatom során 34 különböző faállományú talajmintából felnevelt mohafajokat határoztam meg. Az erdőrészetek kiválasztása az Állami Erdészeti Szolgálat Országos Erdőállomány Adattárából, az erdőrészetek faállományra és termőhelyre vonatkozó adatai alapján, rétegzett random mintavétellel történt. A kiválasztott erdők 70 évnél idősebbek, víz által nem befolyásolt sík (illetve enyhe lejtésű) domborzati helyzetben találhatók, reprezentálják a régióra jellemző főbb fafajok elegyarány kombinációit, és legalább 500 m távolság választja el őket egymástól. Talajmintáimat a kiválasztott erdőrészetekben egy 30×30m-s mintaterület 3

különböző részéről, felszíni 1-2 cm-s avarréteget letakarítva, 5-7 cm mélységű, 7x7 cm négyzetet kiásva papírzacskóba gyűjtöttem. Mintavételelem 2009. október elején, a minták egyetemi üvegházba történő elültetése 2009. október végén történt.

Az ültetés során átlátszó, 10 cm átmérőjű, köralapú műanyag dobozokat használtam, melynek aljára desztillált vízzel meglocsolt, autoklávozott 2-4 cm perlit került. A nagyobb szerves törmelékektől megszabadított talajt 0.5-1.5 cm vastagságban raktam a perlitre. Vizsgálatom során három talajmintát is sterilizáltam a természetes megvilágítású növénynevelő mohaspóratartalmának tesztelése végett. A növény-



1. ábra: Mohanövények nevelése

ház klímáját a mohák növekedése során több alkalommal is megmértem (mért átlagértékek: hőmérséklet (18-21°C), fényerősség (1200-2200 Lux), páratartalom (13-17%)). A dobozok helyét adott szisztéma szerint váltogattam a térben esetlegesen eltérő laborklíma hatásának kizárása végett. Az ültetés után a dobozok néhány órával bepárásodtak (1. ábra), így a növénynevelés során csupán néhány szori locsolásra volt szükség. Az első előtelepek az elültetéstől számított első hónap után jelentek meg, a keltetést 3 hónappal az ültetést követően, 2010 január végén fejeztem be.

A keltetett propagulum bank mintavételezése során egy 7x7 cm-s rácsháló segítségével határoztam meg a dobozban előforduló fajokat. A mohák tömegviszonyait a cellákban rögzített lokális gyakoriságukkal jellemeztem (a maximális lokális frekvencia érték 49 volt). Egyes mohafajok esetében megfigyelhető volt a mesterséges körülmények hatására bekövetkező gyakori abnormális növényalak kialakulása (During, 1997), valamint a gombák pusztítása, mely megnehezítette bizonyos fajok pontos elkülönítését (például *Bryum rubens* és *Pohlia nutans* esetében). A fajok meghatározásához Orbán és Vajda (1983) és Smith, (2004) kézikönyveit használtam. A kapott mohák elnevezéseihez Erzberger és Papp (2004) nomenklatúráját alkalmaztam. Az elemzés során az ábrákon a mohafajoknak a hatbetűs kódjait használtam (első három betű a genusz, második három a fajnév rövidítése).

A faállomány felmérése 40x40 m-es területen történt 2005 nyarától 2006 tavaszáig. Az 5 cm-es mellmagassági átmérőnél (DBH) vastagabb egyedek faját, a DBH-ét, a magasságát és a koronavetületét regisztrálták és a középpontból mért szög és távolság adatok alapján térké-

pezték. Az 5 cm-nél kisebb mellmagassági átmérőjű fák esetében megállapították a fafajt, az átlagos átmérőt, a magasságot és az egyedszámot, és újulati foltokat térképeztek. Az álló és a fekvő holtfák esetében megmérték a fák térfogatát és korhadási állapotát (Márialigeti és mtsai, 2009). Számos környezeti változót a mintaterületünk közepén elhelyezkedő 30x30 m-es nagy kvadrát 36 db 5x5 m-es, érintkező kvadrátokra bontásával vizsgáltak. Márialigeti és mtsai (2009) a felszíni mohavegetáció felvételezését az imént említett kvadrátokban végezték a mohaadatokat összegezve, az elemzéseket a 30x30 m-s mintaterületekre vonatkoztatva. Az aljzatok háttérváltozóinak mérése során az 5x5 m-es kvadrátokban becsülték az avar, a holtfa, az aljnövényzet, valamint a nyílt talajfelszín abszolút borítását. A relatív diffúz fény mérése az 5x5 m-es kvadrátok közepén történt LAI-2000 Plant Canopy Analyzer műszerrel (Tinya és mtsai, 2009). A mikroklíma felvételezése során a mintaterületeken 24 órán keresztül (8 alkalommal) rögzítették a hőmérsékletet és a relatív páratartalmat (Király és mtsai, 2013). Az avar vizsgálata esetén mintaterületenként 5 minta alapján meghatározták az avartömeg (vastagság) és a tűavar/lombavar/bomlott avar arányát. A talaj változóinak felvételezése mintaterületenként 5 minta alapján történt a 0-10cm rétegre vonatkoztatva. A vizsgált talajváltozók a pH, a mechanikai összetétel, C, N, P és K tartalom voltak (Juhász és mtsai, 2011). A táji környezeti változók meghatározása esetén a mintaterületek 300 m-es körzetében légifotók és térképek segítségével megadták a főbb művelési ágak területi arányát. Az 1853-as második katonai felmérés (Arcanum, 2006) alapján megállapították a mintaterületek múltbeli művelési ág típusát, valamint azok arányát a mintaterületek 300 m-es körzetében. Az elemzés során figyelembe vett háttérváltozókat az *I. függelék* tartalmazza.

A mintaterületek környezeti háttérváltozóira vonatkozó adatokat témavezetőm, a felszíni mohavegetáció adatait (*II. függelék*) pedig Márialigeti Sára bocsátotta rendelkezésemre (Márialigeti és mtsai, 2009).

### **3.3 Adatelemzés**

#### **3.3.1 Moha propagulum bank elemzése**

A moha diaspora bank fajkészletét és a fajok tömegviszonyait területenként 3 talajmintha keltetése alapján becsültem, összeadva a fajok lokális frekvenciáit a három talajmintában (maximum 3x49 rekord). A mohaközösség faji összetétele és a környezeti háttérváltozók összefüggésének a feltárásához többváltozós ordinációs módszereket használtam (Podani, 1997). Adatfeldolgozásom során csupán a 7 legtömegesebben előforduló mohával dolgoztam

(melyek legalább négy mintaterületen megfigyelhetőek voltak), hogy elkerüljem a ritka fajok esetleges túlzott befolyását az eredményekre.

A mintaterületek faji-összetételének feltárására főkomponens analízist (PCA) használtam, a fajok adatait ln transzformáltam és centráltam (Podani, 1997; Legendre és Legendre, 1998; ter Braak és Smilauer, 2002). Ennek segítségével a fajösszetétel alapján megkaptam az egyes mintaterületek egymáshoz viszonyított helyzetét. Ezt követően adataimat detrendált korrespondencia elemzéssel (DCA) vizsgáltam, mely során rövid (az első tengely esetében 1.39 hosszú) grádienseket kaptam, ezért feltételezhető volt a fajok lineáris összefüggése a feltárt környezeti grádiensekkel. Emiatt a további vizsgálataimhoz a redundancia-analízist használtam (RDA), melynek a segítségével ki tudtam mutatni a különböző környezeti változóknak a fajösszetételre gyakorolt hatását (Legendre és Legendre, 1998; Leps és Smilauer, 2003). Az utóbbi ordinációs módszer során a háttérváltozók szelekciója manuálisan történt, és egyenként, „forward selection”-t alkalmazva építettem bele a változókat a többváltozós modellembe, a lefedett variancia és a reziduális variancia változásának alapján. Ezek szignifikanciáját Monte-Carlo szimulációval (499 permutáció), F-próbát alkalmazva teszteltem, 5%-os szignifikancia szintet használva (ter Braak és Smilauer, 2002; Leps és Smilauer, 2003). A kanonikus tengelyek szignifikanciájának vizsgálata ugyanezzel a módszerrel történt.

A többváltozós elemzésekhez a Canoco for Windows 4.5 (ter Braak és Smilauer, 2002) programot alkalmaztam.

### 3.3.2 *Diaspóra bank és a felszíni vegetáció összehasonlítása*

Elemzésem során 34 mintaterület adatait használtam. A fajkészlet vizsgálata a fajok egyes mintaterületeken való előfordulásainak (prezencia/abszencia adatok) összesítésén alapult. A fajok tömegviszonyait a diaspóra bank esetében a lokális frekvenciák (maximum érték 147), míg a talajlakó moháknál a fajok abszolút ( $\text{dm}^2$ -ben megadott) borításai alapján jellemeztem. Mindkét esetben a fajok relatív tömegességével (a faj tömegessége osztva az összes faj tömegességének összegével) számoltam. Kutatásom során elsőként a propagulum bank és a talajlakó mohák fajkészletét, és tömegességét hasonlítottam össze, majd a kapott eredményt rang-abundancia görbén ábrázoltam. Az életmenet-stratégiák megoszlásának összevetése Orbán (1984) művén alapult.

A propagulum bank és a felszíni mohavegetáció tömegessége és fajszáma közti összefüggéseket korrelációs elemzéssel tártam fel (Reiczigel és mtsai, 2007). A két közösség faji összetételének összefüggését Mantel-teszt alkalmazásával vizsgáltam (Podani, 1997;

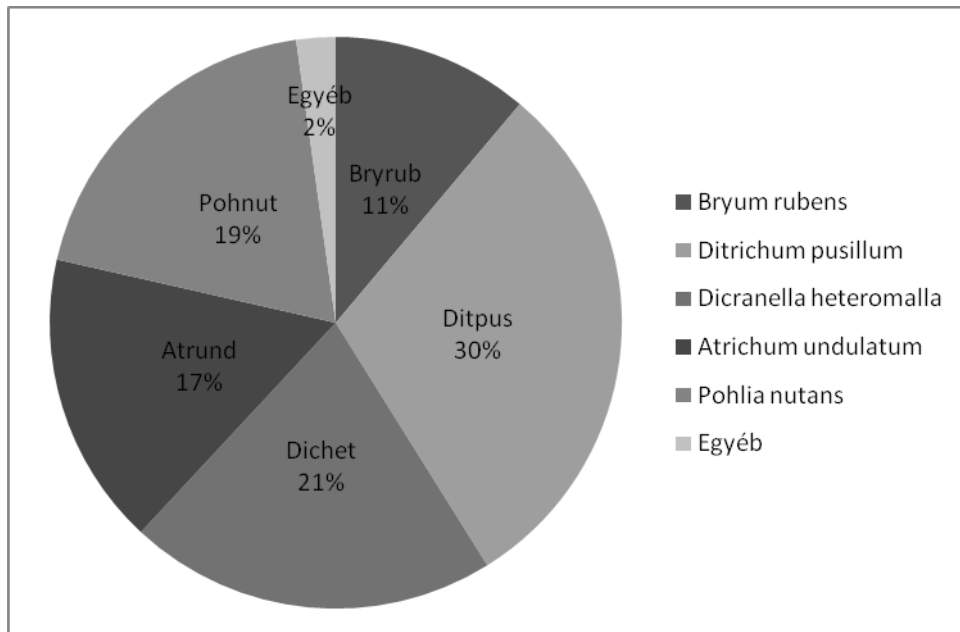
Legendre és Legendre, 1998). Ennek során mindkét közösség alapján távolságmátrixot képeztem a mintaterületek között, majd kiszámoltam a távolságmátrixok közötti korrelációt. A távolságmátrix képzéséhez az euklidészi távolságfüggvényt használtam. A mátrix korreláció szignifikanciája Monte-Carlo szimulációval történt, 1000 permutációt alkalmazva.

Az összehasonlító elemzések során a Microsoft Office Excel programot; valamint az R 2.14.0 statisztikai környezetet (The R Development Core Team, 2011), azon belül a vegan programcsomagot (Oksanen és mtsai, 2011) használtam.

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1 *Moha propagulum bank elemzése*

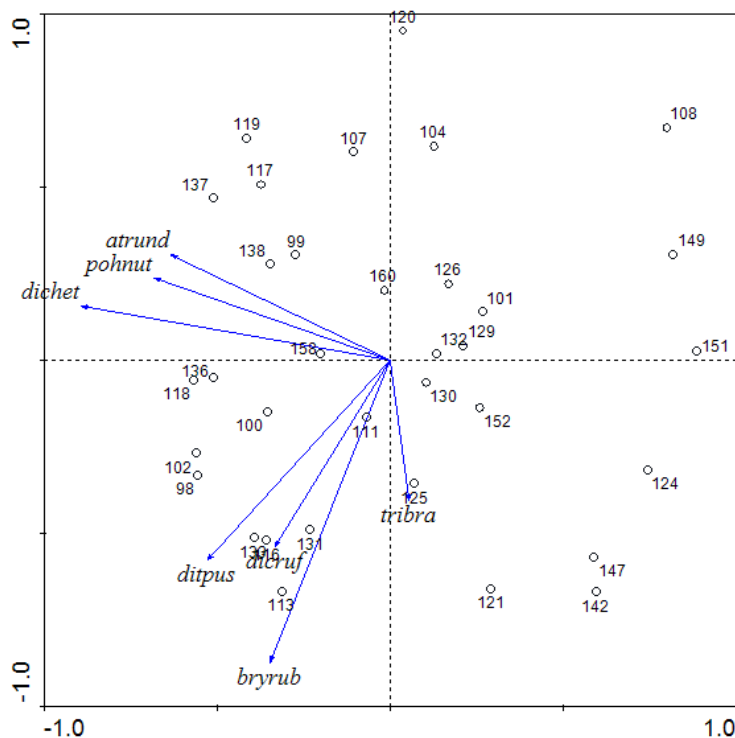
A moha propagulum bankban 13 faj összesen 7556 előfordulását határoztam meg (fajok bemutatása a II. függelékben található). A moharekordok 98%-át a *Ditrichum pusillum*, *Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans*, *Atrichum undulatum* és *Bryum rubens* alkotta (2. ábra).



2. ábra: A mohafajok relatív gyakoriságának százalékos megoszlása a diaszpóra bankban. Az egyéb fajok kategória az alábbi fajokat tartalmazza: *Brachythecium velutinum*, *Dicranella rufescens*, *Herzogiella seligeri*, *Philonotis arnelli*, *Physcomitrium pyriforme*, *Rhizomnium punctatum*, *Sphagnum spp.*, *Trichostomum brachydontium*. A fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.

A fajösszetétel és a mintaterületek indirekt ordinációs analízisének (PCA) eredményét az 3. ábra mutatja. A varianciának az első tengely a 43%-át, míg a második tengely a 22%-át magyarázta. A mintaterületek eloszlása a kapott PCA-n folytonos volt, nem mutatott csoportosulásokat. A fajok koordinátái alapján jól látható, hogy az első tengely pozitív oldalán elhelyezkedő mintaterületek propagulum bankja igen szegényes volt. Azokon a területeken, ahol jelentős propagulum bankkal találkoztam, a második tengely mentén két csoportot különítem el. Az egyikben leginkább az *Atrichum undulatum*, *Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans* volt a jellemző, míg a másikban a *Ditrachum pusillum*, *Bryum rubens* és *Dicranum rufescens* volt a domináns mohafaj.

A diaszpóra bank indirekt ordinációs vizsgálatának eredményeképpen tehát elmondhatom, hogy nagyon jól elkülöníthetők a mintaterületek a moha propagulum bank határozott jelenléte / hiánya (szegényesebb jelenléte) alapján.

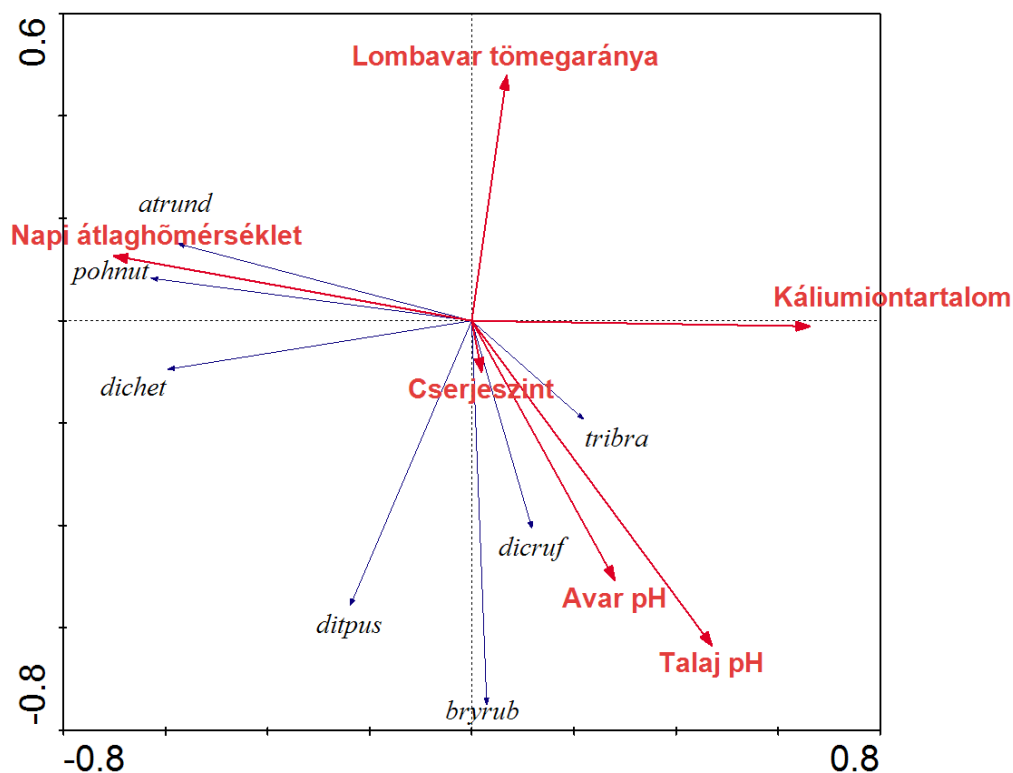


3. ábra: A propagulum bank fajainak és mintaterületeinek főkomponens elemzése (PCA) a fajok gyakoriság adatai alapján. A vízszintes tengely az első, a függőleges a második ordinációs tengely. A fajokat nyilak és kódok, a mintaterületeket körök és számok kódolják. A fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.

A fajok és a környezeti háttérváltozók közti összefüggést feltáró *redundancia-analízis* (RDA) eredménye a 1. táblázatban és a 4. ábrán látható. A manuális szelekció során a hőmérséklet, a talaj káliumtartalma, az avartömeg, a talaj és avar pH, valamint a cserjeszint denzitása bizonyult szignifikánsnak. A kapott kanonikus tengelyek az összvariancia 45%-át fedték le, melyből az első tengely a variancia 23%-át, míg a második tengely a variancia 15%-át magyarázta. Az RDA első tengelyét pozitív irányban a káliumtartalom, negatív irányban a napi átlaghőmérséklet határozta meg. A második tengelyt pozitív irányban a lombavar tömegaránya, negatív irányban pedig kisebb mértékben a cserjeszint, jelentősebben pedig az avar pH és a talaj pH szabta meg. Az *Atrichum undulatum*, *Pohlia nutans* és *Dicranella heteromalla* pozitívan korrelált a napi átlaghőmérséklettel, míg a káliumtartalommal negatívan függött össze. A lombavar tömegaránya negatívan, míg a talaj pH-ja, az avar pH-ja és a cserjeszint pozitívan befolyásolta a *Bryum rubens*, *Ditrichum pusillum*, *Dicranella rufescens* és a *Trichostomum brachydontium* mohafajok megjelenését.

| Változó neve          | Variancia (%) | p     |
|-----------------------|---------------|-------|
| Napi átlaghőmérséklet | 13            | 0,004 |
| Talaj pH              | 9             | 0,016 |
| Káliumtartalom        | 7             | 0,032 |
| Lombavar tömegaránya  | 6             | 0,026 |
| Avar pH               | 6             | 0,024 |
| Cserjeszint           | 5             | 0,038 |

1. táblázat: Redundancia-analízis eredménye. Az analízis során használt háttérváltozók neve, a modellben az általuk lefedett variancia százalékban kifejezve és a változók hatásának Monte-Carlo szimulációval kapott szignifikanciája. A változók leírását a I. függelék tartalmazza.



4. ábra: Redundancia-analízis eredménye. Az első (vízszintes) kanonikus tengely a variancia 23%-át, a második (függőleges) tengely 15%-át magyarázza. A fajokat kék nyilak és fekete kódok, a környezeti változókat piros nyilak és betűk mutatják. A változók leírását a I. függelék, a fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.

A redundancia-analízis eredménye alapján kijelenthetem, hogy az *Atrichum undulatum*, *Dicranella heteromalla* és *Pohlia nutans* az átlagnál melegebb, káliumtartalomban szegényebb, feltehetőleg nyíltabb, tápanyagszegényebb állományokban képez propagulum bankot. A *Bryum rubens*, *Ditrichum pusillum*, *Dicranella rufescens* és a

*Trichostomum brachydontium* pedig elsősorban a semlegesebb (kevésbé savanyú) talaj- és avarviszonyokkal jellemezhető erdők propagulum bankját alkotja. Azokban az erdőkben, ahol a lombavar tömegaránya nagy, ott nem találtam a talajban moha propagulumokat. Ezekben az erdőkben a talajszint mohái is hiányoznak, hiszen a felszíni mohavegetáció tömegességében és diverzitásában ez a tényező bizonyult a legfontosabb, negatív hatású változónak (Peintinger és Bergamini, 2006; Márialigeti és mtsai, 2009). A moha propagulum bank esetén a legbefolyásosabb háttérváltozók az imént említett lombavar tömegarányon kívül a propagulumok csírázását bizonyítottan meghatározó hőmérséklet, talaj káliumtartalma, valamint a talaj pH-ja (During, 1979; Schofield, 1985; Risse, 1987; During, 1997; Wiklund és Rydin, 2004; Caners és mtsai, 2009; Rydin, 2009). Caners és mtsai (2009) boreális elegyes és fenyves erdők diaspora bankjának redundancia-analízise során hasonló környezeti változók, a pH és káliumiontartalom meghatározó voltát írta le.

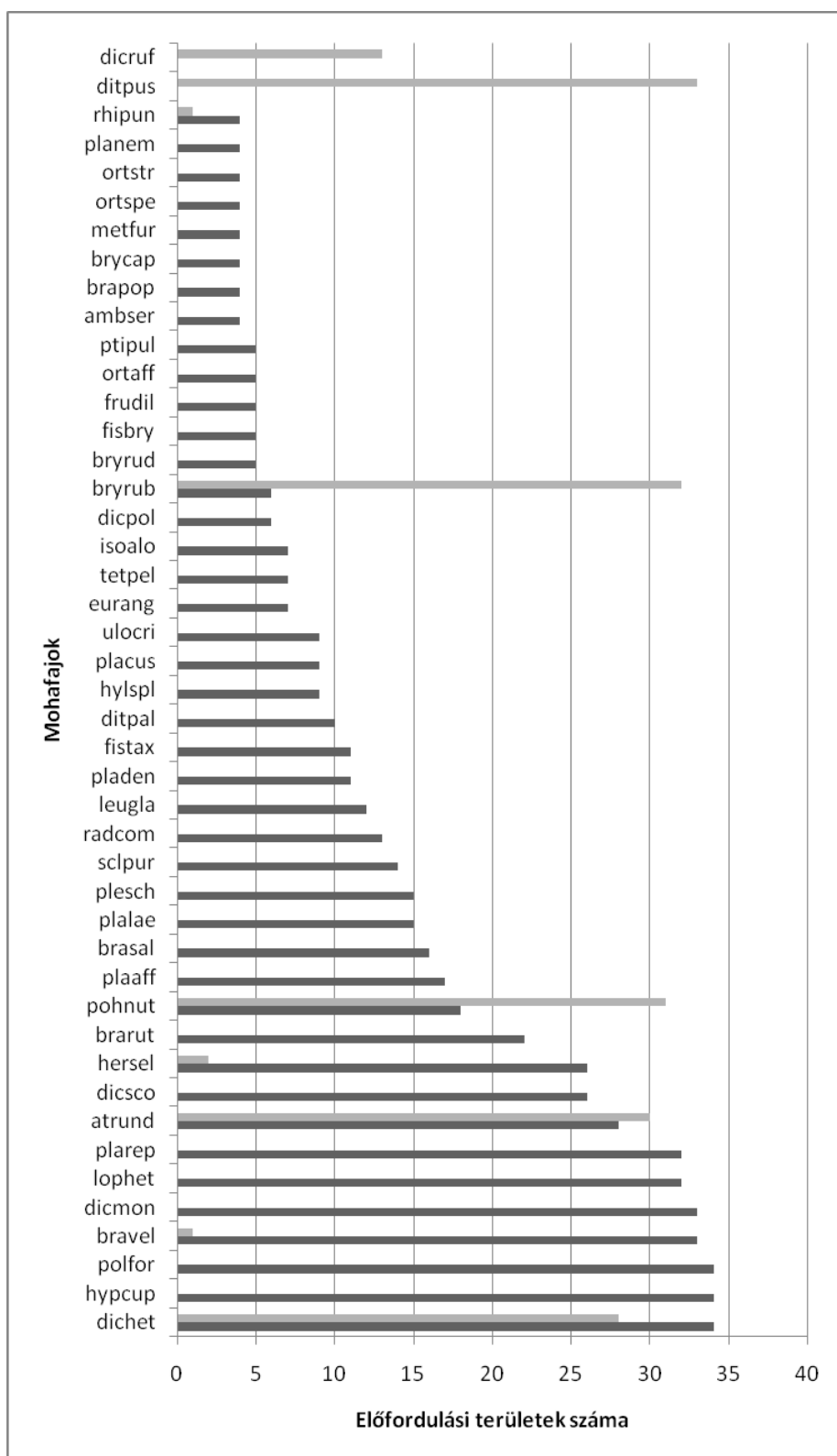
Márialigeti és mtsai (2009) az őrségi erdők felszíni mohavegetáció vizsgálata során a magas avarszint gátló hatása mellett kimutatta, hogy a fajösszetétel, a borítás és a diverzitás szempontjából igen jelentős a rendelkezésre álló szubsztrát (nyílt felszín, holtfák) szerepe. A talajlakó mohák fajgazdagságát jelentősen meghatározta a fafajok és állományok szerkezeti diverzitása (például a domináns fák mérete) és összetétele (például környező fenyőerdők, vagy tölgyesek elegyaránya). Az újulat denzitása és a fény heterogenitása ugyancsak növelte a felszíni mohák borítását (Márialigeti és mtsai, 2009). A diaspora bank eredményeit a talajlakó mohákkal összehasonlítva elmondhatom, hogy míg a felszíni mohavegetáció esetében az avarmennyeiség mellett jelentős szerepe van a faállomány összetételét (fafajok elegyarányai, elegyesség), valamint szerkezetét (cserjeszint, átmérő, egyedsűrűség, holtfa, záródás) jellemző változóknak, addig a propagulum bank összetételét elsősorban a közvetlen termőhelyi változók (talaj és avar jellemzők, mikroklima) határozzák meg.

#### **4.2 Diaspora bank és a felszíni vegetáció összehasonlítása**

Míg a moha propagulum bankban 13 faj fordult elő (ebből csak hét volt tömegesebb), addig ugyanezen területek felszíni mohavegetációját 70 moha alkotta (részletesebb fajismertetés a II. függelékben található). Vagyis a felszíni vegetációhoz képest a moha propagulum bank alacsonyabb diverzitást és nagyobb homogenitást mutatott.

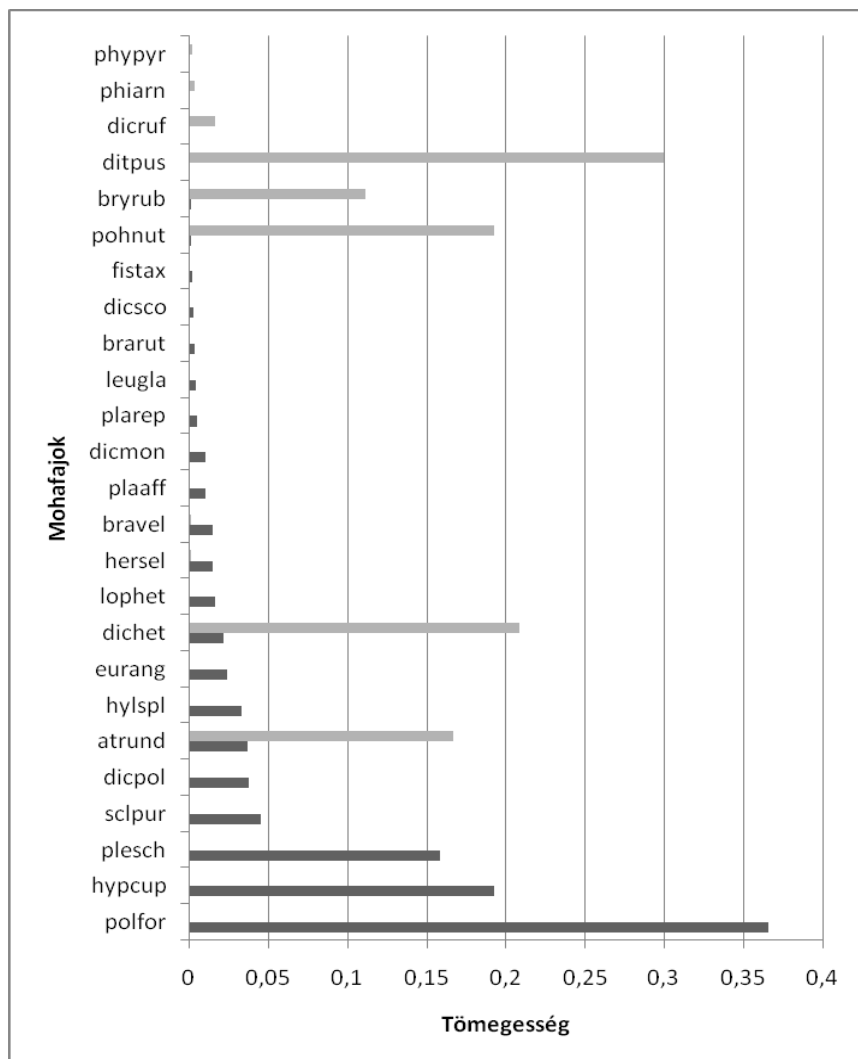
A propagulum bank és a talajlakó mohák **fajösszetételének összevetése** során mindkét közösség fajait az előfordulási területeik számának függvényében ábrázoltam (5. ábra). A

*Dicranella heteromalla*, a *Pohlia nutans* és az *Atrichum undulatum* mohafajok mind a propagulum bankban, mind a felszínen tömegesen megtalálhatók voltak. A *Bryum rubens* a propagulum bankban tömeges faj volt, míg a felszínen jóval kevésbé volt jelentős. A *Herzogiella seligeri*, *Brachythecium velutinum* és *Rhizomnium punctatum* mohafajok a felszínen jóval nagyobb arányban jelentek meg, mint a propagulum bankban. Az alábbi fajokat csak propagulum bankban figyeltem meg: *Ditrichum pussilum*, *Trichostomum brachydontium*, *Physcomitrium pyriforme*, *Philonotis arnelli*, *Dicranella rufescens* és *Sphagnum spp.* Azonban a felszínen megjelenő fajok többsége (63 faj) nem képzett propagulum bankot.



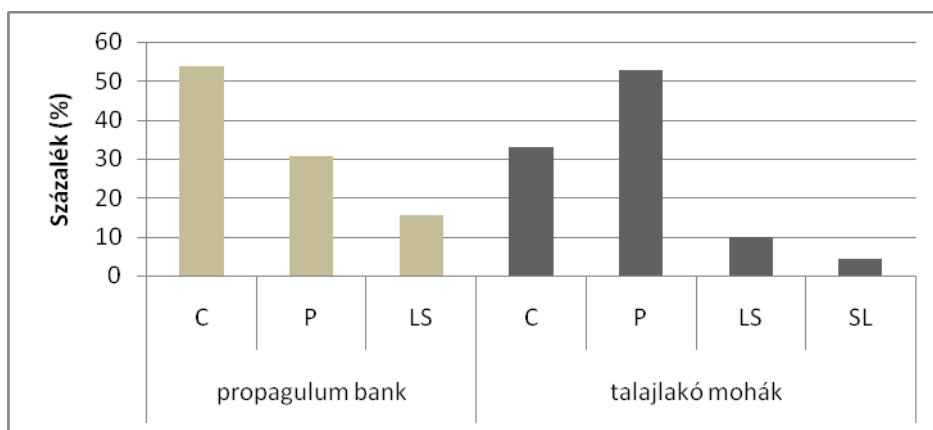
5. ábra: A különböző mohafajok gyakorisága a mintaterületeken. A világos szürkével a propagulum bankban meghatározott fajok, míg a sötét szürkével a talajlakó mohák fajok előfordulásainak számát ábrázoltuk. A fajok sorrendje (lentől felfelé) a felszíni mohavegetációban betöltött gyakorisága szerint csökken. A fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.

Az 6. ábrán a talajlakó és propagulum bankban meghatározott fajok **tömegességi viszonyainak** a relatív tömegességi értékeik alapján felrajzolt rang-abundancia görbéje látható. A felszíni fajok közül a *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum formosum* és *Hypnum cupressiforme*, míg a diaszpóra bankban a *Ditrichum pusillum*, *Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans*, *Atrichum undulatum* és *Bryum rubens* mohák voltak a dominánsak.



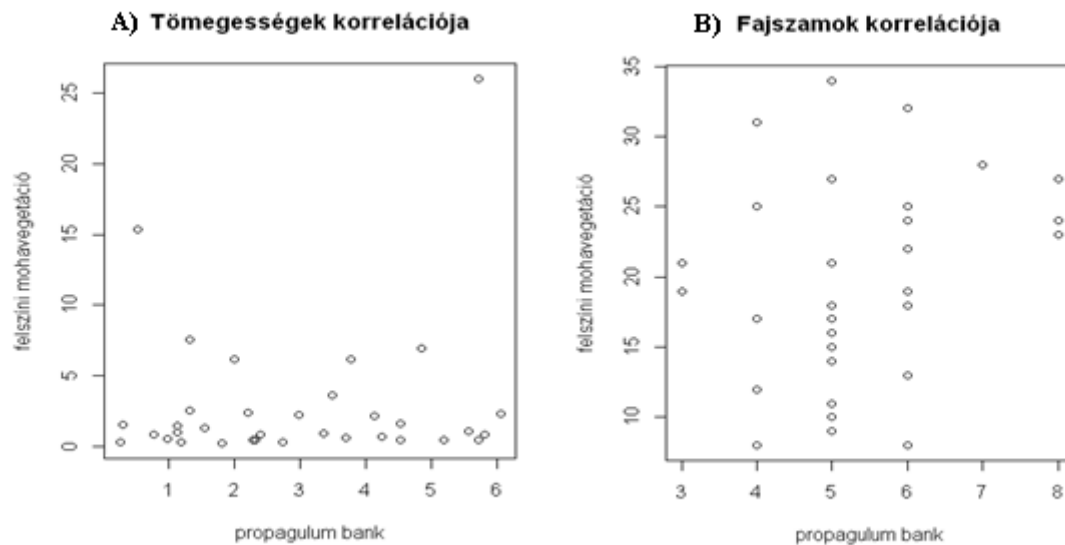
6. ábra: Propagulum bank (világos szürke) és felszíni mohavegetáció (sötét szürke) 0,001-nél nagyobb relatív tömegességű fajainak az összevetése. A relatív tömegesség a propagulum bank esetében a lokális frekvencia, a felszíni mohavegetáció esetében a borítás alapján készült. A fajok sorrendje (lentől felfelé) a felszíni mohavegetációban betöltött relatív tömegessége szerint csökken. A fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.{ábra x tengely: relatív tömegesség)

Az 7. ábrán a talajlakó és diaszpóra bank mohafajok **életmenet-stratégiáinak** összehasonlítása figyelhető meg. Az egyes mohák stratégiáit a II. függelékben mutatom be. A mindkét közösségben tömegesen előforduló fajok közül csak az *Atrichum undulatum* volt évelő faj, míg a másik két moha (*Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans*) kolonista volt. A propagulum bankban leggyakrabban előforduló *Bryum rubens* szintén kolonista mohafaj volt. A csak felszíni közösségben megtalálható gyakoribb fajok kivétel nélkül mind évelő és vándorló életmenetűek voltak. Ezzel szemben csak a diaszpóra bankban megjelenő fajok nagy része kolonista volt, kivéve a *Philonotis arnelli* (hosszú életű vándorló) és *Sphagnum spp.* (évelő) fajok.



7. ábra: Fajok életmenet-stratégiáinak eloszlása a felszíni és a propagulum bank mohaközössége esetében a fajkészlet alapján (tömegviszonyokat nem véve figyelembe). A vízszintes tengelyen az élőhely szerinti életmenet-stratégiák, míg a függőleges tengelyen az egyes stratégiák relatív gyakoriságának százalékos eloszlása figyelhető meg. Jelölések: C: kolonista, P: évelő, SL: rövid életű vándorló, LS: hosszú életű vándorló.

A diaszpóra bank és talajlakó mohák **tömegességének összefüggését** az alábbi 8.A ábra szemlélteti. A két változó között nem kaptam szignifikáns összefüggést ( $r = 0.127$ ,  $p = 0.472$ ,  $df = 32$ ). A diaszpóra bank és felszíni talajlakó mohák **fajszáma közötti összefüggés** (8.B ábra) nem bizonyult szignifikánsnak ( $r = 0.268$ ,  $p = 0.126$ ,  $df = 32$ ). A talajlakó mohák és a diaszpóra bank **faji összetétele** szintén nem mutatott szignifikáns összefüggést a Mantel-teszt alapján ( $r = 0.151$ ,  $p = 0.095$ ).



8. ábra: A diaspóra bank (vízszintes tengely) és a felszíni mohavegetáció (függőleges tengely) tömegessége (A) valamint fajszáma (B) közötti összefüggés ábrázolása.

A propagulum bank fajkészletét a felszíni mohavegetációval összehasonlítva látható, hogy igen eltérő fajösszetételt kaptam, a kevés faj jelent meg mindkét közösségben (*Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans*, *Atrichum undulatum*). A felszíni mohavegetáció és a diaspóra bank fajszáma, tömegessége és faji összetétele nem mutatott összefüggést. Ezek hátterében az eltérő környezeti igények mellett az egyes fajok életmenet-stratégiája áll. Vizsgálatom azt is alátámasztja, hogy a felszínen inkább az évelő, kiterjedt gyepeket képező mohafajok, míg a diaspóra bankban a rövid életű, acrocarp (rövid életű vándorló, kolonista és egyéves) mohák a meghatározóak (During, 1979; During és ter Horst, 1983; During és van Tooren, 1987; Jonsson, 1993; During, 1997; During, 2001; Kimmerer, 2005; Vanderpooren és Goffinet, 2009).

Összességében elmondhatom, hogy a felszíni mohavegetációt és a propagulum bankot teljesen más tényezők határozzák meg. A vizsgált közösségben a propagulum bank csak minimális szerepet játszik a felszíni mohavegetáció regenerációjában, túlélésében, ezért a moha diaspóra bankra vonatkozó eredmények kevésbé járulnak hozzá a vizsgált területek természetvédelmi kezelésének és erdőgazdálkodásának tervezéséhez. Vizsgálatomat azonban korán sem tartom lezártnak, kutatási eredményeim újabb kérdéseket vetnek fel. Vajon amennyiben

egy nem fásszárúak által dominált élőhely moha propagulum bankját és felszíni mohavegetációját vetném össze, akkor is ennyire eltérő eredményeket kapnék? Számos élőhelyen még nem, vagy eddig csak csekély számú moha diaszpóra bank vizsgálat történt (During, 1997; Hock és mtsai, 2004; Maciel-Silva és mtsai, 2012). A moha diaszpóra bank ismerete számos területen hiányos, azonban ökológiailag igen meghatározó szerepe miatt mindenképp javaslom jövőbeli kutatási célnak a felszíni mohavegetáció és a propagulum bank együttes vizsgálatát.

## 8. Összefoglaló

Kutatásom során különböző faállományú őrségi erdők moha propagulum bankját vizsgáltam, és vetettem össze ugyanazon területek felszíni mohavegetációjával. Arra kerestem a választ, hogy a vizsgált erdők jellemzői (fafaj-összetétel, szerkezet, mikroklíma, talaj és avarviszonyok, táji és történeti változók) milyen mértékben határozzák meg a moha diaszpóra bank tömegességét, faji-összetételét. Emellett összehasonlítottam a felszíni mohavegetáció és a propagulum bank fajgazdagságát, faji-összetételét és tömegviszonyait. A vizsgálat 34, változatos fafaj-összetételű, 70 évnél idősebb erdőállományban zajlott az Őrségi Nemzeti Park területén.

Eredményeim azt mutatják, hogy míg a felszíni mohavegetáció esetében az aljzatviszonyok, a faállomány összetétele és szerkezete a meghatározó, addig a moha propagulum bank összetételét és tömegességét leginkább a termőhelyi viszonyok (mikroklíma, avar- és talajváltozók) befolyásolják. A diaszpóra bank jelentősen eltért a felszíni mohavegetációtól: fajszáma alacsonyabb, dominánsak benne a rövid életű kolonista mohák, míg a felszíni mohavegetációt élő fajok uralják. Emiatt megállapítható, hogy az őrségi erdőkben a talajszint mohaközösségének regenerációjában, túlélésében a propagulum bank szerepe minimális.

## 9. Irodalomjegyzék

- Arcanum (2006). Digitized Maps of the Habsburg Empire. The Second Military Survey 1806–1869. DVD-Rom. *Arcanum Kft.*, Budapest.
- Caners R.T., Macdonald S.E., Belland R.J. (2009). Recolonization potential of bryophyte diaspore banks in harvested boreal mixed-wood forest. *Plant Ecology* 204. pp. 55-68.
- Czóbel Sz., Nagy J., Szerdahelyi T., Szirmai O. (2007). Növényföldrajz. In: Tuba Z., Szerdahelyi T., Engloner A., Nagy J. (szerk.) *Botanika III. Nemzeti Tankönyvkiadó*, Budapest. pp. 525-568.
- Csontos P. (2001). A természetes magbank kutatásának módszerei. *Scientia Kiadó*, Budapest. 4. pp. 11-72.
- During H.J. (1979). Life strategies of Bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia* 5 pp. 2-18.
- During H.J., ter Horst B. (1983). The diaspore bank of bryophytes and ferns in chalk grassland. *Lindbergia* 9. pp. 57-64.
- During H.J., Brugués M., Cros R.M., Lloret F. (1987). The diaspore bank of bryophytes and ferns in the soil in some contrasting habitats around Barcelona, Spain. *Lindbergia* 13. pp. 137-149.
- During H.J., van Tooren B.F. (1987). Recent developments in bryophyte population ecology. *Tree* 2 (4). pp. 89-93.
- During H.J. (1995). Population regulation in tuber-bearing mosses: a simulation model. *Lindbergia* 20. pp. 26-34.
- During H.J. (1997). Bryophyte diaspore banks. *Advances in Bryology* 6. pp. 103-134.
- During H.J. (2001). Diaspore banks. *The Bryologist* 104 (1). pp. 92-97.
- Erzberger P., Papp B. (2004). Annotated checklist of hungarian bryophytes. *Studia bot. hung.* 35. pp. 91-149.
- Hock Zs., Szövényi P., Tóth Z. (2004). Seasonal variation in the bryophyte diaspore bank of open grasslands on dolomite rock. *Journal of Bryology* 26. pp. 285-292.
- Hock Zs., Szövényi P., Schneller J.J., Tóth Z., Urmi E. (2008). Bryophyte diaspore bank: a genetic memory? Genetic structure and genetic diversity of surface populations and diaspore bank in the liverwort *Mannia fragrans* (Aytoniaceae). *American Journal of Botany* 95(5). pp. 542-548.

- Gyöngyössy P. (2008). „Gyántásország” Történeti adatok az őrségi erdők erdészeti és természetvédelmi értékeléséhez. Tanulmány, *Kerekerdő Alapítvány* Szombathely. 110 p.
- Jonsson B.G. (1993). The bryophyte diaspore bank and its role after small-scale disturbance in a boreal forest. *Journal of Vegetation Science* 4. pp. 819-826.
- Juhász P., Bidló A., Ódor P., Heil B., Kovács G. (2011). Őrségi erdőtalajok széntartalmi vizsgálata. *Talajvédelem*. Talajvédelmi Alapítvány lektorált különszáma, Szeged. pp. 377–382.
- Kimmerer R.W. (2005). Patterns of dispersal and establishment of bryophytes colonizing natural and experimental treefall mounds in northern hardwood forests. *The Bryologist* 108 (3). pp. 391-401.
- Király I., Ódor P. (2010). The effect of stand structure and tree species composition on epiphytic bryophytes in mixed deciduous-coniferous forests of Western Hungary. *Biological Conservation* 143. pp. 2063-2069.
- Király I., Nascimbene J., Tinya F., Ódor P. (2013). Factors influencing epiphytic bryophyte and lichen species richness at different spatial scales in managed temperate forests. *Biodivers Conserv* 22. pp. 209-223.
- Legendre P., Legendre L. (1998). Numerical ecology. *Elsevier*. Amsterdam. 870 p.
- Lepš J., Šmilauer P. (2003). Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. *Cambridge University Press*, Cambridge. 269 p.
- Lloret F. (1994). Gap colonization by mosses on a forest floor: an experimental approach. *Lindbergia* 19. pp. 122-128.
- Maciel-Silva A.S., Válio I.F.M., Rydin H. (2012). Diaspore bank of bryophytes in tropical rain forests: the importance of breeding system, phylum and microhabitat. *Oecologia* 168. pp. 321-333.
- Márialigeti S., Németh B., Tinya F., Ódor P. (2009). The effects of stand structure on ground-floor bryophyte assemblages in temperate mixed forests. *Biodivers Conserv* 18. pp. 2223-2241.
- Ódor P., Szurdoki E., Tóth Z. (1996). Újabb adatok a Vendvidék mohaflórájához. *Botanikai Közlemények* 83 (1-2). pp. 97-108.
- Ódor P., Szurdoki E., Tóth Z. (2002). Az Őrségi és a Vendvidék főbb élőhelyeinek mohavegetációja és flórája. *Kanitzia* 10. pp. 15-60.
- Ódor P., Tinya F., Márialigeti S., Mag Zs., Király I. (2011). A faállomány és különböző erdei élőlénycsoportok kapcsolata az őrségi erdőkben. *Erdészeti Lapok* 145 (1). pp. 23–28.

- Ódor P., Király I., Tinya F., Bortignon F., Nascimbene J. (2013). Patterns and drivers of species composition of epiphytic bryophytes and lichens in managed temperate forests. *Forest Ecology and Management* 306. pp. 256-265.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L., Solymos P., Henry M., Stevens H., Wagner H. (2011). *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-1. Available at: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Orbán S., Vajda L. (1983). Magyarország mohafldrájának kézikönyve. *Akadémiai Kiadó*, Budapest. 518 p.
- Orbán S. (1984). Magyarországi mohák stratégiái és T.W.R értékei. *Separatum Acta Academiae Paedagogicae Agriensis-Nova Series Tom XVII*. pp.755-765.
- Peintinger M., Bergamini A. (2006). Community structure and diversity of bryophytes and vascular plants in abandoned fen meadows. *Plant Ecology* 185 (1). pp. 1-17.
- Pócs T., Domonkos-Nagy É., Pócs-Gelencsér I., Vida G. (1958). Vegetationstudien im Őrség. *Akadémiai Kiadó*, Budapest. 124 p.
- Pócs T. (2000). Növényföldrajz. In: Hortobágyi T., Simon T. (szerk.): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. *Nemzeti Tankönyvkiadó*, Budapest. pp. 27-168.
- Podani J. (1997). Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelseibe. *Scientia kiadó*, Budapest. 412 p.
- Reiczigel J., Harnos A., Solymosi N. (2007). Biostatisztika nem statisztikusoknak. *Pars Kft.*, Nagykovácsi. 455 p.
- Risse S. (1987). Rhizoid gemmae in mosses. *Lindberia* 13. pp. 111-126.
- Rydgren K., Økland R.H., Hestmark G. (2004). Disturbance severity and community resilience in a boreal forest. *Ecology* 85 (7). pp. 1906-1915.
- Rydin H. (2009). Population and community ecology of bryophytes. In: Shaw A.J., Goffinet B.: Bryophyte biology. *Cambridge University Press*, Cambridge. 10. pp. 393-444.
- Schofield W.B. (1985). Introduction to bryology. *Macmillan Publishing Company*, New York. 23. pp. 290-308.
- Siller I., Kutszegi G., Takács K., Varga T., Merényi Zs., Turcsányi G., Ódor P., Dima B. (2013). Sixty-one macrofungi species new to Hungary in Őrség National Park. *Mycosphere* 4 (5) pp. 871-924.
- Smith A.J.E. (2004). The moss flora of Britain and Ireland. *Cambridge University Press*, Cambridge. 998 p.

- Sundberg S., Rydin H. (2000). Experimental evidence for a persistent spore bank in *Sphagnum*. *New Phytologist* 148. pp. 105-116.
- Ter Braak C.J.F., Šmilauer P. (2002). CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, NY, USA ([www.canoco.com](http://www.canoco.com)): Microcomputer Power.
- The R Development Core Team. (2011). R. 2.14.0. A language and environment. [www.r-project.org](http://www.r-project.org).
- Tímár G., Ódor P., Bodoncz L. (2002). Az Őrségi és a Vendvidék erdeinek jellemzése. *Kanitzia* 10. pp. 109-135.
- Tinya F., Márialigeti S., Király I., Németh B., Ódor P. (2009). The effect of light conditions on herbs, bryophytes and seedlings of temperate mixed forest in Őrség, Western Hungary. *Plant Ecol* 204. pp. 69-81.
- Vanderpoorten A., Goffinet B. (2009). Introduction to bryophytes. *Cambridge University Press*, Cambridge. 7. pp. 153-184.
- Van Tooren B.F., Odé B., During H.J., Bobbink R. (1990). Regeneration of species richness in the bryophyte layer of Dutch chalk grasslands. *Lindbergia* 16. pp. 153-160.
- Wiklund K., Rydin H. (2004). Ecophysiological constraints on spore establishment in bryophytes. *Functional Ecology*. 18. pp. 907-913.
- Zander R.H., During H.J. (1999). Neophoenix (Pottiaceae), a new African moss genus found through soil diaspore bank analysis. *Taxon* 48 (4). pp. 657-662.

## **10. Köszönetnyilvánítás**

Elsősorban témavezetőmnek, dr. Ódor Péternek szeretném megköszönni a türelmét és a sok segítségét. Márialigeti Sárának is köszönettel tartozom, hogy adatait, kutatási eredményeit rendelkezésemre bocsátotta. Szeretném megköszönni továbbá Hock Zsófiának a módszertani segítségét, valamint az ŐRS-ERDŐ projekt többi résztvevőjének a háttérváltozók adatok felvételét, rendelkezésemre bocsátását. Ezenkívül családomnak is köszönöm a szüntelen támogatást.

A vizsgálatot az OTKA (K79158) és az Őrségi Nemzeti Park Igazgatósága támogatta.

## 11. Függelék

### *I. függelék: Potenciális háttérváltozók a vizsgálatban.*

#### **Fafaj-összetétel**

Térképezett fafajok száma

Térképezett fafajok diverzitása

Térképezett fafajok relatív térfogata (bükk, gyertyán, tölgy, erdeifenyő, lucfenyő, elegyfajfajok)

#### **Faállomány szerkezete**

Térképezett fák méretbeli eloszlása (átlag, DBH diverzitása és variációs koefficiense)

Újulat denzitása (db/ha)

Faanyag mennyisége ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )

Holtfa mennyisége (külön fekvő és álló holtfa,  $\text{m}^3/\text{ha}$ )

#### **Aljzat viszonyok**

Ásványi talaj, avar és holtfa borítása ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )

#### **Avar jellemzői**

Tüavar/lombavar/bomlott avar aránya

Avar tömege (vastagsága) (30x30 cm felületről)

#### **Fényviszonyok**

Relatív diffúz fény (átlaga, variációs koefficiense)

#### **Táji környezeti változók**

Táji elemek borítási aránya

#### **Tájhasználati változók**

Mintaterületek körzetének művelési aránya 1853-ban

( $r=300$  m) (erdők, rétek, szántók)

Mintaterületek művelése 1853-ban (erdők, rétek, szántók)

#### **Termőhely (feltalaj) jellemzői**

Avar viszonyok (pH, tömeg, összetétel, szén- és nitrogéntartalom)

Talaj viszonyok (pH, savasság, szerkezet, szén-, nitrogén-, foszfor- és káliumtartalom)

**Mikroklíma**

Páratartalom (átlag és variáció)

Hőmérséklet (átlag és variáció)

II. **függelék:** Az alábbi táblázat a felszíni mohavegetáció valamint a propagulum bank fajainak neveit; az elemzésben szereplő hatbetűs kódjait tartalmazza. A táblázatban megtalálható a vizsgált faj életmenet-stratégiája (C: kolonista, P: évelő, LS: hosszú életű vándorló, SL: rövid életű vándorló); gyakorisága (a faj hány mintaterületen volt jelen a 34-ből); és relatív tömegessége. A felszíni mohák esetén ez relatív borítás (faj borítása osztva az összborítással), a propagulum banknál relatív lokális frekvencia (a faj lokális frekvenciája osztva az összes faj lokális frekvenciájának összegével).

| Kód    | Összesített fajlista    | Stratégia | Felszíni mohavegetáció |                 | Propagulum bank |                            |
|--------|-------------------------|-----------|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
|        |                         |           | Gyakoriság             | Relatív borítás | Gyakoriság      | Relatív lokális frekvencia |
| ambrip | Amblystegium riparium   | P         | 1                      | 1,31E-06        | 0               | 0                          |
| ambser | Amblystegium serpens    | P         | 4                      | 0,000265        | 0               | 0                          |
| anoatt | Anomodon attenuatus     | P         | 2                      | 3,96E-05        | 0               | 0                          |
| atrund | Atrichum undulatum      | P         | 28                     | 0,036786        | 30              | 0,166358                   |
| brapop | Brachytecium populeum   | P         | 4                      | 0,000138        | 0               | 0                          |
| brarut | Brachytecium rutabulum  | P         | 22                     | 0,003393        | 0               | 0                          |
| brasal | Brachytecium salebrosum | P         | 16                     | 0,000641        | 0               | 0                          |
| bravel | Brachythecium velutinum | P         | 33                     | 0,014193        | 1               | 0,000265                   |
| brycap | Bryum capillare         | C         | 4                      | 0,000158        | 0               | 0                          |
| bryrub | Bryum rubens            | C         | 6                      | 9,60E-05        | 32              | 0,111302                   |
| bryrud | Bryum rudelare          | C         | 5                      | 3,69E-05        | 0               | 0                          |
| buxaph | Buxbaumia aphylla       | C         | 1                      | 1,31E-05        | 0               | 0                          |
| calfis | Calypogeia fissa        | C         | 3                      | 9,23E-05        | 0               | 0                          |
| caltri | Calypogeia trichomanis  | C         | 1                      | 6,57E-06        | 0               | 0                          |
| cepbic | Cephalozia bicuspidata  | C         | 1                      | 3,94E-05        | 0               | 0                          |
| cerpur | Ceratodon purpureus     | C         | 1                      | 1,31E-07        | 0               | 0                          |
| dichet | Dicranella heteromalla  | C         | 34                     | 0,021076        | 28              | 0,208047                   |

|        |                            |    |    |          |    |          |
|--------|----------------------------|----|----|----------|----|----------|
| dicmon | Dicranum montanum          | P  | 33 | 0,009612 | 0  | 0        |
| dicpol | Dicranum polysetum         | P  | 6  | 0,037084 | 0  | 0        |
| dicruf | Dicranella rufescens       | C  | 0  | 0        | 13 | 0,015881 |
| dictau | Dicranum tauricum          | C  | 1  | 4,08E-06 | 0  | 0        |
| dicSCO | Dicranum scoparium         | P  | 26 | 0,001984 | 0  | 0        |
| dipfol | Diphyscium foliosum        | C  | 1  | 1,31E-05 | 0  | 0        |
| ditpal | Ditrichum pallidum         | C  | 10 | 5,48E-05 | 0  | 0        |
| ditpus | Ditrichum pusillum         | C  | 0  | 0        | 33 | 0,299894 |
| eurang | Eurhynchium angustirete    | P  | 7  | 0,023464 | 0  | 0        |
| eurhia | Eurhynchium hians          | P  | 3  | 0,000486 | 0  | 0        |
| eursch | Eurhynchium schleicheri    | P  | 1  | 6,57E-06 | 0  | 0        |
| fisbry | Fissidens bryoides         | C  | 5  | 0,0003   | 0  | 0        |
| fistax | Fissidens taxifolius       | C  | 11 | 0,001448 | 0  | 0        |
| frudil | Frullania dilatata         | C  | 5  | 0,000118 | 0  | 0        |
| hersel | Herzogiella seligeri       | P  | 26 | 0,014316 | 2  | 0,000265 |
| homtri | Homalia trichomanoides     | P  | 3  | 3,15E-05 | 0  | 0        |
| hylspl | Hylocomium splendens       | P  | 9  | 0,032872 | 0  | 0        |
| hycup  | Hypnum cupressiforme       | P  | 34 | 0,192126 | 0  | 0        |
| isoalo | Isoetecium alopecuroides   | P  | 7  | 0,000631 | 0  | 0        |
| leprep | Lepidozia reptans          | P  | 2  | 2,76E-05 | 0  | 0        |
| leugla | Leucobryum glaucum         | P  | 12 | 0,003466 | 0  | 0        |
| lophet | Lophocolea heterophylla    | P  | 32 | 0,015768 | 0  | 0        |
| metfur | Metzgeria furcata          | C  | 4  | 0,000184 | 0  | 0        |
| nowcur | Nowellia curvifolia        | C  | 3  | 0,000572 | 0  | 0        |
| ortaff | Orthotrichum affine        | C  | 5  | 1,21E-05 | 0  | 0        |
| ortspe | Ortotrichum speciosum      | LS | 4  | 0,000167 | 0  | 0        |
| ortstr | Orthotrichum stramineum    | C  | 4  | 5,27E-05 | 0  | 0        |
| parlon | Paraleucobryum longifolium | P  | 2  | 3,96E-05 | 0  | 0        |
| phiarn | Philonotis arnelli         | LS | 0  | 0        | 3  | 0,003044 |
| phypyr | Physcomitrium pyriforme    | C  | 0  | 0        | 2  | 0,001191 |
| plaaff | Plagiomnium affine         | LS | 17 | 0,009739 | 0  | 0        |
| placav | Plagiothecium cavifolium   | P  | 3  | 0,000401 | 0  | 0        |

|        |                            |    |    |          |    |          |
|--------|----------------------------|----|----|----------|----|----------|
| placus | Plagiomnium cuspidatum     | LS | 9  | 0,000812 | 0  | 0        |
| pladen | Plagiothecium denticulatum | P  | 11 | 0,000349 | 0  | 0        |
| plalae | Plagiothecium laetum       | P  | 15 | 0,000759 | 0  | 0        |
| planem | Plagiothecium nemorale     | P  | 4  | 0,000728 | 0  | 0        |
| plarep | Platygyrium repens         | C  | 32 | 0,004698 | 0  | 0        |
| plasub | Platydictia subtilis       | P  | 1  | 1,31E-06 | 0  | 0        |
| plasuc | Plagiothecium succulentum  | P  | 2  | 7,89E-06 | 0  | 0        |
| plaund | Plagiomnium undulatum      | P  | 1  | 3,94E-05 | 0  | 0        |
| plesch | Pleurozium schreberi       | P  | 15 | 0,157856 | 0  | 0        |
| plesub | Pleuroidium subulatum      | SL | 3  | 0,000103 | 0  | 0        |
| pohnut | Pohlia nutans              | C  | 18 | 0,000639 | 31 | 0,192165 |
| polfor | Polytrichum formosum       | P  | 34 | 0,365517 | 0  | 0        |
| poljun | Polytrichum juniperinum    | P  | 2  | 0,000475 | 0  | 0        |
| ptipul | Ptilidium pulcherrimum     | LS | 5  | 7,90E-05 | 0  | 0        |
| radcom | Radula complanata          | LS | 13 | 0,000281 | 0  | 0        |
| rihpun | Rhizomnium punctatum       | LS | 4  | 1,98E-05 | 1  | 0,000132 |
| rhysqu | Rhytidiadelphus squarrosus | P  | 1  | 6,57E-06 | 0  | 0        |
| rhytri | Rhytidiadelphus triquetrus | P  | 1  | 1,31E-06 | 0  | 0        |
| scanem | Scapania nemorea           | C  | 3  | 3,42E-05 | 0  | 0        |
| sclpur | Scleropodium purum         | P  | 14 | 0,044751 | 0  | 0        |
| sphspp | Sphagnum spp.              | P  | 0  | 0        | 2  | 0,000529 |
| tetpel | Tetraphis pellucida        | C  | 7  | 0,000405 | 0  | 0        |
| thudel | Thuidium delicatulum       | P  | 3  | 0,00031  | 0  | 0        |
| tribra | Trichostomum brachydontium | C  | 0  | 0        | 4  | 0,000926 |
| ulocri | Ulota crispa               | LS | 9  | 0,000166 | 0  | 0        |
| weibra | Weissia brachycarpa        | SL | 1  | 1,31E-06 | 0  | 0        |
| weirut | Weissia rutilans           | SL | 1  | 1,31E-06 | 0  | 0        |

## 12. Tételes szerzői hozzájárulás

Alulírott Kövendi-Jakó Anna a dolgozatban leírt munkafolyamatok közül:

- a moha propagulum bank terepi mintavételét és csíráztatását
- a csírázott anyag laboratóriumi mintavételét és határozását
- az adatok feldolgozását
- a felszíni mohavegetációval történő összehasonlítást
- az irodalmazást
- a dolgozat megírását

önállóan végeztem el.

Természetesen minden munkafázisban támaszkodhattam a témavezetőm segítségére. A direkt ordináció során használt háttérváltozókat témavezetőm bocsátotta rendelkezésemre, a felszíni mohavegetációra vonatkozó adatokat Márialigeti Sára gyűjtötte.

Budapest, 2014.04.29.



aláírás