

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

Diplomamunka  
Biológusmesterszak  
Ökológia, evolúció- és konzervációbiológiai szakirány

készítette:  
**KÖVENDI-JAKÓ ANNA**

témavezető:  
DR. ÓDOR PÉTER, tudományos főmunkatárs  
MTA ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet

belső konzulens:  
DR. PODANI JÁNOS, tanszékvezető  
Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR  
BIOLÓGIAI INTÉZET



Budapest, 2014

## Tartalom

1.	Bevezetés és célkitűzés .....	2
2.	Irodalmi áttekintés.....	4
2.1	A moha propagulum bank bemutatása .....	4
2.1.1	A moha diaspora bank fogalma .....	4
2.1.2	A propagulum bank komponenseinek bemutatása .....	4
2.1.3	A moha propagulum bank ökológiai szerepe .....	9
2.1.4	Dormancia és szezonális .....	13
2.1.5	Diaspora bank kutatási módszerei és kísérletes vizsgálata.....	14
2.1.6	A magbank és a moha propagulum bank összehasonlítása .....	15
2.2	A felszíni mohavegetációt meghatározó környezeti tényezők .....	17
3.	Anyag és módszer .....	21
3.1	Kutatási terület bemutatása.....	21
3.2	Adatgyűjtés .....	23
3.3	Adatelemzés.....	26
3.3.1	Moha propagulum bank elemzése .....	26
3.3.2	Diaspora bank és a felszíni vegetáció összehasonlítása.....	27
4.	Eredmények.....	28
4.1	Moha propagulum bank elemzése .....	28
4.2	Diaspora bank és a felszíni vegetáció összehasonlítása .....	31
5.	Diszkusszió.....	36
6.	Összefoglalás.....	41
7.	Abstract .....	42
8.	Felhasznált irodalom .....	43
9.	Köszönetnyilvánítás .....	49
10.	Függelék.....	50
11.	Nyilatkozat .....	54

# 1. Bevezetés és célkitűzés

A moha propagulum bank vizsgálata az edényes növények magbankjával (Csontos, 2001) szemben jóval kevésbé kutatott terület (During, 1997). Az edényes növények magbankjának leginkább szexuális úton létrejövő terjesztőképleteivel szemben a mohák propagulum bankja leginkább aszexuális propagulumokból áll (gemmak, rhizoidgemmak, hajtásfragmentumok) (During, 1997; Söderström és Herben, 1997; During, 2001). Ökológiai szerepe igen jelentős, legfontosabb feladata biztosítani a mohanövények túlélését a kedvezőtlen időszakok, bolygatások esetén; a mohák regenerációja és kolonizációja; a fajgazdagság megőrzése és a populáció méreteinek szabályozása (During és ter Horst, 1987; Jonsson és Esseen, 1990; van Tooren és mtsai, 1990; Jonsson, 1993; Lloret, 1994; During, 1995; During, 1997; Ross-Davis és Frego, 2004; Hock és mtsai, 2004; Rydgren és mtsai, 2004; Caners és mtsai, 2009; Hock és mtsai, 2008; Vanderpoorten és Goffinet, 2009; Smith, 2013). Az eddigi irodalmi adatok alapján azonban csekély azoknak a kutatásoknak a száma, mely együttesen vizsgálja és veti össze ugyanannak a területnek a felszíni mohavegetációját, valamint a talajban található diaspora bankját (During és ter Horst, 1983; During, és mtsai, 1987; Rydgren és Hestmark, 1997; Hock és mtsai, 2004; Szűcs, 2013). Általánosan annyi mondható el e két közösségről, hogy a moha propagulum bankban főképpen acrocarp, rövid életű (kolonista, egyéves, vándorló) fajok találhatók meg, míg a felszínen többnyire domináns, pleurocarp évelő fajok a diaspora bankban ritkán fordulnak elő (During, 1979; During és ter Horst, 1983; During és van Tooren, 1987; Jonsson, 1993; During, 1997; Rydgren és Hestmark, 1997; During, 2001; Kimmerer, 2005; Vanderpoorten és Goffinet, 2009).

Vizsgálatom egy széleskörű projekt része, mely különböző erdei élőlénycsoportok faji és funkcionális diverzitását és összetételét meghatározó legfontosabb környezeti tényezőket tárja fel 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 talajlakó mohák (Márialigeti és mtsai, 2009), a kéreglakó mohák és zuzmók (Király és Ódor 2010; Nascimbene és mtsai, 2012; Király és mtsai, 2013; Ódor és mtsai, 2013), a gombák (Siller és mtsai, 2013), és az általam vizsgált moha propagulum bank. A kutatásban résztvevő 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 diaspora 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 diaspora bankban meghatározott fajösszetételt, fajszámot, tömegességet, valamint életmenet-stratégiákat vetem össze a felszíni mohavegetáció vizsgálata során kapott eredményekkel. Ebben az esetben is jelentős különbséget várok a két vizsgált közösség esetében az előbb említett szempontok kutatása során.

A szakdolgozat bevezetőjét követően az irodalmi áttekintésben elsősorban a moha propagulum bank fogalmát, jelentőségét, alkotó képleteit, kísérletes vizsgálatát, magbankkal történő összevetését mutatom be; majd másodsorban röviden kitérek a felszíni mohákat meghatározó jelentősebb környezeti tényezőkre. A következő fejezetben ismertetem a vizsgált területemet, a kutatás során végzett adatgyűjtés és adatfeldolgozás folyamatát. A vizsgálatom eredményeinek bemutatását követően dolgozatomat kutatásom eredményeimnek megvitatásával, főbb következtetések levonásával zárom.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1 A moha propagulum bank bemutatása

#### 2.1.1 A moha diaszpóra bank fogalma

During (2001) megfogalmazása alapján a propagulum bank (diaszpóra bank) a talaj dormans, kicsírázatlan, de életképes spórákat és/vagy ivartalan propagulumokat (képleteket) tartalmazó része. Hasonló struktúrák felfedezhetőek a páfrányoknál (During és ter Horst, 1983; During és mtsai, 1987; During, 1997), az edényeseknél (magbank, Csontos, 2001), a Dinoflagellata (páncélos ostoros) algáknál, valamint a Copepodáknál (evezőslábú rákoknál) (During, 2001). A propagulum bank létezését először a *Physcomitrium sphaericum* faj időszakos előfordulásának vizsgálata során vetették fel. Az utóbbi időben a propagulum bank fokozott kutatása a természetvédelemre, életmenet-elemzésekre és a populációgenetikára is kihatott (During, 2001). A diaszpóra bank növekvő figyelmet kapott a természetvédelemben és az élőhely restaurációban, beleértve a degradált területek természetes potenciáljának javításában való jelentős szerepét is, ugyanis a mohafajok jól indikálják az élőhelyek természeti állapotának változását, és meghatározóak lehetnek a regenerációban (Schofield, 1985; During, 2001).

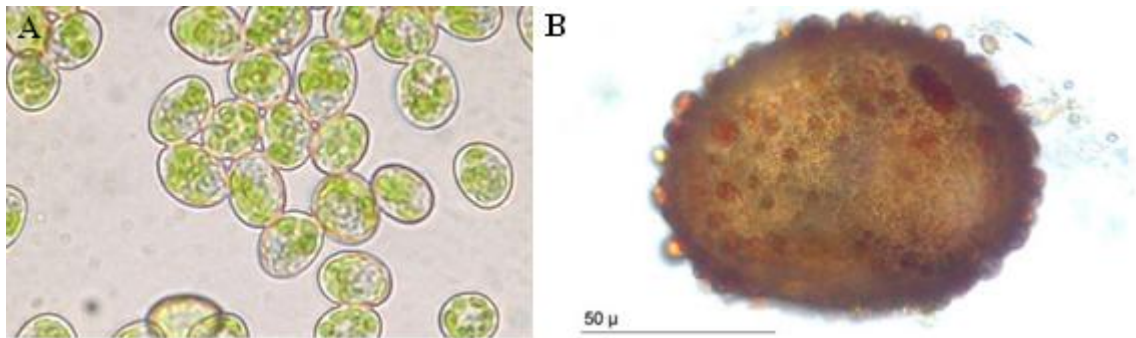
#### 2.1.2 A propagulum bank komponenseinek bemutatása

A moháknál a populáció fenntartásában és terjedésében az ivaros szaporodás mellett legalább ennyire fontosnak mondhatóak az aszexuális szaporodási módok (During és van Tooren, 1987; During, 1979). A legtöbb fajnál elengedhetetlen mindkét szaporodási forma alkalmazása (During, 1979; Longton, 1997). Sok esetben megfigyelhető a szexuális és aszexuális szaporodás közötti csereviszony (During, 1979). Néhány faj, mint például a *Bryum bicolor* esetében a kétféle szaporodásnak érdekes kombinációját fedezhetjük fel: az első évben csak ivartalan úton, vegetatív gemmákkal szaporodik, majd az azt követő évben a hajtásokon a gemmaképzés leáll, kifejlődik a sporofiton, és ezután a növény csak ivaroson szaporodik tovább (During, 1979; Longton, 1997). Vannak olyan mohák is, ahol csak az egyik szaporodási forma a domináns, így az látja el mindkét funkciót (Schofield, 1985; Laaka-Lindberg, 1999). Bizonyos fajoknál, amelynek a sporofitonja ismeretlen, a mohanövény feltételezhetően csupán ivartalan szaporodással képes önmagát fenntartani (During, 1979; Longton, 1997). A mohanövény fejlődése során aszexuális szaporodással jóval hamarabb találkozhatunk, mivel a gametofitonon a vegetatív szaporítóképletek a spóráknál hamarabb

keletkeznek, ezért az ivartalan szaporodásának kezdetben nagyobb jelentősége van, mint az ivaros reprodukciónak (During, 1979; Longton, 1997). A szexuális reprodukciónál az első szaporodás időtartamát a spóra, protonéma, gametofiton, első sporofiton állapotok hossza határozza meg. Az ivarszervek képződése a gametofitonon megtörténhet még a csírázás vegetációs időszakában (egyéves fajok), illetve évekkal később is (évelő mohák) (During, 1979). A *Tetraphis pellucida* faj esetében fiatal állapotban, alacsony denzitás esetén a vegetatív szaporodás, míg idősebb, nagyobb denzitású gyepekben a sporofiton képzés a meghatározó (During, 1979; Kimmerer, 1991a; Longton, 1997; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Ezzel szemben például a *Lophozia silvicola* májmoha esetében a hajtás-denzitástól független a gemmatermelés (Laaka-Lindberg, 1999).

#### 2.1.2.1 Ivaros képletek

A szexuális reprodukció fő szaporítóképlete a spóra (1. ábra), melynek száma és mérete jelentős szerepet játszik az ivaros szaporodásban. A nagyobb méretű spórák (20-25 µmnél nagyobb) szóródási távolsága jóval kisebb (többnyire 1 m alatti), mint az ennél kisebb méretű spóráké, de nagyobb az esélyük a sikeres csírázásra, valamint arra, hogy hosszabb életűek legyenek a diaspóra bankban. Ezzel szemben a kis méretű spórák (melyek 20 µm-nél kisebbek) nagyobb számban képződnek, ezek szerepe igen jelentős a hosszú távú terjedésben (During, 1979; During, 1997; Longton, 1997; Söderström és Herben, 1997; Sundberg és Rydin, 2000; Ross-Davis és Frego, 2004; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Az ilyen spórák akár több, mint 2000 km-t képesek megtenni többnyire magas légköri áramlatok segítségével (van Zanten és Pócs, 1981), ezért szóródási sikerüket nagyban befolyásolják a különböző légáramok és az eső (During, 1979). Egy fajon belül a spóraméret általában állandó, bár néhány faj esetében megfigyelhető többféle méretű spóra kialakulása (During, 1979). A legnagyobb méretű spórával (130-260 µm) az *Archidium alternifolium* fajnál és néhány *Riccia* nemzetségbe található faj esetében találkozhatunk (During, 1979; Söderström és Herben, 1997).



1. ábra: Az ivaros szaporodás képletének, a spórának bemutatása, a *Schistostega pennata* (A) és a *Ephemerum serratum* (B) mohafaj esetében (forrás: <http://www.bryoecol.mtu.edu/chapters/4-7DispersalSpore.pdf>).

A spóra mennyisége függ az adott fajtól. Sok faj esetében az egy tokra jutó spóraszám meghaladhatja a 100 000-t is, vagy akár az egy milliót is. A spóraszámot a pleurocarp moháknál és néhány acrocarp fajnál meghatározza a növény által létrehozott sporofitonok száma, de ugyanakkor az időjárás is jelentős befolyásoló tényező lehet (During, 1979). A *Sphagnum* fajoknál megfigyelték, hogy egy száraz nyáron létrehozott ivarszervek esetén a következő év sporofiton termelése lecsökken. Amennyiben azonban a következő év tavaszán jelentős esőzésekre került sor, ennek hatására végül mégis nagy számban fejlődnek ki sporofitonok a száraz nyári időszakban (Rydin, 2009).

A mohák terjesztésében a szaporodási képletek terjedőképessége mellett *túlélésük* is igen jelentős. A spórák esetében szignifikáns összefüggés mutatható ki a spórák élethossza, terjedési képessége és mérete között (During, 1979; During, 2001; Hock és mtsai, 2008); valamint a spórák túlélőképessége és a fajok által elfoglalt terület nagysága között (During és van Tooren, 1987; During, 1997). Az ivaros és ivartalan szaporítóképletek élethosszát meghatározza a fehérje és zsírtartalom (During, 2001). A hosszú életű spórák esetében a plasztiszok méretének csökkenése és a keményítő lipiddartalomra cserélése figyelhető meg (During, 1997), míg a rövid életű diaspórák általában csak keményítőt tartalmaznak (During, 2001). Hosszabb távú rezisztencia vizsgálatban megfigyelték, hogy négy év után az acrocarp mohák spóráinak 70%-a még csírázott kiszáradást követően, míg a pleurocarp mohák spóráinak már csak 6,6%-a volt csíráképes. A májmohák spórája általában kevésbé szárazságtűrő a lombosmohák szexuális szaporítóképleteikkel szemben (van Zanten és Pócs, 1981). A különböző mohafajok spóráinak, képleteinek túlélési időtartamában nagy változatosságot figyelhetünk meg, néhány órától akár évtizedekig (During, 1979).

A természetben előforduló változatos csereviszonyok evolúciósan adaptív életmenet-tulajdonságok, életmenet-stratégiák kialakulását eredményezték (Longton, 1997; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A sporofitonkénti spóraméret és spóraszám, valamint a gametofiton élethossz és szaporodási befektetés csereviszonyára alapozta During (1979) hat fő életmenet-stratégiáját (*1. táblázat*; During 1979; Longton, 1997; Vanderpoorten és Goffinet, 2009).

A nagyobb méretű, kisebb számú leginkább a *vándorló stratégiájú* fajokra jellemző, amelyekben belül a gametofiton élettartam alapján megkülönböztetünk egyéves, rövid életű és hosszú életű vándorlókat. Az *egyéves vándorló és a rövid életű vándorló* fajok a felszínen csak a rövid ideig jelennek meg, főképp spóra állapotban vannak jelent a talaj propagulum bankjában, ugyanis az életciklusukat erősen befolyásolja az élőhely szezonális ingadozása, és a kedvezőtlen periódusokat a növény csak ebben a formában vészeli át. Az *évelő vándorló* fajok stabilabb, de idővel megszűnő élőhelyekre jellemzőek, pl. fák kérge, sziklafelszínek. Az előbbivel szemben a nagyobb számú, kisebb méretű spórákkal a *kolonista, fugitív és évelő* fajok esetében találkozunk (During, 1979). A kolonisták csoportját később tovább finomították, megkülönböztettek tipikus kolonistákat, lék-függő kolonistákat és pionír fajokat (Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Fugitív és vándorló stratégiával az edényesek esetében alig találkozunk (During, 1979). Az évelő mohák reprodukzív allokációja (növény forrásainak, energiáinak szaporodásra fordított része) az edényesekhez hasonlóan jóval kisebb, mint az egyéves, illetve rövid életű fajoké (During, 1979; Longton, 1997). A nagy, évelő pleurocarp mohák reprodukzív allokációját meghatározza a sporofiton képzés gyakorisága, mely jelentős mértékben eltérhet a fajok között (During, 1979).

Gametofiton élettartam (év)	Spórák		
	Sok, kicsi < 20µm	Kevés, nagy > 20µm	Szaporodás ára
<1	Fugitív	Egyéves vándorló	Magas
Kevés	Kolonista	Rövid életű vándorló	Közepes
Sok	Évelő	Hosszú életű vándorló	Alacsony

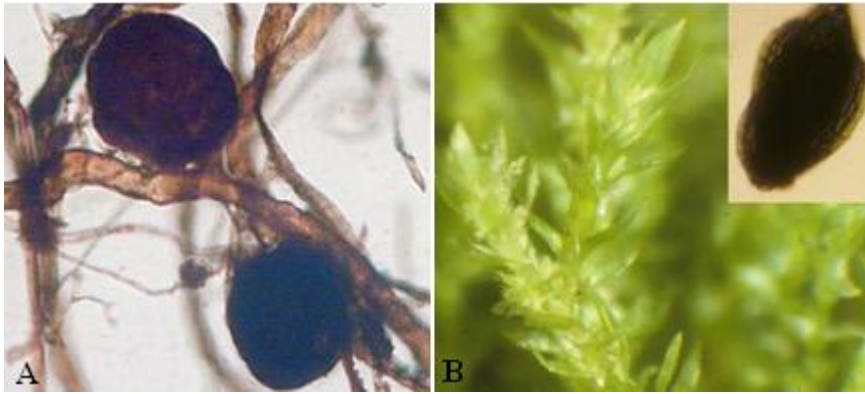
1. táblázat: A mohák életmenet stratégiáinak bemutatása During (1979) alapján.



### 2.1.2.2 Ivartalan képletek

A mohák propagulum bankja a spórák mellett leginkább aszexuális propagulumokból áll (During, 1997; Söderström és Herben, 1997; During, 2001). Ezek általában jobban csíráznak (During, 1979; Laaka-Lindberg, 1999), de rosszabb a terjedőképességük, mint a spóráknak (During, 1979; During, 1997; Longton, 1997; Söderström és Herben, 1997; Laaka-Lindberg, 1999; Rydin, 2009; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Emiatt alapvető funkciójuk a helyi populáció fenntartása, a lokális diaspóra bank biztosítása, ezért ezekkel a szaporítóképletekkel általában kiszámíthatatlan környezetben szaporodik a növény (During, 1979; During and van Tooren, 1987; During, 1997; Longton, 1997; Söderström és Herben, 1997; Laaka-Lindberg, 1999; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Vegetatív propagulumok széles variációja ismert (2. ábra), a legtöbb mohafaj protonemája vagy rhizoidja képez gemmákat, de a hajtáson is találhatunk gemmákat, szaporodásra specializálódott rügyeket, hajtásfragmentumokat és leveleket, mely a moha specializált képletek nélküli regenerációját teszi lehetővé (During és van Tooren, 1987; Risse, 1987; During, 1997). Sok faj általában nem egy, hanem több propagulum típust is képezhet (During, 1997; Longton, 1997). E képleteket májmohák esetében kevésbé vizsgálták, mint lombosmoháknál (Laaka-Lindberg, 1999).

A gemmák *túlélésében* a tartalék tápanyagaik (keményítő, olajcseppek és pigmentek) és vastag külső faluk segít, ennek köszönhetően jobban képesek elviselni a kedvezőtlen környezetet, mint a moha hajtásai (Risse, 1987). Az aszexuális propagulumok tovább élnek, mint a gametofitonok hajtásai, de rövidebb életűek a spóráknál (During, 1979; Ross-Davis és Frego, 2004). A kevésbé specializált propagulumok (például a levéldarabok) legtöbbször nem élnek hosszabb ideig a hajtásoknál (During, 1979; Ross-Davis és Frego, 2004), rövidebb ideig tagjai a perzisztens diaspóra banknak, a felszínen történő megjelenésüket követően teljesen eltűnnek a propagulum bankból. A szárfragmentumok között sok hosszú életű vagy dormans képlettel is találkozhatunk (During, 1997; Ross-Davis és Frego, 2004). Tuber képzésre csak acrocarp, főképp dioikus (kétlaki), sporofitont ritkán képző, kolonista, a Dicranaceae, Pottiaceae és Bryaceae családok mohái képesek (Risse, 1987). A *Blasia pusilla* faj esetében a spóratermelésig kétféle típusú, egy csillag és egy ellipszoid/ovális alakú gemmaképzést figyeltek meg, az előbbi a növekedési, és csírázási periódusban jelentős, a tél túlélésére nem alkalmas; míg az utóbbi a késő nyári, őszi periódusban figyelhető meg, és képes hosszabb távra is elraktározódni a propagulum bankban (During, 1997; During, 2001).



2. ábra: Ivartalan szaporítóképletek, rhizoidgemmák (A), levélrügyek (B) ismertetése  
(forrás: <http://www.bryoecol.mtu.edu/chapters/4-8DispersalVeg.pdf>.)

### 2.1.3 A moha propagulum bank ökológiai szerepe

#### 2.1.3.1 Bolygatások túlélése, regeneráció, kolonizáció

A diaspora bank meghatározó ökológiai szereppel bír a különböző bolygatások és kedvezőtlen, instabil életfeltételek térbeli (például élőhely csökkenés és pusztulás), és időbeli (például kedvezőtlen időszakok) túlélésében, és az azt követő regenerációban, kolonizációban (During és ter Horst, 1987; Jonsson és Esseen, 1990; van Tooren és mtsai, 1990; Jonsson, 1993; Lloret, 1994; During, 1997; Ross-Davis és Frego, 2004; Hock és mtsai, 2004; Rydgren és mtsai, 2004; Caners és mtsai, 2009; Vanderpoorten és Goffinet, 2009; Smith, 2013). A bolygatás fontos szerepet játszik a populációk, közösségek szerveződésében, hatása főképp nyílt területeken szembetűnő, befolyása függ a bolygatás jellemzőitől (például nagyságától), melyre a vegetáció különbözőképpen válaszol (Jonsson és Esseen, 1990; Rydgren és Hestmark, 1997; Rydgren és mtsai, 2004).

A mohafajok a bolygatás hatását igyekeznek semlegesíteni, az adott élőhely állapotát a kiindulási helyzetbe visszaállítani, mely végbemehet a túlélő populációk klonális terjedésével, diaspora diszperzióval és a propagulum bankból történő csírázással (Jonsson és Esseen, 1990; Jonsson, 1993; Rydgren és Hestmark 1997; During, 1997; During, 2001; Rydgren és mtsai, 2004; Kimmerer, 2005; Caners és mtsai, 2009; Rydin, 2009; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A *klonális terjedés* lehetőséget ad a növénynek, hogy megtalálja egy adott élőhelyen a kedvező életfeltételeket, ezáltal nagyobb esélye van az anyanövénynek a túlélésre, mint az elválasztott propagulumokkal. A klonális növekedésben megkülönböztetett "gerilla" és „falanx” stratégia a moháknál is megfigyelhető. Az előbbieket alatt szőnyeg növekedési formájú, pleurocarp növényeket értünk, melyeknek a növekedési sebessége a másik stratégiához képest nagyobb, ezeknél a moháknál jelentősebb az interspecifikus kompetíció.

Az „falanx” moha acrocarp növekedésű, sűrű párnát alkotó, egy kevésbé bolygatott közösségben általában erős kompetitorként viselkedő növény, melyre főleg az intraspecifikus kompetíció a jellemző (Rydin, 2009). A *diszperzió* során a kis távolságra szóródó képletek fő feladata a lokális populáció fenntartása, méretének növelése és a folton belüli diszperzió; a nagyobb távolságra terjedő propagulumoknak leginkább a foltok közötti terjedésben, új lokális populációk létrehozásában van jelentős szerepe (Söderström és Herben, 1997), melyet a *Tetraphis pellucida* faj vizsgálata során igazoltak (Vanderpoorten és Goffinet, 2009; Kimmerer, 1991b). A moha propagulumok alapvetően levegő, vagy víz által szállíthatnak távolabbra az adott populációtól (van Zanten és Pócs, 1981; Rydin, 2009), de a terjesztést végezhetik állatok (például földigiliszta, csiga, van Tooren és mtsai, 1990; During, 1995; During, 1997), vagy az ember is (földművelés, útépités, Risse, 1987). A diszperzió távolságának nagysága fajonként igen eltérő lehet, jelentősen befolyásolja a faj biológiai jellemzői (például diaspora mérete és tömege) és a moha élőhelye egyaránt (Söderström és Herben, 1997; Rydin, 2009). A spóra denzitása, és lerakódása a szóródási távolsággal csökken (Söderström és Herben, 1997; Rydin, 2009). A diasporák diszperziója igen jelentős egyrészt a helyi populáció méret kialakításában, másrészt a diszperzió általi összekötetésen alapuló metapopulációk esetében is (Longton, 1997; Söderström és Herben, 1997; Rydin, 2009). Beszélhetünk egyrészt térbeli diszperzióról az új kolonisták általi terjeszkedéskor; másrészt időbeli diszperzióról, a diaspora bank általi csírázás esetén (Söderström és Herben, 1997; Kimmerer, 2005).

Kutatások szerint a *diaspora bank* összetétele igen jelentősen meghatározza a bolygatást követően megjelenő, jóval nagyobb számú mohafajok összetételét és a populációk eredeti diverzitásának visszaállítását (Jonsson és Esseen, 1990; Jonsson, 1993; Hock és mtsai, 2008; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A bolygatás mértéke, a diszperziós és a diasporából történő regenerációs képesség, a niche szélesség és a fajok közti interakciók jelentősen befolyásolják a populációk térbeli mintázatát is (Lloret, 1994). A tarvágás (Caners és mtsai, 2009), fakidülés hatását (Jonsson és Esseen, 1990), és kidőlt fa gyökértányérján történő megtelepedését (Kimmerer, 2005) vizsgálva kimutatták, hogy a bolygatás követő regeneráció során a diasporák csírázását elsősorban a helyi környezet és a fényintenzitás befolyásolja. Kimmerer (2005) a propagulumok szél általi terjedésének jelentőségét bizonyította, amikor a legnagyobb mértékű kolonizációt a fragmentumokkal bevetett humuszos gyökértányéron tapasztalta. Propagulumok hiányában a kolonizáció igen alacsony volt, ugyanis az első kolonista fajok elsődlegesen a diaspora bankból jelentek meg (Kimmerer, 2005). Lloret (1994) kimutatta, hogy kisebb lécek esetében a populációk laterális növekedése a

meghatározó a kolonizációban, míg nagyobb lécek esetén a diaszpóra bankból történő regenerációnak van kiemelkedő szerepe. A horizontális diaszpóra bevitel függ a szomszédos populációk jelenlététől és a propagulumok hatékony diszperziójától (Jonsson és Esseen, 1990; van Tooren és mtsai, 1990; Lloret, 1994). A diaszpóra banknak a bolygatás utáni regenerációban betöltött szerepét vizsgálták sarki élőhelyeken (During, 1997); boreális erdők esetén Svédországban (Jonsson, 1993), Norvégiában (Rydgren és mtsai, 2004), Kanadában (Caners és mtsai, 2009); mediterrán fenyőerdők esetén Spanyolországban (Lloret, 1994), lombhullató erdőkben az Amerikai Egyesült Államokban (Kimmerer, 2005); valamint trópusi esőerdőben (Maciel-Silva és mtsai, 2012).

### **2.1.3.2 Heterogenitás, diverzitás fenntartása**

Különböző kutatások bizonyítják a diaszpóra banknak ökológiai szerepét a mohaközösségek heterogenitásának és diverzitásának fenntartásában (Jonsson, 1993; During, 1997; Hock és mtsai, 2008; Caners és mtsai, 2009; Smith, 2013). A propagulum bank a régebben megtalálható fajok összetételét tükrözi (ha csak kis mértékben is) a felszínen megjelenő vegetációban (Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Ezért a propagulum banknak jelentős feladata van a genetikai diverzitást generációkon és évszakokon keresztül történő megőrzésében (Hock, 2007; Hock és mtsai, 2008; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). „Genetikai memória”-ként jelentős a szerepe az adott mohafaj az adott élőhely szezonális változásaihoz történő alkalmazkodásaiban, melyet Hock (2007; Hock és mtsai, 2008) a *Mannia fragrans* rövid életű vándorló májmoha esetében bizonyított. Ez a faj hosszú életű propagulumokat tartalmaz és genetikailag variábilis populációkat mutat. A propagulum bank genetikai diverzitását meghatározza a spóra mérete, élethossza, diszperziós távolsága, az adott faj élőhelye és életmenete is (Hock, 2007; Hock és mtsai, 2008). A mohák haploid gametofitonnal rendelkeznek, ezért a spórák tartós tárolása nagy jelentőségű, hiszen ennek feladata a genetikai struktúra, genetikai variabilitás biztosítása és a felszíni populációk evolúciós potenciáljainak fenntartása. Mivel a moha gametofiton jóval sebezhetőbb, mint az edényes sporofiton, ezért a mohafajok jóval érzékenyebbek a térbeli és időbeli változásokra és közvetlenül ki vannak téve a szelekciónak (Hock és mtsai, 2008).

A moha propagulum banknak igen meghatározó szerepe van a funkcionális diverzitás fenntartásában, ugyanis a felszíni mohavegetációval történő összevetés során funkcionális összetételében többnyire jelentős eltérés tapasztalható. A propagulum bankban uralkodóak és nagy diverzitással jelennek meg a felszínen legtöbbször *rövid életű, acrocarp* (rövid életű vándorló, kolonista és egyéves) fajok. Ezzel szemben a felszínen a legtöbb esetben a nagy

kiterjedésű, *dominánsan megjelenő, pleurocarp, évelő* mohanövények a propagulum bankban szinte alig vagy egyáltalán nem fellelhetőek (2. táblázat; During, 1979; During és ter Horst, 1983; During és van Tooren, 1987; Jonsson, 1993; During, 1997; Rydgren és Hestmark, 1997; During, 2001; Ross-Davis és Frego, 2004; Caners és mtsai, 2009; Vanderpooren és Goffinet, 2009). A diaspora bank jelentősége nagyban függ az élőhelytől is. Néhány nagyon rövid életű spórákkal rendelkező moha speciálizálódott az ún. átmeneti élőhelyekhez. Ezek a mohák éppen csak a következő kedvező időszakig maradnak fent, például a tóparti talaj kiszáradása esetén figyelhetőek meg. Ezért erre a propagulum bankra a „készenléti, váró” stratégia jellemző, melyet csak ritkán figyelhetünk meg edényes növényeknél (During, 1997).

Több vizsgálat során is kimutatták, hogy a moha propagulum bank a felszínen megjelenő populációkhoz igen hasonló, vagy nagyobb diverzitást mutat (Jonsson, 1993; Rydgren és Hestmark, 1997; Hock, 2007; Hock és mtsai, 2008; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A mocsarak, lápok esetében a propagulum bank jóval több fajt tartalmazott, mint a felszínen megjelenő fajok száma (During, 1997). A 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). Azonban nem minden rövid életű faj fordul elő bőségesen a talajban, így például a bolygatott élőhelyeken gyakran megjelenő *Funaria hygrometrica* fajt sem találhatjuk meg a propagulum bankban, a bolygatott felszíneket széllel terjedve kolonizálja (During, 1997). Ross-Davis és Frego (2004) kutatásai alapján elmondható, hogy a propagulum bank és levegőbeli propagulum eső esetében szignifikáns eltérést tapasztaltak a két készlet által kolonizált foltok mohaösszetételében.

Életmenetek	Mészkedvelő gyepek		Boreális erdő	
	Diaspora bank	Felszíni vegetáció	Diaspora bank	Felszíni vegetáció
Kolonisták	76	27	32	<1
Egyéves vándorló fajok	1	4	—	—
Rövid-életű vándorló fajok	12	14	23	<1
Hosszú-életű vándorló fajok	—	—	15	15
Évelők	10	56	18	84

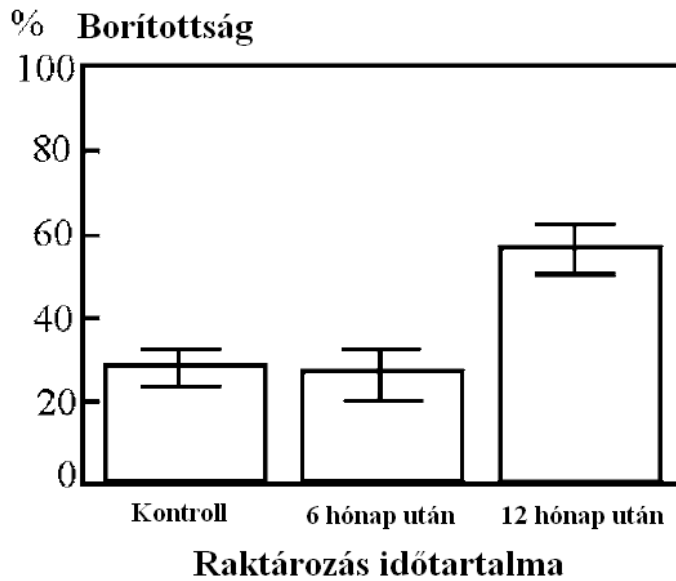
2. táblázat: A mohák különböző életmeneteinek relatív elosztása a diaspora bankban és a felszíni vegetációban (forrás: Rydin, 2009 alapján).

### 2.1.3.3 Populáció méretének szabályzása

A propagulum bank a populáció méretének szabályzásában is jelentős (During, 1995; During, 1997). A diasporák meghatározóak az egyedszám növekedésben, és így a helyi populáció méret kialakításában, szabályzásában, valamint a foltok közötti dinamikában (During, 1995; Söderström és Herben, 1997). A rhizoidgemmát képező mohafajok demográfiai folyamataira During (1995) egy szimulációs modellt állított fel, mely segítségével kimutatta, hogy amennyiben a populáció újulata kizárólag tuberekből (rhizoidgemmákból) származik, akkor a populáció méretét a felszíni kompetíción kívül elsősorban a tuberek denzitás-függő mortalitása szabályozza (During, 1995; During, 1997). A denzitás-függő tuberek halálzásának mértéke a kis predátorok és patogének számának növekedésével nőtt (During, 1995; During, 1997). A populáció hosszú távú túléléséhez mind a denzitás-függő rhizoidgemma mortalitás, mind a szomszédba szállított gemmák esszenciálisak voltak, alacsony felszíni és talaj denzitás esetén (During, 1997).

### 2.1.4 Dormancia és szezonális

A propagulum bank a különböző diasporákat nagyon hosszú időre képes elraktározni, melynek feltétele, hogy az adott diaspora ez alatt az idő alatt ne csírázzon ki (During, 1997), célja pedig az előnytelen időszakok túlélése (Hock és mtsai, 2004). Ennek jelenlétét edényes növényeknél kényszerített és veleszületett **dormancia** jelenségével igazolták, ezzel szemben a moháknál sokáig nem írták le a dormancia létezését (During, 1997; During, 2001). A legtöbb moha propagulum esetében a *kényszerített* vagy *feltételes dormancia* a megfigyelhető nyugalmi állapot, amivel élőhely limitáció esetében, környezeti faktorok hiányában találkozhatunk (During, 2001; Hock és mtsai, 2004). Sundberg és Rydin (2000) a feltételes dormancia létét bizonyították be *Sphagnum* fajok spórái esetében. Hock és mtsai (2004) dolomit sziklagyeppek vizsgálata során az egyéves vándorló *Phascum cuspidatum* moha esetében mutatták ki a dormancia jelenlétét, ahol a spórák csírázásának száma egy év elteltével feltűnően megnövekedett (3. ábra, Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A spórák több évig is életképesek maradtak, melyet a dormancia állapota is megkönnyített (Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Sok faj azonban azonnali csírázásra képes, nem figyelhető meg nyugalmi állapot jelenléte. A *Riccia glauca* mohánál éretlen spóra esetében leírták az azonnali csírázást, míg érett spóránál a csírázás előtti nyugalmi periódust figyeltek meg (During, 1979). Az ivartalan szaporítóképletek dormanciájáról jóval kevesebbet tudunk, mint a spórákéről (During, 2001; Hock és mtsai, 2004).



3. ábra: Különböző százalékos borítottság üvegházban nevelt *Phascum cuspidatum* mohafajnál (forrás: Vanderpoorten és Goffinet (2009) alapján).

A propagulum bank spóra produkcióját erősen befolyásolta a **szезonalitás** (a gametofiton növekedésén, a fertilizáción és a sporofiton növesztésén keresztül), míg az ivartalan szaporítóképletek esetében a szезonalitás kisebb jelentőségét figyelték meg. Kedvező feltételek esetén, a vegetatív képletek által a növény gyors kiterjedésre és magas populációs növekedési rátára tehet szert, míg kedvezőtlenebb környezeti feltételek esetén a mohanövény a diaspora bankba megfelelő mennyiségű rhizoidgemmát képez (During, 1997). A szезonalitás propagulum bankra gyakorolt hatásának vizsgálata során a mohák többségében nem mutattak ki jelentős hatást (During és ter Horst, 1983; During és mtsai, 1987; During, 1997; Maciel-Silva és mtsai, 2012). Azonban a *Lophozia silvicola* vizsgálata során Laaka-Lindberg (1999) kimutatta az aszexuális képletek szезonalitását. Hock és mtsai (2004) három faj esetében a propagulumok időszakos variációját fedezték fel dolomit sziklagyeppek vizsgálata során. A felszíni vegetációjának szезonális változása volt megfigyelhető a víz és hőmérsékleti viszonyokhoz illeszkedve, melyet a propagulum bank diaspora száma is követett (Hock és mtsai, 2004).

### 2.1.5 Diaspora bank kutatási módszerei és kísérletes vizsgálata

Propagulum bank méretének és összetételének vizsgálatában két fő módszert különböztetünk meg: a talajminta ültetésével vagy a talajminta szűrésével járó módszert (During, 1997). A leggyakoribb vizsgálati módszer a magbank vizsgálatokhoz hasonlóan a gyűjtött *talajminták üvegházban*, növekedési kamrában vagy ablakban történő átlátszó, zárt műanyag dobozba ültetése, felnevelése kontroll mintákkal. A módszernek hátrányai, hogy

nem lehetünk biztosak abban, hogy a propagulum bankban levő összes fajnak kedvezőek voltak a körülmények a csírázáshoz, valamint a kifejlődő gametofiton sok esetben nehezen határozható. A *talajminta szűrésével* a talajban előforduló propagulumokat különböző lyukméretű szitákon keresztül vízzel átmoszák, kiszűrik, majd a kapott diasporák életképességét különböző módszerekkel tesztelik. Ez a módszer az előbbinél jóval pontosabb, de időigényesebb, nagyobb odafigyelést igényel. A módszer alkalmassága megkérdőjelezhető, mivel képtelenség az összes diasporát észrevenni, és leginkább kis méretű talajminta vizsgálatánál alkalmazható. A legmegbízhatóbb, pontosabb adatokat a két módszer *együttes* alkalmazása során nyerhetünk (During, 1997). Ma már a technika fejlődésével, a *molekuláris markerek* használatának segítségével közvetlenül vizsgálható a talajminták fajainak összetétele, a diaspora kora, mely eljárás lassan felváltja a kísérletes ültetési módszereket. Ezeknek az eljárásoknak az együttes alkalmazása jobb eredményhez vezet a korábbi módszerekhez képest (During, 2001).

Propagulum bank kísérletes 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; Maciel-Silva és mtsai, 2012). Adatok leginkább a mérsékelt övi, boreális és sarki élőhelyekről származnak (During, 1997; During, 2001), trópuson csak kevés esetben (Maciel-Silva és mtsai, 2012) végeztek hasonló vizsgálatokat. Mocsarak, lápok vizsgálata során jóval gazdagabb diaspora bank jelenléte volt kimutatható, mint például szántóföldek (During, 1997), vagy a trópusi esőerdők esetén (Maciel-Silva és mtsai, 2012).

A propagulum bank kutatásának köszönhetően több olyan fajt is leírtak, melyek a vizsgálat idejéig ismeretlenek voltak az adott területen, például egy tóparti iszap (During, 1997), vagy egy zimbabwei szavanna (Zander és During, 1999) talajának vizsgálata során. Az utóbbi esetben egy eddig még ismeretlen, új nemzetséget, a *Neophoenix*-et, azon belül a kis termetű *Neophoenix matoposensis* faj megjelenését ilyen módon írták le, amely a vizsgálatig a talajban csak spóráként volt jelen (During, 1997; Zander és During, 1999; During, 2001).

### **2.1.6 A magbank és a moha propagulum bank összehasonlítása**

A magbank fogalmát Csontos (2001) a következőképpen definiálta: „a magbank azon természetes módon előforduló magvak összessége, amelyek anyagcseréjük szempontjából anyanövényüktől már függetlenné váltak és emellett csírázóképesek vagy a jövőben csírázóképesé válnak”. Magbankkal szinte minden nyitva- és zárwatermő rendelkezik



(Csontos, 2001). A magbanknak propagulum bankkal nagyjából megegyező ökológiai szerepe van: a kedvezőtlen időszakok túlélése, a bolygatást követő gyors kolonizáció, fajösszetétel és diverzitás megőrzése (Jonsson, 1993; During, 1997; During, 2001). A magbank három típusa, a tranziens magbank (élettartalma maximum egy év); a rövid távú perzisztens magbank (életképessége 1 – 5 év közötti); és hosszú távú perzisztens magbank (életképessége 5 évnél hosszabb ideig megmaradt) közül a mohák propagulum bankját a legutóbbi magbank kategóriával szokták megfeleltetni (Bakker és mtsai, 1996; Csontos, 2001; During, 2001).

A magvak csírázásánál megfigyelhető a dormancia ciklus, mely során elkülöníthetünk *elsődleges dormanciát* (ekkor a csírázásnak valamilyen fontos faktora hiányzik), *másodlagos dormanciát* (ami az érett, nem dormans mag dormans fázisba történő visszalépését jelenti) vagy *folytonos dormanciát* (érett mag elsődleges dormanciából nem dormans állapotba kerülése vagy a mag a másodlagos dormanciában lévő további fázisokba jutása esetén). Megkülönböztethetünk még *feltételes dormanciát* (az elsődleges dormancia és a nem dormans fázisok közötti állapotok esetében) és *kényszerű dormanciát* (kedvezőtlen feltétel akadályozza meg a csírázást) (Baskin és Baskin, 2004; Baskin és Baskin, 2008). Az imént ismertetett, sokszínű magbank dormancia csoportok közül a moha-propagulum dormanciájára leginkább a kényszerített vagy feltételes dormancia jellemző, mely a csírázást limitáló környezeti faktorok miatt alakul ki (Sundberg és Rydin, 2000; Hock és mtsai, 2004).

A mohafajok fenntartása a propagulumok raktározásával jelentősebb a magbanknál, mivel egyrészt a moha gametofiton jóval sebezhetőbb, mint az edényes sporofiton, ezért a mohafajok jóval érzékenyebbek a térbeli és időbeli változásokra. Másrészt a gametofiton haploid, és ezért közvetlenül ki van téve a szelekciónak (Hock és mtsai, 2008). A moha diaspora bankhoz hasonlóan a magbank esetében is meghatározó az egyes fajok életmenete. Rövid életű, kolonista fajból mindkét esetben jóval többet figyeltek meg a talajban, mint évelő fajból (During és ter Horst, 1983; During, 1997; Rydin, 2009). Azonban néhány a felszínen hosszú életű edényes faj is megjelenhet a hosszú életű perzisztens magbankban (During, 1997).

A „magbank paradoxon” elve kimondja, hogy minél kisebb egy faj magtömege, annál hosszabb ideig marad életképes (Thompson és mtsai, 1993; Csontos, 2001). Ezzel szemben a propagulum bankban a diaspora élethossza pozitívan korrelál a propagulum méretével, az átlagosnál nagyobb diasporák hosszabb életűek (During, 1997). A magbankkal összehasonlítva a diaspora bank sokkal diverzebb, hiszen a spórákon kívül sok más ivartalan szaporítóképletet is tartalmaz (During, 1997; Maciel-Silva és mtsai, 2012). A magbankkal szemben a propagulum bankot a talajban leginkább ivartalan szaporítóképletek alkotják,

melyek előnyösebbek, mivel egyrészt gyorsabban csíráznak, kevésbé szezonális a megjelenésük, mint a spóraké, másrészt kisebb távolságra szóródnak, így hozzájárulnak a kisebb távú terjedés elősegítéséhez, melyre nem találunk példát az edényesek esetében (During, 1979; During és ter Horst, 1983; During, 2001). A zárwatermők sok esetben nagy, kemény, tápanyagban gazdag magvaihoz viszonyítva a mohanövények spórája csupán miniatúrnek mondható, azonban a spóra diszperziós kapacitása a pollenekéhez hasonló (During, 1979). A propagulum bankhoz hasonlóan a magterjesztésben is kimutatható a szélnek, a víznek, a különböző állatoknak és az embernek a szerepe (van Zanten és Pócs, 1981; During, 1997; Bakker és mtsai, 1996; Baskin és Baskin, 2008). A magbank denzitása azonban a propagulum bankénál jóval nagyobb (During és ter Horst, 1983).

A magbankban megjelenő nagyobb méretű magvak esetében gyakran megfigyelhető a magpredáció, ami a mohák propagulum bankja esetében elhanyagolható (During, 1979; During, 1997; During, 2001). A mohák mortalitásában az intraspecifikus kompetíció az edényeseknél jóval kisebb szerepet játszik, a mohák esetében jóval meghatározóbbnak bizonyultak a környezeti tényezők. Az edényesek nagyobb magvai széles mikro környezetben képesek csírázni, míg a mohák képleteinek csírázását a környezeti feltételek jobban korlátozzák (During, 1997). A mesterségesen bolygatott területeken a nagymértékű zavarás után a magbanknak van fontosabb szerepe a regenerációban, mivel a mélyebb talajrétegekben nagyobb a magvak száma, míg kisebb bolygatások során nagyobb a propagulum bank szerepe, mivel ez inkább a felső talajrétegekre koncentrálódik (During, 1997).

## **2.2 A felszíni mohavegetációt meghatározó környezeti tényezők**

A felszíni mohaközösségek összetételét, szerkezetét és térbeli mintázatát a fajok jellegzetességein kívül jelentősen meghatározzák a környezeti változók, többek között a fényviszonyok, az edafikus tényezők, a klíma, a szubsztrát, valamint a földrajzi helyzet (Schofield, 1985; Rydin, 2009; Vanderpoorten és Goffinet, 2009).

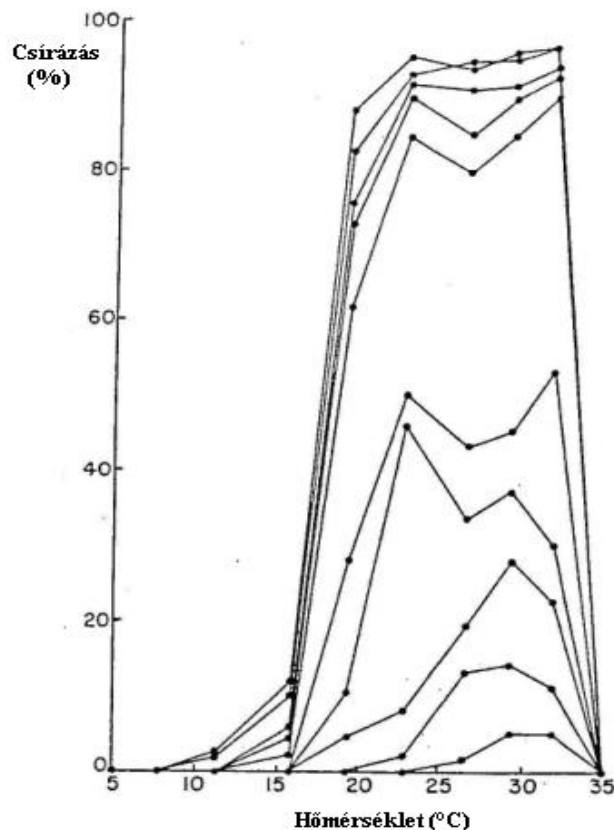
A mohák csírázásában az egyik legjelentősebb tényezőnek az indirekt *fény* bizonyult (Schofield, 1985), mely igen meghatározó a mohák csírázásában és fotoszintézisében, azonban a túl magas fényintenzitás a növények pigmentjeinek szintelenedését okozva a moha elpusztulásához vezet (During, 1979; Vanderpooren és Goffinet, 2009). Jelentőségét kanadai boreális erdőben (Mills és Macdonald, 2005) és őrségi erdőkben is kimutatták (Márialigeti és mtsai, 2009). Az utóbbi esetben a talajlakó mohák borítása pozitív összefüggésben állt a fényvel (Márialigeti, 2009; Tinya és mtsai, 2009). Ezzel szemben bizonyos irodalmakban nem

olvashatunk a moha fajgazdagság és a fény közötti szignifikáns kapcsolatról (Szűcs, 2013). Némely faj esetében a csírázást meghatározhatja a szezonális, vagy a napok hossza is (During, 1979; Hock és mtsai, 2004). A dolomit sziklagyepek esetében a felszíni mohavegetáció diasporáinak a víz és hőmérsékleti viszonyokhoz illeszkedett periodicitása és szezonális változása volt megfigyelhető (Hock és mtsai, 2004).

A gyökerek hiánya és a belső víztranszportrendszer fejletlensége miatt a legtöbb moha elsődlegesen a **csapadékból** tartja fent a szükségleteit, a vizet teljes testfelületén veszi fel, ezért a mohák felszínen történő előfordulásában ez is igen jelentős környezeti tényezőnek bizonyult (Schofield, 1985; Vanderpooren és Goffinet, 2009). A sűrűbb hajtásrendszer (párna, tömött gye) kedvező a hajtások vízgazdálkodása szempontjából, emiatt hosszabb a mohafajok kiszáradási ideje (Rydin, 2009). A növény vízellátottsága a tápanyag-ellátottságában, ásványi anyagok felvételében is igen jelentős, melynek nagy része ugyancsak csapadékon és aeroszolon keresztül jut el a növényhez (Vanderpooren és Goffinet, 2009). A mohák biomassza növekedését a fényen kívül elsősorban a rendelkezésre álló víz mennyisége határozza meg (Rydin, 2009). A tőzegmohalápokban magas produktivitást figyelhetünk meg, ezt a magas nedvesség tartalom és a folyamatos fotoszintézis magyarázza, ezzel szemben a legtöbb szárazföldi mohaközösségnél, például a hosszú aszályos időszakok miatt, a fotoszintézis és a növekedés időben korlátozott (During, 1979). A csírázás elsődlegesen a nedvességtől és a **kémhatástól** függ, a rendelkezésre álló magasabb víztartalom megkönnyíti a csírázáshoz szükséges szuboptimális pH elérését (Rydin, 2009). A moha fajgazdagságot és összetételt egy boreális ártéri erdőben erősen meghatározta a talaj és víz pH-ja (Hylander és Dynesius, 2006). Egy angliai parkban történő vizsgálat során kimutatták, hogy a legnagyobb felszíni moha biomassza produktum és diverzitás 4,5 és 6,5 pH érték között volt (Virtanen és mtsai, 2000). A talajlakó mohák esetében igen fontosnak bizonyultak a **feltalaj és az avar** fizikai kémiai viszonyai, ugyanis kimutatták, hogy az ásványi talajfelszín-kibúvások mérete pozitívan korrelált a mohaborítással (Márialigeti és mtsai, 2009). A tarvágás hatásának vizsgálata során, a fakitermelés utáni napsütötte humuszos talajfelszínnek kiszáradása az erdei mohafajoknak nem nyújtott kedvező élőhelyet. Az ásványi talajfelszínen nagyobb mohaborítás volt megfigyelhető ebben az esetben is, mint a humuszos talajfelszínen (Szűcs, 2013). Márialigeti és mtsai (2009) kimutatták, hogy az avarborítás negatív hatással van a felszíni mohavegetációra. A mohák életfeltételeinek meghatározásában elengedhetetlen a **mikroklíma** szerepe (Mills és Macdonald, 2005; Hylander és Dynesius, 2006; Szűcs, 2013). Az edényes növények a talajlakó mohák számára kedvezővé tehetik az erdőtalaj mikroklímáját a relatív páratartalom növelésével, a mohagyepék kiszáradásának lassításával.

Ez a pozitív hatás feltehetően erősebb, mint az árnyékolással okozott negatív hatás (Márialigeti és mtsai, 2009).

A mohák csírázásában a megfelelő **hőmérséklet** is igen fontosnak bizonyult (Schofield, 1985). A mohák élőhelyeinek optimális hőmérséklete eltérhet a mérsékelt és boreális régióban, általában 12-26°C között található, mely alacsonyabb az edényes növényeknél tapasztaltaknál. A legtöbb mohafaj növekedéséhez alacsony hőmérséklet szükséges (Vanderpooren és Goffinet, 2009). Azonban a nagy szárazság nemcsak a spóra fázisra hat, hanem a protonéma állapotban is magas mortalitást okozhat (Rydin, 2009). A poikilohidrikus mohák kiszáradási toleranciája jóval nagyobb a homoiohidrikus edényes növényekénél, mely döntően meghatározza élőhely preferenciájukat (Schofield, 1985; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). A talaj hőmérséklete is igen jelentős, a kihullott spórák kedvező hőmérsékleti viszonyok között azonnali csírázásra képesek, míg alacsonyabb hőmérséklet esetén a talajban raktározódnak (4. ábra; During, 1979; During, 1997). Christoffoleti és Caetano (1998) kutatásai szerint a talaj víztartalma és hőmérséklete a legmeghatározóbb környezeti tényező.



4. ábra Hőmérsékletfüggő spóracsírázás *Physcomitrium sphaericum* esetében. A görbétet a napi csírázási adatok alapján kapták (forrás: During (1997) alapján).

A mohák előfordulásában meghatározó a különböző *szubsztrátok* szerepe. Aljzatpreferencia szerint elkülönítünk talajlakó (terrikol), ásványi talajkibúváson megjelenő, epixyl (korhadéklakó), epifiton (kéreglakó), epilitikus (sziklakakó), általános fán élő és opportunistá fajokat (Schofield, 1985; Ódor és Standovár, 2002; Ódor és van Hees, 2004; Wiklund és Rydin, 2004). A legtöbb mohafajjal olyan felszínen találkozhatunk, amelyeken az edényes növények megtelepedése korlátozott, például fakérgen vagy sziklán. Néhány mohafaj csak nagyon jellegzetes edényes közösségben él, ezért gyakran használható az adott élőhely karakterizálására. Ugyanakkor a mohákat szubsztrát-indikátorként is szokták hasznosítani, mivel különböző anyagokat, így a rezet vagy meszet is ki lehet általuk mutatni (Schofield, 1985). Kevés tanulmány foglalkozik a mohák *túpelem* igényével és toleranciájával. Sok irodalom alátámasztja a mohák érzékenységét az atmoszférában található tápanyagokra (Szűcs, 2013). Virtanen és mtsai (2000) kimutatták, hogy mohanövényekre a nitrogén trágyázása negatív, a foszfor és kálium hozzáadása pozitív hatással van.

A mohák előfordulását igen jelentősen meghatározza a *földrajzi helyzetük*. Magassági előfordulásuk szintén eltérő az edényes növényektől, a mohák jóval nagyobb faji diverzitással rendelkeznek a magasabb régiókban (Vanderpooren és Goffinet, 2009). A felszíni mohavegetáció diverzitásának és tömegességének meghatározásában jelentős szerepe van a mohák élőhelyén megtalálható *edényes növények* is (Virtanen és mtsai, 2000). Gyepekben és lápokban általában az edényesek és a mohák biomasszája negatív összefüggést mutat (Virtanen és mtsai, 2000; Peintinger és Bergamini, 2006). Fenyőelegyes lomberdőkben ezzel szemben pozitív összefüggést találtak a moha és a lágyszárú borítás és fajszám között (Márialigeti és mtsai, 2009).

Mint láthatjuk, igen sokféle környezeti tényező befolyásolhatja a felszínen élő mohavegetációt. Amennyiben ezek, a fent ismertetett tényezők (többek között a víz- és fénymennyiség, időjárás- vagy szubsztrát) jelentősen megváltoznak, az hosszabb távon a mohafaj, közösség mortalitásához vezethet (During, 1979). Az időszakos környezeti stressz állapotot a mohanövények két alternatív stratégiával, vagy a stresszes periódus tolerálásával, vegetatív fragmentumok képzésével élik túl; vagy elpusztulva, stressz-toleráns diasporák propagulum bankban történő raktározásával kerülnek el (During, 1979; During, 1997).

## 3. Anyag és módszer

### 3.1 Kutatási terület bemutatása

Talajmintáimat a Nyugat-Magyarország peremvidékén található Vendvidék és az Őrség különböző faállományaiból vettem (5.A és B ábra). 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 fajkombináció 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, mély völgyek, lapos hegyhátak jellemzik, tengerszint feletti magassága 250-350 m (Ódor és mtsai, 1996; Kovács, 1999). A közeli Alpok miatt hazánk leghumidabb (700-800 mm) és legalacsonyabb évi középhőmérsékletű (9.0-9.5 °C) területe (Gyöngyössy, 2008), ezek magyarázzák a máshol csak ritkán fellelhető magashegyi flóraelemek előfordulását (Ódor és mtsai, 1996; Kovács, 1999; Pócs, 2000). A vizsgált terület vegetációjának kialakulásában meghatározó a terület alapkőzete, mely pliocén korszaki üledék, kavics és lösz keverék. Legjellemzőbb talajtípusa a pszeudoglejes barna erdőtalaj, de ezenkívül előfordul még agyagbemosásos barna erdőtalaj, a vízfolyások mentén nyers öntéstalaj, kavicsos váztalaj, lejtőhordalék (Szodfridt, 1969; Kovács, 1999; Gyöngyössy, 2008; Juhász és mtsai, 2011).



5. A és B ábra: Mintaterületek bemutatása (forrás: <http://orserdo.okologia.mta.hu/>).

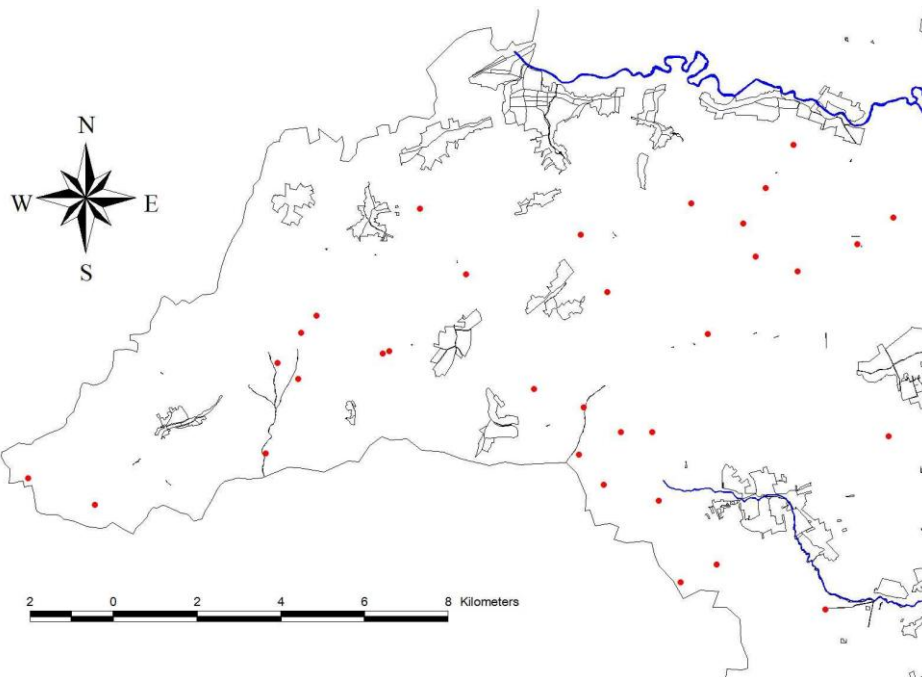
Növényföldrajzilag a Vendvidék a Noricum flóratartomány Stiriacum flóraidékéhez, míg az Őrség a Pannonicum flóratartomány Prenoricum flóraidékéhez sorolható (Ódor és mtsai, 1996; Kovács, 1999). Vizsgált területeim klimazonális társulásait leginkább erdeifenyővel elegyes üde lombdők (gyertyános-tölgyesek, bükkösök) alkotják, melyek uralkodó fafaja a bükk, kocsányos és kocsánytalan tölgy, gyertyán, erdeifenyő, de mindezek mellett az elegyfajok 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; Kovács, 1999; 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*) (Pócs, 2000; Ódor és mtsai, 2002; Tímár és mtsai, 2002). Az erdők jellemző uralkodó talajlakó mohafajai a *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Scleropodium purum*, *Atrichum undulatum* és *Polytrichum formosum* (Papp és Rajczy, 1996; Ódor és mtsai, 2002; Tímár és mtsai, 2002). Az Őrség és a Vendvidék erdeinek mohavegetációját meghatározza a tülevelű fák jelenléte, a viszonylag sok nyílt talajfelszín borítása, az elegyesség és a korhadó fák jelenléte (Ódor és mtsai, 2002).

Bartha (1998) vegetációrekonstrukciója szerint valószínűsíthető, hogy területemen egykor zárt lomboserdők, elsősorban a Vendvidék területén bükkösök, az Őrség területén gyertyános-tölgyesek, a sekély termőrétegű, tápanyagszegény termőhelyeken pedig lombelegyes erdeifenyvesek alkották a növénytakarót. Mintaterületeim vegetációjának érintetlenségét a XIII. századtól elterjedt hagyományos irtásgazdálkodás, a bakhátalás és az erdei alomszedés szakította meg. Ez az egykori erdők átalakítását, az erdőterület csökkenését, a termőhelyek erózióját, tápanyagokban való elszegényedését eredményezte. Ezek a hatások az erdeifenyő és egyéb pionír fafajok, az acidofil aljnövényzet és a mohaszint tömegességének jelentős növekedéséhez vezettek a régióban. A XIX. századtól az irtásos és szántóföldi gazdálkodás felhagyását követően kispaszti szálaló gazdálkodás terjedt el, mely hozzájárult az erdők területének stabilizálódásához. A XX. század második felétől csupán a magánkézben maradt erdőket művelték továbbra is szálaló üzemmódban, a többi erdő esetén a gazdálkodás átalakulása, az alomszedés visszaszorulása és a nagyüzemi erdőművelés az erdeifenyvesek belombosodásához, klimax lombos fajok arányának növekedéséhez vezetett. E nagymennyiségű és egyedülálló elegyes erdők jelenléte magyarázatot ad a mintaterületeimen megfigyelhető növényfajok sokféleségére, valamint felhívja a figyelmet e

területek további biodiverzitásának megőrzésére (Vörös, 1970; Bartha, 1998; Tímár és mtsai, 2002; Gyöngyössi, 2008).

### 3.2 Adatgyűjtés

A vizsgálatom során 34 különböző faállományú őrési és vendvidéki erdő (6. ábra) talajmintáiból felnevelt mohafajokat határoztam meg. Az erdőrészek kiválasztása az Állami Erdészeti Szolgálat Országos Erdőállomány Adattárából, az erdőrészek 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, jól reprezentálják a régióra jellemző főbb fafajok elegyarány kombinációit, és legalább 500 m távolság választja el őket egymástól. Talajmintáimat a kiválasztott erdőrészekben egy 30 m × 30 m-s mintaterület 3 különböző részéről, felszíni 1-2 cm-s avarréteget letakarítva, 5-7 cm mélységű, 7 cm x 7 cm négyzetet kiásva papírzacskóba gyűjtöttem. Első mintavétele 2009. október elején, a minták egyetemi üvegházba történő elültetése 2009. október végén történt. A második, kontroll esetben 2010. november elejétől kezdve nyíltan tároltam február elejéig, majd 2011. február elején ültettem el az egyetem üvegházában.



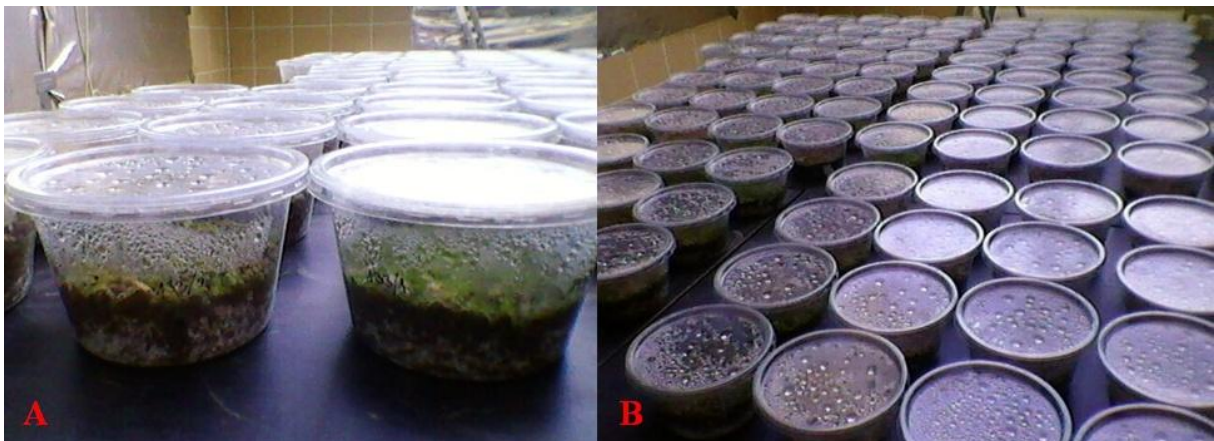
6. ábra: A 34 vendvidéki és az őrési mintaterület bemutatása.

A mintaterületeket piros pontok jelzik (forrás: <http://orserdo.okologia.mta.hu/>).



Az ültetés során átlátszó, 10 cm átmérőjű, köralapú műanyag dobozokat használtam, melynek aljára kb. 60 g desztillált vízzel meglocsolt, 30 percig autoklávozott 2-4 cm vastagságú perlit került. A nagyobb szerves törmelékektől megszabadított talajt 0.5-1.5 cm rétegben raktam a perlitre. Az ültetés végén a mintaterületek számát a talajmintát tartalmazó dobozok külső oldalán jelöltem, mintáimat a doboz átlátszó, több helyen kilyukasztott tetejével fedtem be. Vizsgálatom során három talajmintát is sterilizáltam a természetes megvilágítású növénynevelő mohaspóra-tartalmának tesztelése végett. A második, kontroll ültetés esetében egy technikai hibát követtem el, ezért ez nem tekinthető az első ültetés ismétlésének. Emiatt a dolgozatban csak az első ültetés eredményeit dolgoztam fel.

A növényház klímáját a mohák növekedése során több alkalommal is megmértem (mért átlagértékek: hőmérséklet (18-21°C), fényerősség (1200-2200 Lux), páratartalom (13-17%)). A mintáimat természetes fény reggeltől délután négy óráig érte, ezért mesterséges világítást kellett használnom 16-18 óra között, ennek következtében nőtt a helység hőmérséklete, csökkent a páratartalma. A dobozok helyét adott szisztéma szerint váltogattam a térben esetlegesen eltérő laborklíma hatásának kizárása végett. Az ültetés után a dobozok néhány órával bepárasodtak, így a növénynevelés során csupán néhányszori locsolásra volt szükség. Az első előtelepek az elültetéstől számított első hónap után jelentek meg (7A és B ábra), a növénynevelést 3 hónappal az ültetést követően, 2010. január végén fejeztem be.



7. A és B ábra: Mohanövények nevelése (forrás: saját kép).

A keltetett propagulum bank mintavételezése során egy 7 cm x 7 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). A regisztrált fajokból mintapéldányokat tettem el a határozás későbbi ellenőrizhetőségének biztosítása végett. Egyes mohafajok esetében megfigyelhető volt a mesterséges körülmények hatására bekövetkező gyakori abnormális növényalak kialakulása (During, 1997), valamint a felmelegedéssel egyre inkább terjedő gombák pusztítása, mely megnehezítette bizonyos fajok pontos elkülönítését (például *Bryum rubens* és *Pohlia nutans* esetében). A *Sphagnum* fajok esetében a hajtások fiatal állapota nem tette lehetővé a faji szintű határozást, az egyes fajokat *Sphagnum spp.*-ként vontuk össze. A fajok meghatározásához Orbán és Vajda (1983) és Smith (2004) kézikönyveit használtam. A kapott mohák elnevezéséhez 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 40 m x 40 m-es területen történt 2005 nyaratól 2006 tavaszáig. Az 5 cm-es mellmagassági átmérőnél (DBH) vastagabb egyedek faját, a mellmagassági átmérőjét, a magasságát és a koronavetületét regisztrálták, és a középpontból mért szög és távolság adatok alapján térképezték. Az 5 cm-nél kisebb mellmagassági átmérőjű fák esetében megállapították a fafajt, az átlagos átmérőt, a magasságot és az egyedszámot, és újulati foltokat térképezték. Az álló és a fekvő holtfák esetében megmérték a fák térfogatát és korhadási állapotát (Márialigeti és mtsai, 2009; Király és Ódor, 2010). Számos környezeti változót a mintaterületünk közepén elhelyezkedő 30 m x 30 m-es nagy kvadrát 36 db 5 m x 5 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 30 m x 30 m-s mintaterületekre vonatkoztatva. Az aljzatok háttérváltozóinak mérése során az 5 m x 5 m-es kvadrátokban becsülték az avar, a holtfa, az aljnövényzet, valamint a nyílt talajfelszín abszolút borítását. Az 5 m x 5 m-es kvadrátok közepén történt egyrészt a relatív diffúz fény mérése a LAI-2000 Plant Canopy Analyzer műszerrel (Tinya és mtsai, 2009), másrészt a lombkorona-záródás felvételezése szférikus denziométer segítségével (Márialigeti 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 0-10 cm 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 talajminta keltetése alapján becsültem, összeadva a fajok lokális frekvenciáit a három talajmintában (maximum 3x49 rekord). A mohaközösség faji összetétele és a környezeti háttérváltozók összefüggésének a feltáráshoz 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 feltáráására főkomponens analízist (PCA) használtam, a fajok adatait ln transzformáltam és centráltam (Podani, 1997; Legendre és Legendre, 1998; ter Braak és Šmilauer, 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 szórásnyi hosszú) grádienseket kaptam, ezért feltételezhető volt a fajok lineáris összefüggése a feltárt környezeti grádiensekkel. Emiatt a további vizsgálataimhoz redundancia-analízist használtam (RDA), melynek a segítségével ki tudtam mutatni a különböző környezeti változóknak a fajösszetételre gyakorolt hatását (Legendre és Legendre, 1998; Lepš és Šmilauer, 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 Šmilauer, 2002; Lepš és Šmilauer, 2003). A kanonikus tengelyek szignifikanciájának vizsgálata ugyanezzel a módszerrel történt.

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

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

Elemzésem során 34 mintaterületem 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 tömegviszonyait hasonlítottam össze, majd a kapott eredményt rang-abundancia görbén ábrázoltam. Az életmenet-stratégiák megoszlásának összevetése Orbán (1984) művén alapult.

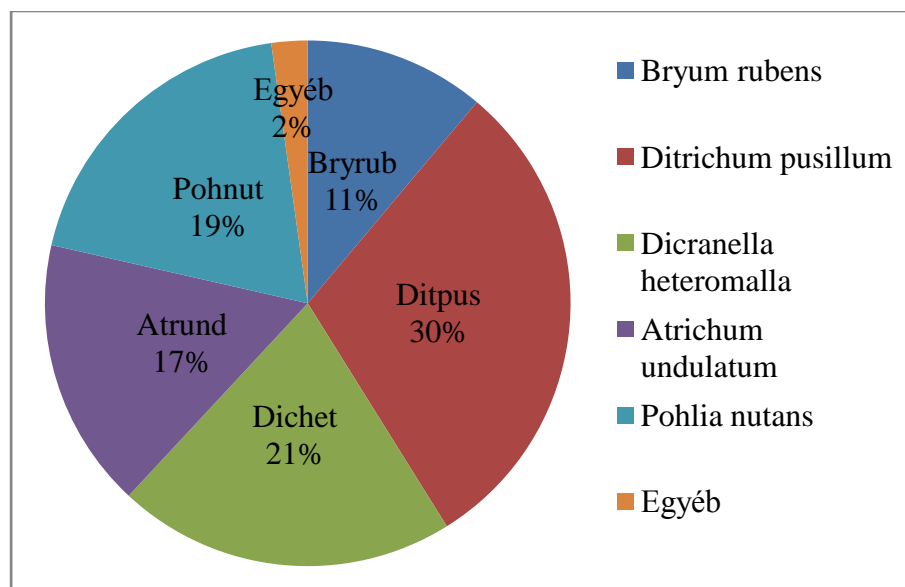
A propagulum bank és a felszíni mohavegetáció tömegessége és fajszáma közti összefüggéseket korrelációs elemzéssel tártam fel (Reiczigel és mtsai, 2007). A két közösség faji összetételének összefüggését Mantel-teszt alkalmazásával vizsgáltam (Podani, 1997; Legendre és Legendre, 1998). Ennek során mindkét 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

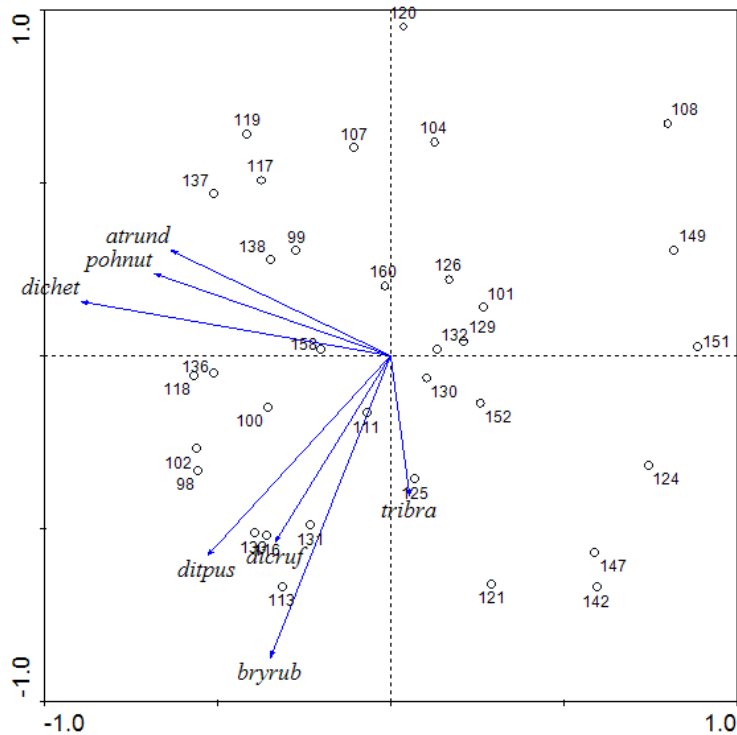
### 4.1 Moha propagulum bank elemzése

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 (8. ábra). A kördiagramon jól látszik, hogy a tömeges fajok nagyrészt a savanyúságot kedvelő, acrocarp, kolonista mohafajok (*Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans*, *Atrichum undulatum*) teszik ki.



8. ábra: A mohafajok relatív gyakoriságának százalékos megoszlása a diaspora 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 9. 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 különítettem el. Az egyikben leginkább az *Atrichum undulatum*, *Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans* volt a jellemző, míg a másikban a *Ditrichum pusillum*, *Bryum rubens* és *Dicranum rufescens* volt a domináns mohafaj.

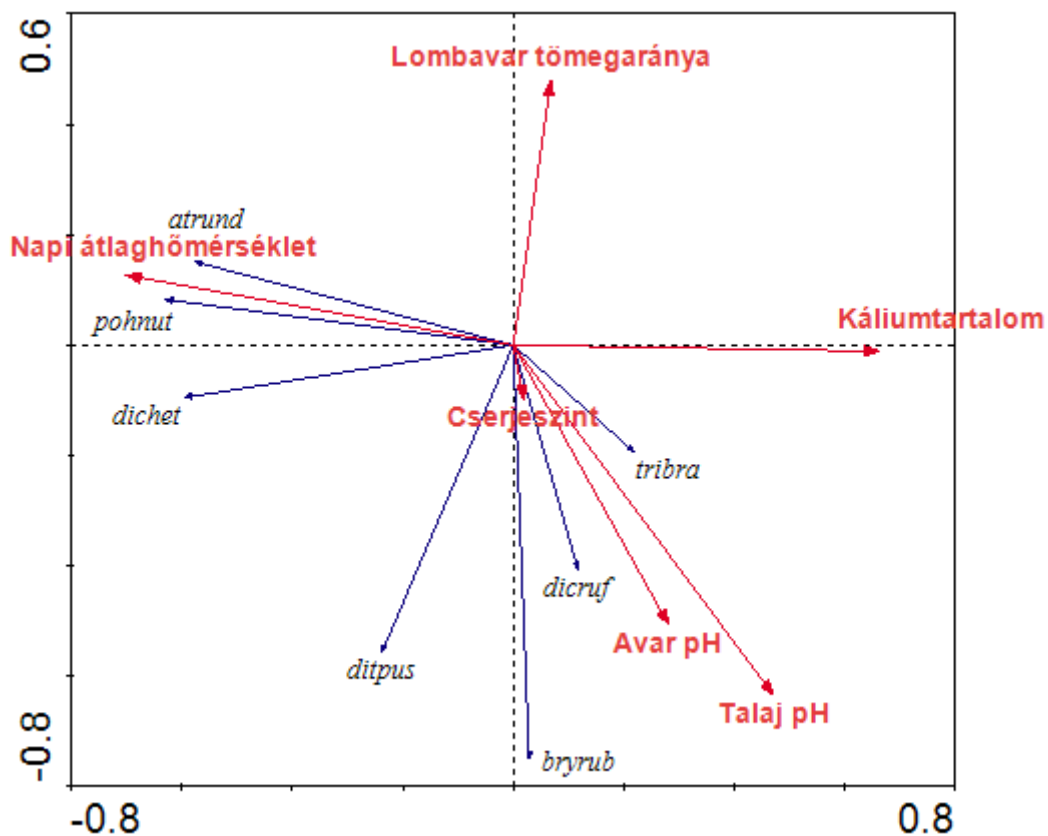


9. ábra: A *propagulum bank* fajainak és mintaterületeinek főkomponens elemzése (PCA) a fajok gyakoriság adatai alapján. A vízszintes tengely az első, a függőleges a második ordinációs tengely. A fajokat nyilak és kódok, a mintaterületeket körök és számok kódolják. A fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.

A fajok és a környezeti háttérváltozók közti összefüggést feltáró *redundancia-analízis* (RDA) eredménye a 3. táblázatban és a 10. 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

3. 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.

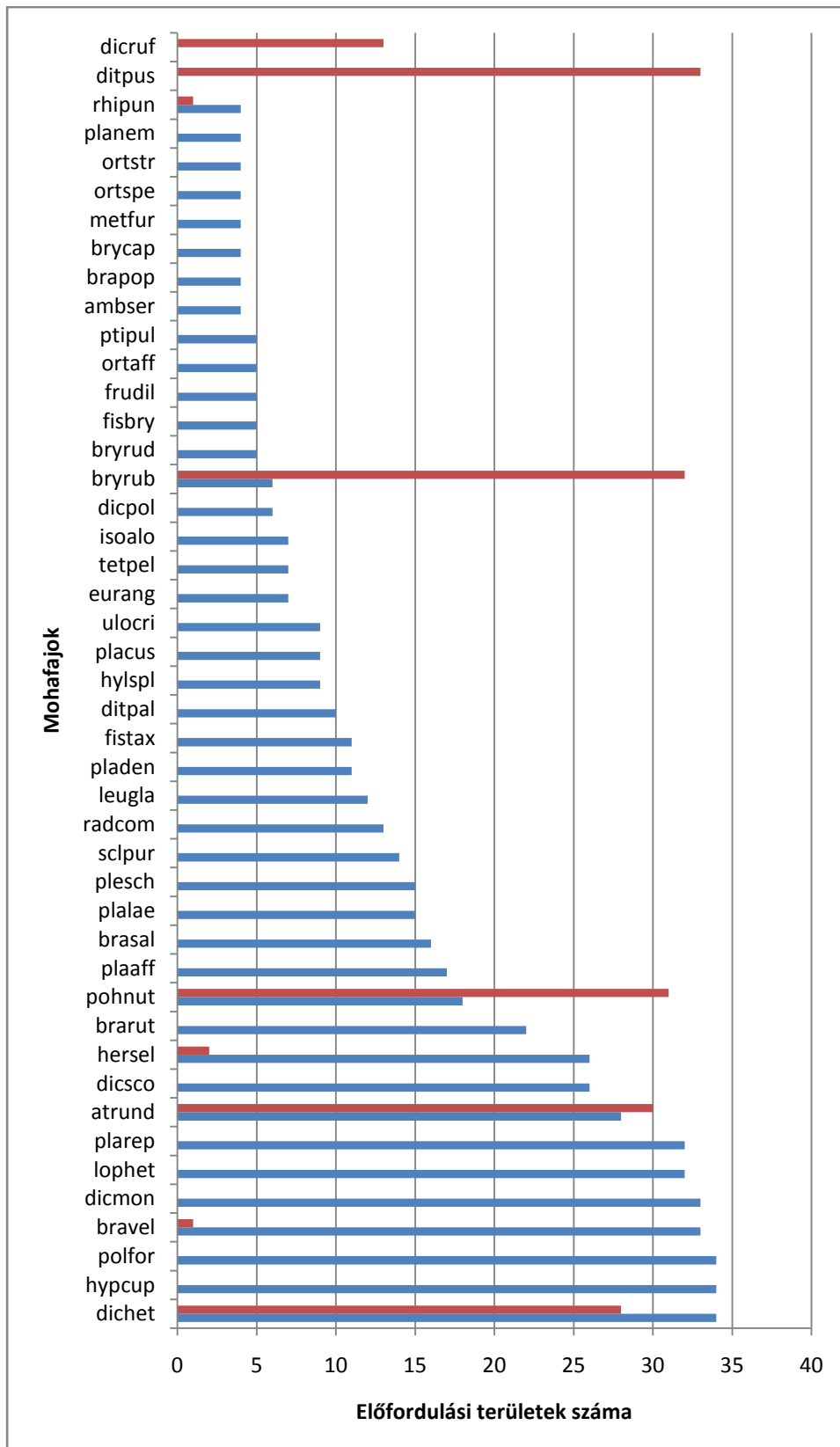


10. ábra: Redundancia-analízis eredménye. Az első (vízszintes) kanonikus tengely a variancia 23%-át, a második (függőleges) tengely 15%-át magyarázza. A fajokat kék nyilak és fekete kódok, a környezeti változókat piros nyilak és betűk mutatják. A változók leírását a I. függelék, a fajok kódjait az II.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

## 4.2 Diaspóra bank és a felszíni vegetáció összehasonlítása

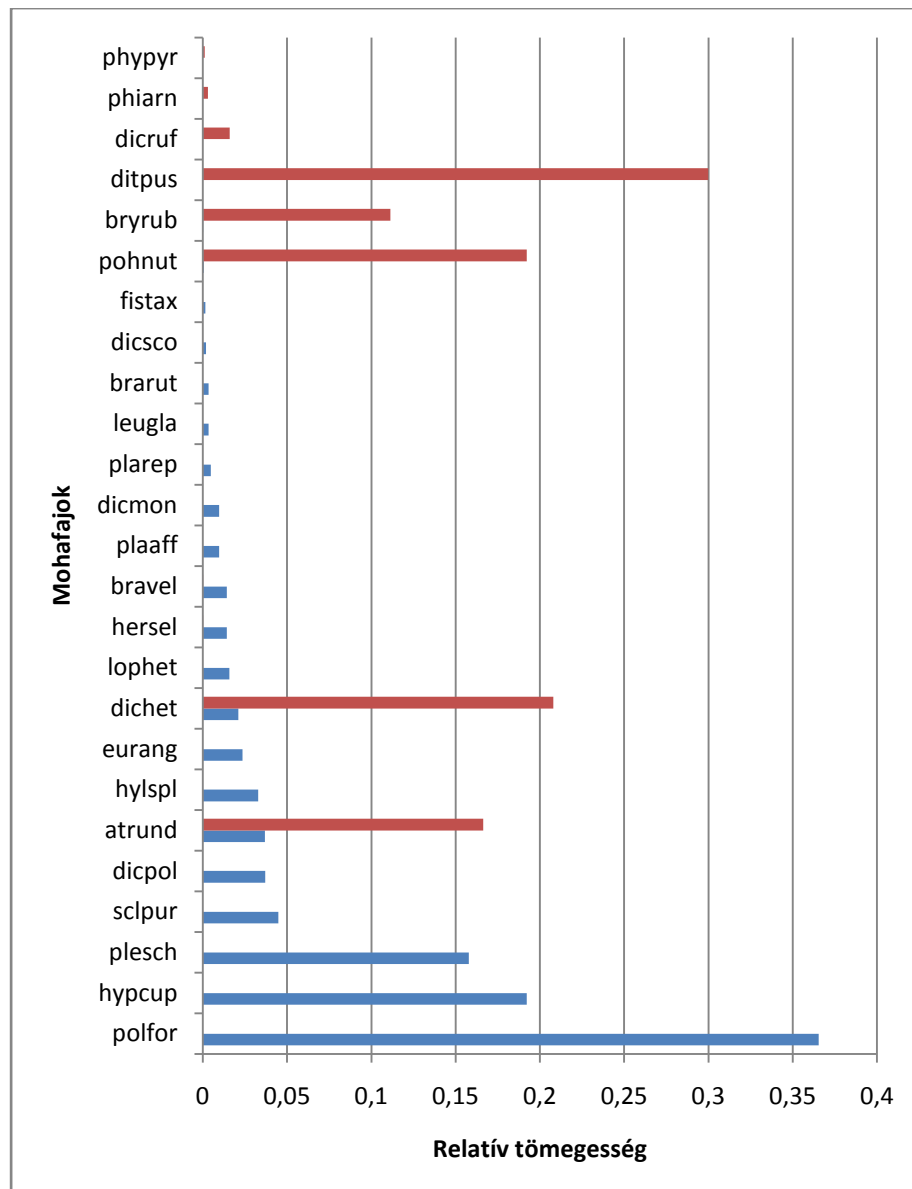
Míg a moha propagulum bankban 13 faj fordult elő (ebből csak hét volt tömegesebb), addig ugyanezen területek felszíni mohavegetációját 70 moha alkotta (részletesebb fajismertetés a *II. függelékben* található). Vagyis a felszíni vegetációhoz képest a moha propagulum bank alacsonyabb diverzitást és nagyobb homogenitást mutatott. A propagulum bank és a talajlakó mohák *fajösszetételének összevetése* során mindkét közösség fajait az előfordulási területeik számának függvényében ábrázoltam (*11. 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 diaspóra 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 a diaspóra bankban figyeltem meg: *Ditrichum pussilum*, *Trichostomum brachydontium*, *Physcomitrium pyriforme*, *Philonotis arnelli*, *Dicranella rufescens* és *Sphagnum spp.*. Azonban a felszínen megjelenő mohák többsége (63 faj) nem képzett propagulum bankot. A fakérgen megjelenő fajok egyáltalán nem képviseltették magukat a diaspóra bankban (legalábbis nem csíráztak).





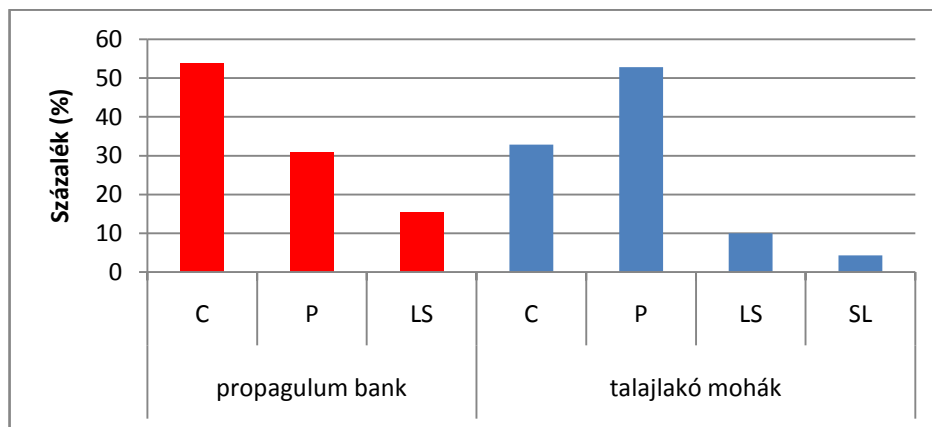
11. ábra: A különböző mohafajok gyakorisága a mintaterületeken. Pirossal a propagulum bankban meghatározott fajok, míg késsel a talajlakó mohák fajok előfordulásainak számát ábrázoltam. A fajok sorrendje (lentől felfelé) a felszíni mohavegetációban betöltött gyakorisága szerint csökken. A fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.

A 12. 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 diaspora bankban a *Ditrichum pusillum*, *Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans*, *Atrichum undulatum* és *Bryum rubens* mohák voltak a dominánsak.



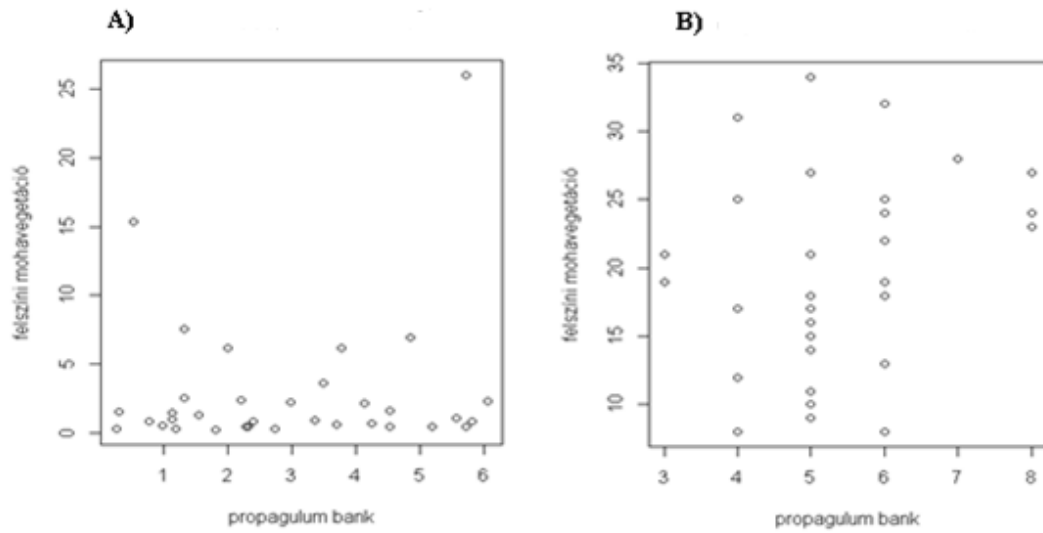
12. ábra: Propagulum bank (piros) és felszíni mohavegetáció (kék) 0,001-nél nagyobb relatív tömegességgű fajainak az összevetése. A relatív tömegesség a propagulum bank esetében a lokális frekvencia, a felszíni mohavegetáció esetében a borítás alapján készült. A fajok sorrendje (lentől felfelé) a felszíni mohavegetációban betöltött relatív tömegessége szerint csökken. A fajok kódjait az II. függelék tartalmazza.

Az 13. ábrán a felszínen és diaszpóra bankban előforduló mohafajok **életmenet-stratégia** szerinti megoszlása figyelhető meg a fajkészlet alapján (a tömegviszonyok figyelembe vétele nélkül). Az egyes mohák stratégiáit a II. függelékben mutatom be. A propagulum bankban a kolonista, míg a felszíni mohavegetációban az évelő stratégia a meghatározó. A mindkét helyen 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. Azonban csupán a felszínen 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) fajokat.



13. 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 14A ábra szemlélteti. A két változó között nem kaptam szignifikáns összefüggést ( $r=0.127$ ,  $p=0.472$ ,  $df=32$ ). A propagulum bank és felszíni talajlakó mohák **fajszáma közötti összefüggés** (14B 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 ( $r=0.151$ ,  $p=0.095$ ).



14. ábra: A diaspora bank (vízszintes tengely) és a felszíni mohavegetáció (függőleges tengely) tömegességének (A), valamint fajszámának (B) összehasonlítása.

## 5. Diszkusszió

A diaspora bank indirekt ordinációs vizsgálatának eredményeképpen elmondhatom, hogy nagyon jól elkülöníthetőek a mintaterületek a moha propagulum bank határozott jelenléte / hiánya (szegényesebb jelenléte) alapján. A redundancia-analízis 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. *Pohlia nutans* mohát már több esetben is leírták diaspora bank vizsgálatok során, savasabb, alacsony pH-jú szubsztrátokon, boreális erdőkben (Rydgren és mtsai, 2004; Caners és mtsai, 2009), valamint elegyes erdőben egyaránt (Ross-Davis és Frego, 2004). Caners és mtsai (2009) elegyes és fenyves erdőkben végzett diaspora bank kutatás során hasonló mohafajokat figyeltek meg. *Pohlia nutans* faj mellett a *Brachythecium velutinum* mohát, valamint a *Sphagnum*, *Philonotis*, *Atrichum* nemzetségű fajokat is leírták (Caners és mtsai, 2009). A Soproni-hegység vörösfenyő elegyes gyertyános tölgyes-bükköseiben végzett diaspora bank vizsgálatok során ugyancsak hasonló mohafajokat felvételeztek, legtümegesebb fajnak a *Pohlia nutans* bizonyult, de *Atrichum undulatum*, *Dicranella heteromalla*, valamint *Bryum sp.* jelenlétét is leírták (Szűcs, 2013). Rydgren és Hestmark (1997) boreális fenyőerdőben végzett kutatása során a *Sphagnum spp.* fajt jóval tümegesebbnek, míg vizsgálatomban dominánsnak számító *Bryum sp.* fajt igen kis mértékben figyelték meg az őrségi eredményeimmel szemben.

Azokban az erdőkben, ahol a ***lombavar borítása (tümegessége)*** nagy volt, nem találtam a talajban moha propagulumokat. Ezekben az erdőkben a talajszint mohái is hiányoznak, hiszen a felszíni mohavegetáció tümegességében és diverzitásában ez a tényező bizonyult a legfontosabb, negatív hatású változónak (Peintinger és Bergamini, 2006; Márialigeti és mtsai, 2009). Mintaterületeimen végzett avarszedés (Bartha, 1998; Tímár és mtsai, 2002) feltehetően nagyban hozzájárulhatott a gátló avar elszállításával a talajfelszíni mohavegetáció fajgazdagságának és borításának kialakulásához. A vastag avarréteg mohaszőnyeg kialakulását gátló hatása a magyarázata annak, hogy a túlevelű erdőkben a talajon kiterjedtebb a mohaborítás, mint a lombos erdők esetében (Schofield, 1985). A trópusi esőerdőkben, a vastag levéltakaró miatt igen szegényes a talajban a diaspora bank, hiányozik a mohatakaró az erdei talajról (Maciel-Silva és mtsai, 2012), ellentétben a boreális erdőkkel vagy a dolomit sziklagyepekkel, ahol igen gazdag propagulum bank jelenlét figyelhető meg

(Jonsson, 1993; Hock és mtsai, 2004). Eredményeim az előbb említett, trópusi esőerdőkben végzett megfigyelésekkel (Maciel-Silva és mtsai, 2012) vonhatóak párhuzamba.

A moha propagulum bank esetén a legbefolyásosabb háttérváltozó az imént említett lombavar tömegarányon kívül a propagulumok csírázását pozitívan meghatározó **hőmérséklet** (During, 1979; Schofield, 1985; Risse, 1987; During, 1997; Wiklund és Rydin, 2004; Caners és mtsai, 2009). A talaj hőmérséklete igen jelentős, mivel a kihullott spórák kedvező, magasabb hőmérsékleti viszonyok között azonnali csírázásra képesek, míg alacsonyabb hőmérséklet esetén a talajban raktározódnak (During, 1979; During, 1997). A mohapropagulumok csírázását szignifikánsan meghatározza továbbá negatívan a talaj **káliumtartalma**, valamint pozitívan a **talaj és avar pH-ja** (During, 1979; Schofield, 1985; Risse, 1987; During, 1997; Wiklund és Rydin, 2004; Caners és mtsai, 2009; Rydin, 2009). Wiklund és Rydin (2004; Rydin, 2009) vizsgálatukban kimutatták, hogy az általuk megfigyelt két mohafaj csírázása a talajnedvesség és pH interakciójától függ, a rendelkezésre álló nagyobb víztartalom esetén könnyebb elérni a szuboptimális pH-t, és ez fordítva is igaz. A trópusi esőerdőben végzett kutatások szerint a fajok megjelenését a szubsztrát pH-ja csupán igen gyengén befolyásolja (Maciel-Silva és mtsai, 2012). Caners és mtsai (2009) boreális elegyes és fenyves erdők diaspora bankjának vizsgálata során a fényviszonyok, a szubsztrátok jelenléte, a földrajzi helyzet mellett a pH és káliumion-tartalom meghatározó voltát írták le, és kiemelték az edafikus feltételek, szubsztrátok jelentőségét. E vizsgálat során a káliumion-tartalom kevésbé bizonyult gátló tényezőnek (Caners és mtsai, 2009). Eredményeimmel szemben Virtanen és mtsai (2000) kimutatták, hogy bizonyos mohanövényekre a kálium hozzáadása semleges, vagy akár enyhe pozitív hatással lehet.

A diaspora bank képleteinek csírázását minimálisan, pozitívan meghatározza a **cserjeszint** is. Azonban a felszíni mohavegetációs vizsgálatokkal szemben (Márialigeti és mtsai, 2009), ahol igen jelentősnek bizonyultak a különböző **állomány szerkezetére, összetételére vonatkozó** változók, a boreális elegyes és fenyves erdők propagulum bankjának kutatásához hasonlóan ezen az élőhelyen sem volt jelentősebb hatással az erdő szerkezete (Caners és mtsai, 2009). Bár a vizsgált környezeti változóink között szerepeltek különböző **táji, tájtörténeti** változók is, ezek más kutatásokhoz hasonlóan nem mutattak összefüggést a diaspora bankkal (During, 1997). A mohapropagulum csírázásához elengedhetetlen a hőmérséklet mellett a **fény** szerepe is (Wiklund és Rydin, 2004). A felszíni mohavegetáció eredményeivel szemben (Márialigeti és mtsai, 2009), a propagulum bankban a fényintenzitás nem bizonyult szignifikáns változónak, pedig boreális erdőkben végzett vizsgálatok során igen meghatározó volt a mohafajok megjelenésében (Caners és mtsai, 2009). Caners és mtsai

(2009) szerint ugyanis alacsony fényintenzitás esetén az acrocarp mohák (kolonisták és vándorló életmenetű fajok) száma csökkent, míg ez a pleurocarp, élő mohákra nem volt hatással. Más kutatások kimutatták, hogy a fény a spóracsírázásban és a gametofiton növekedése során is nagy jelentőségű, kompetíciót okozó környezeti tényező (During, 1997). Egy bolygatott terület visszakolonizálásában Rygren és mtsai (2004) szerint igen jelentős a **talajnedvesség és lombkorona-záródás** is. Kimmerer (2005) lombhullató erdőben a kidőlt fa talajbuckájának fajösszetételét vizsgálva kimutatta, hogy a kompetíció és a szukcessziós folyamatok mellett a rendelkezésre álló mikrokörnyezet, a **szubsztrát minőség**, nedvesség tartalma és a fény is igen meghatározó. Jonsson (1993) különböző szubsztráton található propagulum bankot vizsgált. Kezdetben a diaszpóra bank jelentős részét az ásványi talajban figyelte meg, az egyes talajrétegek között nem tapasztalva jelentősebb eltérést. Négy évvel később azonban mind az ásványi, mind a humuszos rétegű talaj fajszáma lecsökkent, mely bizonyította a diaszpóra bank bolygatás során fellépő hosszú távú kimerülését (Jonsson, 1993; During, 1997). Smith (2013) a **földrajzi helyzet**, a tengerszint feletti magasság propagulum bankra való hatását vizsgálta. Ennek során kimutatta, hogy a diaszpóra bank fajgazdagsága a magassággal növekszik. A magasság szignifikánsan korrelál a hőmérséklettel és a páratartalommal, és a magassággal nő a reprodukciós siker is (Smith, 2013). Esetemben nem vettem figyelembe a földrajzi helyzet hatását, mivel nem ez volt vizsgálatom célja.

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 diaszpóra bank eredményeit a talajlakó mohákkal összehasonlítva elmondhatom, hogy míg a felszíni mohavegetáció esetében az avarmennység 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, mikroklíma) határozzák meg.

A propagulum bank fajkészletét a felszíni mohavegetációval összehasonlítva látható, hogy néhány faj kivételével (*Dicranella heteromalla*, *Pohlia nutans*, *Atrichum undulatum*) igen eltérő fajösszetételt kaptam. Bizonyos kutatásokkal ellentétben (Caners és mtsai, 2009), vizsgálatomban nem találok májmohákkal, mely alátámasztja a korábbi eredményeket

(Jonsson, 1993; Ross-Davis és Frego, 2004; Maciel-Silva és mtsai, 2012). A felszíni mohavegetáció és a diaspora bank fajszáma, tömegessége és faji összetétele nem mutat összefüggést. Ennek háttérében az eltérő környezeti igények mellett az egyes fajok életmenet-stratégiája áll. Vizsgálatom azt is alátámasztja, hogy a felszínen inkább az évelő, kiterjedt gyepet képező mohafajok, míg a diaspora 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; Rydgren és Hestmark, 1997; During, 2001; Ross-Davis és Frego, 2004; Kimmerer, 2005; Vanderpooren és Goffinet, 2009). Számos kutatás esetében kimutatták, hogy a propagulum bank a felszínen megjelenő populációknál nagyobb diverzitást mutat (Jonsson, 1993; Hock, 2007; Hock és mtsai, 2008; Vanderpoorten és Goffinet, 2009). Esetemben ennek ellentéte volt megfigyelhető, a felszíni mohavegetáció fajdiverzitása magasabb volt, mint a diaspora banké. A domináns talajlakó mohavegetáció és a propagulum bank kevésbé meghatározó szerepe azonban együttesen utalhat a vizsgált területek, az idős faállományok jelenlegi, aránylag bolygatatlan, természetközeli állapotára is, mivel a diaspora banknak bolygatott területeken jóval meghatározóbb szerepe van a regenerációban (Jonsson, 1993; Caners és mtsai, 2009). Ez ugyancsak alátámasztja vizsgált területeim további biodiverzitásának, természetközeli állapotának a védelmét és megőrzésének szükségességét.

A mohaspórák csírázási aránya az ideális körülmények miatt laboratóriumban általában jóval magasabb, mint a természetben (Rydin, 2009). Az ültetési módszer alkalmazása során felmerül bennem a bennem pár kérdés. Valóban minden fajt meghatároztam? Valóban megfelelőek voltak a körülmények az összes faj csírázásához? Azonban a vizsgálat szempontjából igen lényeges volt, hogy minden minta ugyanazt a kezelést kapja, mert csak így tudtam a kapott adatokkal számolni, eredményeimet összehasonlítani, vállalva a kockázatot, hogy esetleg nem csírázik ki minden az adott körülmények között. Bizonyos vizsgálatok esetében megfigyelték, hogy a talaj mélységével csökken a talaj propagulumtartalma (Rydgren és Hestmark, 1997; Ross-Davis és Frego, 2004). Más kutatások során az eltérő mélységű talajból vett mintából kicsírázott propagulum bank hasonló fajösszetételt mutatott (Szűcs, 2013). Ebből következően vizsgálatomban a talajmélységnek is lenne jelentősége? Az általam meghatározott környezeti tényezők esetleg más arányban határoznák meg az alsó és a felső talajból csíráztatott propagulum bankot? Érdeemes volna a jövőbeli kutatások során vizsgált területeim diaspora bankját ilyen szemmel is kutatni.



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 diaspora bankra vonatkozó eredmények kevésbé járulnak hozzá a vizsgált területek természetvédelmi kezelésének és erdőgazdálkodásának tervezéséhez. Az őrségi mohavegetáció fenntartásában, terjeszkedésében nagyobb szerepet játszik a diszperzió és a klonális terjedés (Jonsson, 1993; Rydgren és Hestmark 1997; Rydgren és mtsai, 2004). Vizsgálatomat azonban korán sem tartom lezártnak, kutatási eredményeim újabb kérdéseket vetnek fel. Amennyiben az ültetési, és szítás módszert együttesen alkalmazom, vagy molekuláris markereket használok fel, mennyiben kaptam volna eltérő eredményeket? 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 diaspora bank vizsgálat történt (During, 1997; Hock és mtsai, 2004; Maciel-Silva, 2012). A moha diaspora bank ismerete számos területen hiányos, azonban ökológiailag igen meghatározó szerepe miatt mindenképp javasolnám jövőbeli kutatási célnak a felszíni mohavegetáció és a propagulum bank együttes vizsgálatát.

## 6. Összefoglalás

A moha propagulum bankot a talaj dormans, kicsírázatlan, ivaros propagulumai (a spórák), és ivartalan képletei alkotják. Az előbbieket leginkább a mohafajok diszperziójában, míg az utóbbiak a mohavegetáció lokális fennmaradásában jelentősek. A mohafajok diaspora bankjának legfontosabb feladata biztosítani a mohanövények túlélését a kedvezőtlen időszakok, bolygatások ellenére, a mohák regenerációja és kolonizációja, a fajgazdagság megőrzése és a populáció méreteinek szabályozása.

Kutatásom során különböző faállományú őrségi erdők moha propagulum bankját vizsgáltam, és vettem 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 diaspora 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 diaspora bank jelentősen eltért a felszíni mohavegetációtól: fajszáma alacsonyabb, dominánsak benne a rövid életű kolonista mohák, míg a felszíni mohavegetációt évelő fajok uralják.

Következésképp megállapítható, hogy az őrségi erdőkben a talajsztint mohaközösségének regenerációjában, túlélésében a propagulum bank szerepe minimális.

## 7. Abstract

The diaspore bank of bryophytes contains dormant, ungerminated but viable spores and/or asexual propagules. The spores are important for long-distance dispersal while asexual reproduction maintains local populations. The role of the bryophyte propagulum bank is to ensure the survival of bryophytes under unfavourable conditions and disturbance, to facilitate regeneration and colonization, to sustain diversity and to regulate population size.

I investigated the bryophyte diaspore bank of temperate mixed forests in Órség and compared it with the ground-floor bryophyte assemblages. I explored the most important environmental variables (including treespecies composition, stand structure, microclimate, light conditions, soil and litter properties, management history, landscape properties) that influence species composition, species richness and cover of the bryophyte diaspore bank. In addition, I compared the species richness and species composition of the diaspore bank and the ground-floor bryophyte vegetation. In this study I examined thirty-four, 70-100 years old stands of different tree species composition in the Órség National Park, Western Hungary.

Contrary to the ground-floor bryophyte assemblage, where substrate availability, tree species composition and stand structure were the most influential environmental variables, the composition and cover of the diaspore bank was affected mainly by site conditions (microclimate, litter- and soil properties). Species richness of the bryophyte diaspore bank was lower than that of the ground-floor bryophyte assemblage. Short-lived mosses (colonists, short-lived shuttles) were dominant in the diaspore bank, as opposed to the forest floor bryophyte community, where perennial mosses dominated.

I conclude that the importance of the bryophyte diaspore bank is relatively low in the regeneration and maintenance of the ground floor bryophyte vegetation.

## 8. Felhasznált irodalom

- Arcanum (2006). Digitized Maps of the Habsburg Empire. The Second Military Survey 1806–1869. DVD-Rom. *Arcanum Kft.*, Budapest.
- Bakker J. P., Poschlod P., Strykstra R. J., Bekker R. M., Thompson K. (1996). Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Botanica Neerlandica* 45 (4): 461-490.
- Bartha D. (1998). Az őrségi erdők elemzése történeti ökológiai alapon. In: Vig, K.(szerk.). Húsz éves az Őrségi Tájvédelmi Körzet. *Fertő-Hanság NP Igazgatóság, Sarród* pp. 59-68.
- Baskin J. M., Baskin C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14: 1–16.
- Baskin C. C., Baskin J. M. (2008). Advances in understanding seed dormancy at the whole-seed level: an ecological, biogeographical and phylogenetic perspective. *Acta Botanica Yunnanica* 30 (3): 279-294.
- 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: 55-68.
- Christoffoleti P. J., Caetano R. S. X. (1998). Soil seed banks. *Scientia agricola* 55: 74-78.
- Csontos P. (2001). A természetes magbank kutatásának módszerei. *Scientia Kiadó*, Budapest *Synbiologia Hungarica* 4 pp. 11-72.
- During H. J., (1979). Life strategies of bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia* 5: 2-18.
- During H. J., ter Horst B. (1983). The diaspore bank of bryophytes and ferns in chalk grassland. *Lindbergia* 9: 57-64.
- During H. J., van Tooren B. F. (1987). Recent developments in bryophyte population ecology. *Tree* 2 (4): 89-93.
- 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: 137-149.
- During H. J., (1995). Population regulation in tuber-bearing mosses: a simulation model. *Lindbergia* 20: 26-34.
- During H. J. (1997). Bryophyte diaspore banks. *Advances in Bryology* 6: 103-134.
- During H. J. (2001). Diaspore banks. *The Bryologist* 104 (1): 92-97.
- Erzberger P., Papp B. (2004). Annotated checklist of Hungarian bryophytes. *Studia Botanica Hungarica* 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: 285-292.
- Hock Zs. (2007). Propagule banks in bryophytes and ferns: Dynamics, genetic composition and the role of the life history. Ph.D. thesis, University of Zürich, Zürich, Switzerland.
- 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): 542-548.
- Hylander K., Dynesius M. (2006). Causes of the large variation in bryophyte species richness and composition among boreal streamside forests. *Journal of Vegetation Science* 17: 333–346.
- Gyöngyössy P. (2008). „Gyántásország” Történeti adatok az őrségi erdők erdészeti és természetvédelmi értékeléséhez. Tanulmány, *Kerekerdő Alapítvány*, Szombathely. 110 pp.
- Jonsson B. G., Esseen P. A. (1990). Treefall disturbance maintains high bryophyte diversity in a boreal spruce forest. *The Journal of Ecology* 78: 924-936.
- Jonsson B. G. (1993). The bryophyte diaspore bank and its role after small-scale disturbance in a boreal forest. *Journal of Vegetation Science* 4: 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. (1991). Reproductive ecology of *Tetraphis pellucida* I. Population density and reproductive mode. *The Bryologist* 94 (3): 255-260.
- Kimmerer R. W. (1991). Reproductive ecology of *Tetraphis pellucida* II. Differential success of sexual and asexual propagules. *The Bryologist* 94 (3): 284-288.
- 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): 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: 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. *Biodiversity and Conservation* 22: 209-223.

- Kovács J. A. (1999). Az Őrségi Tájvédelmi Körzet növényzetének sajátosságai, ökológiai-  
természetvédelmi problémái. *Vasi Szemle* 53 (1): 111-142.
- Laaka-Lindberg S. (1999). Asexual reproduction in a population of a leafy hepatic species  
*Lophozia silvicola* Buch in central Norway. *Plant Ecology* 141: 137-144.
- 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: 122-128.
- Longton R. E. (1997). Reproductive biology and life-history strategies. *Advances in Bryology*  
6: 65-101.
- 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: 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. *Biodiversity and  
Conservation* 18: 2223-2241.
- Mills S. E., Macdonald S. E. (2005). Factors influencing bryophyte assemblage at different  
scales in the Western Canadian boreal forest. *The Bryologist* 108 (1): 86–100.
- Nascimbene J., Marini L., Ódor P. (2012). Drivers of lichen species richness at multiple  
spatial scales in temperate forests. *Plant Ecology & Diversity* 5(3): 355–363.
- Ódor P., Szurdoki E., Tóth Z. (1996). Újabb adatok a Vendvidék mohafldrájához. *Botanikai  
Közlemények* 83 (1-2). pp. 97-108.
- Ódor P., Standovár T. (2002). Substrate specificity and community structure of bryophyte  
vegetation in a near-natural montane beech forest. *Community Ecology* 3 (1): 39-49.
- Ódor P., Szurdoki E., Tóth Z. (2002). Az Őrségi és a Vendvidék főbb élőhelyeinek  
mohavegetációja és flórája. *Kanitzia* 10: 15-60.
- Ódor P., van Hees A. F. M. (2004). Preferences of dead wood inhabiting bryophytes for decay  
stage, log size and habitat types in Hungarian beech forests. *Journal of Bryology* 26:  
79-95.
- 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): 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: 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 pp.
- Orbán S. (1984). A magyarországi mohák stratégiái és T.W.R értékei. *Az Egri Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Füzetei* 17: 755-765.
- Papp B., Rajczy M. (1996). Az Őrség mohafldrája, a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára mohaherbáriumára alapján. In: Víg, K. (szerk.). Az Őrségi Tájvédelmi Körzet természeti képe II. *Savaria Múzeum*, Szombathely p. 275-295.
- Peintinger M., Bergamini A. (2006). Community structure and diversity of bryophytes and vascular plants in abandoned fen meadows. *Plant Ecology* 185: 1-17.
- Pócs T., Domonkos-Nagy É., Pócs-Gelencsér I., Vida G. (1958). Vegetationstudien im Őrség. *Akadémiai Kiadó*, Budapest 124 pp.
- Pócs T. (2000). Növényföldrajz. In: Hortobágyi T., Simon T. (szerk.). Növényföldrajz, társulástan és ökológia. *Nemzeti Tankönyvkiadó*, Budapest p. 27-168.
- Podani J. (1997). Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmébe. *Scientia kiadó*, Budapest 412 pp.
- Reiczigel J., Harnos A., Solymosi N. (2007). Biostatistika nem statisztikusoknak. *Pars Kft.*, Nagykovácsi 455 pp.
- Risse S. (1987). Rhizoid gemmae in mosses. *Lindbergia* 13: 111-126.
- Ross-Davis A. L., Frego K. A. (2004). Propagule sources of forest floor bryophytes: spatiotemporal compositional patterns. *The Bryologist* 107 (1): 88-97.
- Rydgren K., Hestmark G. (1997). The soil propagule bank in a boreal old-growth spruce forest: changes with depth and relationship to aboveground vegetation. *Canadian Journal of Botany* 75: 121-128.
- Rydgren K., Økland R. H., Hestmark G. (2004). Disturbance severity and community resilience in a boreal forest. *Ecology* 85 (7): 1906-1915.

- Rydin H. (2009). Population and community ecology of bryophytes. In: Goffinet B. és Shaw A. J. (szerk.) *Bryophyte biology*. Cambridge University Press, Cambridge 10: 393-444.
- Schofield W. B. (1985). Introduction to bryology. *Macmillan Publishing Company*, New York 2: 10-22; 23: 290-308; 24: 309-330.
- 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 Órség National Park. *Mycosphere* 4 (5): 871–924.
- Smith A. J. E. (2004). The moss flora of Britain and Ireland. *Cambridge University Press*, Cambridge. 998 p.
- Smith, R. J. (2013). Cryptic diversity in bryophyte soil-banks along a desert elevational gradient. *Lindbergia* 36: 1-8.
- Söderström L., Herben T. (1997). Dynamics of bryophyte metapopulations. *Advances in Bryology* 6: 205-240.
- Sundberg S., Rydin H. (2000). Experimental evidence for a persistent spore bank in *Sphagnum*. *New Phytologist* 148: 105-116.
- Szodfridt I. (1969). Adatok az Órség erdőinek termőhelyi adottságaihoz. *Vasi Szemle* 23 (3): 386-394.
- Szűcs P. (2013). A mohák megjelenését meghatározó egyes ökológiai tényezők vizsgálata a Soproni-hegységben. *Doktori értekezés*. NymE EMK, Környezet- és Földtudományi Intézet, Termőhelyismerettani Intézeti Tanszék, Sopron.
- Ter Braak C., 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).
- Thompson K., Band S. R., Hodgson J. G. (1993). Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology* 7: 236-241.
- Tímár G., Ódor P., Bodoncz L. (2002). Az Órségi és a Vendvidék erdeinek jellemzése. *Kanitzia* 10: 109-136.
- Tinya F., Márialigeti S., Király I., Németh B., Ódor P. (2009). The effect of light conditions on herbs, bryophytes and seedlings of temperate mixed forests in Órség, Western Hungary. *Plant Ecology* 204: 69-81.



- Vanderpoorten A., Goffinet B. (2009). Introduction to bryophytes. *Cambridge University Press*, Cambridge 303 pp.
- 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: 153-160.
- Van Zanten B. O., Pócs T. (1981). Distribution and dispersal of bryophytes. *Advances in bryology* 1: 479-562.
- Virtanen R., Johnston, A. E., Crawley M. J., Edwards G. R. (2000). Bryophyte biomass and species richness on the Park Grass Experiment, Rothamsted, UK. *Plant Ecology* 151: 129–141.
- Vörös A. (1970). Az Őrségi gazdálkodás az úrbérrendezéstől a XX. század elejéig. In: Vas megye múltjából. III. *Levéltári évkönyv* 217-235.
- Wiklund K., Rydin H. (2004). Ecophysiological constraints on spore establishment in bryophytes. *Functional Ecology* 18: 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): 657-662.

## 9. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban témavezetőmnek, dr. Ódor Péternek szeretném megköszönni az egész kutatásom során nyújtott rengeteg segítségét és türelmét. Dr. Podani Jánosnak, belső konzulensemnek is szeretném megköszönni a dolgozat írása során nyújtott segítségét. Márialigeti Sárának is köszönettel tartozom, hogy adatait, kutatási eredményeit rendelkezésemre bocsátotta. Hálával tartozom dr. Hock Zsófiának a módszertani segítségért. Az Őrs-Erdő projekt többi résztvevőjének is köszönöm, hogy az általuk felvételezett környezeti változók adataival dolgozhattam. Továbbá szeretnék köszönetet mondani a Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszéknek a növénynevelőhelység biztosításáért. Végezetül családomnak is hálával tartozom a szüntelen támogatásért.

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

# 10. Függelék

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

### **Fafaj-összetétel**

Térképezett fafajok száma

Térképezett fafajok diverzitása

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

### **Állomány szerkezete**

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

Cserjeszint denzitása (db/ha)

Faanyag mennyisége (m<sup>3</sup>/ha)

Holtfa mennyisége (külön fekvő és álló holtfa, m<sup>3</sup>/ha)

### **Aljzat típusok**

Ásványi talaj, avar és holtfa borítása (m<sup>2</sup>/ha)

### **Avar jellemzői**

Túavar/lombavar/bomlott avar aránya

Avar tömege (vastagsága) (30 cm x 30 cm felületről)

### **Fény feltételek**

Relatív diffúz fény (átlaga, variációs koefficiense)

### **Tájikörnyezeti változók**

Táji elemek borítási aránya

### **Tájhasználat történet**

Mintaterületek körzetének művelési aránya 1853-ban

(r=300 m) (erdők, rétek, szántók)

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

### **Erdők jellemzői**

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

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

### **Mikroklíma**

Légnedvesség (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	Brachytecium 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	<i>Ditrichum pallidum</i>	C	10	5,48E-05	0	0
ditpus	<i>Ditrichum pusillum</i>	C	0	0	33	0,299894
eurang	<i>Eurhynchium angustirete</i>	P	7	0,023464	0	0
eurhia	<i>Eurhynchium hians</i>	P	3	0,000486	0	0
eursch	<i>Eurhynchium schleicheri</i>	P	1	6,57E-06	0	0
fisbry	<i>Fissidens bryoides</i>	C	5	0,0003	0	0
fistax	<i>Fissidens taxifolius</i>	C	11	0,001448	0	0
frudil	<i>Frullania dilatata</i>	C	5	0,000118	0	0
hersel	<i>Herzogiella seligeri</i>	P	26	0,014316	2	0,000265
homtri	<i>Homalia trichomanoides</i>	P	3	3,15E-05	0	0
hylspl	<i>Hylocomium splendens</i>	P	9	0,032872	0	0
hycup	<i>Hypnum cupressiforme</i>	P	34	0,192126	0	0
isoalo	<i>Isoetecium alopecuroides</i>	P	7	0,000631	0	0
leprep	<i>Lepidozia reptans</i>	P	2	2,76E-05	0	0
leugla	<i>Leucobryum glaucum</i>	P	12	0,003466	0	0
lophet	<i>Lophocolea heterophylla</i>	P	32	0,015768	0	0
metfur	<i>Metzgeria furcata</i>	C	4	0,000184	0	0
nowcur	<i>Nowellia curvifolia</i>	C	3	0,000572	0	0
ortaff	<i>Orthotrichum affine</i>	C	5	1,21E-05	0	0
ortspe	<i>Orthotrichum speciosum</i>	LS	4	0,000167	0	0
ortstr	<i>Orthotrichum stramineum</i>	C	4	5,27E-05	0	0
parlon	<i>Paraleucobryum longifolium</i>	P	2	3,96E-05	0	0
phiarn	<i>Philonotis arnelli</i>	LS	0	0	3	0,003044
phypyr	<i>Physcomitrium pyriforme</i>	C	0	0	2	0,001191
plaaff	<i>Plagiomnium affine</i>	LS	17	0,009739	0	0
placav	<i>Plagiothecium cavifolium</i>	P	3	0,000401	0	0
placus	<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	LS	9	0,000812	0	0
pladen	<i>Plagiothecium denticulatum</i>	P	11	0,000349	0	0
plalae	<i>Plagiothecium laetum</i>	P	15	0,000759	0	0
planem	<i>Plagiothecium nemorale</i>	P	4	0,000728	0	0
plarep	<i>Platygyrium repens</i>	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	Pleuridium 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
rhipun	Rhizomnium punctatum	LS	4	1,98E-05	1	0,000132
rhy squ	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
scipur	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

# 11. Nyilatkozat

Név: Kövendi-Jakó Anna

Neptun azonosító: KFPTR1

ELTE Természettudományi Kar, **biológus mesterszak**

Diplomamunka címe: A moha propagulum bank és a felszíni mohavegetáció összehasonlítása az őrségi erdőkben

A diplomamunka szerzőjeként fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a dolgozatom önálló munkám eredménye, saját szellemi termékem, abban a hivatkozások és idézések standard szabályait következetesen alkalmaztam.

Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít:

- szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi hivatkozás a forrás megjelölése nélkül;
- más személy publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Kijelentem továbbá, hogy a diplomamunka leadott nyomtatott példányai és elektronikus változata szövegükben, tartalmukban megegyeznek.

Budapest, 2014.05.14.

---

*a hallgató aláírása*