

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**TERMÉSZETKÖZELI ÉS SZÜNANTRÓP
KRIPTOGÁM KÖZÖSSÉGEK SZERVEZŐDÉSE**

Aszalósné Balogh Rebeka

Témavezető: Dr. Matus Gábor egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2023

1. Bevezetés

A kriptogám élőlények csoportjába tartozó zuzmókat és a mohákat kis természetű, összetett azonosításuk és a specialisták hiánya miatt gyakran figyelmen kívül hagyják a területek élővilágának fel-tárásakor, annak ellenére, hogy egyes közösségekben a biomaszra nagy részét alkothatják és globálisan jelentősen hozzájárulnak a bio-diverzitáshoz (Lőkös & Farkas 2009; Erzberger *et al.* 2023)

A zuzmók és mohák (a továbbiakban kriptogámok) városi környezetben és természetközeli élőhelyeken is egyaránt pionír szervezetek (Gilbert 1990). A fokozódó urbanizáció során egyre több az új épület, melyek alkalmas élőhelyeket teremtettek ezen közösségek számára. Ennek ellenére a városi kriptogám flóráról és vegetációról nagyon kevés információval rendelkezünk. A városokban eddig elsősorban az epifiton zuzmók kutatása volt jelentős (Skye 1968; Farkas *et al.* 2001). A szünantróp zuzmóvegetációra vonatkozó szórványos hazai adatok több évtizedre nyúlnak vissza, melyek főként a Tisza menti árvédelmi töltésekről és hidakról származnak (Gallé 1965, 1976a, 1976b). A mohákról ismert ugyan, hogy jelentős részét alkothatják a városi flórának (Skudnik *et al.* 2013), de a városi mohaflóra diverzitásának a feldolgozása ritka (Szűcs *et al.* 2017; Zsolyom & Szűcs 2018). A mikroklimával és a felszíni hőmérséklettel kapcsolatos legtöbb tanulmány a virágos növényekre összpontosít viszont csak kevés tanulmány foglalkozik a mohákkal (Van Tooren *et al.* 1985) és még kevesebb a zuzmókkal (Aartsma *et al.* 2021).

A kriptogámok épületeken (elsősorban templomokon) való megtelepedéséről kevés információval rendelkezünk (Pierivittori *et al.*

1994, 1996; Bungartz 1999; Lisická 2008), ezen belül különösen hiányoznak a modern épületekre vonatkozó adatok, beleértve a mára már hatalmas kiterjedésben előforduló lapostetőket is. A zuzmók és mohák tetőkön való spontán kolonizációjával foglalkozó publikációk száma is nagyon kevés (Hedderson *et al.* 2003; Thuring & Dunnett 2019; Köehler & Kaiser 2021).

A mézskerülő pannon száraz gyepek kriptogám flórájáról és vegetációjáról is szintén kevés információval rendelkezünk. Ismert, hogy a kriptogám fajok diverzitása jelentős, néhol a hajtásos növényekét meghaladó is lehet (Slack 1977; Jarman & Kantvilas 1994; Brown *et al.* 1994; Dengler *et al.* 2020a; Bergauer *et al.* 2022). A zuzmókat és mohákat ennek ellenére gyakran figyelmen kívül hagyják a vegetációdinamikai vizsgálatok során.

Az európai száraz gyepek kezelési ajánlásai zömmel a hajtásos növények közül kikerülő „kulcsfajok”-on (*keystone species*) alapulnak, így a más rendszertani kategóriákba tartozó élőlények – köztük a kriptogámok – gyakran szinte figyelmen kívül maradnak (Rubio-Salcedo *et al.* 2013; Dengler *et al.* 2014, 2020b; Darbyshire *et al.* 2017; Gheza *et al.* 2020). A mohákkal és zuzmókkal kapcsolatos természetvédelmi ismeretek hiányosak, a kriptogámok elterjedési mintázata jellemzően a hajtásos növényekénél sokkal kevésbé ismert.

Az elmúlt 20 évben ezen hiányok pótlására megkezdődött az európai száraz élőhelyek zuzmó- és mohabiodiverzitási mintázatának és funkcionális szerepének vizsgálata (pl. Chytrý *et al.* 2001; Ketner-Oostra *et al.* 2012; Büdel *et al.* 2014; Gheza 2015; Gheza *et al.* 2016, 2020; Jüriado *et al.* 2016; Gheza *et al.* 2018a, 2018b; Veres *et al.*

2020, 2021; Veres *et al.* 2022a, 2022b). Verseggy 1970-es években végzett úttörő vizsgálatait óta a zuzmók biomasszáját és produktivitását hazánkban nem elemezték (Verseggy & Kovács-Láng 1971; Verseggy 1976, 1977, 1979, 1982).

A magyarországi alföldi területeken a magas kriptogám diverzitású száraz élőhelyek többnyire homokon fordulnak elő. Ezeket a gyepeket általában legelőként hasznosítják. Mégis csak néhány tanulmány foglalkozott eddig a legeltetés felhagyásának homoki gyepekre gyakorolt hatásával (Ónodi *et al.* 2006, 2008). Spontán dinamikájukat is ritkán vizsgálták és ez különösen igaz a kriptogámokra.

A hazai nyílt, savanyú homoki gyepekkel foglalkozó társulástani tanulmányok általában elhanyagolták vagy csak részben tárgyalták a kriptogámokat (Lájer 2004, 2005; Szigetvári 2004; Bartha *et al.* 2006). Pozitív kivétel egy közelmúltban megjelent tanulmány, ahol nyírségi száraz gyepekben mind a zuzmókkal, mind a mohákkal foglalkoztak (Kovacsics-Vári *et al.* 2023) (bár ezeket nem azonosították faji szinten).

A legelés kriptogámokra gyakorolt hatásáról a szakirodalomban eltérő vélemények találhatók. A legtöbb vizsgálat azt mutatja –köztük számos skandináv tanulmány–, hogy a legelés számottevő hatással van a biomasszára és fajösszetételre egyaránt (Ahti 1959; Oksanen 1978; Olofsson 2006). A legeltetett és legeletlen területek közötti diverzitásbeli különbségek vizsgálatára irányuló szakirodalom meglehetősen hiányos, illetve ahol rendelkezésre áll, ott ellentmondásos (Gilbert 1974; Helle & Aspi 1983; Olofsson *et al.* 2001).

A fenti, nemzetközi szinten is nyitott kérdések megkövetelik a talajlakó közösségek és környezetük, valamint a területkezelés és a kriptogám vegetációdinamika kapcsolatának intenzívebb kutatását.

2. Célkitűzések

Értekezésemben két, eltérő környezetben végzett esettanulmányban vizsgáltuk kriptogám közösségek szerveződését.

I. Szünantróp kriptogám közösségek kialakulásának vizsgálata

Az esettanulmány célja volt: (1) reprezentatív számú, egymáshoz földrajzilag viszonylag közel elhelyezkedő városi lapostetőn a kriptogám közösségek összetételének leírása; (2) a napsütésnek kitett, illetve árnyékolt lapostetőpár mikroklimatikus viszonyainak összehasonlító jellemzése; (3) egyes eltérő korú lapostetők kriptogám biomasszájának összevetése, valamint a zuzmó- és mohafrakciók közötti megoszlás leírása; (4) hozzájárulás a városi lapostetőkön lejátszódó primer szukcesszió fázisaival és időzítésével kapcsolatos ismeretekhez; (5) eltérő méretű lapostetők szigetbiogeográfiai jellemzőinek (fajsám-area összefüggés, fajsám telítődés) leírása; (6) a zuzmó- és mohafajgazdagság közötti esetleges kapcsolat azonosítása.

II. Mészkerülő pannon sztyeppek kriptogám közösségeinek kezelésváltozás okozta dinamikájának vizsgálata

Az esettanulmány célja volt: (1) a talajlakó kriptogám közösségek florisztikai összetételének, specifikus biomasszájának, produktivitásának és diverzitásának kvantitatív leírása; (2) a kriptogám közösségek kezelés megváltozására (különböző korú legelészakítás, változó legeltetési nyomás) adott válaszána a feltárása.

3. Anyag és módszer

I. Szünantróp kriptogám közösségek kialakulásának vizsgálata

Tíz városi lapostető teljes területét mértük fel 2016. március és június között. A zuzmókat kézi nagyító segítségével vizsgáltuk meg a helyszínen, míg a begyűjtött példányokat sztereomikroszkóp segítségével. A minták kritikus taxonjainak azonosítását kémiai vizsgálatokkal (*spot-test*-ek, HPTLC) végeztük el.

Időtartamos mikroklímaméréseket (hőmérséklet, relatív páratartalom, 5 cm és 30 cm magasságban) végeztünk két eltérő kitettségű (erősen árnyékolt és kitett) tetőn. Két eltérő korú (37/49 év), *Cladonia rei* dominanciájú tetőn 10–10 db, 0,01 m²-es biomassza mintát vettünk, majd szárítás és válogatás után a frakciókat 0,01 g pontossággal mértük le.

A páros és többszörös összehasonlításokat a Sigmaplot 12.0 programcsomaggal végeztük el. A teljes időszakra (148 nap) vonatkozóan a *hőmérséklet*, illetve a *relatív páratartalom* esetén a *napi átlag*, *maximum*, *minimum* valamint *napi ingás*, illetve a *havi átlag*, *maximum*, *minimum*, valamint *havi ingás* összehasonlítására ANOVA-t (Kruskal–Wallis–teszt) alkalmaztuk. Szignifikáns ANOVA-k esetén a páros összehasonlításokat Dunn–tesztekkel végeztük el, $p < 0,05$ küszöbértékkel (Zar 2010). Az árnyékolt és kitett tető 5 cm-es magasságából származó adatok páros összehasonlítását szintén Wilcoxon–féle előjeles rang teszttel végeztük el. A kiválasztott napok (hónaponként három nap) óránkénti hőmérsékleti adatai esetében Wilcoxon–féle előjeles rang tesztet használtunk.

Az eltérő korú tetőkön gyűjtött biomassza minták (zuzmók, mohák és együtt kriptogámok) páronkénti összehasonlítását Mann–Whitney teszttel végeztük el.

Az adott mintavételi helyen talált moha- és zuzmófajok számának korrelációját Spearman rang korrelációval (Spearman 1904) ellenőriztük. A vizsgálati helyek fajösszetételének sokváltozós elemzését a CANOCO programcsomagban DCA segítségével elemeztük és CANODRAW-ban ábráztuk (ter Braak & Smilauer 2002).

A fajszám területfüggő változásának megközelítésére a telítési görbék csoportjának egy olyan egykomponensű, két-paraméteres változatát használtuk, melyet a véletlen forrásokból származó telítődés leírására széles körben alkalmaznak.

II. Mészkerülő pannon sztyeppek kriptogám közösségeinek kezelésváltozás okozta dinamikájának vizsgálata

Nyírségi homokon *Corynephorus canescens* (CC) és *Festuca vaginata* (FV) dominanciájú állományok szomszédos, legelt, illetve bekerített részleteit vizsgálatuk. A kriptogám biomasszát 2013-ban és 2018-ban (4 és fél, illetve 10 évvel a bekerítést követően) mintavételeztük. A biomassza becslésére mindkét évben, területenként és kezelésenként 40–40 db 10 cm × 10 cm-es (0,01 m²) felületű, 5 cm mély talajmonolitot vettünk.

A kriptogámokat kézi válogatással fajokra különítettük el, szárítottuk, majd a frakciókat 0,001 g pontossággal mértük le. Egyes

kritikus taxonok meghatározásakor HPTLC-t is alkalmaztunk. A projekt kezdetén talajvizsgálatokra került sor.

A páros és többszörös összehasonlításokat a Sigmaplot 12.0 szoftvercsomaggal végeztük el. A fajszám és biomassa adatok összehasonlítását helyenként, kezelésenként és időpontonként nem paraméteres varianciaanalízissel (ANOVA on ranks) végeztük el. Szignifikáns eredmény esetén a páronkénti szignifikáns eltérések azonosítására Kruskal–Wallis–tesztet alkalmaztunk.

A felmérések frekvencia és biomassa adatainak minták mennyiségi kapcsolatainak elemzésére és vizualizálására a sokváltozós analízisek közül főkomponens-analízist (PCA) végeztünk el a CANOCO és CANODRAW szoftver csomagok segítségével (ter Braak & Smilauer 2002).

Az adatok előzetes áttekintését követően, a minták biomasszája és fajszáma közötti kapcsolatot 12 különböző, csúcs jellegű modell illeszkedésének vizsgálatával értékeltük. Az eltérő dominanciájú állományokat fajszám osztályok, valamint biomassa osztályok közötti eloszlásuk alapján χ^2 -tesztekkel vetettük össze (Zar 2010). A gyakoriság adatokra, másrészt a biomassa adatokra Shannon–féle diverzitást és egyenletességet (Shannon 1948; Zar 2010) számoltunk.

4. Új tudományos eredmények

I. Szünantróp kriptogám közösségek kialakulásának vizsgálata

- Megállapítottuk, hogy 11–50 éves korú, városi lapostetőkön gazdag moha- és zuzmóflóra jelenik meg, köztük savanyú alapkőzetet indikáló zuzmófajokkal.
- Kimutattuk, hogy eltérő mikroklímájú tetőkön markánsan különböző összetételű kriptogám közösségek alakulnak ki.
- Megállapítottuk, hogy hagyományos, *kavicsolt lemez* szigetelésű, kitett tetők kriptogám közösségeinek dominánsa a *Cladonia rei* zuzmófaj, a közösség megfeleltethető a más antropogén élőhelyekről leírt *Cladonietum rei*-nek.
- Eltérő korú kitett tetők összehasonlító vizsgálatával kimutattuk, hogy a kriptogám pionír szukcesszió negyedik–ötödik évtizedében a moha- és zuzmóbiomassza még egyaránt, bár eltérő mértékben növekszik.
- Eltérő méretű kitett tetők flórájának összehasonlító vizsgálatával megállapítottuk, hogy a faj-terület telítődési görbék a mohák és zuzmók esetében kifejezetten eltérőek.

II. Mészkerülő pannon sztyepek kriptogám közösségeinek kezelésváltozás okozta dinamikájának vizsgálata

- Megállapítottuk, hogy mészkerülő pannon szárazgyepekben a kriptogám fajok érzékenyen reagálnak a kezelés megváltozására.
- Kimutattuk, hogy a legelés megszűntével (természetes okból vagy bekerítés hatására egyaránt) növekszik a *Cladonia* fajok gyakorisága és biomasszája.
- Vizsgálataink rávilágítottak arra, hogy legelés megszűntét követően nyílt homoki gyepekben, a kiskunságiakkal szemben a Nyírségben más, nagytermetű *Cladonia* faj, a *C. rangiformis* Hoffm. válik dominánssá. A Kiskunságban hasonló helyzetben domináns *C. furcata*, illetve a *C. subrangiformis* a Nyírségben alárendelt marad.
- Megállapítottuk, hogy a *Festuco vaginatae*–*Corynephorum* zuzmó együtteseinek biomassza alapján számított Shannon–diverzitása és egyenletessége már rövidebb (4 és fél éves) legelés-kizárás után csökkenni kezd, míg a teljes kriptogám együttes esetén ez csak tartós (10 éves) legeléskizárás után következik be.
- Tartós (10 éves) legeléskizárás hatására a *Festuco vaginatae*–*Corynephorum* társulás több állományában a zuzmó biomassza a legelt és a rövidebb ideje kizárt állományokhoz képest is szignifikánsan növekedett, a zuzmók, elsősorban a *C. rangiformis* produktivitása a legeléskizárás kezdeti szakaszához képest több mint megkétszereződött.

5. Diskusszió

I. Szünantróp kriptogám közösségek kialakulásának vizsgálata

Vizsgálatunkban kiderült, hogy az egyre elterjedtebb városi élőhelyeknek számító lapostetők flóráját és biomasszáját többnyire kriptogámok dominálták. A felmért lapostetőkön megjelenő kriptogámok többsége Magyarországon elterjedt és gyakori (Orbán & Vajda 1983; Verseghy 1994), de néhányuk florisztikai szempontból érdekes. A vizsgálat során hét *Cladonia* faj kimutatására került sor, melyek közül a *C. rei* volt a legelterjedtebb. A szilikátszikkákra jellemző, síkvidéki adattal alig rendelkező *Xanthoparmelia conspersa*-t három tetőn találtuk. Az Élettudományi Épületen került elő a *Stereocaulon tomentosum* zuzmófaj, az alpesi–arktikus–montán nemzetség egyetlen ritka, hazai faja (egyetlen, >50 éves adat). Az általánosan elterjedt, szünantróp helyzetben gyakori fajok mellett az Élettudományi Épületen előkerültek, az Alföldön ritka, hegyvidéki élőhelyeken gyakoribb mohafajok (*Ctenidium molluscum*, *Dicranum scoparium*, *Plagiomnium cuspidatum* és *Ptychostomum elegans*) is. Négy–négy tetőn találtuk az Alföldön szintén ritka, elsősorban szilikát sziklagyepekre jellemző *Hedwigia ciliata*-t és *Racomitrium canescens*-t.

A megtalált zuzmófajok között soknak a legközelebbi stabil állományai akár 80–120 kilométerre fekszenek a vizsgált helyektől. Ezzel szemben valamennyi, a tetőkön talált mohafajnak 10–30 kilométeres körzetben ismertek populációi (Erzberger *et al.* 2023). Ez a különbség magyarázhatja, hogy a vizsgált helyeken számos zuzmó terjedése valószínűleg sokkal inkább korlátozott, mint a mohák. Míg

a legtöbb moha már a kisebb tetőkre is jó eséllyel eljut, a tetők méretének növekedésével egyre újabb zuzmófajok mutathatók ki. Ugyanakkor, a zuzmók megtelepedéséhez a spórák megtelepedése mellett a megfelelő algafaj jelenléte is szükséges. Összetett szerzetként (Hawksworth & Grube 2020), a mohákhoz képest csökkenthet a megtelepedési gyakoriságuk. A három partnerből álló cephalódiumos zuzmók kolonizációja, mint amilyen a *Stereocaulon tomentosum* is, talán ennél is kisebb valószínűségű.

A kitett lapostetők vegetációjában a kriptogám dominancia oka a mikroklímamérésekből világos, hiszen csak a poikilohidrikus szervezetek képesek elviselni az éghajlati elemek ilyen szélsőséges ingadozásait. Ismert az is, hogy a mikroklíma alapvetően befolyásolja a különböző kriptogám dominálta közösségek összetételét (Nystuen *et al.* 2019; Aartsma *et al.* 2021), így a vizsgált lapostetőkét is. Az árnyékolt és kitett élőhelyek markáns mikroklimatikus eltéréseit a fajösszetétel jól tükrözte. A vizsgált tetők zuzmóflórájának jelentős része, valamint a két részletesebben vizsgált tető zuzmóbiomasszájának túlnyomó része a morfológiailag változatos, fajgazdag *Cladonia* nemzetségből származik. A kriptogámbiomassa az idősebb tetőn szignifikánsan magasabb volt (3,70 g/0,01 m², illetve 6,40 g/0,01 m², T=75,5, p=0,028), zömét mindkét területen a zuzmók tették ki. Az idősebb tetőn a mohabiomasszájánál 3,1-szer (T=57, p<0,001) a fiatalabb tetőn pedig 7,5-ször (T=65, p=0,003) több zuzmóbiomasszát észleltünk. A foltos megjelenésű közösségben a *Cladonia rei* és *Ceratodon purpureus* a legjelentősebb fajok, biomasszájuk aránya időben változik.

A tetők szukcessziós útvonalainak teljes rekonstrukciója (*space-for-time* megközelítéssel) a kis mintaszám miatt nem teljesen megoldott. A szukcesszió során a mohabiomassza további növekedése és a *C. rei* visszahúzódása tűnik valószínűnek.

A lapostetők ideális helyszínek a kriptogám közösségek diverzitásának és zavartalan primer szukcessziójának tanulmányozására. A hagyományos szigetelési technikával készült, nem felújított lapostetők változatos mikroélőhelyeket és fajgazdag szünantróp növényzetet rejthetnek.

II. Mészkerülő pannon sztyeppek kriptogám közösségeinek kezelésváltozás okozta dinamikájának vizsgálata

A mintavételi területeken előkerült valamennyi kriptogám faj a Nyírségben (Boros 1932) és Magyarországon is gyakori (Orbán & Vajda 1983; Verseghy 1994). Az egyetlen florisztikai és természetvédelmi szempontból fontos zuzmófaj a törvényesen védett *Cladonia magyarica* Vain. volt (Farkas & Lőkös 2007). A vizsgált állományok talajlakó zuzmóbiomasszáját a közép-európai homoki gyepekhez hasonlóan (pl.: Verseghy & Kovács-Láng 1971; Verseghy 1976, 1977; Farkas & Lőkös 2007; Valachovič 2012; Gheza 2015; Gheza *et al.* 2018a; Gheza *et al.* 2020) különböző *Cladonia* fajok uralják.

A Kárpát-medencéből talajlakó kriptogám biomasszára vonatkozó publikált adatok a közép–magyarországi nyílt meszes homoki gyepeken végzett IBP-vizsgálatokra korlátozódnak (Verseghy 1977). A kriptogám biomassza (beleértve a zuzmók és a mohák

biomasszáját is) ebben a vizsgálsorozatban határozottan magasabb volt, mint a saját kutatásunkban talált értékek.

A biomassa és a fajgazdagság közötti kapcsolat leírására a legjobb illeszkedést a Gauss- és Lorentz-modell mutatta, de ennél is csak alacsony korrelációs együtthatókat (r) találtunk, ami azt jelezheti, hogy a biomassa kétségtelen hatásán kívül egy sor más tényező (pl. a hajtásosnövény-biomassza, a hely korábbi zavartsága, a kizárás kora) is befolyásolhatja a kriptogámok fajgazdagságát.

Úgy találtuk, hogy a bekerített részek zuzmódiverzitása már az első mintavétel előtt (4 és fél évvel az elkerítés után) csökkenni kezdett és a második mintavételig (10 évvel az elkerítés után) pedig már jelentősen visszaesett. Ezek a változások jól értelmezhetők a "köztes zavarás elmélet"-tel (*intermediate disturbance theory*, Watt 1947; Grime 1973). Esetünkben a köztes zavarás ritka, alacsony intenzitású legeltetést jelenthet, amely elejét veszi annak, hogy a *Cladonia rangiformis* tömegessé váljon. Erős legelési nyomás alatt a kriptogámok általában hiányoznak, a kevésbé versenyképes, kisebb és/vagy rövid életű fajok pedig a legeltetés teljes hiányában sem tudnak megtelepedni, viszont alacsony legelési intenzitás mellett igen.

A legelés hatásának megértését nehezíti, hogy a közvetlen és közvetett hatások elválasztását az alkalmazott kísérleti elrendezés eleve nem tette lehetővé. A legelés kriptogámokra gyakorolt első közvetlen hatása fogyasztás, ám ennek jelentősége a legelő állat fajától is függ. A legelés jellemzően mérsékelt hatásával szemben a zuzmóbiomassa és fajgazdagság csökkenése különféle növényzeti típusokban inkább a taposásnak tudható be. A közvetlen hatásokon túl

a legelés közvetett hatással is van a kriptogámokra. A hajtásos növényfajok eltávolítása, az árnyékoltság csökkentésével serkentheti a kriptogámok fejlődését.

Kísérleteinkben a tartós legeléskizáráshoz stagnáló vagy visszaeső fajgazdagság társult (zuzmóknál és moháknál egyaránt), a diverzitás és az egyenletesség pedig egyértelműen visszaesett. Mivel a fajgazdagságnak a legelt részeken tapasztalt változásaival párhuzamosan a marha- és juhlegelés intenzitása is változott, ezért nem tudjuk, hogy egyenként mennyiben feleltek a területenként is eltérő hatásért, illetve azt sem, hogy a fogyasztás vagy a taposás milyen arányban vezettek a megfigyelt változáshoz. Az elérhető közlemények inkább az utóbbit valószínűsítik (Oksanen 1978; Kaltenecker *et al.* 1999; Sinigla *et al.* 2021).

Bár általában egyetértés van abban, hogy a kriptogám (primer) szukcesszió során a biomassza felhalmozódása nagyon lassú, több évtizeden át tartó lehet (Farrar 1976; Verseghy 1977; Löbel *et al.* 2006; Balogh *et al.* 2017; Aszalósné Balogh *et al.* 2023), vizsgálatunkban a bekerítés indukálta szekunder szukcesszió már néhány év alatt a kriptogám biomassza jelentős növekedéséhez vezetett.

A folytatásban fontos lenne legeléskizárában a hajtásos növények, a zuzmók és a mohák dinamikájának változásait együtt értékelni, mivel az ilyen vizsgálatok kifejezetten ritkák (Löbel *et al.* 2006; Turtureanu *et al.* 2014; Zulka *et al.* 2014). Szintén fontos lenne, a kriptogámoknak a hajtásos növények regenerációjára, megtelepedésére gyakorolt hatásának vizsgálata a kezelt gyepek dinamikájának jobb megértése érdekében. Szintén fontos lehet annak

elemzése, hogyan hat a legelő állatok trágyájából származó tápanyagbevitel a hajtásos növények fejlődésére és ez miként befolyásolja közvetve a kriptogám biomasszát, illetve a kriptogámok közötti versengést.

6. Köszönetnyilvánítás

Elsőként szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Matus Gábornak, hogy a kutatás minden fázisában tevékenyen részt vett, lehetőséget biztosított munkám sikeres elvégzéséhez és értekezésem megírásához. Hálával tartozom támogatásáért és tanácsaiért, amivel több éven át hozzájárult fejlődésemhez és kutatói pályám egyengetéséhez. Szakmai munkám során külön köszönet illeti Dr. Lőkös Lászlót és Dr. Farkas Editet, segítségük nélkül jelen dolgozat nem jöhetett volna létre.

Szeretném megköszönni Dr. Antal Károly és Tüdősné Budai Júlia laborvezetőknek, továbbá Kovács Endre György laboránsnak a talajminták elemzésében nyújtott nagy segítségét. Köszönöm Prof. Dr. Vincze Csabának egyes statisztikai eljárások értelmezése kapcsán nyújtott segítségét. Köszönet illeti a DE TTK Növénytani Tanszékét és a DE MÉK Alkalmazott Növénybiológiai Tanszékét, hogy a munkám során támogattak, a szükséges helyet és eszközöket a rendelkezésemre bocsátották.

Hálás köszönettel tartozom a családomnak és barátaimnak, akik mindig támaszt nyújtottak, pótolhatatlan szeretetükkel, gondoskodással és türelemmel kísérték végig munkámat.



Nyilvántartási szám: DEENK/425/2023.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Aszalósné Balogh Rebeka
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10078528

A PhD értekezés alapján szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

- Aszalósné Balogh, R.,** Matus, G., Lőkös, L., Adorján, B., Freytag, C., Mészáros, I., Oláh, V., Szűcs, P., Erzberger, P., Farkas, E.: Cryptogamic communities on flatroofs in the city of Debrecen (East Hungary).
Biologia Futura. 74 (1-2), 183-197, 2023. ISSN: 2676-8615.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s42977-023-00166-3>
IF: 2.1 (2022)

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

- Aszalósné Balogh, R.,** Farkas, E., Budai, J., Lőkös, L., Matus, G.: Cryptogamic Biomass in Pannonic Acidic Sand Steppes Subject to Changing Land-Use.
Plants-Basel. 12 (16), 1-25, 2023. ISSN: 2223-7747.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/plants12162972>
IF: 4.5 (2022)

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (8)

- Aszalósné Balogh, R.,** Farkas, E., Budai, J., Lőkös, L., Matus, G.: Kelet-magyarországi szárazgyepek zuzmó és moha közösségeinek összetétele és biomasszája legelészikárászt követően =: Composition and biomass of lichen and bryophyte communities after exclusion of grazing from dry grasslands in Eastern-Hungary.
In: 23. Kolozsvári Biológus Napok : Kivonatfüzet = Zilele Biologie din Cluj, ed. 23-a : Volum de abstracte = 23rd Biology Days : Abstracts. Eds.: Fenesi Annamária, Pap Péter László, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Magyar Biológiai és Ökológiai Intézet (MBOI), Apáthy István Egyesület, Kolozsvár, 67. BŐSZ (KMDSZ BiológiaÖkológia Szakosztály) Kolozsvári Akadémiai Bizottság (KAB) 2023.
- Aszalósné Balogh, R.,** Farkas, E., Lőkös, L., Adorján, B., Freytag, C., Mészáros, I., Oláh, V., Szűcs, P., Erzberger, P., Matus, G.: Zuzmó és moha közösségek kutatása debreceni lapostetőkön.
In: XXVI. Tavasz Szél Konferencia 2023 : Absztrakt kötet. Szerk.: Hajdú Péter, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 461-462, 2023. ISBN: 9786156457233





5. **Aszalósné Balogh, R.**: Kriptogám biomassa tíz éves változásai legelt és bekerített szárazgyepekben.
In: XXIII. Tavasz! Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia.
Absztrakt kötet I. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 123-124, 2020. ISBN: 9786155586705
6. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Saraiva, L., Novák, T., Budai, J., Antal, K., Varga, K., Farkas, C., Lőkös, L.: Védett talajlakó zuzmók: az igazságügyi döntéshozatal elhanyagolt elemei.
In: XII. MTBK Műhelytalálkozó : Igazságügy és természetvédelem : Program és összefoglalók, [S.n.], Kecskemét, 23-23, 2019.
7. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Varga, K., Farkas, C., Novák, T., Budai, J., Antal, K., Lőkös, L.: Védett, talajlakó Xanthoparmelia fajok (Parmeliaceae, Ascomycota) cónológiai és talajtani preferenciája nyírségi homoki gyepekben.
In: XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében : Nemzetközi konferencia : Program és összefoglalók = 12th International Conference : Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region : Programme and Abstracts /ed. by Molnár V. Attila, Sonkoly Judit, Takács Attila, Debreceni Egyetem TTK Növénytan Tanszék, Debrecen, 80, 2018. ISBN: 9789634739265
8. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Varga, K., Farkas, C., Novák, T., Budai, J., Antal, K., Lőkös, L.: Talajlakó védett zuzmók mészkérülő homoki gyepekben: nyírségi esettanulmány.
In: XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia : "Sikerek és tanulságok a természetvédelemben": Absztraktkötet. Szerk.: Mizsei Edvárd, Szepesváry Csaba, Magyar Biológiai Társaság, MTA Ökológiai Kutatóközpont, [Vácrátót], 106, 2017.
9. **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Lucas, S. M., Novák, T., Lőkös, L., Varga, N., Papp, B., Matus, G.: Mészkérülő nyílt homoki gyepek kriptogám közössége legelt és bekerített állományban.
In: XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region", Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 122-124, 2016. ISBN: 9789639877252
10. **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Martins, L. S., Novák, T., Lőkös, L., Papp, B., Varga, N., Matus, G.: Moha-zuzmó-mikrogomba közösség összetétele és biomasszája legelt és kizárt mészkérülő nyílt homoki gyepekben = Moss, lichen, microfungus community in grazed and fenced stand of an open acidic sandy grassland : composition and biomass.
In: III. Aktuális eredmények a kriptogám növények kutatásában. Szerk.: Szűcs Péter, Pénzesné Kónya Erika, Eszterházy Károly Főiskola (EKF), Eger, 12-12, 2015.





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (6)

11. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Lőkös, L., Matus, G.: Cryptogams in dynamics of sandy grasslands: specific response to grazing enclosure.
In: 58th Croatian & 18th International Symposium on Agriculture : Book of Abstracts. Ed.: Klauđija Carović, Stanko Ivan Širić, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, 83, 2023. (ISSN 2459-5551)
12. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Budai, J., Lőkös, L., Matus, G.: Studying dynamics of cryptogamic communities in acidic Pannonian dry grasslands caused by management change.
Acta biol. plant. Agriensis. 11 (2), 24, 2023. ISSN: 2061-6716.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2023.11.2.24>
13. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Lőkös, L., Farkas, E.: New lichen records from East Hungary.
Acta biol. plant. Agriensis. 9 (1), 79, 2021. ISSN: 2061-6716.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2021.9.1.79>
14. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Lőkös, L., Papp, B., Budai, J., Antal, K., Novák, T., Matus, G.: Mosses and lichens in dynamics of acidic sandy grasslands: Specific response to grazing enclosure.
Acta biol. plant. Agriensis. 5 (1), 30-30, 2017. ISSN: 2061-6716.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2017.5.1.30>
15. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Lőkös, L., Papp, B., Novák, T., Matus, G.: Post-enclosure community dynamics in acidic sandy grasslands: cryptogams, phanerogams and soil seed bank.
In: 1st International Conference of Community Ecology : Book of Abstracts, Budapest: Akadémiai Kiadó, Budapest, 41-42, 2017. ISBN: 9789634541707
16. **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Martins, L. S., Novák, T., Lőkös, L., Varga, N., Papp, B., Matus, G.: Composition and biomass of a cryptogamic community in grazed and fenced dry acidic grassland.
In: Information, programs and abstracts : 2nd Young lichenologists' workshop in Hungary. Ed.: by Edit Farkas, Nóra Varga, Institute of Ecology and Botany, MTA Centre for Ecological Research, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, 6, 2015.





További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

17. Matus, G., Aszalós, R., Dorotvič, C., Hanyicska, M., Hűvös-Récsi, A., Musicz, L., Miglécz, T., Papp, M., Schmotzer, A., Török, P., Valkó, O., Vojtkó, A., Hartmann, J., Takács, A.,

Aszalósné Balogh, R.: Kiegészítések a magyar flóra ismeretéhez.

Bot. Közl. 106 (1), 71-112, 2019. ISSN: 0006-8144.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17716/BotKozlem.2019.106.1.71>

Idégen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (5)

18. Farkas, E., **Aszalósné Balogh, R.**, Bauer, N., Lőkös, L., Matus, G., Molnár, C., Papp, B., Pifkó, D., Varga, N.: Taxonomical and chorological notes 16 (164-177).

Studia Bot. Hung. 53 (1), 249-266, 2022. ISSN: 0301-7001.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2022.53.2.249>

19. Matus, G., Hricsovinyi, D., Barabás, A., **Aszalósné Balogh, R.**, Varga, K., Lőkös, L.: Preliminary Results of the Inventory at Lichen Herbarium of the University of Debrecen = Előzetes eredmények a Debreceni Egyetem zuzmóherbáriumának feldolgozásában.

Acta biol. plant. Agriensis. 9 (1), 63, 2021. ISSN: 2061-6716.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2021.9.1.63>

20. **Aszalósné Balogh, R.**, Buczkó, K., Erzberger, P., Freytag, C., Homm, T., Lőkös, L., Matus, G., Nagy, Z., Papp, B., Farkas, E.: Taxonomical and chorological notes 15 (153-163).

Studia Bot. Hung. 52 (2), 165-184, 2021. ISSN: 0301-7001.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2021.52.2.165>

21. Papp, B., Erzberger, P., Lőkös, L., Szurdoki, E., Németh, C., Buczkó, K., Höhn, M., **Aszalósné Balogh, R.**, Baráth, K., Matus, G., Pifkó, D., Farkas, E.: Taxonomical and chorological notes 12 (126-136).

Studia Bot Hung. 51 (1), 77-98, 2020. ISSN: 0301-7001.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2020.51.1.77>

22. Schmidt, D., Csiky, J., Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Szurdoki, E., Höhn, M., Ábrán, P., Buczkó, K., Lőkös, L.: Taxonomical and chorological notes 6 (71-74).

Studia bot. hung. 49 (1), 121-130, 2018. ISSN: 0301-7001.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2018.49.1.121>

Egyéb folyóiratközlemények (1)

23. **Aszalósné Balogh, R.**, Matus, G.: *Yucca filamentosa* L. a Dél-Nyírségben.

Kitaibelia. 22 (2), 405-407, 2017. ISSN: 1219-9672.

DOI: <https://doi.org/10.17542/kit.22.404>





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (5)

24. **Aszalósné Balogh, R.**, Mező, S., Matus, G.: Florisztikai adatok a hajdúsámsóni Vénkert és Nagykert (Dél-Nyírség) területéről, valamint a *Yucca filamentosa* L. jelentős előfordulása.
In: XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében : Program és összefoglalók = 12th International Conference Advances in research on the flora and vegetation of the Carpato-Pannonian region : Programme and Abstracts. Szerk.: Molnár V. Attila, Sonkoly Judit, Takács Attila, Debreceni Egyetem TTK Növényzeti Tanszék, Debrecen, 52-52, 2018. ISBN: 9789634739265
25. Varga, Z., Béregi, B., **Aszalósné Balogh, R.**, Matus, G.: Nyílt homoki gyepek ismételt magkészlet elemzése legelt és bekerített állományokban Repeated seed bank analysis in grazed and fenced stands of open sandy grassland.
In: XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpato-Pannonian region", Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 229-230, 2016. ISBN: 9789639877252
26. Matus, G., Kovács, Z., Kovásznai-Oláh, R., Béregi, B., **Aszalósné Balogh, R.**, Hanyicska, M., Jámbor, I., Novák, T., Antal, K., Budai, J., Papp, M.: Juh endozoochoria szerepe kis nyírségi védett terület *Corynephorum*-ában.
Bot. közl. 102 (2), 163-163, 2015. ISSN: 0006-8144.
27. Matus, G., Kovács, Z., Kovásznai-Oláh, R., Béregi, B., **Aszalósné Balogh, R.**, Hanyicska, M., Jámbor, I.: Juh endozoochoria természetvédelmi szerepe nyírségi védett területeken.
In: IX. Magyar Természettudományi Biológiai Konferencia : "Tudományoktól a döntéshozatalig" : absztrakt-kötet. Szerk.: Lengyel Szabolcs, Magyar Biológiai Társaság : MTA Ökológiai Kutatóközpont ; Szeged : Szegedi Tudományegyetem Ökológiai Tanszék, Budapest, 84-85, 2014.
28. Hanyicska, M., Matus, G., Antal, K., Lőkös, L., Budai, J., **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Kovács, Z., Kovásznai-Oláh, R., Papp, M.: Legelés-kizárás hatása kelet-magyarországi szárazgyepekben = Impact of the extrusion of grazing at the dry-grassland on Eastern-Hungary.
In: X. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = Recent Flora- and Vegetation Research in the Carpathian Basin X. : International Conference. Szerk.: Schmidt Dávid, Kovács Miklós, Bartha Dénes, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényzeti és Természettudományi Intézet, Sopron, 157-158, 2014. ISBN: 9789633341537

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

29. Csatári, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Vajkai, B., Kovács, S.: Analysis of bioactive components in the pressed fiber of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.).
In: Sustainable and Innovative Solutions in Agriculture and Food Industry (SISAF'23) One Health approach. Szerk.: Veres Szilvia, Kocsisné Papp Mariett, Stündl László, Debrecen, 36, 2023. ISBN: 9789634905356





30. Nagy, V., Csatári, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Burzán, J., Kovács, S., Máthé, E., Diósi, G.:
Comparison of the Klason lignin content of different beer industry by-products.
In: Sustainable and Innovative Solutions in Agriculture and Food Industry (SISAF'23) One
Health approach. Szerk.: Veres Szilvia, Kocsisné Papp Mariett, Stündl László, Debrecen, 54,
2023. ISBN: 9789634905356
31. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**: Sheep endozoochory in a small protected area: benefit or
harm to a vulnerable community?
In: 1st International Conference of Community Ecology : Book of Abstracts, Akadémiai Kiadó,
Budapest, 121-122, 2017. ISBN: 9789634541707

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

32. **Aszalósné Balogh, R.**, Matus, G.: Alpesi korall, avagy botanikai rejtély az egyetemen.
Egy. élet. 58 (10), 24, 2020. ISSN: 0230-7731.

A közlő folyóiratok összesített impact faktora: 6,6

**A közlő folyóiratok összesített impact faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
6,6**

A DEENK a Jelölt által az IDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai
ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján
elvégezte.

Debrecen, 2023.09.14.



**Short thesis of the degree of doctor of philosophy
(PhD)**

**ORGANIZATION OF CRYPTOGAM ASSOCIATIONS
IN NEAR-NATURAL AND SYNANTHROPIC
CONDITIONS**

by Rebeka Aszalósné Balogh

Supervisor: Dr. Gábor Matus associate professor



UNIVERSITY OF DEBRECEN
Juhász-Nagy Pál Doctoral School

Debrecen, 2023

1. Introduction

Due to their small size, challenging identification and lack of specialists, lichens and bryophytes (together with other cryptogamic organisms) are often disregarded in biological surveys. These, however, can compose a large part of biomass and have a significant contribution to the biodiversity in certain communities (Lőkös & Farkas 2009; Erzberger *et al.* 2023).

Lichens and bryophytes (hereinafter called cryptogams) are known as effective first colonizers in near-natural as well as in urban habitats (Gilbert 1990). Due to the increasing urbanisation more and more new buildings are being constructed, creating several new habitats for these organisms. Despite this, relatively little information is available on the cryptogam flora and vegetation of cities. In urban areas, the surveys are mostly limited to epiphytes (Skye 1968; Farkas *et al.* 2001). Sporadic data on synanthropic lichen vegetation in Hungary date back several decades, mainly from river embankments and bridges along the Tisza (Gallé 1965, 1976a, 1976b).

Although bryophytes are known to compose a significant part of urban floras (Skudnik *et al.* 2013), urban bryophyte diversity is rarely discussed (Szűcs *et al.* 2017; Zsólyom & Szűcs 2018). Most studies concerning microclimate have focused on vascular plants and only a few of them on bryophytes (Van Tooren *et al.* 1985) and even fewer on lichens (Aartsma *et al.* 2021).

Much less information is available on cryptogams growing on buildings (primarily on churches) (Piervittori *et al.* 1994, 1996; Bungartz 1999; Lisická 2008). Data on the establishment of lichens

on modern buildings, including the recently widespread flat roofs, are very scarce. The number of publications on the spontaneous colonization of lichens and bryophytes on roofs is also very limited (Hedderson *et al.* 2003; Thuring & Dunnett 2019; Köehler & Kaiser 2021).

In a similar way, limited information is available on the cryptogam flora of Pannonian acidic dry grasslands. Diversity of cryptogams in acidic grasslands is known to be substantial, sometimes exceeding that of vascular plant species (Slack 1977; Jarman & Kantvilas 1994; Brown *et al.* 1994; Dengler *et al.* 2020a; Bergauer *et al.* 2022). Despite this, the lichens and bryophytes are often neglected in vegetation dynamical studies in these grasslands.

Conservation efforts in European dry grasslands focus mainly on ‘*keystone species*’ of vascular plants, thus leaving several cryptogamic taxa almost overlooked (discussed in detail by Rubio-Salcedo *et al.* 2013; Dengler *et al.* 2014, 2020b; Darbyshire *et al.* 2017; Gheza *et al.* 2020). Knowledge on the conservation status of bryophytes and lichens is still scarce, and usually their distribution is less well documented than that of the vascular plants.

To fill this gap, in the last 20 years, numerous projects studied biodiversity patterns and functional role of lichens and bryophytes in European dry habitats (e.g. Chytrý *et al.* 2001; Ketner-Oostra *et al.* 2012; Büdel *et al.* 2014; Gheza 2015; Gheza *et al.* 2016, 2020; Jüriado *et al.* 2016; Gheza *et al.* 2018a, 2018b; Veres *et al.* 2020, 2021; Veres, *et al.* 2022a, 2022b). Since the pioneer works of Versegly (Versegly

& Kovács 1971; Versegly 1976, 1977, 1979, 1982;), lichen biomass and productivity have not been analyzed in Hungary.

In lowlands, dry habitats of high cryptogamic diversity occur mostly on sand. These grasslands, as a rule, are utilized as pastures. Despite this, only a few studies dealt with the effect of grazing (and abandonment) on sandy grasslands (Ónodi *et al.* 2006, 2008). Neither has their spontaneous dynamics been studied and this especially holds for cryptogams.

Phytosociological studies in Hungarian open sandy grasslands tend to neglect or discuss only partially the cryptogams (Lájer 2004, 2005; Szigetvári 2004; Bartha *et al.* 2006). A recent positive exception is a grassland study in the Nyírség region where both lichens and bryophytes are covered (although none of them identified to species level) (Kovacsics-Vári *et al.* 2023).

One can find different views in literature on the impact of grazing on cryptogams. Mostly, profound effects of grazing both on biomass and composition have been reported (numerous Scandinavian authors including Ahti 1959; Oksanen 1978; Olofsson 2006). Documenting contrasting diversities of grazed and ungrazed areas is rather sparse and, where available, is inconsistent (Gilbert 1974; Helle & Aspi 1983; Olofsson *et al.* 2001).

The many open questions above require a more intensive research into the cryptogam vegetation dynamics and management of terricolous communities and those of urban roofs.

2. Objectives

This dissertation examines the organisation of cryptogamic communities through two case studies in different settings (on buildings at synanthropic conditions and in semi-natural communities, respectively).

I. Organization of cryptogamic associations at synanthropic conditions

The aim of this study was (1) to describe the composition of cryptogamic communities dwelling on a representative number of geographically closely located urban flat roofs; (2) to conduct a comparative characterization of microclimatic conditions on exposed and shaded flat roofs; (3) to compare the cryptogamic biomass of roofs of contrasting ages; describe the distribution between lichen and bryophytes fractions; (4) to contribute to the knowledge of phasing and timing of primary succession acting on urban flat roofs; (5) to describe species-area relationship by sampling different-sized flat roof; (6) to identify possible correlations between lichen and bryophytes species richness.

II. Dynamics of cryptogamic communities in Pannonian acidic dry grasslands caused by management change

The aim of this study was (1) to quantify the floristic composition, specific biomass, productivity and diversity of terricolous cryptogamic communities; 2) to explore the response of cryptogams to management changes (subject to different grazing pressure).

3. Materials and methods

I. Organization of cryptogam associations at synanthropic conditions

We surveyed the whole surface of ten urban flat roofs between March and June 2016. The lichens were examined in the field using a handheld magnifying glass, while collected specimens were examined using a stereomicroscope. Critical taxa have been identified using chemical analyses (*spot-test*, HPTLC). Microclimate measurements (T, RH, 5 cm, 30 cm) have been performed on two roofs of contrasting exposition (shaded/exposed). Biomass sampling has been carried out on two differently aged (37/49 years), exposed, flat roofs using ten replicates of 0.01 m² sized samples, drying and separating samples into species then measuring their specific weight at an accuracy of 0.01 g

Pairwise and multiple comparisons have been performed by Sigmaplot 12.0 program package. For comparison of *daily average*, *maximum*, *minimum* as well as *range* and the *monthly average*, *maximum*, *minimum*, *range of temperature* and of *relative humidity* records for the full period (148 days) ANOVAs on ranks (Kruskal–Wallis test) have been applied whereas pairwise significancies among differently positioned dataloggers have been determined by the Dunn’s test with $p < 0.05$ significance values (Zar 2010). Paired comparisons of daily and monthly records from the 5 cm the readings of shaded and exposed roof, respectively have been performed by Wilcoxon signed rank tests (non-parametric version of paired t-test). We used Wilcoxon signed rank tests on hourly temperature readings of selected days (three days per month)

Pairwise comparison of biomass samples (lichens, bryophytes and all cryptogams, respectively) collected on roofs of contrasting ages has been completed by the Mann–Whitney rank sum test.

The correlation of bryophyte and lichen species numbers per site has been tested by Spearman rank order correlation (Spearman 1904). Species composition of sites has been analyzed using DCA in the program package CANOCO and visualized in CANODRAW (ter Braak & Smilauer 2002).

To approximate the species-area relationship, we used a single component, two-parameter version of exponential rise to maximum equations, a widely accepted one used in describing saturation curves from accidental sources.

II. Dynamics of cryptogamic communities in Pannonian acidic dry grasslands caused by management change

On acidic sandy soils of the Nyírség region, adjacent, grazed and fenced areas of *Corynephorus canescens* (CC) and *Festuca vaginata* (FV) dominated stands of *Festuco vaginatae*–*Corynephorum* were investigated. The biomass of cryptogams was sampled in 2013 and 2018 (4.5 and 10 years after fencing, respectively). To estimate the biomass, 40–40 soil monoliths of 10 cm × 10 cm size (0.01 m²) and 5 cm depth per area and treatment were sampled in both years. Cryptogams were separated into species by hand sorting, dried and the fractions were weighed to the nearest 0.001 g. High-performance thin-layer chromatography (HPTLC) was

also used to determine some critical taxa. Soil analyses were also carried out at the beginning of the project.

Pairwise and multiple comparisons have been performed using the SigmaPlot 12.0 software package. Comparisons of the species number and biomass data per site per management per date have been performed by ANOVAs on the ranks, and in case of a significant result, we used Kruskal–Wallis tests to identify a significant pairwise difference(s).

Principal coordinate analysis (PCA) supported by the CANOCO and CANODRAW software packages has been applied to analyze and visualize the quantitative relations of the samples both for the frequency and biomass records, respectively (ter Braak & Smilauer 2002).

After a preliminary evaluation of the data, the relationship between cryptogam biomass and the combined number of lichen and bryophyte species was investigated by fitting 12 peak equations.

We compared the *Corynephorus canescens* and the *Festuca vaginata* dominated sites by the frequency distribution of samples among the species numbers classes as well as among the biomass classes using χ^2 tests (Zar 2010).

Shannon's diversity and evenness have been calculated for specific frequencies and specific biomass scores (Shannon 1948; Zar 2010).

4. New scientific results

I. Organization of cryptogam associations at synanthropic conditions

- We found that the 11 to 50 years-old urban flat roofs have a rich bryophyte and lichen flora, including lichen species indicative of acidic bedrock.
- We have shown that composition of cryptogamic communities on flat roofs with contrasting microclimate are markedly different.
- We found that the lichen *Cladonia rei* is the dominant species in cryptogamic communities of exposed roofs with layer of gravel coat, a community consistent with *Cladonietum rei* described from other anthropogenic habitats.
- By comparing exposed roofs of different ages, we have shown that in the fourth to fifth decades of cryptogam pioneer succession, both bryophyte and lichen biomass are still increasing, although at different rates.
- By comparing the flora of different sized roofs, we found that the species-area saturation curves for bryophytes and lichens are markedly different.

II. Dynamics of cryptogamic communities in Pannonian acidic dry grasslands caused by management change

- We recorded that the cryptogam species reflected well the management change in acidic Pannonian dry grasslands.
- We have shown that frequency and biomass of *Cladonia* species increase when grazing is ceased (either naturally or through fencing).
- Our studies have shown that after the cessation of grazing *C. rangiformis* Hoffm. becomes dominant in the Nyírség open sandy grasslands. *C. furcata*, dominant in a similar situation in the Kiskunság, and *C. subrangiformis* here remain subordinate.
- We have shown that Shannon's diversity and evenness of lichens in *Festuco vaginatae*–*Corynephorretum*, calculated on biomass, already start to decrease after a shorter exclusion period (4.5 years), whereas those of the whole cryptogam assemblage, this occurs only after a prolonged exclusion period (10 years).
- Prolonged grazing exclusion (10 years) led to a significant increase of lichen biomass in *Festuco vaginatae*–*Corynephorretum* in comparison to both grazed and shorter exclusion stands. We concluded that productivity of lichens, especially that of *C. rangiformis*, increased greatly in second phase of exclusion compared to the first phase.

5. Discussion

I. Organization of cryptogam associations at synanthropic conditions

As it turned out in our study, flora and vegetation of flat roofs, a widespread urban habitat, consist mostly of cryptogams. Most of recorded cryptogams are widespread and common in Hungary (Orbán & Vajda 1983; Verseggy 1994) but some of them are floristically interesting. These involved seven species of lichen genus *Cladonia* among which *C. rei* proved the most widespread. The lichen *Xanthoparmelia conspersa*, typical on siliceous rocks and very rare in the lowlands, has been recorded on three roofs. *Stereocaulon tomentosum*, the only rare native species of the genus in Hungary (with a single >50 year-old record), was also found on the Life Sciences Building (LSB) of the University. In addition to widespread bryophytes common in synanthropic conditions, some further species such as *Ctenidium molluscum*, *Dicranum scoparium*, *Plagiomnium cuspidatum* and *Ptychostomum elegans*, all rare in the lowlands and more common in mountain habitats, were also found on the LSB. *Hedwigia ciliata* and *Racomitrium canescens*, also rare in the Great Hungarian Plain and mostly characteristic of siliceous rocky grasslands, were found on four roofs, too.

Many of the detected lichen species have their closest propagule sources at as much as 80–120 kilometers from the studied sites. In contrast, all bryophyte species are known to have populations within a 10–30 kilometers range (Erzberger *et al.* 2023). This may explain why many lichens appear to be more restricted in their dispersal than bryophytes at the sites studied.

While most bryophytes can reach even the smaller roofs, still new lichen species can be detected as roof sizes increase. Furthermore, as lichens are complex organisms (Hawksworth & Grube 2020), this may also reduce the success of their colonisation compared to bryophytes. Colonisation of cephalodial lichens, including three partners, such as in *Stereocaulon tomentosum*, is therefore perhaps even less likely.

The reason for cryptogamic dominance on exposed flat roofs is clear from microclimate measurements, as only poikilohydric organisms can tolerate the detected extreme fluctuations of climatic elements. Microclimate has already been shown to influence profoundly the composition of various cryptogam-dominated communities (Nystuen *et al.* 2019; Aartsma *et al.* 2021) and the same applies to the studied flat roof assemblages. Contrasting microclimates between the shaded and exposed flat roofs were well reflected in the species composition. The cryptogamic biomass was significantly higher on the older roof (3.70 g/0.01 m² vs. 6.40 g/0.01 m², T=75.5, p=0.028), with lichens forming the majority of the biomass on both. *C. rei* and *Ceratodon purpureus* have been identified as the most abundant species in the patchy pattern community, with their biomass proportions varying over time. On the older roof 3.1 times (T=57, p<0.001) more lichen biomass than bryophyte biomass was detected, while on the younger one this ratio still was 7.5 (T=65, p=0.003).

Reconstruction of roof successional pathways by the *space-for-time* approach is not fully possible due to the small sample size.

However, a further increase of bryophyte biomass and withdrawal of *C. rei* seems likely later on.

Flat roofs are ideal sites for studying diversity and undisturbed primary succession in cryptogamic communities.

Unrenovated flat roofs made with traditional insulation techniques can hide numerous microhabitats and species-rich synanthropic vegetation.

II. Dynamics of cryptogamic communities in Pannonian acidic dry grasslands caused by management change

All the recorded cryptogams in the sampling areas are common to the Nyírség region (Boros 1932) and also to Hungary (Orbán & Vajda 1983; Verseghy 1994). The only species of floristical and conservational importance is the legally protected lichen *Cladonia magyarica* Vain. (Farkas & Lőkös 2007).

As in the psammophilous grassland communities of Central Europe in general (e.g. Verseghy & Kovács-Láng 1971; Verseghy 1976, 1977; Farkas & Lőkös 2007; Valachovič 2012; Gheza 2015; Gheza *et al.* 2018a; Gheza *et al.* 2020), the terricolous lichen biomass of the studied sites is dominated by various *Cladonia* species.

The only published records of specific terricolous cryptogamic biomass from the Carpathian Basin came from IBP studies conducted in the open calcareous sandy grasslands of Central Hungary (e.g. Verseghy 1977). The amount of cryptogamic biomass, including both lichens and bryophytes, in that series of studies was definitely higher than the values found in our study.

The low correlation coefficients (r), even in the best-fit Gaussian and Lorentzian equations, suggest that, in addition to the cryptogamic biomass, a series of other factors (e.g. vascular biomass, local disturbance history, age of exclusion) might also be responsible for the small-scale species richness of cryptogamic.

We found that lichen diversity of the fenced parts may have started to decrease before the first sampling (4.5 years after exclosure) and declined significantly by the second sampling (10 years after exclosure).

These changes can be well interpreted by the ‘*intermediate disturbance theory*’ (Watt 1947; Grime 1973). In our case, ‘intermediate disturbance’ means rare, low-intensity grazing which prevents *Cladonia rangiformis* from becoming monodominant. Under high grazing pressure, cryptogams are generally absent, and less competitive, smaller and/or short-lived species cannot establish in the complete absence of grazing, but can establish under low grazing intensity.

Further complicating the understanding of the effects of grazing is the fact that in most cases the direct and indirect effects on cryptogams were not separated, mainly because the experimental design did not allow this. The first direct effect of grazing on cryptogams is consumption, although its importance also depends on the grazer. In contrast to the often low impact of consumption, the decline of lichen biomass and species richness can be linked to trampling in various ecosystems. Grazing, however, can have an indirect impact on cryptogams, too. Removing vascular biomass can

promote the development of cryptogams via decreased shading. In our experiments, prolonged grazing exclusion was associated with stagnant or declining species richness (both in lichens and bryophytes) whereas diversity as well as evenness have fallen.

As changes in species richness of grazed areas were accompanied by changes in cattle and sheep grazing intensity during the study period, we do not know how this effect is distributed between the two ungulates, or to what extent this effect is due to herbivory or trampling. The literature, however, supports a smaller effect of grazing and a bigger effect of trampling (Oksanen 1978; Kaltenecker *et al.* 1999; Sinigla *et al.* 2021).

Although there is a consensus that biomass accumulation during (primary) cryptogamic succession can be very slow, lasting for several decades (Farrar 1976; Versegly 1977; Löbel *et al.* 2006; Balogh *et al.* 2017; Aszalósné Balogh *et al.* 2023), a few years of fencing in our study has already led to a significant increase of their biomass in the secondary dynamics.

A further challenge in our grazing exclosures is to investigate changes in vascular plants, bryophytes and lichens simultaneously. Such a complex approach, covering the spatial and diversity constraints of all of these groups, is very rare in the literature (Löbel *et al.* 2006; Turtureanu *et al.* 2014; Zulka *et al.* 2014). Similarly, learning more about the effect of the cryptogamic layer on the establishment of vascular plants is important to gain a more detailed insight into the community dynamics of managed grasslands. A further factor worth studying is how nutrient input from the dung of

ungulate grazers can promote vascular plant growth and therefore affect cryptogamic biomass indirectly. This factor could also change the competition between cryptogam species.

6. Acknowledgements

First of all, I would like to thank my supervisor, Gábor Matus PhD Dr. habil., for his active participation in all phases of the research, and for allowing me to complete my theses and write my dissertation. I am grateful to him for his support and advice over several years, which contributed to my development and helped my research career. I would like to express my special thanks to László Lókös PhD and Edit Farkas DSc, without whose help these theses would not have been possible.

I would also like to thank Károly Antal PhD and Júlia Tüdósné Budai, laboratory managers, and Endre György Kovács, laboratory technician, for their great help in the analysis of the soil samples. I would like to thank Prof. Csaba Vincze DSc for his help in interpreting some statistical procedures. I would like to thank the Department of Plant Biology, DE TTK, and the Department of Applied Plant Biology, DE MÉK, for supporting me in my work and providing me with the necessary space and equipment.

I owe my thanks to my family and friends who have always supported me and accompanied my work with their irreplaceable love, care and patience.



Registry number: DEENK/425/2023.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Rebeka Aszalósné Balogh

Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences

MTMT ID: 10078528

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

1. **Aszalósné Balogh, R.**, Matus, G., Lőkös, L., Adorján, B., Freytag, C., Mészáros, I., Oláh, V., Szűcs, P., Erzberger, P., Farkas, E.: Cryptogamic communities on flatroofs in the city of Debrecen (East Hungary).
Biologia Futura. 74 (1-2), 183-197, 2023. ISSN: 2676-8615.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s42977-023-00166-3>
IF: 2.1 (2022)

Foreign language scientific articles in international journals (1)

2. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Budai, J., Lőkös, L., Matus, G.: Cryptogamic Biomass in Pannonic Acidic Sand Steppes Subject to Changing Land-Use.
Plants-Basel. 12 (16), 1-25, 2023. ISSN: 2223-7747.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/plants12162972>
IF: 4.5 (2022)

Hungarian abstracts (8)

3. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Budai, J., Lőkös, L., Matus, G.: Kelet-magyarországi szárazgyepek zuzmó és moha közösségeinek összetétele és biomasszája legelészikárászt követően =: Composition and biomass of lichen and bryophyte communities after exclusion of grazing from dry grasslands in Eastern-Hungary.
In: 23. Kolozsvári Biológus Napok : Kivonatfüzet = Zilele Biologicie din Cluj, ed. 23-a : Volum de abstracte = 23rd Biology Days : Abstracts. Eds.: Fenesi Annamária, Pap Péter László, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Magyar Biológiai és Ökológiai Intézet (MBÖI), Apáthy István Egyesület, Kolozsvár, 67, BŐSZ (KMDSZ BiológiaÖkológia Szakosztály) Kolozsvári Akadémiai Bizottság (KAB) 2023.
4. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Lőkös, L., Adorján, B., Freytag, C., Mészáros, I., Oláh, V., Szűcs, P., Erzberger, P., Matus, G.: Zuzmó és moha közösségek kutatása debreceni lapostetőkön.
In: XXVI. Tavasz Szél Konferencia 2023 : Absztrakt kötet. Szerk.: Hajdú Péter, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 461-462, 2023. ISBN: 9786156457233



5. **Aszalósné Balogh, R.**: Kriptogám biomassa tíz éves változásai legelt és bekerített szárazgyepekben.
In: XXIII. Tavaszí Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia. Absztrakt kötet I. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 123-124, 2020. ISBN: 9786155586705
6. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Saraiva, L., Novák, T., Budai, J., Antal, K., Varga, K., Farkas, C., Lőkös, L.: Védett talajlakó zuzmók: az igazságügyi döntéshozatal elhanyagolt elemei.
In: XII. MTBK Műhelytalálkozó : Igazságügyi és természetvédelem : Program és összefoglalók, [S.n.], Kecskemét, 23-23, 2019.
7. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Varga, K., Farkas, C., Novák, T., Budai, J., Antal, K., Lőkös, L.: Védett, talajlakó Xanthoparmelia fajok (Parmeliaceae, Ascomycota) cönológiai és talajtani preferenciája nyírségi homoki gyepekben.
In: XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében : Nemzetközi konferencia : Program és összefoglalók = 12th International Conference : Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region : Programme and Abstracts /ed. by Molnár V. Attila, Sonkoly Judit, Takács Attila, Debreceni Egyetem TTK Növénytan Tanszék, Debrecen, 80, 2018. ISBN: 9789634739265
8. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Varga, K., Farkas, C., Novák, T., Budai, J., Antal, K., Lőkös, L.: Talajlakó védett zuzmók mészkőrűlő homoki gyepekben: nyírségi esettanulmány.
In: XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia : "Sikerek és tanulságok a természetvédelemben": Absztraktkötet. Szerk.: Mizsei Edvárd, Szepesváry Csaba, Magyar Biológiai Társaság, MTA Ökológiai Kutatóközpont, [Vácrátót], 106, 2017.
9. **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Lucas, S. M., Novák, T., Lőkös, L., Varga, N., Papp, B., Matus, G.: Mészkőrűlő nyílt homoki gyepek kriptogám közössége legelt és bekerített állományban.
In: XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region", Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 122-124, 2016. ISBN: 9789639877252
10. **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Martins, L. S., Novák, T., Lőkös, L., Papp, B., Varga, N., Matus, G.: Moha-zuzmó-mikrogomba közösség összetétele és biomaszája legelt és kizárt mészkőrűlő nyílt homoki gyepekben = Moss, lichen, microfungus community in grazed and fenced stand of an open acidic sandy grassland : composition and biomass.
In: III. Aktuális eredmények a kriptogám növények kutatásában. Szerk.: Szűcs Péter, Pénzesné Kónya Erika, Eszterházy Károly Főiskola (EKF), Eger, 12-12, 2015.





Foreign language abstracts (6)

11. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Lőkös, L., Matus, G.: Cryptogams in dynamics of sandy grasslands: specific response to grazing exclosure.
In: 58th Croatian & 18th International Symposium on Agriculture : Book of Abstracts. Ed.: Klauđija Carović, Stanko Ivan Širić, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, 83, 2023, (ISSN 2459-5551)
12. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Budai, J., Lőkös, L., Matus, G.: Studying dynamics of cryptogamic communities in acidic Pannonian dry grasslands caused by management change.
Acta biol. plant. Agriensis. 11 (2), 24, 2023. ISSN: 2061-6716.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2023.11.2.24>
13. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Lőkös, L., Farkas, E.: New lichen records from East Hungary.
Acta biol. plant. Agriensis. 9 (1), 79, 2021. ISSN: 2061-6716.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2021.9.1.79>
14. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Lőkös, L., Papp, B., Budai, J., Antal, K., Novák, T., Matus, G.: Mosses and lichens in dynamics of acidic sandy grasslands: Specific response to grazing exclosure.
Acta biol. plant. Agriensis. 5 (1), 30-30, 2017. ISSN: 2061-6716.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2017.5.1.30>
15. **Aszalósné Balogh, R.**, Farkas, E., Lőkös, L., Papp, B., Novák, T., Matus, G.: Post-exclosure community dynamics in acidic sandy grasslands: cryptogams, phanerogams and soil seed bank.
In: 1st International Conference of Community Ecology : Book of Abstracts, Budapest: Akadémiai Kiadó, Budapest, 41-42, 2017. ISBN: 9789634541707
16. **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Martins, L. S., Novák, T., Lőkös, L., Varga, N., Papp, B., Matus, G.: Composition and biomass of a cryptogamic community in grazed and fenced dry acidic grassland.
In: Information, programs and abstracts : 2nd Young lichenologists' workshop in Hungary. Ed.: by Edit Farkas, Nóra Varga, Institute of Ecology and Botany, MTA Centre for Ecological Research, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, 6, 2015.





List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (1)

17. Matus, G., Aszalós, R., Dorotovič, C., Hanyicska, M., Hívös-Récsi, A., Musicz, L., Miglécz, T., Papp, M., Schmotzer, A., Török, P., Valkó, O., Vojtkó, A., Hartmann, J., Takács, A., **Aszalósné Balogh, R.**: Kiegészítések a magyar flóra ismeretéhez.
Bot. Közl. 106 (1), 71-112, 2019. ISSN: 0006-8144.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17716/BotKozlem.2019.106.1.71>

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (5)

18. Farkas, E., **Aszalósné Balogh, R.**, Bauer, N., Lőkös, L., Matus, G., Molnár, C., Papp, B., Pifkó, D., Varga, N.: Taxonomical and chorological notes 16 (164-177).
Studia Bot. Hung. 53 (1), 249-266, 2022. ISSN: 0301-7001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2022.53.2.249>
19. Matus, G., Hricsovinyi, D., Barabás, A., **Aszalósné Balogh, R.**, Varga, K., Lőkös, L.: Preliminary Results of the Inventory at Lichen Herbarium of the University of Debrecen = Előzetes eredmények a Debreceni Egyetem zuzmóherbáriumának feldolgozásában.
Acta biol. plant. Agriensis. 9 (1), 63, 2021. ISSN: 2061-6716.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21406/abpa.2021.9.1.63>
20. **Aszalósné Balogh, R.**, Buczkó, K., Erzberger, P., Freytag, C., Homm, T., Lőkös, L., Matus, G., Nagy, Z., Papp, B., Farkas, E.: Taxonomical and chorological notes 15 (153-163).
Studia Bot. Hung. 52 (2), 165-184, 2021. ISSN: 0301-7001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2021.52.2.165>
21. Papp, B., Erzberger, P., Lőkös, L., Szurdoki, E., Németh, C., Buczkó, K., Höhn, M., **Aszalósné Balogh, R.**, Baráth, K., Matus, G., Pifkó, D., Farkas, E.: Taxonomical and chorological notes 12 (126-136).
Studia Bot Hung. 51 (1), 77-98, 2020. ISSN: 0301-7001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2020.51.1.77>
22. Schmidt, D., Csiky, J., Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Szurdoki, E., Höhn, M., Ábrán, P., Buczkó, K., Lőkös, L.: Taxonomical and chorological notes 6 (71-74).
Studia bot. hung. 49 (1), 121-130, 2018. ISSN: 0301-7001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2018.49.1.121>

Other journal articles (1)

23. **Aszalósné Balogh, R.**, Matus, G.: *Yucca filamentosa* L. a Dél-Nyírségben.
Kitaibelia. 22 (2), 405-407, 2017. ISSN: 1219-9672.
DOI: <https://doi.org/10.17542/kit.22.404>





Hungarian abstracts (5)

24. **Aszalósné Balogh, R.**, Mező, S., Matus, G.: Florisztikai adatok a hajdúsámsoni Vénkert és Nagykert (Dél-Nyírség) területéről, valamint a *Yucca filamentosa* L. jelentős előfordulása.
In: XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében : Program és összefoglalók = 12th International Conference Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region : Programme and Abstracts. Szerk.: Molnár V. Attila, Sonkoly Judit, Takács Attila, Debreceni Egyetem TTK Növényzeti Tanszék, Debrecen, 52-52, 2018. ISBN: 9789634739265
25. Varga, Z., Béregi, B., **Aszalósné Balogh, R.**, Matus, G.: Nyílt homoki gyepek ismételt magkészlet elemzése legelt és bekerített állományokban Repeated seed bank analysis in grazed and fenced stands of open sandy grassland.
In: XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region", Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 229-230, 2016. ISBN: 9789639877252
26. Matus, G., Kovács, Z., Kovásznai-Oláh, R., Béregi, B., **Aszalósné Balogh, R.**, Hanyicska, M., Jámbor, I., Novák, T., Antal, K., Budai, J., Papp, M.: Juh endozoochoria szerepe kis nyírségi védett terület *Corynephorum*-ában.
Bot. közl. 102 (2), 163-163, 2015. ISSN: 0006-8144.
27. Matus, G., Kovács, Z., Kovásznai-Oláh, R., Béregi, B., **Aszalósné Balogh, R.**, Hanyicska, M., Jámbor, I.: Juh endozoochoria természetvédelmi szerepe nyírségi védett területen.
In: IX. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia : "Tudományoktól a döntéshozatalig" : absztrakt-kötet. Szerk.: Lengyel Szabolcs, Magyar Biológiai Társaság : MTA Ökológiai Kutatóközpont ; Szeged : Szegedi Tudományegyetem Ökológiai Tanszék, Budapest, 84-85, 2014.
28. Hanyicska, M., Matus, G., Antal, K., Lőkös, L., Budai, J., **Aszalósné Balogh, R.**, Béregi, B., Kovács, Z., Kovásznai-Oláh, R., Papp, M.: Legeléskizárás hatása kelet-magyarországi szárazgyepekben = Impact of the exclusion of grazing at the dry-grassland on Eastern-Hungary.
In: X. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = Recent Flora- and Vegetation Research in the Carpathian Basin X. : International Conference. Szerk.: Schmidt Dávid, Kovács Miklós, Bartha Dénes, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényzeti és Természetvédelmi Intézet, Sopron, 157-158, 2014. ISBN: 9789633341537

Foreign language abstracts (3)

29. Csatári, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Vajkai, B., Kovács, S.: Analysis of bioactive components in the pressed fiber of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.).
In: Sustainable and Innovative Solutions in Agriculture and Food Industry (SISAF'23) One Health approach. Szerk.: Veres Szilvia, Kocsisné Papp Mariett, Stündl László, Debrecen, 36, 2023. ISBN: 9789634905356





30. Nagy, V., Csatári, G., **Aszalósné Balogh, R.**, Burzán, J., Kovács, S., Máthé, E., Diósi, G.:
Comparison of the Klason lignin content of different beer industry by-products.
In: Sustainable and Innovative Solutions in Agriculture and Food Industry (SISAF'23) One
Health approach. Szerk.: Veres Szilvia, Kocsisné Papp Mariett, Stündl László, Debrecen, 54,
2023. ISBN: 9789634905356
31. Matus, G., **Aszalósné Balogh, R.**: Sheep endozoochory in a small protected area: benefit or
harm to a vulnerable community?
In: 1st International Conference of Community Ecology : Book of Abstracts, Akadémiai Kiadó,
Budapest, 121-122, 2017. ISBN: 9789634541707

Informational/educational articles (1)

32. **Aszalósné Balogh, R.**, Matus, G.: Alpesi korall, avagy botanikai rejtély az egyetemen.
Egy. élet. 58 (10), 24, 2020. ISSN: 0230-7731.

Total IF of journals (all publications): 6,6

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 6,6

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on
the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

14 September, 2023



Irodalomjegyzék/References

- Aartsma P., Asplund J., Odland A., Reinhardt S., Renssen H. (2021) Microclimatic comparison of lichen heaths and shrubs: shrubification generates atmospheric heating but subsurface cooling during the growing season. *Biogeosciences* **18**(5): 1577–1599.
- Ahti T. (1959) Studies of the caribou lichen stands of Newfoundland. *Annals of the Botanical Society Vanamo* **30**: 1–44.
- Aszalósné Balogh R., Matus G., Lőkös L., Adorján B., Freytag C., Mészáros I., Oláh V., Szűcs P., Erzberger P., Farkas E. (2023) Cryptogamic communities on flat roofs in the city of Debrecen (East Hungary). *Biologia Futura* **74**(1–2): 1–25.
- Balogh R., Farkas E., Lőkös L., Papp B., Novák T., Matus G. (2017) Post-exclosure community dynamics in acidic sandy grasslands: cryptogams, phanerogams and soil seed bank. *1st International Conference on Community Ecology*, Budapest, 2017. szeptember 28–29.
- Bartha S., Balogh L., Bíró M., Bódis J., Csete S., Csiky J., Fráter E., Hayek Zs., Lájner K., Purger D., Szigetvári C. (2006) Nyílt és záródó homokpusztagyeppek társulási viszonyainak összehasonlítása a vácrátóti Tece legelőn. In: *Kutatás, oktatás, értékkeremtés. A 80 éves Précsényi István köszöntés*. MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 111–132.
- Bergauer M., Dembicz I., Boch S., Willner W., Babbi M., Blank-Pachlatko J., Catalano C., Cykowska-Marzencka B., Gehler J., Guarino R., Keller S., Moysiwenko I., Vynokurov D., Dengler J. (2022) Scale-dependent patterns and drivers of vascular plant, bryophyte and lichen diversity in dry grasslands of the Swiss inneralpine valleys. *Alpine Botany* **132**(2): 195–209.
- Boros Á. (1932) A Nyírség flórája és növényföldrajza. *Debreceni Tud. Társ. Honis. Biz. Kiadv.* **7**: 25–26.
- Brown M.J., Jarman S.J., Kantvilas G. (1994) Conservation and reservation of non-vascular plants in Tasmania, with special reference to lichens. *Biodiversity & Conservation* **3**(3): 263–278.
- Bungartz F. (1999) Die Flechten des Kölner Doms - Wiederbesiedelung oder Reliktorkommen? *Rheinische Heimatpflege* **36**: 14–24.
- Büdel B., Colesie C., Green T.G.A., Grube M., Lázaro Suau R., Loewen-Schneider K., Maier S., Peer T., Pintado A., Raggio J., Ruprecht U., Sancho L.G., Schroeter B., Türk R., Weber B., Wedin M., Westberg M., Williams L., Zheng L. (2014) Improved appreciation of the functioning and importance of biological soil crusts in Europe: the Soil Crust International Project (SCIN). *Biodiversity and Conservation* **23**(7):1639–1658.

- Chytrý M., Sedláková I., Tichý L. (2001) Species richness and species turnover in a successional heathland. *Applied Vegetation Science* **4**(1): 89–96.
- Darbyshire I., Anderson S., Asatryan A., Byfield A., Cheek M., Clubbe C., Ghrabi Z., Harris T., Heatubun C.D., Kalema J., et al. (2017) Important plant areas: Revised selection criteria for a global approach to plant conservation. *Biodiversity and Conservation* **26**: 1767–1800.
- Dengler J., Janišová M., Török, P., Wellstein C. (2014) Biodiversity of Palearctic grasslands: a synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **182**: 1–14.
- Dengler J., Biurrun I., Boch S., Dembicz I., Török, P. (2020a) *Grasslands of the Palearctic Biogeographic Realm: Introduction and Synthesis*. In *Encyclopedia of the World's Biomes*; Elsevier, pp. 617–637.
- Dengler J., Guarino R., Moysiyan I., Vynokurov D., Boch S., Cykowska-Marzencka B., Babbi M., Catalano C., Eggenberg S., Gehler J. et al. (2020b) On the Trails of Josias Braun-Blanquet II: First Results from the 12th EDGG Field Workshop Studying the Dry Grasslands of the Inneralpine Dry Valleys of Switzerland. *Palearctic Grassland* **45**: 59–72.
- Erzberger P., Csiky J., Baráth K., Beránek Á., Deme J., Fintha G., Jakab G., Matus G., Mesterházy A., Nagy J., Nagy Z., Németh Cs., Pócs T., Schmidt D., Schmotzer A., Szűcs P., Wolf M., Papp B. (2023) Preliminary data on frequency and distribution of Hungarian bryophytes based on “recent” (1974–2022) records. *Journal of Bryology* **45**: 121–148.
- Farkas E., Lőkös L. (2007) Védett zuzmófajok Magyarországon. (Protected lichen species in Hungary). *Mikológiai Közlemények, Clusiana* **45**: 159–171.
- Farkas E., Lőkös L., Molnár K. (2001) Lichen mapping in Komárom, NW Hungary. *Acta Botanica Hungarica* **43**: 147–162.
- Farrar J.F. (1976) *The lichen as an ecosystem: observation and experiment*. In: *Progress and problems*. Academic Press, London, pp 385–406.
- Gallé L. (1965) A Tisza menti kövesgátak zuzmócönózisai (Gesellschaften von auf Steinen wohnenden Flechten auf Überschwemmungsgebieten der Theiss). *Móra Ferenc Múzeum Évkönyve* **1964–65**: 256–286.
- Gallé L. (1976a) Magyarország zuzmócönózisai (Flechtenassoziationen in Ungarn). *Móra Ferenc Múzeum Évkönyve* **1976–77**: 429–493.
- Gallé L. (1976b) A Mátra-hegység zuzmócönózisai. *Botanikai Közlemények* **62**: 179–189.

- Gheza G. (2015) Terricolous lichens of the western Padanian Plain: new records of phytogeographical interest. *Acta Botanica Gallica* **162**(4): 339–348.
- Gheza G., Assini S., Passadore M.V. (2016) Terricolous lichen communities of *Corynephorus canescens* grasslands of Northern Italy. *Tuexenia* **36**: 121–142.
- Gheza G., Assini S., Marini L., Nascimbene J. (2018a) Impact of an invasive herbivore and human trampling on lichen-rich dry grasslands: Soil-dependent response of multiple taxa. *Science of The Total Environment* **639**: 633–639.
- Gheza G., Nascimbene J., Mayrhofer H., Barcella M., Assini S. (2018b) Two *Cladonia* species new to Italy from dry habitats in the Po Plain. *Herzogia* **31**: 293–303.
- Gheza G., Assini S., Lelli C., Marini L., Mayrhofer H., Nascimbene J. (2020) Biodiversity and conservation of terricolous lichens and bryophytes in continental lowlands of northern Italy: the role of different dry habitat types. *Biodiversity and Conservation* **29**(13): 3533–3550.
- Gilbert O.L. (1974) Reindeer grazing in Britain. *The Lichenologist* **6**(2): 165–167.
- Gilbert O.L. (1990) The lichen flora of urban wasteland. *The Lichenologist* **22**(1): 87–101.
- Grime J.P. (1973) Competitive Exclusion in Herbaceous Vegetation. *Nature* **242**(5396): 344–347.
- Hawksworth D.L., Grube M. (2020) Lichens redefined as complex ecosystems. *New Phytologist* **227**(5): 1362–1375.
- Hedderson T.A.J., Letts J.B., Payne K. (2003) Bryophyte diversity and community structure on thatched roofs of the Holnicote Estate, Somerset, U.K. *Journal of Bryology* **25**(1): 49–60.
- Helle T., Aspi J. (1983) Effects of winter grazing by reindeer on vegetation. *Oikos* **40**(3): 337.
- Jarman S.J., Kantvilas G. (1994) Lichens and bryophytes of the Tasmanian World Heritage Area. II. Three forest sites at Pelion Plains. *Tasforests* **6**: 103–120.
- Jüriado I., Kämärä M.L., Oja E. (2016) Environmental factors and ground disturbance affecting the composition of species and functional traits of ground layer lichens on grey dunes and dune heaths of Estonia. *Nordic Journal of Botany* **34**(2): 244–255.

- Kaltenecker J.H., Wicklow-Howard M.C., Rosentreter R. (1999) *Biological Soil Crusts in Three Sagebrush Communities Recovering from a Century of Livestock Trampling*. In Proceedings: Shrubland Ecotones.; Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, pp. 222–226.
- Ketner-Oostra R., Aptroot A., Jungerius P.D., Sykora K.V. (2012) Vegetation succession and habitat restoration in Dutch lichen-rich inland drift sands. *Tuexenia* **32**: 245–268.
- Kovacsics-Vári G., Sonkoly J., Tóth K., McIntosh-Buday A., Díaz Cando P., Törő-Szjgyártó V., Balogh N., Guallichico Suntaxi R. L., Espinoza Ami D. F., Demeter L., Tóthmérész B., Török P. (2023) Intensity-dependent effects of cattle and sheep grazing in sand grasslands - Does livestock type really matter? *Applied Vegetation Science* **26**, e12727.
- Köhler M., Kaiser D. (2021) Green Roof Enhancement on Buildings of the University of Applied Sciences in Neubrandenburg (Germany) in Times of Climate Change. *Atmosphere* **12**(3): 382.
- Lájer K. (2004) A rejtőke (*Teesdalia nudicaulis*) előfordulása és a belső-somogyi ezüstperjés gyepek mai állapota. *Somogyi Múzeumok Közleményei* **16**: 257–264.
- Lájer K. (2005) Magyarország ezüstperjés gyepei. *Kanitzia* **13**: 29–43.
- Lisická E. (2008) Lichens on an acrylic-coated aluminium roof. *Graphis Scripta* **20**: 9–12.
- Löbel S., Dengler J., Hobohm C. (2006) Species richness of vascular plants, bryophytes and lichens in dry grasslands: The effects of environment, landscape structure and competition. *Folia Geobotanica* **41**(4): 377–393.
- Lőkös L. & Farkas E. (2009) *Checklist of the Hungarian lichen-forming fungi. (Magyarországi zuzmók és zuzmólakó mikrogombák revidéált fajlistája)*. Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 23.
- Nystuen K.O., Sundsdal K., Opedal Ø.H., Holien H., Strimbeck G.R., Graae B.J. (2019) Lichens facilitate seedling recruitment in alpine heath (Z. Kikvidze, Ed.). *Journal of Vegetation Science* **30**(5): 868–880.
- Oksanen L. (1978) Lichen grounds of Finnmarksvidda, northern Norway, in relation to summer and winter grazing by reindeer. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* **14**: 64–71.
- Olofsson J., Kittl H., Rautiainen P., Stark S., Oksanen L. (2001) Effects of summer grazing by reindeer on composition of vegetation, productivity and nitrogen cycling. *Ecography* **24**(1): 13–24.
- Olofsson J. (2006) Short- and long-term effects of changes in reindeer grazing pressure on tundra heath vegetation. *Journal of Ecology* **94**(2): 431–440.

- Ónodi G., Kertész M., Botta-Dukát Z. (2006) Effects of simulated grazing on open perennial sand grassland. *Community Ecology* **7**(2): 133–141.
- Ónodi G., Kertész M., Botta-Dukát Z., Altbäcker V. (2008) Grazing Effects on Vegetation Composition and on the Spread of Fire on Open Sand Grasslands. *Arid Land Research and Management* **22**(4): 273–285.
- Orbán S., Vajda L. (1983) *Magyarország mohafőrájának kézikönyve*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 518.
- Piervittori R., Salvadori O., Laccisaglia A. (1994) Literature on Lichens and Biodeterioration of Stonework. I. *The Lichenologist* **26**(2): 171–192.
- Piervittori R., Salvadori O., Laccisaglia A. (1996) Literature on Lichens and Biodeterioration of Stonework. II. *The Lichenologist* **28**(5): 471–483.
- Rubio-Salcedo M., Martínez I., Carreño F., Escudero A. (2013) Poor effectiveness of the Natura 2000 Network protecting mediterranean lichen species. *Journal for Nature Conservation* **21**:1–9.
- Shannon C.E. (1948) A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal* **27**: 379–423.
- Sinigla M., Szurdoki E., Lőkös L., Bartha D., Galambos I., Bidló A., Farkas E. (2021) Distribution and habitat preference of protected reindeer lichen species (*Cladonia arbuscula*, *C. mitis* and *C. rangiferina*) in the Balaton Uplands (Hungary). *The Lichenologist* **53**: 271–282.
- Skudnik M., Sabovljević A., Batič F., Sabovljević M. (2013) The Bryophyte Diversity of Ljubljana (Slovenia). *Polish Botanical Journal* **58**(1): 319–324.
- Skye E. (1968) Lichens and air pollution: a study of cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. *Acta Phytogeographica Suecica* **52**: 125.
- Slack N.G. (1977) *Species diversity and community structure in bryophytes*, New York State studies. Bulletin, pp. 1–70.
- Spearman C. (1904) The Proof and Measurement of Association between Two Things. *The American Journal of Psychology* **15**(1):72.
- Szigetvári C. (2004) *Inváziós növények szerepének összehasonlító vizsgálata nyílt homokgyepekben*. Doktori értekezés, Szegedi Tudományegyetem, pp. 123.
- Szűcs P., Péntes-Kónya E., Hofmann T. (2017) The Bryophyte Flora of the Village of Almásfüzitő, a Former Industrial Settlement in NW-Hungary. *Cryptogamie, Bryologie* **38**(2): 153.

- ter Braak C.J.F., Smilauer P. (2002) CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5).
- Thuring C.E., Dunnett N.P. (2019) Persistence, loss and gain: Characterising mature green roof vegetation by functional composition. *Landscape and Urban Planning* **185**: 228–236.
- Turtureanu P.D., Palpurina S., Becker T., Dolnik C., Ruprecht E., Sutcliffe L.M.E., Szabó A., Dengler J. (2014) Scale- and taxon-dependent biodiversity patterns of dry grassland vegetation in Transylvania. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **182**: 15–24.
- Valachovič M. (2012) Succession Model with *Corynephorus Canescens* in Abandoned Sandy Fields (W Slovakia). *Hacquetia* **11**(1): 5–15.
- Van Tooren B.F., During H.J., Lensink M.J.G. (1985) The influence of the bryophyte layer on the microclimate in chalk grasslands. *Abstracta Botanica* **9**: 219–230.
- Veres K., Farkas E., Csintalan Z. (2020) The bright and shaded side of duneland life: the photosynthetic response of lichens to seasonal changes is species-specific. *Mycological Progress* **19**: 629–641.
- Veres K., Csintalan Z., Kovács B., Farkas E. (2021) Factors at multiple scales influence the composition of terricolous lichen communities in temperate semi-arid sandy grasslands. *The Lichenologist* **53**(6): 467–479.
- Veres K., Csintalan Z., Laufer Z., Engel R., Szabó K., Farkas E. (2022a) Photoprotection and high-light acclimation in semi-arid grassland lichens – a cooperation between algal and fungal partners. *Symbiosis* **86**(1): 33–48.
- Veres K., Sinigla M., Szabó K., Varga N., Farkas E. (2022b) The long-term effect of removing the UV-protectant usnic acid from the thalli of the lichen *Cladonia foliacea*. *Mycological Progress* **21**(9): 83.
- Verseghy K. (1976) Quantitative investigation of xerothermophilous lichens of sandy soil. *Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* **68**: 59–63.
- Verseghy K. (1977) Investigation on lichen production of grassland communities of sandy soil II. *Acta biologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **28**: 25–32.
- Verseghy K. (1979) *Zuzmóprodukción, produktivitás és annak feltételei száraz homoki gyepekben*. Kandidátusi értekezés, pp. 129.
- Verseghy K. (1982) Productivity and turnover of xerotherm lichen species. *Acta biologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **28**: 411–425.

- Verseghy K. (1994) *Magyarország zuzmóflórájának kézikönyve*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, pp. 414.
- Verseghy K., Kovács-Láng E. (1971) Investigations on production of grassland communities of sandy soil in the IBP area near Csévharaszt (Hungary). I. Production of Lichens. *Acta biologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. **22**(4): 393–411.
- Watt A.S. (1947) Pattern and Process in the Plant Community. *The Journal of Ecology* **35**(1/2): 1.
- Zar J.H. (2010) *Biostatistical Analysis, 5th Edition*. Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, xiii, pp. 944.
- Zulka K.P., Abensperg-Traun M., Milasowszky N., Bieringer G., Gereben-Krenn B.A., Holzinger W., Hölzler G., Rabitsch W., Reischütz A., Querner P., Sauberer N., Schmitzberger I., Willner W., Wrбка T., Zechmeister H. (2014) Species richness in dry grassland patches of eastern Austria: A multi-taxon study on the role of local, landscape and habitat quality variables. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **182**: 25–36.
- Zsolyom D., Szűcs P. (2018) The bryophyte flora of Balaton village (Heves county, Hungary). *Botanikai Közlemények* **105**(2): 231–242.