

Szent István Egyetem
Kertészettudományi Kar
Növénytani Tanszék és Soroksári Botanikus Kert

A Budai Arborétum
moha- és
zuzmóflórája
TDK dolgozat

Készítette:

Kovács Andor

Szent István Egyetem Kertészmérnök BSc hallgató III évf.

és

Rigó Attila

Szent István Egyetem Kertészmérnök BSc hallgató III évf.

Konzulensek:

Németh Csaba PhD hallgató – SZIE KeTK Növénytani Tanszék és
Soroksári Botanikus Kert (mohák)

Dr. Lőkös László, főmuzeológus – MTM Növénytár (zuzmók)

TARTALOMJEGYZÉK

I. BEVEZETÉS.....	3
II. CÉLKITŰZÉSEK.....	4
III. IRODALMIÁTTEKINTÉS	5
Előzmények	5
A mohák általános jellemzése, jelentőségük.....	6
A zuzmók általános jellemzése, jelentőségük.....	9
IV. ANYAG ÉS MÓDSZER	13
V. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK	14
Mohák, zuzmók élőhelyei a Budai Arborétum területén	14
<i>Epifiták, kortikolok (kéreglakók)</i>	14
<i>Szaxikolok (sziklalakók)</i>	14
<i>Terrikolok (talajlakók)</i>	15
<i>Speciális élőhelyek</i>	15
A mohafajok mennyiségi megoszlása a Budai Arborétum területén	16
<i>Epifita élőhelyek</i>	16
<i>Sziklakert és betonfelületek</i>	17
<i>Talajfelszín</i>	21
A Budai Arborétum zuzmói	22
VI. ÖSSZEFOGLALÁS	23
VII. TOVÁBBIKUTATÁSI PERSPEKTÍVÁK.....	24
VIII. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	25
IX. IRODALOMJEGYZÉK	26
X. MELLÉKLETEK	30
1. melléklet - A Budai Arborétum mohafajai	30
2. melléklet - A Budai Arborétum zuzmófajai.....	32
3. melléklet – Fotódokumentáció minta.....	33

I. BEVEZETÉS

A Budai Arborétum (1. ábra) a Budai-hegység délkeleti szélén, Budapesten belül, városi környezetben helyezkedik el. Az arborétum területe mintegy 9 ha, ebből 7,5 ha a növényekkel borított terület, a fennmaradó 1,5 hektáron épületek, illetve burkolt utak találhatók. A város hatásának és a terület déli kitettségének köszönhetően a klíma meleg és száraz, az éves csapadékmennyiség 600 mm körül alakul. A terület alapkőzete mészkő és dolomit, melyre agyag és budai márga rakódott, ezeken kötött, meszes talajok jöttek létre (Schmidt 2013). Ez a lúgosba hajló talajkémhatás alapvetően meghatározza a kert talajlakó mohafldrájának fajösszetételét is.



1. ábra A Budai Arborétum területe

A déli fekvésnek, klimatikus adottságának valamint a tudatosan kivitelezett növénytelepítéseknek köszönhetően olyan edényes fajok is találhatóak itt, melyek máshol a téli fagyokat nem élnék túl. Jelenleg a Szent István Egyetem Budai Campusának kezelésében lévő terület – mely 1975 óta természetvédelmi terület is egyben – az egyetem hallgatóinak kiváló tanulási forrást jelent, mely a fényképes anyagokkal ellentétben kézzelfogható közelségbe hozza a dísznövényeket. Az arborétum növényanyagát már a kezdetektől – az 1893-as alapítása óta – a tudatos telepítés jellemezte, azaz a fás szárú növények emberi közreműködéssel kerültek a területre. A gyűjteményes kert moha- és zuzmó életközösségei ezzel ellentétben spontán módon szerveződtek. Habár jelenlétük az arborétum területén mind faji diverzitásban, mind térfoglalásban jelentősnek mondható, a kert kriptogám növényeiről ez idáig átfogó tanulmány nem készült.

Jelen munkánkban a Budai Arborétum moha- és zuzmóflórájának bemutatásával szeretnénk hozzájárulni a terület értékeinek megismeréséhez, valamint a kertben rejlő növényismereti oktatási potenciál kiszélesítéséhez.

II. CÉLKITŰZÉSEK

Munkánk alapvető célja a Budai Arborétumban élő moha- és zuzmóflóra felmérése, az ökológiai jelentőségéhez képest sokszor méltatlanul mellőzött kriptogám növényvilág fókuszpontba helyezése. A faji összetétel meghatározása mellett vizsgálni akartuk az egyes fajok mennyiségi megoszlását is. Kitűzött célunk volt továbbá egy nivós fotóanyag elkészítése, mely alapján az arborétum területén élő fajokat a kriptogám növények iránt érdeklődők könnyebben megismerhetik.

III. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Előzmények

Az ország területén fellelhető arborétumok és botanikus kertek értékei közé tartoznak a kriptogám élőlények is. A spontán módon megtelepedők mellett – exóta növényanyag hozományaként – akár új fajok is megjelenhetnek területükön. A gyűjteményes kertek mohafldrájának felmérésére az 1950-es évektől kezdődően napjainkig találunk példákat:

- Vácrátóti Botanikus Kert (Vajda 1954)
- Szigligeti Arborétum (Vajda 1968)
- Zirci Arborétum (Galambos 1992, Szűcs 2013)
- Soproni Botanikus Kert (Szűcs 2008)
- Agostyáni Arborétum (Szűcs 2009)
- Soroksári Botanikus Kert (Németh és Papp előkészületben)

Ezen kutatások az általánosan elterjedt fajok kimutatása mellett unikalitásokkal is szolgáltak, pl. a Vácrátóti Botanikus Kert felmérése során került elő az *Entodon concinnus* (De Not.) Par., amely azóta is a faj egyetlen ismert hazai előfordulása (Vajda 1954, Pócs és mtsai 2008).

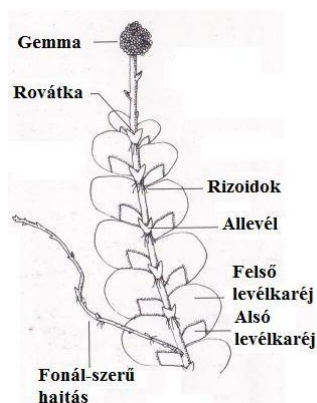
Hasonlóképpen készültek zuzmóflorisztikai munkák is arborétumok és botanikus kertek vonatkozásában:

- Szegedi Botanikus Kert (Gallé 1966)
- Tisza-kürti Arborétum (Gallé 1967)
- Szigligeti Arborétum (Verseggy 1968)
- Kámoni Arborétum (Kiss és Seaward 1981)
- Soroksári Botanikus Kert (Lökös és Varga előkészületben)

A mohák általános jellemzése, jelentőségük

Azok az élőlények, melyeket egységesen moháknak (*Bryobionta*) nevezünk, valójában három, evolúciósan egymástól jól elkülönült csoportot formálnak. A májmohák (*Marchantiophyta*) törzsét a leveles- (*Jungermanniopsida*) (2. ábra) és a telepes májmohák (*Marchantiopsida*) (3. ábra) alkotják, globális léptékben mérve mintegy 5000 fajuk él a Földön (Crandall és Stottler 2009). A legutolsó publikált hazai „checklist” (Papp és mtsai 2010) alapján Magyarországon 146 fajuk ismert. Jellemző rájuk, hogy csak a haploid gametofiton képes fotoszintetizálni és a sporofiton generáció viszonylag rövid életű. A gametofiton általánosan dorziventrális lapítottságot mutat, a spóratokon nem találhatók gázcserenyílások. A csoport jellegzetessége a sejteiben található, változatos morfológiájú olajtestek. A bennük képződő terpenoid típusú vegyületektől gyakran karakterisztikus illatúak. A lombosmohák (*Bryophyta*) törzse – a Földön mintegy 13000 fajt számlálva – a virágos növények után a második legdiverzebb csoport a Földön élő növények körében (Goffinet és mtsai. 2009). Gametofitonjuk jellemzően kaulídiumból és fillídiumokból áll. A sporofitonon gázcserenyílások találhatók. Hazánkban jelenleg 511 fajuk ismert (Papp és mtsai 2010). A megközelítőleg 150 (Renzaglia és mtsai 2009), mások szerint 200-250 fajt (Villareal és mtsai 2010) magában foglaló, a *Bryobionta*-k közül a legkevésbé fajgazdag becősmohák (*Anthocerotophyta*) a recens molekuláris filogenetikai vizsgálatok alapján a legközelebbi rokonai az edényes növényeknek (*Trachyophyta*) (Qiu és mtsai. 2006). Telepes felépítésű gametofitonjuk gázcserenyílásokkal rendelkezik és fotoszintézist végez, csakúgy, mint szarvszerű sporofitonjaik. A telep üregecskéiben szimbionta *Nostoc* cyanobaktériumok endogén kolóniái figyelhetők meg. Hazánkban 2 fajuk él (Papp és mtsai 2010).

A mohák nemzedékváltakozása során haploid ($1n$) és diploid ($2n$) életszakaszok váltják egymást. A fejlettebb növények gametofiton redukciója következtében ezek különböznek a fejlettebb növényektől (harasztok, nyitva- és zárvatermők). Míg a zárvatermők esetében a haploid nemzedék néhány sejtnyi állapot csupán és a növény további élete során a fotoszintézist már a diploid szakaszban végzi, addig a moháknál a haploid életszakasz maga a zöld növény, ez végzi a szervesanyag produkció döntő hányadát. Az ivarsejtek egyesülése során kezdődik a mohák diploid szakasza, mely maga a toknyél és a tok, ez kezdetben képes asszimilátumokat előállítani, de később a gametofiton nemzedékhez kötődve, attól függve végzi el a spórák képzését, mely utóbbiból protonéma (előtelep) és haploid gametofiton nemzedék fejlődik.



2. ábra A leveles májmohák felépítése.

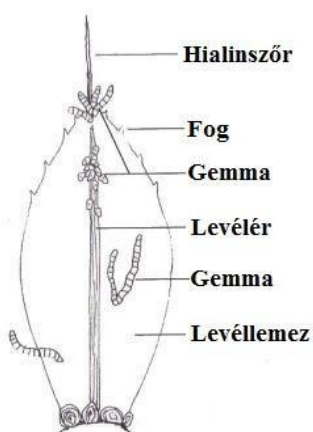
(Forrás: Atherton és mtsai 2009)



3. ábra A telepes májmohák felépítése.

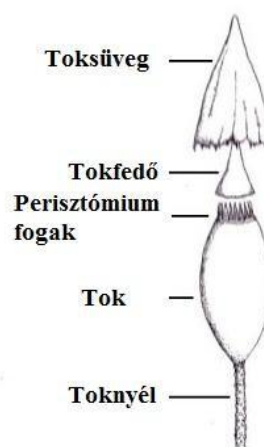
(Forrás: Atherton és mtsai 2009)

A mohák nem rendelkeznek valódi szövetekkel, szervekkel. A talajhoz való rögzítést a rhizoidok (gyökérszerű képletek) végzik, a szervesanyag produkció a szárszerű képleteken (kaulídium) fejlődő fillídiumok (4. ábra) feladata. A levél sejtjein határozó jellegű papillák lehetnek, melyek a sejtfa nyúlványai. A gametofitonhoz csatlakozó tok (5. ábra) a toknyélen ül. A spóratokot tokfedő zárja le, mely a spórák érésekor leválik a tokról, szabad utat nyitva a spórák számára. A tokfedőt a tokhoz a spóraszórás is szabályozó perisztómium fogak rögzítik. A tokot toksüveg (kalyptra) fedi, mely általában lehulló, egyes fajoknál maradó. Növekedésük szerint megkülönböztetünk akrokarp (csúcson termő) (6. ábra), valamint pleurokarp (oldalt termő) (7. ábra) lombosmohákat.



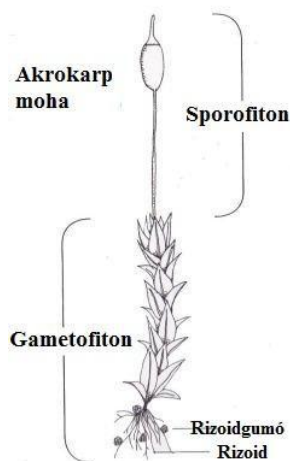
4. ábra A levél felépítése.

(Forrás: Atherton és mtsai 2009)

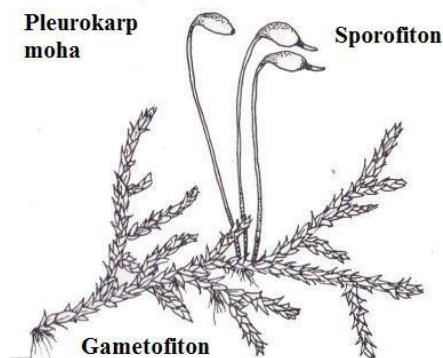


5. ábra A tok felépítése.

(Forrás: Atherton és mtsai 2009)



6. ábra Az akrokarp moha felépítése.
(Forrás: Atherton és mtsai 2009)

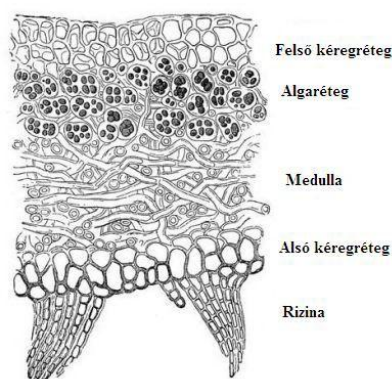


7. ábra A pleurokarp moha. felépítése
(Forrás: Atherton és mtsai 2009)

A mohák ökológiai jelentőségét kis termetük miatt gyakran alábecsülik. A Föld biomasszájának jelentős részét képezik, autotróf energiatermelésüknek köszönhetően CO₂ megkötők. Pionír megjelenésükkel a humuszanyagok képzéséhez nagyban hozzájárulnak. Jelentős a szerepük a lehulló csapadék megőrzésében, a felvett nedvességtartalom fokozatos visszapótlásában. A hirtelen lehulló csapadékot átmenetileg felvéve csökkentik a vízerózió romboló hatását. Mikroélőhelyeket hoznak létre, melyek számos más élőlény számára nyújt élőhelyet (Goffinet 2009). A mohák gazdasági értelemben véve sem elhanyagolhatók. A gyógyszeripar sorra ismeri meg a mohák által termelt anyagokban lévő potenciált, antibakteriális, antifungális, antivirális, bőrgyógyászati hatásaik miatt (Glime 2013) bioreaktorokban állítanak elő belőlük hatóanyagokat. Kertészetileg is egyre inkább kezdik megismerni, mint díszítőértékkel rendelkező növényt, valamint dekorációs eszközt.

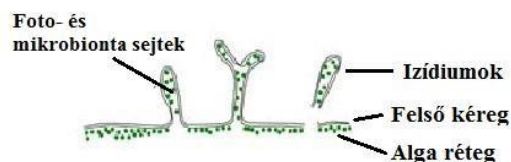
A zuzmók általános jellemzése, jelentőségük

A zuzmók mikobionta (gomba) és fotobionta (alga vagy cyanobaktérium) partnerek együttéléséből származó, több komponensű élőlények, melyek nem tekinthetők önálló rendszertani csoportnak. Habár mesterséges tenyészetben fenntarthatóak az egyes szimbionta partnerek (Stocker-Wörgötter és Hager 2008), döntő többségükben nem képesek önálló életre a természetben. A mára rögzült zuzmóegyüttélések bonyolult koevolúciós folyamatok eredményeként alakultak ki (Farkas 2007). A zuzmók nevüket mindig a gombapartner után kapják, a gombák egységes rendszerén belül helyezkednek el, együtt a nem lichenizált gombákkal (Farkas 2007). A lichenizált gombák több mint 99%-a a tömlősgombák (*Ascomycota*) törzsébe tartozik, az összes ismert gombafaj 20%-a lichenizált (Kirk és mtsai 2008). Egyes rendek (pl. *Peltigerales*) minden képviselője lichenizált, más esetben alig akad zuzmógomba az adott renden belül (pl. *Ostropales*). A Magyarországon megtalálható zuzmók mikobiontája minden esetben valamelyik tömlősgomba taxon. A zuzmógombák az együttélés szempontjából fajspecifikusak, annyi zuzmófaj létezik ahány lichenizált gombafaj. A fotobionták esetében más a helyzet, az összes zuzmóegyüttélésben mintegy 120 alga- és cianobaktérium-faj vesz részt (Honegger 2012). Egy adott zuzmógomba nem minden esetben él ugyanazzal a fotobionta partnerrel, vannak ismert példái a fotobionta-váltásnak (Farkas 2007). A fotobionták leggyakrabban – mintegy 90%-uk – a *Chlorophyta* törzsből kerülnek ki, ezek közül is legtöbb esetben a *Trebouxia* és *Asterochloris* fajok vesznek részt zuzmóegyüttélésben (Gärtner 1992), míg a cyanobaktériumok közül leggyakrabban a *Nostoc* fajok (Büdel 1992). Egyes zuzmóknál előfordul, hogy egyidejűleg több fotobionta partner vesz részt az együttélésben (Farkas 2007). A jelenleg legteljesebbnek tartott zuzmódefiníció a következő: a mikobionta és a zuzmótelepben, de a gomba sejtjein kívül elhelyezkedő fotobionta ökológiai szempontból obligát, stabil, mutualisztikus együttélése (Hawksworth és Honegger 1994). Napjainkig mintegy 13500 zuzmófajt írtak le (Farkas 2007), becslések szerint 18–20 ezer fajuk is élhet a Földön (Kirk és mtsai 2001, Sipman és Aptroot 2001). Magyarországon 866 fajuk ismert (Lőkös és Farkas 2009).



8. ábra A zuzmók felépítése.

(Forrás: <https://www.boundless.com>)

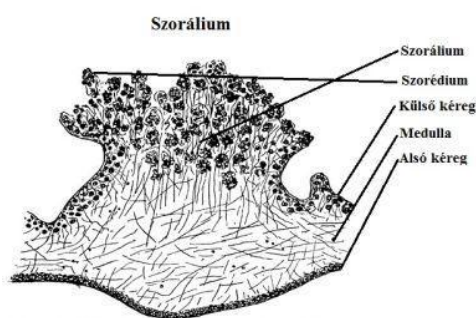


9. ábra Az izidium felépítése.

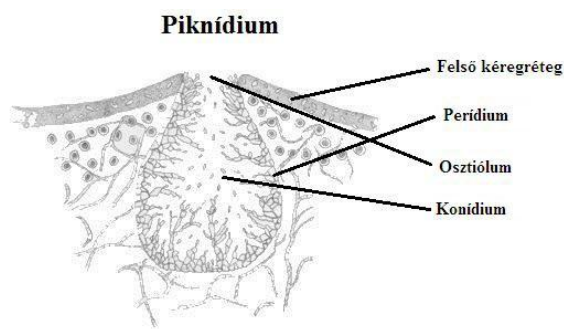
(Forrás: www.lichens.lastdragon.org)

A zuzmók alapvetően vegetatív telepől és az azon vagy abban képződő valamilyen gomba termőtestéből épülnek fel. Telepük lehet egynemű vagy réteges, melynek felső rétege a kéregréteg, alatta helyezkedik el a fotobiontákat tartalmazó, fotoszintetizáló gonídiumos réteg, alul a hifafonalakból álló, speciális zuzmóvegyületeket tartalmazó bélréteg található (8. ábra). Növekedési formáik szerint megkülönböztetünk kéreg-, lombos-, valamint bokros telepű zuzmókat, illetve egyéb átmeneti és speciális formákat. A kéregtelepűek szorosan tapadnak az aljzathoz, telepük és termőtesteik fejlődhetnek az aljzaton (epifiton, epilitikus) vagy az aljzatba süllyedve (endolitikus, endogeikus). A telep lehet összefüggő, szórtan elhelyezkedő, mezőcskézett, repedékes, szemcsés, szemölcsös. Szélükön egy fotobiontáktól mentes terület alakulhat ki (előtelep), amely a teleptől rendszerint eltérő színű. A lombos telepű zuzmók telepe általában az aljzatra fekvő karéjokból vagy sallangokból áll. A telepet a fonáki oldalon elhelyezkedő rizinák vagy egyetlen tapadókorong rögzíti. A bokros zuzmók telepe bokorszerű, az aljzatról felálló vagy csüngő. A zuzmótelep ivartalan úton képes csak szaporodni, a zuzmógomba azonban önmagában képes ivaros szaporodásra. A zuzmók szaporítóképletei igen változatosak. Vegetatív szaporodásra szolgáló képletek az izídiumok és a szorédiumok, de terjedésük telepdarabokkal is lehetséges. Az izídium kéregréteggel bevont fotobionta és mikobionta sejteket egyaránt tartalmazó képlet, ami a telepről könnyen letöredezik (9. ábra). A szorédiumok szintén tartalmazznak fotobionta és mikobionta sejteket, azonban nem határolja őket kéregréteg, ún. szorálumokban képződnek, és rendszerint a telep kéregrétegének felszakadozó területein jutnak a felszínre (10. ábra). Speciális ivartalan szaporítóképlet a goniociszta, ami egyetlen, gombahifák által körbevett fotobionta sejt, amely a burkon belül osztódik. A gombapartner a rá jellemző vegetatív szaporítóképletekkel is képes szaporodni. A leggyakrabban

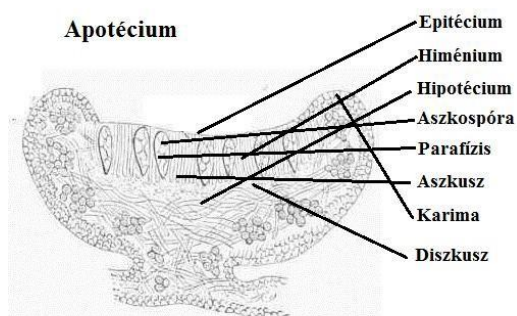
megjelenő ivartalan szaporító képlet a piknídium, mely zárt, vastag burkú, a benne képződő konídiumok a szájníláson (osztíolum) keresztül jutnak a szabadba (11. ábra). Ivarosan csak a gombapartner szaporodik, egyedfejlődésük tehát a gombapartnerre jellemző. A hazánkban előforduló zuzmógombák ivaros termőteste apotécium vagy peritécium lehet. Felépítésük alapján véve megegyezik a nem lichenizált tömlősgombák felépítésével, a fotobionta jelenléte miatt azonban speciális formák is kialakultak. Az apotécium ülő vagy a telepbe mélyedő, tálka alakú, nyitott termőtest, diszkuszra és karimára tagolódik (12. ábra). A fotobionta sejteket is tartalmazó, teleppel megegyező színű karimát telepi karimának, a kizárólag gombahifából álló karimát saját- vagy valódi karimának nevezzük. A diszkuszon helyezkedik el a termőréteg (himénium), ami aszkuszokból, benne aszkospórákból, és a spórák kijutását segítő hifákból (parafizisek) áll, legfelső rétegét epitéciumnak nevezzük, a termőréteg alatti terület a hipotécium. Ezek a rétegek különböző szerkezetűek, színűek, vastagságúak, milyenségük gyakran diagnosztikai értékű. A peritécium vastag burokkal (perídium) határolt, szájnílással (osztíolum) rendelkező zárt termőtest. Néhány nemzetség esetében az osztíolum körül sötétén pigmentált terület (involutokrellum) jöhet létre. A peritéciumban a termőréteg alakulása hasonló az apotéciumnál leírtakkal (13. ábra). A szájníálás körül a spórák szabadba jutását segítő hifák (perifizis, perifizoid) lehetnek (Verseghy 1994, Farkas 2007).



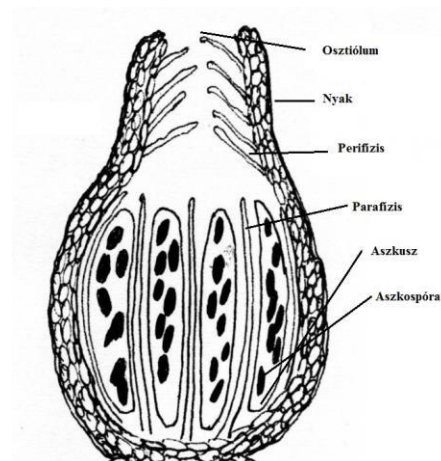
10. ábra Az szorálum felépítése.
(Forrás: web2.mendelu.cz)



11. ábra A piknídium felépítése
(Forrás: www.mbari.org)



12. ábra Az apotécium felépítése
(Forrás: www.plantscience4u.com)



13. ábra A peritécium felépítése
(Forrás: chestofbooks.com)

A zuzmók ökológiai jelentősége igen nagy. Egy telep önmagában is tekinthető ökoszisztémának, mivel benne több különböző trofikus szintet képviselő élőlény stabilan él együtt (Farkas 2007). Szimbionta jellegük miatt egy telepben több genotípus keveredhet, pl. egy *Cladonia chlorophaea* gyeppen 13 különböző genotípus volt jelen (DePriest és Been 1992). Más esetben (pl. *Usnea* sp.) genetikai állományuk homogén (Farkas 2007). A mi éghajlatunkon jelentéktelennek tűnik biomasszatömegük az edényes növényekhez viszonyítva, azonban a tundra övben sokkal jelentősebb az arányuk. Kimutatható, hogy az edényes növények számának növekedésével a zuzmók száma csökken (Cornelissen és mtsai 2001). A zuzmók poikilohidrikus szervezetek, kis biomassza produkciójuk ellenére jelentős mértékben befolyásolják környezetük vízháztartását (Kershaw és Rouse 1971), valamint segítik a nedvesség talajba jutását (Harper és Marble 1988). A speciális zuzmóvegyületek mállasztó hatása és a sziklák mikrorepedéseiben növekvő hifák hozzájárulnak a kőzetaprózódáshoz (Syers és Iskandar 1973, Jones 1988). A kriptogám közösség egyéb tagjaival egyetemben pionír élőlények. A szabad talajfelszínen kriptobiotikus kérget létrehozva (Rychert 2002, Pócs 2005), elhalt telepeik növelik a talaj tápanyagkészletét, ezzel hozzájárulnak a szukcesszióhoz (Farkas 2007), mikroélőhelyet biztosítanak rengeteg atka (*Acarina*, *Orbidatidae*), állati egysejtű (*Protozoa*), fonálféreg (pl. *Nematoda* sp.), medveállatka (*Tardigrada*) számára (Farkas 2007). Gyógyászati szerepük is ismert, pl. a *Cetraria islandica* faj „Lichen islandicus” néven szerepel a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben, mint légúti panaszokat csökkentő és antibakteriális hatású drog.

IV. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az arborétum területén élő mohák és zuzmók felmérése 2015 augusztusa és 2015 októbere között történt. A térképezéssel eltöltött terepi napok száma 30.

A fajok terepi azonosításához:

- 10X és 15X nagyítású kézi nagyítót használtunk (Opticron 10X / Eisenbach 15X)
- Az *in situ* nem azonosítható mohafajok mikroszkópos határozása Scopium SZM-400B és Carl Zeiss Jana sztereo-, illetve biológiai mikroszkóppal történt.
- A mohák határozásához Boros (1953), Smith (2004), Erzberger (előkészületben) kulcsait, a zuzmók határozásához Verseggy (1994), Wirth (1995), Athi és mtsai (1999, 2002), Smith és mtsai (2011) kulcsait használtuk. Egyes zuzmófajok kémiai azonosítása 10%-os KOH oldat segítségével történt.
- A mohafajok leírása Boros (1953), Orbán és Vajda (1983), Smith (2004), Erzberger (2008), Erzberger (2009), Atherton és mtsai (2010), a zuzmófajoké Verseggy (1994), valamint Smith és mtsai (2011) munkái alapján történtek.
- A mohafajok nevezéktana, valamint vörös listás besorolásuk Papp és mtsai (2010) munkáját követi, kivételt tettünk a *Syntrichia* nemzetség fajai estében, ezek nevezéktanánál Hill és mtsai (2006) munkájára támaszkodtunk. Zuzmók esetében Lőkös és Farkas (2009) munkáját vettük alapul.
- A mohafajok leírásánál alkalmazott terminológia a hagyományos hazai és nemzetközileg is elfogadott bryológiai nyelvezetet követve a kaulídium és fillídium kifejezések helyett a „szár/ág”, illetve „levél” megnevezéseket követi.
- A fás szárú dísznövények epifita mohafldrájáról egyedenkénti bontásban fajlista, valamint az egyes fajokra külön-külön mennyiségi becslés készült, a betonon található mohák esetében hasonlóképpen. A talajon élő mohafajok borítási viszonyainak felmérésétől a különféle zavaró tényezők (kaszálas, taposás, új telepítések stb.) függvényében fellépő erőteljes fluktuáció miatt eltekintettünk. A zuzmófajok mennyiségi felmérésétől a terepi azonosításukban rejlő alapvető nehézségek miatt szintén eltekintettünk.
- A Kertben megtalált minden egyes moha- és zuzmófajról a [2. mellékletben](#) ábrázolt módon részletes fotódokumentáció (habitus, mikroszkópos) készült, ezeket azonban terjedelmi okok miatt dolgozatunk nem tartalmazza.

V. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Mohák, zuzmók élőhelyei a Budai Arborétum területén

Epifiták, kortikolok (kéreglakók)

Az epifita fajok élőhelyéül több mint 1900 fás szárú növény szolgál a kertben (Schmidt 2013). A fák életkora és fajösszetétele változó, ebből kifolyólag a kérgük állapota, mintázata és kémhatása különböző lehet, a törzs és az oldalágak vastagsága és takartsága is eltérő, valamint egyes fák már korhadási stádiumban vannak, ezek a tényezők meghatározóak a fán élő kriptogámok fajösszetételére és mennyiségére nézve. Mohák esetében a vékonyabb oldalágakon, fiatalabb fák törzsén, nyílt helyeken a kiszáradás tűrő fajok vannak többségben (pl. *Orthotrichum* sp.), míg a vastagabb törzseken, azoknak is inkább az alsó részén a kiszáradásra érzékenyebb fajok élnek (pl. *Bryum moravicum*) (Bates 2009). Az epifiton zuzmók fajösszetételére hatással van a fakéreg simasága, rücskössége, repedezettsége (Verseghy 1994), valamint egyes fajok (pl. *Parmelia sulcata*), nagy fényigényük miatt csak a magasabb, napsütötte részeken helyezkednek el. Mint már említettük, az adott fafaj kérgének milyensége is befolyásoló tényező. A hámló kérgű fajok (pl. *Betula* sp.) értelemszerűen nem szolgálnak sokáig élőhelyül a kriptogámok számára (Bates 2009). A kéreg kémhatása van a legnagyobb hatással az azon létrejövő kriptogám közösségek fajösszetételére (Weibull 2001, Znotiņa 2003, Bates 2009). A kéreg pH-ja a közel semlegestől (pl. *Fraxinus excelsior*) az erősen savanyúig (pl. *Picea abies*) változhat (Wirth 1995). Meg kell említeni, hogy van korható faanyag az arborétumban, azonban megfigyeléseink alapján a speciális korhadásjelző fajok hiányoznak.

Szaxikolok (sziklalakók)

Az arborétum területén több sziklakert, különálló szikla, betonépítmény és burkolt út van, melyek a sziklalakó kriptogám közösségeknek adnak otthont. A sziklakertekben kizárólag mészkősziklákat találunk, ebből egyenesen következik, hogy ezen a területen nem találkozhatunk mészkerülő sziklalakó fajokkal. A sziklakertekben találunk napos, kitett, valamint szinte folyamatosan árnyékban lévő sziklákat is, az alsó arborétumban található sziklakertet többet öntözik, mint a felsőt, így a két élőhely fajösszetétele eltérő. Érdekes élőhelyek alakultak ki a felső arborétum elhanyagolt és kevésbé látogatott részein, a sportcsarnok feletti mindig árnyas betonlépcsőkön igen gazdag és

háborítatlan mohaközösségek jöttek létre. Az arborétum kerítése is számos moha- és zuzmófajnak ad otthont.

Terrikolok (talajlakók)

A talajfelszíneken a tárgyalt kriptogám csoportok közül csak mohákat találunk, kevés faj van jelen, de nagy területet borítanak, bár a kiterjedésük folyamatosan változik, függ a talaj pillanatnyi állapotától. A talajfelszín szennyezettsége, a város közelsége és a kertészeti hasznosítás miatt a talaj mohaflórája igen fajszegény. Sok esetben a talaj igen komoly taposási kárnak van kitéve, ezeken a helyeken mohákat is alig találunk. Nyílt talajfelszínek és zárt, lágyszárúakkal borított részek egyaránt előfordulnak. A legfajgazdagabb terület az F épület fölötti jelenleg lezárt felszín, mely szinte mindig árnyas, nem taposott. Külön említést érdemelnek azok a részek, ahol a talaj valamilyen közettel találkozik (pl utak szegélye, sziklarepedésbe rakódott humusz, stb.). Ezek a helyek is megfelelő mikroélőhelyet biztosítanak néhány fajnak (pl. *Bryum argenteum*).

Speciális élőhelyek

Különös élőhelynek számítanak az üvegházak, melyek a kintitől teljesen eltérő klímával rendelkeznek, talajadottságai nagyban különböznek. A területen található négy üvegházból – takarítási munkálatok miatt – csupán a K épület melletti létesítményben találtunk mohákat. Ebben az üvegházban folyamatosan meleg és nedves a klíma, valamint az ültetőközegek gyakran savanyúak. Ebből kifolyólag bizonyos mohafajok csak az üvegházban találhatóak meg (pl. *Leptobryum pyriforme*). Megfelelő élőhely hiányában zuzmókkal itt nem találkoztunk.

Érdekes élőhely továbbá az arborétumi tó közvetlen környezete. A tavat szegélyező talaj nedvességtartalma magasabb, mint másutt, valamint a tavat szegélyező sziklák folyamatosan nedvesek. Az egész arborétum területén csak itt található meg a *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort.

A mohafajok mennyiségi megoszlása a Budai Arborétum területén

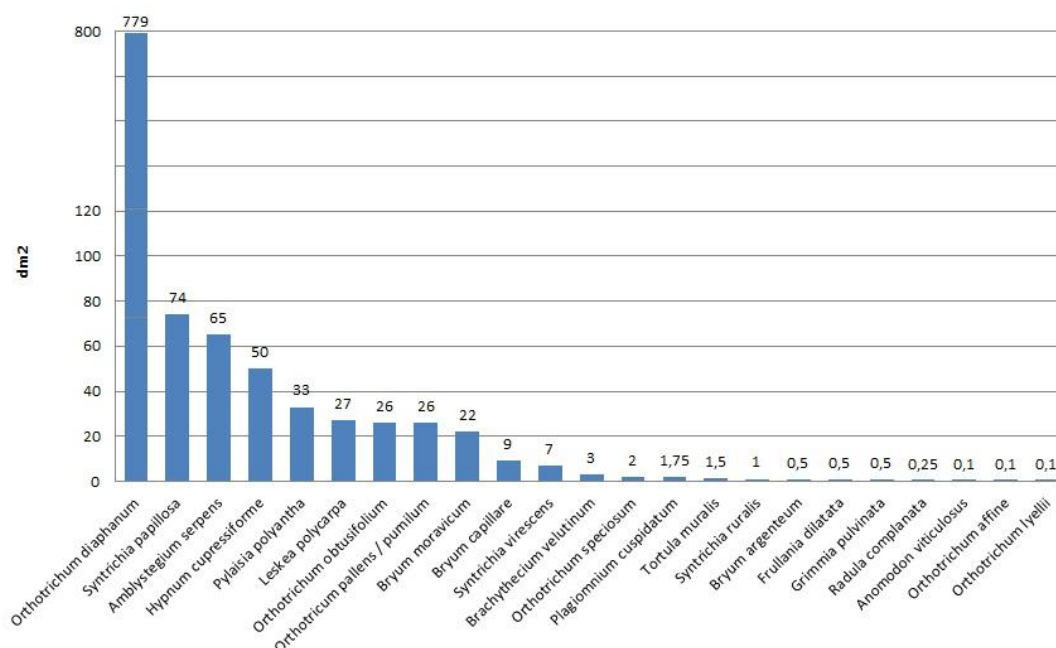
A területen végzett monitorozás során négy szubsztrát típuson találtunk mohákat, az egyes felülettípusokon nagyságrendileg azonos fajszámot detektáltunk (1. táblázat). Ez alapján megállapítható, hogy a területen mind a négy aljzat típus a mohák szempontjából hasonló megtelepedési potenciállal rendelkezik.

szikla	fakéreg	beton	talaj
23 faj	23 faj	22 faj	22 faj

1. táblázat Az arborétum mohafajainak szubsztrát szerinti megoszlása

Epifita élőhelyek

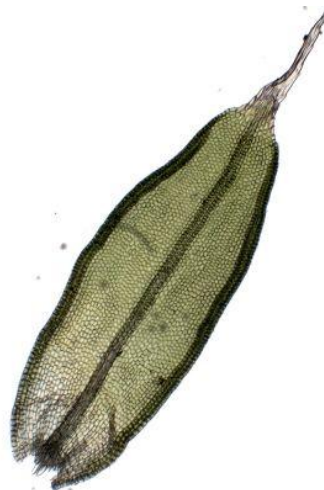
A mohák számára a fakéreg hosszú távú, stabil élőhelyet jelent az arborétumban (1. diagram). Éppen ezért kiemelten ellenőriztük az itt található fajok gyakoriságát és mennyiségének alakulását. Az epifita mohák 68%-át az *Orthotrichum diaphanum* (14-15. ábra) teszi ki, nagyságrendekkel megelőzve társait. A faj szürkészöld, alacsony, de gyakran nagy kiterjedésű. Levelei oválisak- lándzsásak, fogas hialin csúcsba keskenyedők. A tok tojásdad, levelek közé süllyedő, a nagyon rövid toknyélbe hirtelen keskenyedő. A besüllyedt sztómájú tokon szárazon 8 borda figyelhető meg. 16 egyesével álló, visszahajló perisztómium foga befelé hajló. A toksüveg nem vagy alig szőrös. Elsősorban fakérgen, de sziklákon is előfordul. Az egész országban gyakori, még a komoly légszennyezésnek kitett helyeken is.



1. diagram – Az arborétum epifita moháinak becsült borítási értéke.



14. ábra *Orthotrichum diaphanum* hajtásai

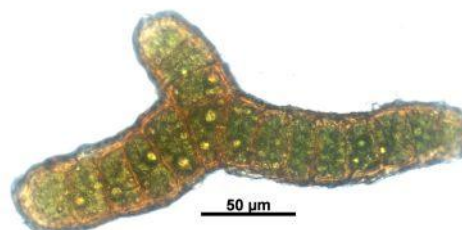


15. ábra *Orthotrichum diaphanum* hialin csúcsos levele

Egyetlen fa egyeden (*Fraxinus americana*), csupán pár hajtással van jelen a területen az *Orthotrichum lyelli* (16-17. ábra). Sötétzöld vagy barna magas, de laza gyepet alkotó moha, hajtásai gyakran ívesen hajlottak. A levelek felszínét többsejtű, gyakran elágazó, barna, vegetatív szaporodást szolgáló gemmák borítják. Spóratokot Magyarországon nem fejleszt. Kéreglakó, főleg szárazabb erdőkben, idős fák kérgén él. Az egész országban elterjedt, de nem gyakori.



16. ábra *Orthotrichum lyelli* hajtásai rajtuk a jellegzetes gemmákkal

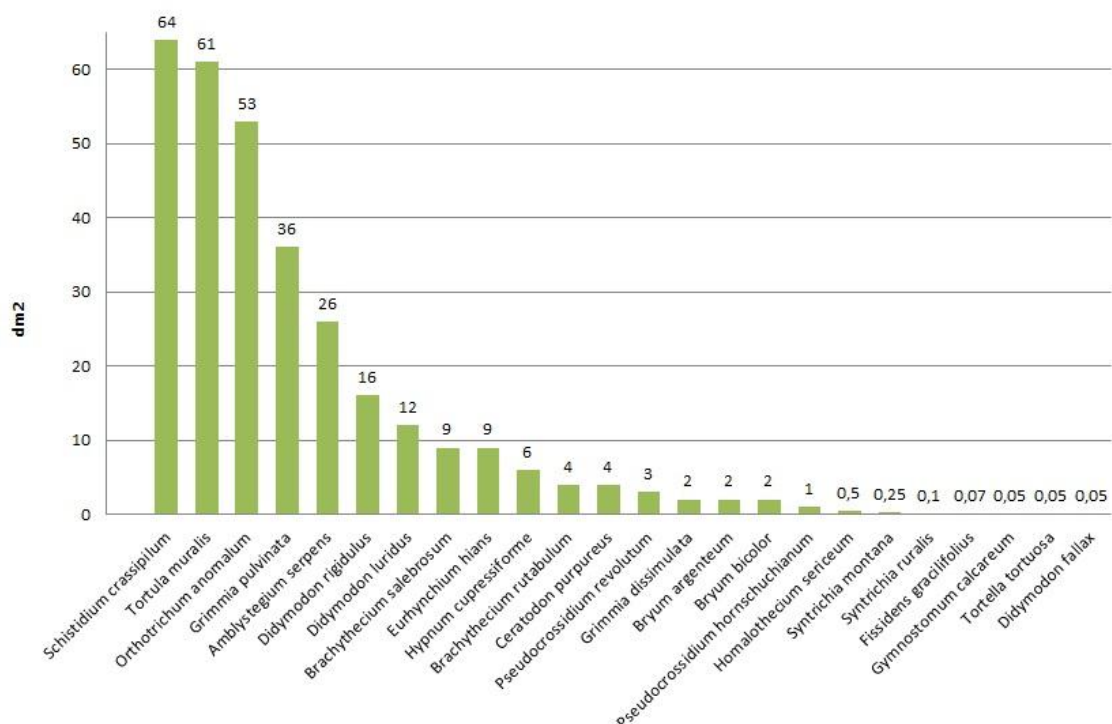


17. ábra *Orthotrichum lyelli* gemmája

Sziklakert és betonfelületek

A sziklakert kiegyenlítettebb mennyiségi megoszlást mutat, mint azt a fák esetében tapasztaltuk (2. diagram). A sziklákon 20 %-ban *Schistidium crassipilum*-ot találtunk, mely a száraz, kitett, napos körülményeket kedveli, de antropogén környezetben

különféle betonfelületen is rendkívül elterjedt, miként a *Tortula muralis*, mely antropogén környezetben adekvát élőhelyeken szintén gyakori.

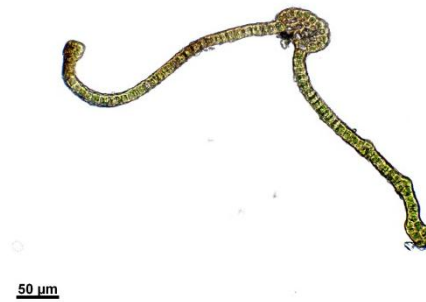


2. **diagram** – Az arborétum epilítikus moháinak becsült borítási értéke.

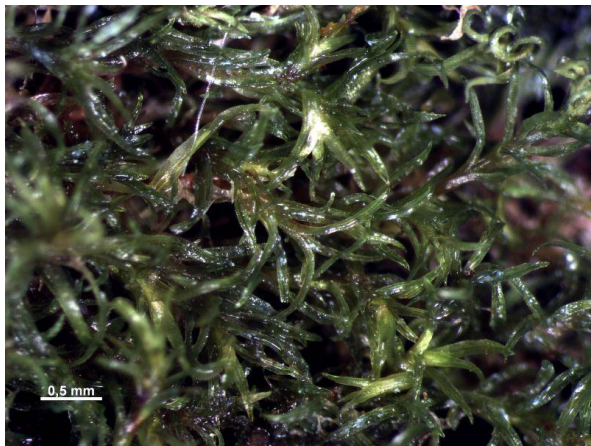
A *Schistidium crassipilum* (18-19. ábra) zöldes-feketés színű, kerek párnákban vagy foltokban növény akrokarp moha. Hialin csúcsos levelének széle hosszan begöngyölt, a levélér a csúcsig ér, sima, vagy a fonáki oldalon papillák lehetnek. A tokok pirosas-barnásak vagy narancsosak, hosszúkasak, hengeresek, gyakran fejlődnek. Perisztómium fogai vörösek, felállóak. A *Schistidium* nemzetség leggyakoribb tagja hazánkban, mindenütt elterjedt mésztartalmú sziklákon, de antropogén élőhelyeken (pl. falakon, betonon) is gyakori. Csupán pár centiméternyi felületen találtuk meg a *Gymnostomum calcareum*-ot (20-21. ábra), mely apró, 5–20 mm nagyságú, élénkzöld színű, akrokarp moha. A szárazon kissé csavart levelek lándzsás-nyelv alakúak, kb. 1 mm hosszúak, csúcsuk tompa hegyben végződik. Levélere a levél csúcsa előtt végződik. Laminális sejtjei papillásak, átlátszatlanok. Halványsárga toknyélen megnyúlt, hengeres tokja fejlődik. Meszes alapközetű középhegységeinkben gyakori, árnyékos mészkősziklák indikátor faja. Valószínűleg a sziklakertet alkotó kőzettel együtt került a kertbe.



18. ábra *Schistidium crassipilum* hajtása és tokja



19. ábra *Schistidium crassipilum* levélkeresztmetszete



20. ábra *Gymnostomum calcareum* hajtásai



21. ábra *Gymnostomum calcareum* levele

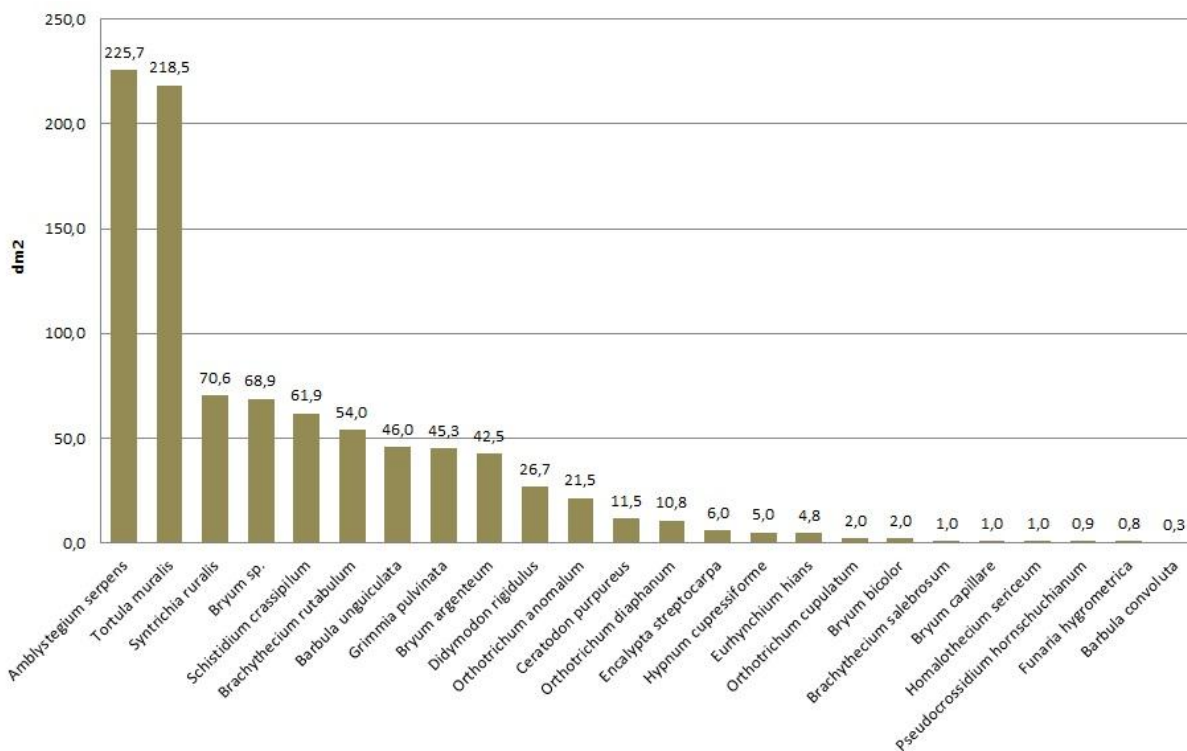
A betonfelületeken – melyekből az arborétum területén jócskán található – a szikla- és talajlakó fajok is megtalálják életfeltételeiket (3. diagram). Az arborétum sziklakertjével ellentétben – mely napos, kitett száraz – a betonfelületek nagy része árnyas, többé-kevésbé permanensen üde, ami ideális mikroklimát teremt a mezofil fajok számára. Az arborétum betonfelületeit borító mohák 30%-át alkotja az *Amblystegium serpens* (22-23. ábra). Kistermetű, karcsú megjelenésű, pleurokarp moha. Szabálytalanul elágazó hajtásain a levelek tojásdadok, hosszuk az 1 mm-t sem haladja meg, szélük sima, erük nem éri el a levélcúcsot. Tokja szárazon jellegzetesen hajlott, a toknyél egyenes. Félárnyékos, árnyékos élőhelyeken, talajon, fák kérgén, sziklákon, betonon előforduló, természetes és antropogén környezetben egyaránt gyakori mohafaj.



22. ábra *Amblystegium serpens* hajtása

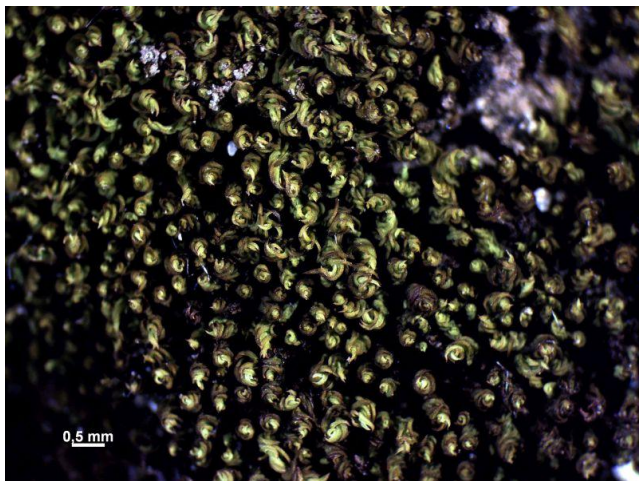


23. ábra *Amblystegium serpens* levele



3. **diagram** – Az arborétum betonlakó moháinak becsült borítási felülete

Kizárólag betonfelületen találtuk meg a *Barbula convoluta*-t (24-25. ábra). Jellegzetesen sárgászöld színű, akrokarp moha. Levelei szárazon erősen csavarodottak, nedvesen a szártól elállók, a papillás sejtek miatt átlátszatlanok. Az ér a levél csúcsán nem kilépő, a levélcsúcs jellegzetes, víztiszta sejtben végződik. Piros toknyélen, hosszúkas tokot hoz, melynek hosszú perisztómium fogai egymásba csavarodottak. Zavart, nyílt élőhelyeken, kertekben, talajfelszínen, utak mentén, falak repedéseiben felhalmozódott humuszanyagon országosan gyakori.



24. ábra *Barbula convoluta* párna, száraz állapotban.



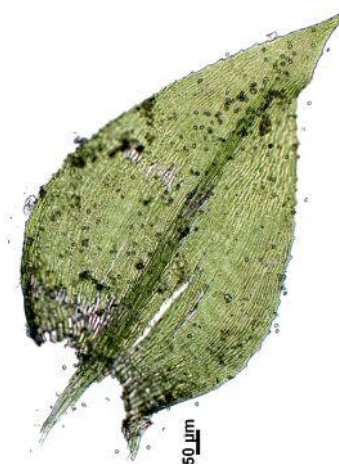
25. ábra *Barbula convoluta* levele.

Talajfelszín

A leggyakoribb, és legnagyobb talajfelületet borító moha az *Eurhynchium hians* (26-27. ábra), becsült borítási aránya az arborétum talajfelszínein mintegy 70 %. Szőnyeget képező, sárgászöld színű, pleurokarp moha. Szárazon enyhén egy síkba rendeződött levelei ritkásan állnak. A végig fogacskás levélere a levél felső harmadában véget ér. Tokfedője hosszú csőrű, a toknyél papillás. Az országban mindenhol megtalálható nedves, neutrális vagy bázikus talajfelszínen, füves területeken, sziklákon és falakon is. Nagyságrendekkel kisebb talajfelületet borítja *Brachythecium rutabulum*, valamint a *Plagiomnium cuspidatum*.



26. ábra *Eurhynchium hians* hajtása.



27. ábra *Eurhynchium hians* levele.

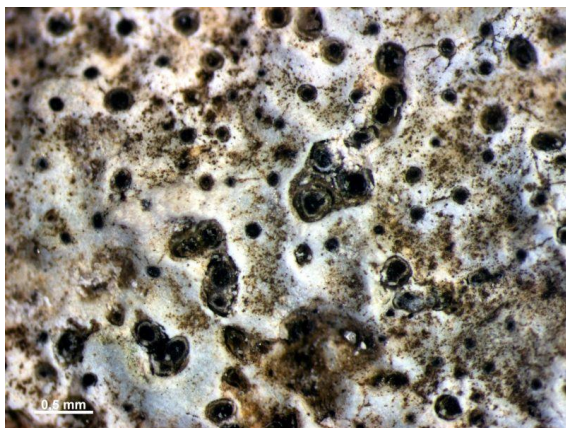
A Budai Arborétum zuzmói

A kert zuzmóinak felmérése során epifita és szaxikol fajokat detektáltunk, a talajlakó fajok hiányoztak (2. táblázat). A mohák szubsztrát eloszlásához képest a zuzmók esetében a fajszám kevésbé kiegyenlített, a betonfelületeken mindössze hét fajt észleltünk.

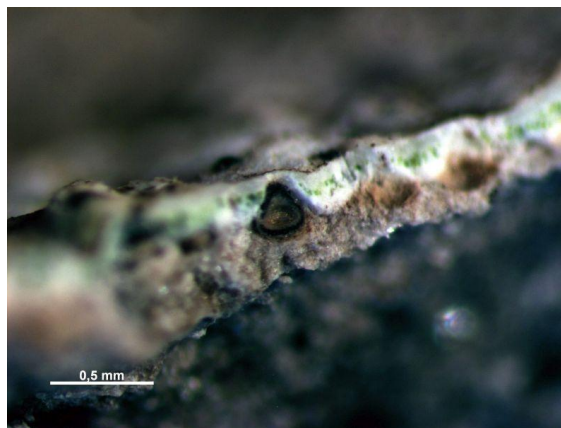
szikla	fakéreg	beton
9 faj	13 faj	7 faj

2. táblázat Az arborétum zuzmófajainak szubsztrát szerinti megoszlása

Az arborétumban előforduló zuzmók többsége országosan gyakori, nitrofrekvens, toxitoleráns faj, kivételt képez a mészkősziklakertben előforduló *Verrucaria calciseda* (28-29. ábra). E zuzmó telepe endolitikus, piszkosfehér színű, sima, a peritéciumok körül repedezett lehet. Peritéciuma teljesen a kőzetbe süllyedő, burka körös-körül pigmentált, szájníylását nem takarja involukrellum. Egy aszkuszban 8 spóra képződik, ezek elliptikusak, halvány szürkésbarnák, egysejtűek, $23-27 \times 10-13 \mu\text{m}$ nagyságúak.



28. ábra *Verrucaria calciseda* endolitikus telepe.



29. ábra *Verrucaria calciseda* peritéciuma.

VI. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaink eredményeként a Budai Arborétum területén 4 májmoha- (az ország májmohafajainak 2,7 %-a) és 51 lombosmoha fajt (az ország lombosmohafajainak 9,8%-a) detektáltunk. melyek 16 családból kerültek ki. (1. *melléklet*). A kertben észlelt zuzmófajok száma 25 (2. *táblázat*), ami a teljes hazai zuzmóflóra 2,9 %-a. Az aktuális vörös-listás besorolás szerint (Papp és mtsai 2010) (Lőkös és Farkas 2009) a megtalált fajok jelentős része országosan gyakori. A mohák esetében azonban néhány, a vörös-listán veszélyeztetettség közeli (Near Threatened) besorolással szereplő faj (*Orthotrichum obtusifolium*, *Pseudocrossidium revolutum*, *Gymnostomum calcareum*, *Orthotrichum pumilum*) is előkerült.

A magyarországi arborétumok térképezése során változatos klímájú, eltérő antropogén hatású területeken végeztek moha- és zuzmóflóra kutatást. Ennek köszönhetően a fajok száma, összetétele, mennyisége alapvetően különbözik. Az Vácrátóti Botanikus Kertben Vajda (1954) 102 mohafajt talált. A Szigligeti Arborétumban, a mintegy 10 hektárnyi, egykori kastélypark területéről szintén Vajda (1968) 48 faj jelenlétéről tudósít. Galambos (1992) a Zirci Arborétum 18 hektárnyi területéről 45 fajt jelez. Gallé (1966) a Szegedi Botanikus kert mintegy 115 hektáros területéről 62 zuzmótaxont, a Tiszaújvárosi Arborétumból (1967) 40-nél több fajt és változatot közölt. Verseghy (1968) a már említett Szigligeti Arborétumban 28 zuzmófajt és változatot talált meg. Kiss és Seaward (1981) munkája csak az epifiton zuzmófajokkal foglalkozott, 18 fajt találtak a Kámoni Arborétum fáin. Figyelembe véve a Budai Arborétum 7,5 hektáros területét, valamint azt, hogy a kert a fővárosban erős antropogén hatásnak van kitéve, megállapítható, hogy az általunk megtalált 55 mohafajjal és 25 zuzmófajjal a terület jelentős kriptogám florisztikai értékeket képvisel.

VII. TOVÁBBI KUTATÁSI PERSPEKTÍVÁK

Munkánk során, térképen, egyedenként jelöltük a fás szárú növényeken az epifita fajokat, azok becsült mennyiségét. Ezzel egy hosszabb távú monitorozó munka keretében nyomon lehet majd követni a kriptogám közösség változásait. A gyakoriság és mennyiségi előfordulások alapján következtetni lehet az egyes fajok dinamikájára, vizsgálni lehet megjelenésük és elterjedésük okait. A térképezés mellett minden egyes zuzmó- és mohafajról habitus- és mikroszkópos fényképkollekció készült (lásd 3. *melléklet*), melyeket jelen dolgozat törzsanyagával együtt mielőbb szeretnénk a területet fenntartó egyetem segítségével az érdeklődők számára közzétenni. További terveink között szerepel, hogy Schmidt (2013) munkáját alapul véve a fajokat térképen ábrázoljuk, megjelenítve az arborétum egyes kisebb területi egységeinek fajlistáját, fák esetében egyedenként részletezve a kérgükön előforduló mohákat és zuzmókat. A jövőben továbbá szeretnénk jelen munkánkat kiegészíteni és kutatásainkat kiterjeszteni a harmadik nagy kriptogám élőlénycsoport, az Arborétum gombaközösségének feltárásával is.

VIII. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozunk a SZIE Kertészettudományi Kar Növénytani Tanszék vezetőjének, Dr. Höhn Máriának a fotóanyag elkészítéséhez szükséges tárgyi eszközök biztosításáért, Peter Erzbergernek egyes mohafajok meghatározásában nyújtott segítségéért, valamint értékes szakmai tanácsaiért. Továbbá köszönetet mondunk konzulenseinknek a szakmai konzultációkért.

IX. IRODALOMJEGYZÉK

1. Atherton, I., Bosanquet, S. & Lawley, M. (szerk.) (2010): Mosses and Liverworts of Britain and Ireland – A Field Guide. – British Bryological Society, Latimer Trend & Co. Ltd, Plymouth, 848 pp.
2. Athi, T., Jørgensen, P. M., Kristinsson, H., Moberg, R., Söchting, U., & Thor, G. (szerk.) (1999): Nordic Lichen Flora. Volume 1: Introductory parts. Calicoid lichens and fungi. – Nordic Lichen Society, Uddevalla, 94 pp.
3. Athi, T., Jørgensen, P. M., Kristinsson, H., Moberg, R., Söchting, U., & Thor, G. (szerk.) (2002): Nordic Lichen Flora. Volume 2: Physciaceae – Nordic Lichen Society, Uddevalla, 116 pp.
4. Boros Á. (1953): Magyarország mohái. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 360 pp.
5. Bosanquet, S. (2009): *Orthotrichum* – Britain's bristle-mosses. – In: *British Wildlife* 20(3): 187-194.
6. Büdel, B. (1992): Taxonomy of lichenized procaryotic blue-green algae. – In: Reisser, W. (szerk.): Algae and symbioses: Plants, Animals, Funghi, Viruses, Interactions explored. – Biopress Ltd., Bristol, pp. 301-324.
7. Cornelissen, J. H. C., Callaghan, T. V., Alatalo, J. M., Michelsen, A., Graglia, E., Hartley, A. E., Hik, D. S., Hobbie, S. E., Press, M. C., Robinson, C. H., Henry, G. H. R., Shaver, G. R., Phoenix, G. K., Gwynn Jones, D., Jonasson, S., Chapin III, F. S., Molau, U., Neil, C., Lee, J. A., Melillo, M., Sveinbjörnsson, B., Aerts, R. (2001): Global change and arctic ecosystems: is lichen decline a function of increases in vascular plant biomass? – In: *Journal of Ecology* 89: 984-994.
8. Crandall-Stottler, B., Stottler, R. E. & Long, D. G. (2009): Morphology and Classification of the Marchantophyta. – In: Goffinet, B. & Shaw, A. J.: Bryophyte Biology. – Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-54.
9. DePriest, P. T. és Been, M. D. (1992): Numerous group I introns with variable distributions in the ribosomal DNA of a lichen fungus. – In: *Journal of Molecular Biology* 228: 315-321.
10. Erzberger, P. & Schröder W. (2008): The genus *Schistidium* (Grimmiaceae, Musci) in Hungary. – In: *Studia Botanica Hungarica* 39: 27-88.
11. Erzberger, P. (2009): The genera *Grimmia* and *Coscinodon* (Grimmiaceae, Musci) in Hungary. – In: *Studia Botanica Hungarica* 40: 37-124.
12. Erzberger, P. (2011): Keys to *Grimmia* species in Europe. – In: *Field Bryology* 105: 12-31.
13. Erzberger, P. (előkészületben): Keys to Hungarian Bryophytes – Test Version. kézirat
14. Farkas E. (2007): Lichenológia – a zuzmók tudománya. – MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 193 pp.
15. Galambos I. (1992): A zirci arborétum mohaflórája. – In: *Folia Musei Historico-Naturalis Bakonyensis* 11: 29-35.
16. Gallé L. (1966): Lichen flora of the forty years old botanical gardens in Szeged. – In: *Tiscia* 2: 41-46.
17. Gallé L. (1967): Lichens of the arboretum at Tiszakurt and her surroundings. – In: *Tiscia* 3: 21-26.
18. Gallego, M. T. (2005): A taxonomic study of the genus *Syntrichia* Brid. (Pottiaceae, Musci) in the Mediterranean region and Macronesia. – In: *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 98: 47-122.
19. Gärtner, G. & Ingolic, E. (1998): Problems in the identification of lichen photobionts. – In: *Sauteria* 9: 373-380.
20. Gärtner, G. (1992): Taxonomy of eucaryotic algae. – In: Reisser, W. (szerk.): Algae and symbioses: Plants, Animals, Funghi, Viruses, Interactions explored. – Biopress Ltd., Bristol, pp. 325-338.
21. Glime, J. M. (2006): Adaptive Strategies: Life cycles. – In: Glime, J. M.: Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology. – Ebook sponsored by Michigan Technological University

- and the International Association of Bryologists. – URL: <http://www.bryoecol.mtu.edu/>
{Hozzáférés: 2014.08.04.}
22. Glime, J. M. (2006): Life Cycles: Surviving Change. – In: Glime, J. M.: Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology. – Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. – URL: <http://www.bryoecol.mtu.edu/>
{Hozzáférés: 2014.08.04.}
 23. Glime, J. M. (2008): Medicines. – In: Glime, J. M.: Bryophyte Ecology. Volume 5. Uses. – Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. – URL: <http://www.bryoecol.mtu.edu/> {Hozzáférés: 2015.09.02.}
 24. Goffinet, B., William, R. B. & Shaw, A. J. (2009) – Morphology, Anatomy and Classification of the Bryophyta. – In: Goffinet, B. & Shaw, A. J.: Bryophyte Biology. – Cambridge University Press, Cambridge, pp. 55-138.
 25. Harper, K. T. és Marble, J. R. (1988): A role of nonvascular plants in management of semiarid rangelands. – In: Tueller, P. T. (szerk.): Vegetation science applications for rangeland analysis and management. – Kluwer Academic Publishers, London, pp. 135-169.
 26. Hawksworth, D. & Honegger, R. (1994): The lichen thallus: a symbiotic phenotype of nutritionally specialized fungi and its response to gall producers. – In: Williams, M. A. Y. (szerk.) Plant galls. Organisms, interactions, populations. The Systematics Association Special Volume. – Clarendon Press, Oxford, pp. 77-98.
 27. Hill, M. O., Bell, N., Brunneman-Nannenga, M. A., Brugués, M., Cano, M. J., Enroth, J., Flatberg, K. I., Frahm, J.-P., Gallego, M. T., Garilleti, R., Guerra, J., Hedenäs, L., Holyoak, D. T., Hyvönen, J., Ignatov, M. S., Lara, F., Mazimpaka, V., Muñoz, J. & Söderström, L. (2006): Bryological monograph – An annotated checklist of mosses of Europe and Macronesia – In: *Journal of Bryology* 28: 198-267.
 28. Honegger, R. (1991): Functional aspects of lichen symbiosis. – In: *Plant Molecular Biology* 42: 533-578.
 29. Honegger, R. (1993): Development biology of lichens. – In: *New Phytologist*, 125: 659-677.
 30. Honegger, R. (2012): The Symbiotic Phenotype of Lichen-Forming Ascomycetes and Their Endo- and Epibionts. – In: Hock B. (szerk.): The Mycota IX: Fungal Associations. – Springer, Berlin, pp. 287-339.
 31. Jones, D. (1988): Lichens and pedogenesis. – In: Galun, M. (szerk.): CRC Handbook of Lichenology. Vol. III. – CRC Press, Florida, pp. 109-124.
 32. Kershaw, K. A. & Rouse, W. R. (1971): Studies on lichen dominated ecosystems. I. The water relations of *Cladonia alpestris* in spruce-lichen woodland in northern Ontario. – In: *Canadian Journal of Botany* 49: 1389-1399.
 33. Kirk, P. M., Cannon P. F., Minter D. W. & Stalpers J. A. (2008): Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi, 10th edition. – CABI Europe, Oxford, 640 pp.
 34. Kiss T. (1981): The epiphytic lichen flora of the Kámon Botanical Garden in Szombathely (W. Hungary). – In: *Savaria : a Vas megyei múzeumok értesítője. Pars historico-naturalis* 15: 41- 44.
 35. Lőkös L., Farkas E. (2009): Revised checklist of the Hungarian lichen-forming and lichenicolous fungi. (Magyarországi zuzmók és zuzmólakó mikrogombák revideált fajlistája). – URL: http://www.okologia.mta.hu/sites/default/files/MO2009_vegso_tordelt_pdfnek.pdf
{Hozzáférés: 2015.11.01.}
 36. Nyati, S., Scherrer, S., Werth, S. & Honegger, R. (2014): Green-algal photobiont diversity (*Trebouxia* spp.) in representatives of Teloschistaceae (Lecanoromycetes, lichen-forming ascomycetes). – In: *The Lichenologist* 46(2): 189-212.
 37. Orbán S. & Vajda L. (1983): Magyarország Mohaflórájának Kézikönyve. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 518 pp.
 38. Orbán S. (1999): Általános briológia. – EKTf Líceum Kiadó, Eger, 305 pp.
 39. Orbán S. (2001): Mohák. – In: Simon T. (szerk.): Baktérium-, alga-, gomba-, zuzmó- és mohahatározó. – Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, pp. 715-819.
 40. Papp B., Erzberger, P., Ódor P., Hock Zs., Szövényi P., Szurdoki E. & Tóth Z. (2009): Updated Checklist And Redlist of Hungarian Bryophytes. – In: *Studia Botanica Hungarica* 41: 31-59.

41. Pócs T. (2005): Aeropythic cyanobacteria from the Mtii Apuseni (Romanian Western Carpathians, Transylvania), I. The epilithic crust at the entrance of Huda lui Papară. – In: *Kanitzia* 13: 99-108.
42. Pócs T., van Zanten, B. O. & Erzberger, P. (2008): *Entodon concinnus* (De Not.) Paris in Hungary. – In: *Journal of Bryology* 30: 163.
43. Qiu, Y. L., Li, L., Wang, B., Chen, Z., Knoop, V., Groth-Malonek, M., Dombrowska, O., Lee, J., Kent, L., Rest, J., Estabrook, G. F., Hendry, T. A., Taylor, D. W., Testa, C. M., Ambros, M., Crandall-Stotler, B., Duff, R. J., Stech, M., Frey, W., Quandt, D. & Davis C. C. (2006): The deepest divergences in land plants inferred from phylogenomic evidence. – In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103(42): 15511–15516.
44. Renzaglia, K. S., Villareal, J. C. & Duff, R. J. (2009): New insights into morphology, anatomy, and systematics of hornworts. – In: Goffinet, B. & Shaw, A. J.: *Bryophyte Biology*. – Cambridge University Press, Cambridge, pp. 139-171.
45. Ryan, P. (2002): Overview of non-vascular plants, lichens, fungi and algae in the Goulburn Broken Catchment: their status, threats and management. – *Ecolines Environmental Services*, Canberra, 29 pp.
46. Rychert, R. C. (2002): Assessment of cryptobiotic crust recovery. – In: *Western North American Naturalist* 62(2): 223-227.
47. Schmidt G. (szerk.) (2013): *A Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétuma*. – Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Budapest, 56 pp.
48. Sipman, H. J. M. & Aptroot, A. (2001): Where are the missing lichens? – In: *Mycological Research* 105(12): 1433-1439.
49. Smith A.J.E. (2004): *The Mossflora of Britain and Ireland*. – Cambridge University Press, Cambridge, 1012 pp.
50. Smith, C. W., Aptroot, A., Coppins, B. J., Fletcher, A., Gilbert, O. L., James, P. W. & Wolesey, P. A. (2009): *The Lichens of Great Britain and Ireland*. – The British Lichen Society, London, 1046 pp.
51. Stocker-Wörgötter, E. & Hager, A. (2008): Culture methods for lichens and lichen symbionts. – In: Nash T. H. (szerk.): *Lichen biology*. – Cambridge University Press, Cambridge, pp. 353– 363.
52. Syers, J. K. & Iskandar, I. K. (1973): Pedogenic significance of lichens. – In Ahmadjian, V. & Hale, M. E. (szerk.): *The Lichens*. – Academic Press, New York, pp. 225-248.
53. Szűcs P. (2009): Mohaadatok az Agostyáni Arborétumból. – In: *Komárom-Esztergom Megyei Múzeumok Közleményei* 15: 159-164.
54. Szűcs P. (2013): Kiegészítések a Zirci Arborétum mohafldrájához. – In: *A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 30: 47-54.
55. Szűcs P., Lóth H. (2008): Almásfüzitő antropogén élőhelyeinek mohafldrája. – In: *Komárom-Esztergom Megyei Múzeumok Közleményei* 13-14: 399-423.
56. Vajda L. (1954): A Vácrátóti Botanikai Kutatóintézet természetvédelmi parkjának mohái. – In: *Botanikai közlemények* 45: 63-66.
57. Vajda L. (1968): A Szigligeti Arborétum monográfiája, V. – A Szigligeti Arborétum mohái. – *A Veszprém megyei Múzeumok Közleményei* 7: 237-240.
58. Verseghegy K. (1968): A Szigligeti Arborétum monográfiája, IV. – A Szigligeti Arborétum zuzmói. – *A Veszprém megyei Múzeumok Közleményei* 7: 233-235.
59. Verseghegy K. (1994): Magyarország zuzmóflórájának kézikönyve. – Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 415 pp.
60. Verseghegy K. (2001): Zuzmók. – In: Simon T. (szerk.): *Baktérium-, alga-, gomba-, zuzmó- és mohahatározó*. – Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, pp. 613-713.
61. Villareal, J. C., Cargill, D. C., Hagborg, A., Söderström, L., Renzaglia, K. S. (2010): A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. – In: *Phytotaxa* 9: 150-166.
62. Weibull, H. (2001): Influence of tree species on the epilithic bryophyte flora in deciduous forests of Sweden. – In: *Journal of Bryology* 23: 55–56.

63. Wirth, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. Teil 1–2. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1006 pp.
64. Znotiņa, V. (2003): Epiphytic bryophytes and lichens in boreal and northern temperate forests. – In: *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences* 57: 1–10.
65. <http://davesgarden.com/guides/botanary/>
66. <http://www.theplantlist.org/>
67. http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=50
68. <https://www.boundless.com/biology/textbooks/boundless-biology-textbook/fungi-24/ecology-of-fungi-151/mutualistic-relationships-with-fungi-and-fungivores-599-11817/>
69. www.plantscience4u.com
70. www.web2.mendelu.cz
71. www.mbari.org
72. www.lichens.lastdragon.org
73. www.chestofbooks.com

X. MELLÉKLETEK

1. melléklet - A Budai Arborétum mohafajai

Fajnév	Család	Vörös-könyv státusz	Szubsztrát	Indikátor jelleg
<i>Amblystegium humile</i> (P. Beauv.) Crundw.	Amblystegiaceae	LC-att	T	Nedves helyek
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	Amblystegiaceae	LC	SZ/F/B/T	-
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor	Anomodontaceae	LC	F	-
<i>Barbula convoluta</i> Hedw.	Pottiaceae	LC	B	-
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	Pottiaceae	LC	B/T	-
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	Brachytheciaceae	LC	SZ/B/T	-
<i>Brachythecium salebrosum</i> (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp.	Brachytheciaceae	LC	SZ/B/T	-
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	Bryaceae	LC	SZ/F/B/T	-
<i>Bryum bicolor</i> Dicks.	Bryaceae	LC	B	-
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	Bryaceae	LC	F/B	-
<i>Bryum moravicum</i> Podp.	Bryaceae	LC	F	-
<i>Bryum radiculosum</i> Brid.	Bryaceae	LC	B	-
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	Hypnaceae	LC	T	-
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	Pottiaceae	LC	SZ/B/T	-
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	Dicranaceae	LC	T	-
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H. Zander	Pottiaceae	LC	SZ	-
<i>Didymodon luridus</i> Hornsch.	Pottiaceae	LC	SZ	-
<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw.	Pottiaceae	LC	SZ/B	Mészkösziklák
<i>Encalypta streptocarpa</i> Hedw.	Encalyptaceae	LC	B	-
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.	Brachytheciaceae	LC	B	-
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. & Nyholm	Fissidentaceae	LC-att	SZ/B/T	Árnyas mészkösziklák
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	Fissidentaceae	LC	T	-
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	Jubulaceae	LC	F	-
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	Funariaceae	LC	B	-
<i>Grimmia dissimulata</i> E. Maier	Grimmiaceae	LC-att	SZ	Napos sziklák
<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	Grimmiaceae	LC	SZ/F/B/T	-
<i>Gymnostomum calcareum</i> Nees & Hornsch.	Pottiaceae	NT	SZ	Árnyas mészkösziklák
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	Brachytheciaceae	LC	SZ/B	-
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	Hypnaceae	LC	SZ/F/B/T	-
<i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson	Bryaceae	LC	T	-
<i>Leskea polycarpa</i> Ehrh. ex Hedw.	Leskeaceae	LC	F	-
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	Marchantiaceae	LC	T	-
<i>Orthotrichum affine</i> Schrad. ex Brid.	Orthotrichaceae	LC	F/B	-
<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	Orthotrichaceae	LC	SZ/B	-
<i>Orthotrichum cupulatum</i> Brid.	Orthotrichaceae	LC-att	B	Nyílt sziklák
<i>Orthotrichum diaphanum</i> Schrad. ex Brid.	Orthotrichaceae	LC	F/B/T	-
<i>Orthotrichum lyellii</i> Hook. & Taylor	Orthotrichaceae	LC	F	-
<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.	Orthotrichaceae	NT	F	Fakéreg
<i>Orthotrichum speciosum</i> Nees	Orthotrichaceae	LC-att	F	Fakéreg
<i>Orthotrichum pallens</i> / <i>pumilum</i> / <i>schimperi</i> komplex	Orthotrichaceae	LC/NT	F	-/Fakéreg/-
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort.	Pelliaceae	LC	T	-
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	Mniaceae	LC	T	-
<i>Phascum cuspidatum</i> Hedw.	Pottiaceae	LC	B/T	-
<i>Pottia lanceolata</i> (Hedw.) Müll. Hal.	Pottiaceae	LC-att	B	Nyílt sziklagyep
<i>Pseudocrossidium hornschi</i> (Schultz) R.H. Zander	Pottiaceae	LC	SZ/B/T	-

<i>Pseudocrossidium revolutum</i> (Brid.) R.H. Zander	Pottiaceae	NT	SZ	-
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.	Hypnaceae	LC	F	-
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	Radulaceae	LC	F	-
<i>Schistidium crassipilum</i> H.H. Blom	Pottiaceae	LC	SZ/B	-
<i>Syntrichia montana</i> Nees	Pottiaceae	LC-att	SZ	Nyílt sziklagyeps
<i>Syntrichia papillosa</i> (Wilson) Jur.	Pottiaceae	LC-att	F	Fakéreg
<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F. Weber & D.	Pottiaceae	LC	SZ/F/B/T	-
<i>Syntrichia virescens</i> (De Not.) Ochyra	Pottiaceae	LC-att	F	-
<i>Tortula muralis</i> Hedw.	Pottiaceae	LC	SZ/F/B/T	-
<i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.	Pottiaceae	LC	SZ	-

1. táblázat: Az arborétum moha fajlistája

Rövidítések:

SZ: Sziklák, többnyire a sziklakertenben.

F: Fakéreg

T: Talaj

B: Betonfelületek

LC: Least concern. Nem veszélyeztetett fajok.

LC-att: Least concern-attention. Nem veszélyeztetettek, de figyelemmel kell kísérni helyzetüket.

NT: Near threatened. Veszélyeztetett élőhelyen élő, vagy több mint tíz lokalitással, de kis, elszigetelt populációkban élő fajok.

2. melléklet - A Budai Arborétum zuzmófajai

Fajnév	Család	Szubsztrát
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	Physciaceae	F
<i>Aspicilia contorta</i> (Hoffm.) Kremp. subsp. <i>hoffmanniana</i> S. Ekman & Fröberg ex R. Sant.	Megasporaceae	SZ
<i>Bacidina arnoldiana</i> (Körb.) Wirth & Vezda	Lecanoraceae	B
<i>Caloplaca cerinella</i> (Nyl.) Flagey	Teloschistaceae	F
<i>Caloplaca decipiens</i> (Arnold) Blomb. & Forss.	Teloschistaceae	B
<i>Caloplaca lactea</i> (A. Massal.) Zahlbr.	Teloschistaceae	SZ
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein	Candelariaceae	F
<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.	Candelariaceae	B
<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau	Candelariaceae	SZ
<i>Catillaria nigroclavata</i> (Nyl.) Schuler	Catillariaceae	F
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrh. & Poelt	Physciaceae	F
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.	Lecanoraceae	SZ
<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.	Lecanoraceae	F
<i>Lecanora muralis</i> (Schreb.) Rabenh.	Lecanoraceae	SZ/B
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	Parmeliaceae	F
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg	Physciaceae	F
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	Physciaceae	F
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier	Physciaceae	F
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Furnr.	Physciaceae	B/SZ
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	Physciaceae	F
<i>Rinodina pyrina</i> (Ach.) Arnold	Physciaceae	F
<i>Verrucaria calciseda</i> DC.	Verrucariaceae	SZ
<i>Verrucaria muralis</i> Ach.	Verrucariaceae	SZ/B
<i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.	Verrucariaceae	SZ/B
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	Teloschistaceae	F

2. táblázat: Az arborétum zuzmó fajlistája

Rövidítések:

SZ: Sziklák, többnyire a sziklakertben.

F: Fakéreg

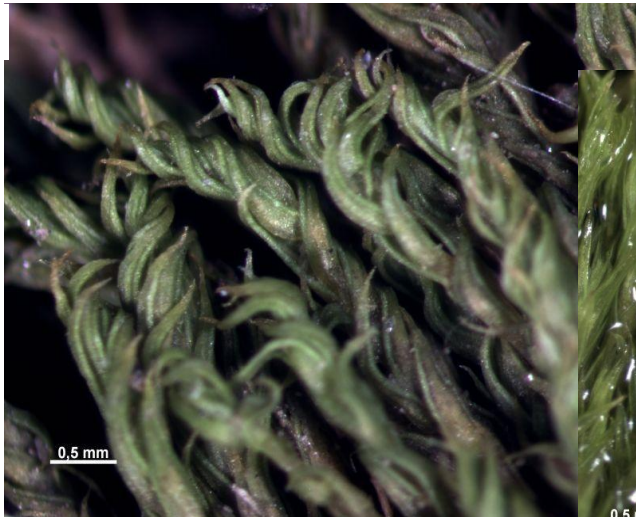
T: Talaj

B: Betonfelületek

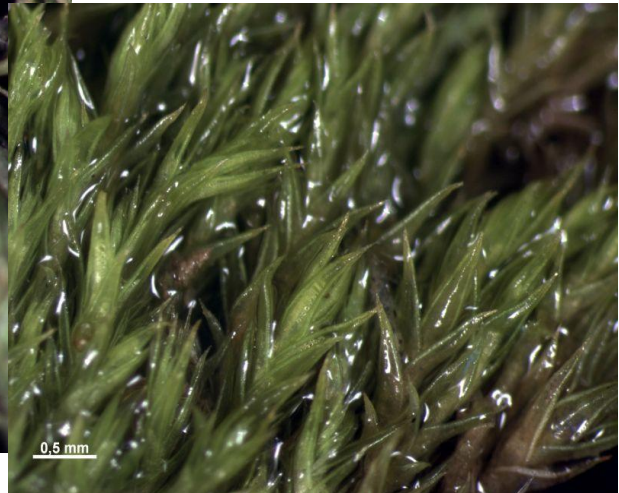
3. melléklet – Fotódokumentáció minta

Pseudocrossidium hornschuchianum A: hajtás száraz állapotban; B-C: hajtás nedves állapotban; D: levélrészlet; E: levél; F: levélkeresztmetsze

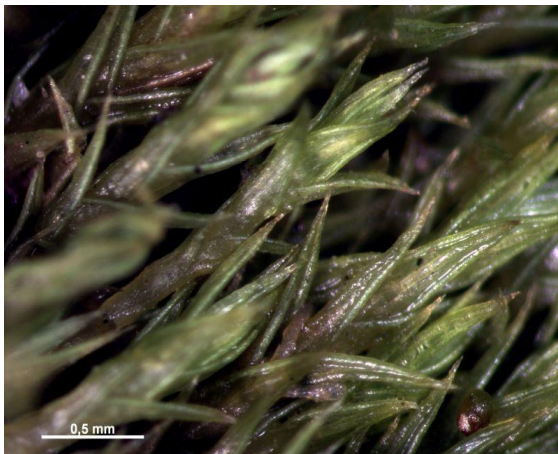
A:



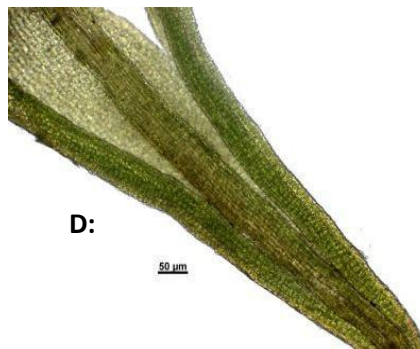
B:



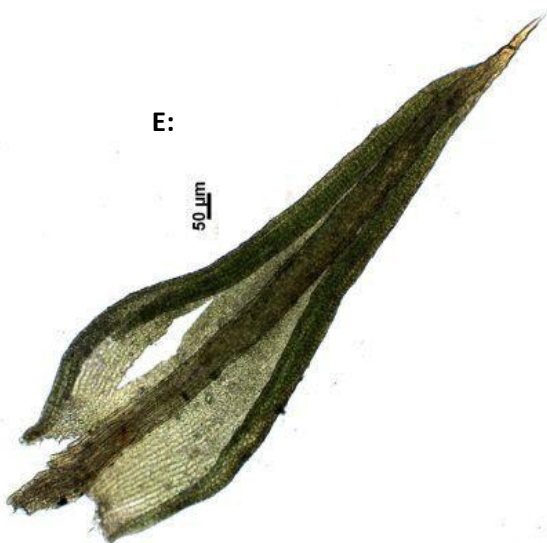
C:



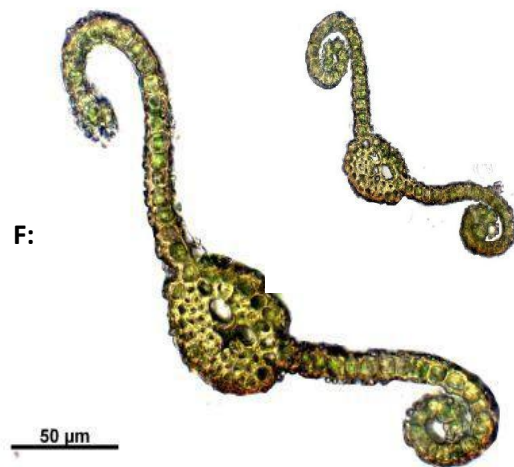
D:



E:



F:



Tételes szerzői hozzájárulás

Alulírott**Kovács Andor**..... a dolgozatban leírt munkafolyamatok közül a(z):

- arborétum kriptogám növényvilágának térképezésével foglalkozó irodalmak összegyűjtése és áttekintése
- mohák és zuzmók terepi határozását, térképezését
- *in situ* meghatározhatatlan mohafajok sztereo-illetve biológiai mikroszkóppal történő meghatározását
- fajonkénti fotódokumentáció elkészítését
- fotódokumentációhoz szükséges preparátumok és metszetek elkészítését

végeztem el.

Budapest,...2016.03.18.....

.....
.....Kovács Andor.....

Tételes szerzői hozzájárulás

Alulírott**Rigó Attila**..... a dolgozatban leírt munkafolyamatok közül a(z):

- arborétum kriptogám növényvilágának térképezésével foglalkozó irodalmak összegyűjtése és áttekintése
- mohák és zuzmók terepi határozását, térképezését
- *in situ* meghatározhatatlan mohafajok sztereo-illetve biológiai mikroszkóppal történő meghatározását
- fajonkénti fotódokumentáció elkészítését
- fotódokumentációhoz szükséges preparátumok és metszetek elkészítését

végeztem el.

Budapest,...2016.03.18.....

.....
.....Rigó Attila.....