

Hazai urbán és antropogén élőhelyek nagygombáinak vizsgálata

PhD értekezés tézisei

CSIZMÁR MIHÁLY

ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola

Iskolavezető: Prof. Turányi Tamás egyetemi tanár

Programvezető: Dr. Tóth Erika egyetemi docens

Témavezető: Dr. Bratek Zoltán egyetemi adjunktus



**Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar
Környezettudományi Doktori Iskola, Környezetbiológia Program**

Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék

Budapest

2023

DOI: 10.15476/ELTE.2023.098

Bevezetés

Az urbánus területek globális térhódítása folyamatos, a városi területek lakosainak száma évről-évre gyarapodik. A nagygombák élőhelye a városok és az őket körülvevő agglomerációs övezetek térnyerésével jelentős, olykor extrém változáson mehetek keresztül. Az urbánus környezetben élő nagygombákról elenyésző ismerettel rendelkezünk, az ilyen irányú kutatások száma csekély. Hosszútávú, mikológiai célú gyűjtő- és kutatómunkát végeztünk magyarországi urbán és antropogén élőhelyeken. Jelen dolgozat a hazai mikológiai kutatások eddig kevésbé vizsgált témakörében született első összefoglaló munka, mely tovább bővíti az urbánus területek nagygombaközösségeinek tudásanyagát. Továbbá felhívja a figyelmet a hazai urbánus területek fontosságára, az ott élő, olykor igen diverz nagygombaközösségek ismertetésével.

Célkitűzések

Doktori munkám célja, hogy az urbánus területeken, végzett hosszútávú megfigyelések és gyűjtések adatainak elemzésével információkat adjon közre az antropogén környezet gombaközösségeinek jellegzetességeiről. Munkám az alábbi célkitűzések jegyében épült fel:

- Az urbánus területeken regisztrált nagygombataxonokat szerepeltető átfogó fajlista, számítógépes adatbázis és fungárium létrehozása.
- Városfásításban gyakran használt ektomikorrhiza-képző hársfák (*Tilia* spp.) nagygombáinak vizsgálata.
- Urbánus területeken leggyakrabban előkerült ektomikorrhizas (EM) nagygombák, az Inocybaceae családba tartozó susulykák vizsgálata.
- Morfológiai módszerekkel nehezen azonosítható nagygombataxonok molekuláris vizsgálatának elvégzése és filogenetikai rekonstrukciók kivitelezése a szükséges esetekben.
- DNS vonalkód-szekvenciák elkészítése és a GenBank nemzetközi publikus adatbázisban való deponálása.
- Urbánus élőhelyeken regisztrált nagygombák rendszertani és térbeli megoszlásának vizsgálata.
- A nagygombák gyakori urbánus élőhelyeinek mikológiai szempontú jellemzése.

- Regisztrált nagygombák és élőhelyeinek jellemzése és értékelése a funkcionális csoportok (életmód) alapján.
- A regisztrált nagygombák összehasonlítása, a hazai természetes és természetközeli élőhelyeken és más európai országok urbánus területein regisztrált nagygombáival.
- Nagygombák urbánus területeken való sikeres elterjedésének lehetséges háttérben álló okainak feltárása.

Anyag és módszer

Jelen munka felhasznált adatait az ELTE TTK Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék fungáriumi anyagai szolgáltatják. A dolgozat az 1987 és 2022 december közötti, kizárólag urbán és antropogén területeken végzett gyűjtéseket dolgozza fel. A terepbejárások egész évben, leginkább a csapadékos időszakokban történtek különböző urbánus élőhelyeken, leggyakrabban Budapesten és agglomerációs térségeiben. Kimagaslóan sok gombaadat származik a XI. kerületből, főképp Budapest Lágymányos városrészéből, illetve a XIV. kerületből, Alsórákos városrészből. Azonban az ország más területeiről is rendelkezünk adatokkal.

A terepen begyűjtött gombák minden esetben dátummal, lelőhellyel, és termőhelyi adatokkal kerültek regisztrálásra. Minden esetben feljegyzésre került az élőhely típusa és a közelben lévő fafajok vagy növényfajok. EM gombák esetében megadtuk, hogy mely nemzetségbe tartozik a potenciális fapartner. A lignikol szaprotróf és nekrotróf parazita gombák esetében pedig a szubsztrátum és annak állapota lett feljegyezve. A szubsztrátumok osztályozására, az erdészeti leltározás során használt, majd általunk kibővített, hét fokozatú „korhadtsági/kezeltségi skálát” alkalmaztuk. A termőtestek túlnyomó többségéből készült szárított fungáriumi példány, melyek deponálva lettek a Tanszék fungáriumában.

Számos urbán élőhelytípuson fordultak elő gombák, ezért az élőhelyek rendszerezésére kettős osztályozást alkalmaztunk. Megkülönböztettünk „elsődleges élőhelytípusokat” és „másodlagos élőhelytípusokat”. Az elsődleges élőhelytípusok közé tartoznak a leggyakoribb általános antropogén hatású élőhelyek, mint a kert, park, fasor, temető, közlekedési zöldsáv, útszél, kultúrerdő stb.. A „másodlagos élőhely kategória”, már jobban konkretizált, leszűkített élőhelyekre utal, amelyek a nagygombák termőtesteinek tényleges termőhelyeit jelölik. Ilyenek például a nyírt gyeper, öntözött és nyírt gyeper, virágágyás, cserjefelület, fás liget.

Az adott nagygombák élőhelyét, az őket ért antropogén hatások szerint is kategorizáltuk egy általunk létrehozott hét fokozatú skála szerint. Az antropogén hatások alapján az alábbi „urbán kategóriákat” különböztettük meg:

- URB 1: Extrém városi környezet. Legforgalmasabb autóutak, csomópontok közelében lévő „betonsivatagok”. A zöldfelületek száma elenyésző az élőhelyen, csupán kisebb foltokban található meg. Folyamatos jelenség az extrém taposás és az autók keltette vibrációs hatás.
- URB 2: Általános belvárosi, forgalmas terület. Jellemző a sűrű, ám inkább időszakos autós és gyalogosforgalom. Főként a betonborítás a jellemző, de zöldfelületek már nagyobb számban megtalálhatóak a közelben. Jellemzően tömörödött talajokat találunk.
- URB 3: A városi parkok, kertek, temetők, kisebb nagyobb zöldfelületek tartoznak ide. Zavarás és bolygatás jelen van ugyan, azonban nem rendszeres és folyamatos. Mesterséges és természetszerű elemek egyaránt felfedezhetőek, a betonborítottság aránya kicsi. A talajok szerkezete és termőképessége kedvezőbb a gombák számára.
- URB 4: Természetszerűbb urbánus élőhelyek, ahol időszakos emberi zavarás és bolygatás megfigyelhető, de nem jelentős mértékű. Természetszerű elemek dominálnak az élőhelyen, azonban az emberi tevékenység nyomai egyértelműen fellelhetőek. Ilyenek például a kultúrerdők, kieső nyaralóövezetek, települések peremvidéke.
- URB 5: Az antropogén hatások gazdálkodási vagy turisztikai célú zavarásként mutatkoznak meg, egyébként túlnyomórészt természetes társulások és környezeti elemek figyelhetőek meg az élőhelyen. Ilyenek például a városok peremvidékein elhelyezkedő parkerdők és származék erdők, ahol aktívan végeznek turisztikai és/vagy gazdasági tevékenységeket.
- BOT: Arborétumok, botanikus kertek és fűvészkertek szabadtereit foglalja magában a kategória. Sajátos növényvilág jellemzi őket, sokszor különleges, egzotikus flórával rendelkeznek. Ugyan teljesen mesterséges módon lettek létrehozva, mégis sok esetben természetszerű elemek tarkítják, ráadásul a kertek gondozása legtöbbször természetbarát módon, igen kímélően történik.
- URB 0: A zárt, emberi építmények beltereit jelölő speciális kategória, mesterséges életterekre és mesterségesen fenntartott környezeti paraméterekre utal. Például üvegházak, uszodák, házak belseje.

A begyűjtött taxonok határozási munkáit elsősorban makro és mikromorfológiai jegyek alapján végeztük. Azonban molekuláris biológiai módszereket használtunk azokban az esetekben, mikor a morfológiai vizsgálatok nem vezettek eredményre, illetve olyan nemzetségek esetében, amelyek határozása a morfológiai kulcsok alapján nehéz és nem egyértelmű.

Eredmények és értékelésük

1. A vizsgálatban szereplő időszakban 2269 nagygomba adatát regisztráltuk urbánus területekről. A regisztrált nagygombákat fajlistában közöljük.

2. Sikeres molekuláris biológiai vizsgálatokat végeztünk összesen 120 urbánus élőhelyen gyűjtött nagygomba (114 Basidiomycota, 6 Ascomycota) esetében. A szekvenciák feltöltésre kerültek az NCBI GenBank publikus adatbázisába. A faji azonosításra használt ITS gén szekvenálását minden említett nagygomba esetében elvégeztük és néhány esetben az LSU gént szintén vizsgáltuk. Tizenegy, az Inocybaceae családba tartozó susulykafajt első hazai előfordulással jelentünk, név szerint az *Inocybe alluvionis*, *I. amelandica*, *I. caesaraugustae*, *I. ghibliana*, *I. pararubens*, *I. psammobrunnea*, *I. obscuroides*, *I. zethi*; *Mallocybe siciliana*; *Pseudosperma aureocitrinum* és *P. permelliolens* nagygombákat.

3. Több éves vizsgálatot folytattunk a városi környezetben előszeretettel ültetett hársfák (*Tilia* spp.), különös tekintettel az ültetett hársfa sorok és parkfák nagygombáinak jobb megismerésére végett. A kutatásunk során, 2009 és 2020 között, összesen 71 terepi alkalom eredményeként 173 nagygomba adatát tudtuk rögzíteni. Összesen 58 bazídiumos és két aszkuszos nagygombafajt regisztráltunk hársak közeléből. Sikeres molekuláris vizsgálatot végeztünk 54 nagygomba esetében. További filogenetikai vizsgálatba vontuk a morfológiailag nehezen határozható, hársak alatt megtalált Inocybaceae, *Russula insignis*, *Russula pectinata* és hazánkban kevés adattal publikált *Tomentella fuscocinerea* s.l. taxonokat.

4. Molekuláris vizsgálatba vontunk 28 Budapesten, urbánus környezetben talált, az Inocybaceae családba tartozó nagygombát. Az nrDNS ITS-régiójának szekvenciáinak segítségével filogenetikai rekonstrukciót végeztünk esetükben. Összesen 18 különböző, az Inocybaceae családba tartozó fajt sikerült regisztrálnunk és genetikai alapon identifikálnunk. A *Mallocybe* aff. *heimii* (M117) és *Mallocybe* aff.

plebeia (M118) nagygombák esetében jeleztük, hogy valószínűsíthetően ezidáig a tudomány számára leíratlan fajok. *Mallocybe* aff. *malenconii* és *Inocybe phaeoleuca* s.l. bizonytalan taxonómiai pozíciójú nagygombák helyzetét megvitattuk. Az urbánus területeken leggyakrabban talált susulykák jellemzésre kerültek, mint az *I. aeruginascens*, *I. furfurea*, *I. splendens* s.l., *I. alluvionis*, *I. griseovelata* és *I. semifulva*.

5. További 36 nagygombataxon esetében végeztünk sikeres molekuláris vizsgálatot. Az *Entoloma defibulatum*, *E. phaeocyathum*; *Gymnopus trabzonensis*; *Paxillus obscurisporus* és *Xylaria digitata* Magyarországon kevés publikált adattal rendelkező fajokat azonosítottuk. Több érdekes, potenciálisan még leíratlan taxont szekvenáltunk, mint egy *Clitocybe* sp., *Hygrocybe* sp., *Lyophyllum* sp., *Mycenella* sp. és a *Pluteus* aff. *multiformis*.

6. Az urbánus területeken fellelt gombák összesen 415 különböző taxonba tartoznak, melyből 365 taxon a bazídiumos gombák (Basidiomycota), míg 50 taxon az aszkuszos gombák (Ascomycota) törzsébe tartozik. A leggazdagabb rend az Agaricales, ide 24 különböző családból 271 taxon tartozik. Jelentősebb rendek még a Pezizales (7 család, 35 taxon), Polyporales (8 család, 27 taxon), Boletales (7 család, 28 taxon) és a Russulales (3 család, 12 taxon). A gyűjtött nagygombák összesen 71 családból és 165 nemzetségből kerültek ki. A rendi megoszláshoz illeszkedően a legnagyobb fajszerű család az Agaricaceae volt. További népesebb családok az Inocybaceae, Psathyrellaceae, Strophariaceae és a Tricholomataceae voltak. A leggyakrabban előkerült nemzetségek az *Inocybe* (24 taxon), *Agaricus* (17 taxon), *Hebeloma* (11 taxon), *Lepiota* (10 taxon) és *Helvella* (9 taxon) voltak.

7. Elvégeztük a regisztrált nagygombák elsődleges és másodlagos élőhelyeinek értékelését. Az általunk vizsgált urbánus, elsődleges élőhelyek közül legtöbb gombaadatot a kertekben (893 adat), parkokban (771 adat) és útszéleken (318 adat) regisztráltuk. Vizsgálataink szerint ezek az élőhelyek voltak leginkább alkalmasak a nagygombák számára urbánus területeken, a gombák 87,5 %-a az említett élőhelykategóriákban került regisztrálásra. Összesen 689 nagygomba esetében a másodlagos élőhelytípus szintén feljegyzésre került. A legtöbb gombaadat a nyírt gyep, az öntözött és nyírt gyep, illetve a fás ligetek, másodlagos élőhely kategóriákban került regisztrálásra.

8. A begyűjtött nagygombák élőhelyeit, az azokat ért antropogén behatások/zavarások alapján kategorizáltuk. Az adatok 80%-a az URB 3 kategóriájú

élőhelyekről került elő. Második legtöbb adatot az URB 4 kategóriájú élőhelyeken találtuk. Jócskán lemaradva az URB 3 kategóriához, képest az adatok csupán bő 6%-a került elő ilyen élőhelyekről. Száz feletti gombaadatot regisztráltunk, azaz 5%-os részesedést az összes adatból még botanikus kertekből és arborétumokból („BOT” kategória), melyek szintén a kevésbé zavart urbánus élőhelyek közé tartoznak. URB 1 és URB 2 kategóriába tartozó, igazán zavart és bolygatott élőhelyeken összesen 113 adatot regisztráltunk, ami együttesen az adatok kb. 5%-át jelenti.

9. Antropogén hatású élőhelyeken gyűjtött nagygombataxonok közül a legtöbb (163 taxon) talajlakó szaprotróf életmódot folytat. Az EM nagygombataxonok a fellelt gombák több mint a negyedét teszik ki, ez 125 taxont jelent. Összesen 86 regisztrált taxonnal a faanyagot bontó szaprotróf gombák aránya, közel a taxonok negyedét teszik ki. Míg a nekrotróf parazita gombák 23 taxonnal képviseltették magukat, mely összesen 6%-os részesedést jelent. Összeségében tehát elmondható, hogy az urbánus területeken gyűjtött taxonok többsége, majd 64%-a folytat szaprotróf életmódot. Ebbe beletartoznak az említett talajlakó és xilofág gombákon kívül az egyéb növényi maradványokon élő gombák (6 taxon), koprofil gombák (2 taxon) és a mohákon élő gombák (8 taxon).

10. Elvégeztük az összes regisztrált nagygomba (2269 adat) funkcionális csoportok szerinti megoszlásának vizsgálatát a különböző elsődleges élőhelytípusok között.

A kertekben, azaz a legnépesebb élőhelytípusokban talált nagygombák legnagyobb hányada, 39%-a EM életmódot folytat. Szorosan követi őket a talajlakó szaprotróf gombák csoportja, melyek részesedése 35%. A nekrotróf parazita és a lignikol szaprotróf gombák előfordulási adatai, együtt a 21,5%-os részesedést érik el.

A második legnagyobb taxonszámmal datált elsődleges élőhelyek, a parkok esetében magasabb a talajlakó szaprotrófok aránya, eléri a majd 40%-ot. Míg az EM gombák részesedése 31%. Magasabb az aránya a parkokban a nekrotróf parazita és a lignikol szaprotróf gombáknak. Együtt elérik a 26%-ot, ráadásul a nekrotróf parazita gombák száma a parkokban volt a legmagasabb (összesen 62 adat).

Az útszéleken már mindösszesen 20% az EM gombák előfordulási aránya, míg a talajlakó szaprotróf gombáké 36%. Feltűnően magas a nekrotróf parazita és a lignikol szaprotróf gombák előfordulási aránya az útszéleken, mintegy 42%-ra tehető.

11. Megvizsgáltuk, hogy az antropogén behatások szerint kategorizált élőhelyeken, milyen a regisztrált nagygombák funkcionális csoportok szerinti megoszlása. Az eredmények alapján kirajzolódni látszik, hogy minél bolygatottabb egy élőhely, annál kevesebb EM gombát találunk ott.

A legzavartabb, URB 1-es kategóriájú, extrém belvárosi élőhelyeken EM gombákat egyáltalán nem találtunk, az összes regisztrált gomba szaprotróf vagy parazita életmódot folytatott.

Az URB 2-es kategóriájú, általános belvárosi élőhelyeken ugyan találtunk EM gombákat, azonban arányaiban nézve még a 10%-os részesedést sem érték el. A regisztrált nagygombák nagyrésze (74%-a) ezen az élőhelytípuson, szaprotróf életmódot folytatott.

Az EM gombák aránya az URB 3-as kategóriájú élőhelyeken már eléri a 34%-ot, azonban messze a szaprotróf gombák domináltak. Összesen 58%-uk folytatott valamilyen lebontó/korhasztó életmódot. Közülük a talajlakó szaprotrófok emelkednek ki, amelyek aránya 37% volt ebben az élőhelytípusban.

A már valamivel kevésbé zavart, URB 4-es kategóriában az EM gombák aránya csupán 25%, ennek oka, hogy a városzéli monokultúrás erdőültetvények (sokszor akác) ugyancsak ebbe a kategóriába tartoztak.

Az URB 5 kategóriába sorolt, turisztikai vagy gazdálkodási céllal használt természet szerű élőhelyeken volt az EM gombák aránya a legmagasabb, ez összesen 48%-ot jelent. A szaprotrófok szintén 48%-os részesedéssel szerepelnek az adatok között. Jóval nagyobb arányban kerültek elő talajlakó lebontók, mint a faanyagot bontó szaprotrófok ebben az élőhelykategóriában.

12. Elvégeztük a Vörös Lista (Rimóczi *et al.* 1999) tervezetben szereplő, regisztrált nagygombák csoportosítását az antropogén zavarások szerint kategorizált élőhelyeken. Összesen 1020 Vörös Lista tervezetben szereplő nagygomba előfordulási adatát regisztráltuk az urbánus élőhelyeken. Az eredmények alapján hasonlóan látszik kirajzolódni a funkcionális csoportok esetében már tapasztaltakhoz, hogy minél bolygatottabb egy élőhely, annál kevesebb veszélyeztetett fajt találunk ott.

13. Összehasonlítást végeztünk a Nemzeti Biodiverzitás Monitorozó Rendszer nagygomba felméréseiben (Benedek 2011; Pál-Fám 2001c; Pál-Fám *et al.* 2007; Siller 2004; Siller *et al.* 2013) vizsgált, zavartalanabb természetvédelmi területek tapasztalt nagygombaközösségeivel. eltérő funkcionális spektrumot és faji megoszlást

találtunk az összehasonlításban szereplő természetes/természetközeli fiatal és középkorú erdők, illetve a vizsgált urbánus területek esetén. A vizsgált hazai idősebb, zavartalan erdőállományok esetén tapasztalt funkcionális spektrum és fajkészlet szintén különbözött. Az összehasonlításban szereplő területek, urbánus területekkel közös, elsősorban xilofág nagygombáit, mint a *Bjerkandera adusta*, *Fomes fomentarius*, *Mycena galericulata*, *Schizophyllum. commune*, *Stereum hirsutum* és *Trametes versicolor* ismertettük.

14. Az általunk vizsgált területek és két európai város területein regisztrált nagygombák összehasonlítását elvégeztük. Coimbra (Barrico *et al.* 2012) és Szicília (Ferraro *et al.* 2022) területén regisztrált nagygombaközösségek és tapasztalt funkcionális spektrumok hasonlóságot mutatnak a hazai urbánus területeken tapasztaltakkal. Több nagygombafaj mind három urbánus vizsgálatban előkerült.

15. Halbwachs & Bässler (2021) összefoglaló munkájában ismertetett funkcionális jellegzetességek figyelembevételével próbáltunk összefüggéseket találni egyes nagygombataxonok sikeres urbánus elterjedése és az adott jellegzetességek között. Ilyen jellegzetességek például a micélium általános vitalitása, illetve egyéb fiziológiai tulajdonságai, mint a micélium EM-partner és szubsztrát specifikitása, biodegradációs képessége vagy a vegetációs és fruktifikációs idő hossza. Továbbá a termőtest mérete és felépítése, a spórák mérete, alakja, terjedésüknek módja.

Irodalomjegyzék

Barrico L., Azul A.M., Morais M.C., Coutinho A.P., Freitas H., Castro P. (2012): Biodiversity in urban ecosystems: Plants and macromycetes as indicators for conservation planning in the city of Coimbra (Portugal). *Landscape and Urban Planning* 106: 88-102.

Benedek L. (2011): A Központi-Börzsöny nagygombái. PhD disszertáció, Szent István Egyetem, Budapest.

Ferraro V., Venturella G., Cirlincione F., Mirabile G., Gargano M., Colasuonno P. (2022): The checklist of sicilian macrofungi: second edition. *Journal of Fungi* 8: 566. <https://doi.org/10.3390/jof8060566>

Halbwachs H. & Bässler C. (2021): Functional Traits of Stipitate Basidiomycetes. *Encyclopedia of Mycology* vol 1. pp. 361-377. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819990-9.00047-0>

Pál-Fám F. (2001c): A Mecsek hegység nagygombái. Mikológiai Közlemények, Clusiana 40(1-2): 5-66.

Pál-Fám F., Siller I., Fodor L. (2007): Mycological monitoring in the Hungarian Biodiversity Monitoring System. Acta Mycologica 42(1): 35-58.

Rimóczi I., Siller I., Vasas G., Albert L., Vetter J., Bratek Z. (1999): Magyarország nagygombáinak javasolt Vörös Listája. Mikológiai Közlemények, Clusiana 38(1-3): 107-132.

Siller I. (2004): Hazai montán bükkös erdőrezervátumok (Mátra: Kékes Észak, Bükk: Őserdő) nagygombái. PhD disszertáció, BKÁE, pp. 113.

Siller I., Kutszegi G., Takács K., Varga T., Merényi Zs., Turcsányi G., Ódor P., Dima B. (2013): Sixty-one macrofungi species new to Hungary in Őrség National park. Mycosphere 4(5): 871-924. <http://dx.doi.org/110.5943/mycosphere/4/5/3>

A tézisek alapjául szolgáló közlemények

Csizmár M., Cseh P., Dima B., Assamere A., Orlóci L., Bratek Z. (2023): Contribution to the taxonomic knowledge of the family Inocybaceae in Budapest, Hungary Applied Ecology and Environmental Research 21(1): 409-420. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2101_409420

Csizmár M., Cseh P., Dima B., Orlóci L., Bratek Z. (2021): Macrofungi of urban *Tilia* avenues and gardens in Hungary. Global Ecology and Conservation, 28: e01672. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01672>

Csizmár M., Tóth A., Bratek Z. (2018): A városi környezet nagygombavilága - fajösszetételének és változásainak jellegzetességei. Természetvédelmi Közlemények 24: 59-66. <http://dx.doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2018.24.59>