



A KÖZPONTI-BÖRZSÖNY NAGYGOMBÁI:  
FUNGISZTIKAI, SZÜNBIOLÓGIAI ÉS TERMÉSZETVÉDELMI  
ÉRTÉKELÉS

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Benedek Lajos Krisztián

Budapest  
2011

## **A doktori iskola**

**megnevezése:** Kertészettudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Növénytermesztési és kertészeti tudományok

**vezetője:** Dr. Tóth Magdolna  
egyetemi tanár, DSc  
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,  
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

**Témavezető:** Dr. Rimóczi Imre  
egyetemi tanár, DSc  
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,  
Növénytani Tanszék és Soroksári Botanikus Kert

**A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.**

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezető jóváhagyása

**A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának 2011. június 7-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi Bíráló Bizottságot jelölte ki:**

**BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:**

**Elnöke**

Balázs Sándor, MHAS

**Tagjai**

Terbe István, DSc  
Györfi Júlia, PhD  
Jakucs Erzsébet, DSc

**Opponensek**

Siller Irén, PhD  
Vetter János, DSc

**Titkár**

Halász Krisztián, PhD



## 1. A munka előzményei, a kitűzött célok

Magyarország nagygombavilágának kutatottsága, ismertsége még mindig jelentősen elmarad sok más európai ország szintjétől, bár a hazai mikológiai kutatások több mint négyszáz éve megkezdődtek (CLUSIUS 1601). Az azóta eltelt hosszú évszázadok során lassan kezdtek a mikológiailag ismeretlen területek fehér foltjai eltűnedezni, de még napjainkra is maradtak szép számmal. A hazánkban előforduló fajok számát is csak becsülni tudjuk, viszonylag tág határok között. Azt azonban bizonyosan ki lehet jelenteni, hogy Magyarország fungája európai összehasonlításban is igen gazdag. Ez többek között a Kárpát-medence speciális adottságaiból, elhelyezkedéséből is adódik.

A makrogombák vegetatív struktúrái (micélium) nehezen hozzáférhetők és manapság még csak esetlegesen alkalmasak a fajok pontos azonosítására, így a gombák tanulmányozása kapcsán főként a termőtestekre vagyunk utalva. Ezek a fejlődési ciklusukban csak egyetlen fenológiai stádiumot jelentenek, és nem feltétlenül reprezentálják a micélium mennyiségi viszonyait. Jóllehet a szakirodalomban vannak micéliumra alapozott kutatások is (talajminták alapján), ezeket a vizsgálatokat csak kevesen alkalmazták, mivel igen időigényesek és komoly laboratóriumi háttérrel is igényelnek.

További nehézségeket hordoz a mikológiai vizsgálatok során az is, hogy a nagygombák sporokarpiuma gyorsan elpusztul, így egy felvételezéskor a fajoknak csak egy bizonyos része található meg. Emellett az éves és az évszakos gombaaszpektus igen nagy változékonyságának is következménye, hogy egy terület makrogombáinak összességét csak ismételt felvételezésekkel, több év alatt lehet meghatározni. Egyszeri mintavétel nemcsak elégtelen, hanem több hibalehetőséget is rejt magában, ha abból általánosításokat próbálunk levonni (BARKMAN 1965). Egy élőhely teljes vagy megközelítőleg teljes termőtestet képző fajkészletének felmérése esetén a vizsgálatok időtartama a szakirodalom alapján 7 év körüli, évente legalább 8 mintavétel esetén (PÁL-FÁM 2001). Fontos azonban azt is leszögezni, hogy a növénytársulásokban élő nagygombák fajszáma általában meghaladja az edényes növényekét (SILLER és MAGLÓCZKY 2002). Tovább növeli a különbséget, ha egy terület mikroszkópos életközösségét vizsgáljuk, itt ugyanis sokkal több gombafaj micéliuma van jelen, mint ahánynak a termőteste makroszkóposan is megjelennek (JONSSON et al. 1999).

A nagygombák ökológiai funkcióinak nagy változatossága is jelentősen megnehezíti a gombaközösségek jellemzését. Ezek mellett fontos megemlíteni egyes nagygombataxonok nehezen határozhatóságát és a gombataxonómia és rendszertan folyamatos változását.

Jelentős problémája továbbá a tudományterületnek, hogy a különböző vizsgálati módszerek alkalmazása miatt egyes kutatók munkái csak nehezen összehasonlíthatók.

Az utóbbi években öröndetes módon egyre intenzívebbé vált a hazai nagyombák kutatása, így egyre több előfordulási adattal rendelkezünk, egyre több fajról. Ezáltal lehetségessé vált a statisztikai módszerek szélesebb körű alkalmazása, az adatok értékelése, a gombaközösségek jellemzése és összehasonlítása. A fungisztikai jellegű vizsgálatok mellett a hazai mikológiában is egyre nagyobb szerepet kap a gombák közösségként való szemlélete.

A hazai szakirodalomban viszonylag kisszámú publikációval találkozunk a nagyombák élőhely-preferenciájával és termőtestképzési dinamikájával kapcsolatosan. A növények indikátor tulajdonságai gyakorlatilag teljes mértékben ismertek, azonban az egyes nagyombafajok ilyen jellegének kutatottsága is alacsony mértékű. Ezek alapján 99 hazai indikátor fajt sikerült megállapítani (PÁL-FÁM et al. 2005). A nagyombák és a növényzet viszonylatában végzett természetességi-degradáltsági vizsgálatok száma szintén igen kevés, főként az utóbbi időszakban láttak napvilágot ilyen típusú közlemények.

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerül a környezetvédelem és ezáltal a nagyombák megőrzése is. A nagyombák védelme számos olyan gyakorlati problémát vet fel, mely a növény- és állatvilág megóvása esetében egyáltalán nem vagy sokkal ritkábban fordul elő. Ilyen például a fajok élőhelyeinek, elterjedésének megállapítása vagy a termőtestek periodikus és fluktuáló megjelenése. Szintén fontos különbség, hogy a nagyombák élőhelyen kívüli védelme nem vagy csak nagyon nehezen valósítható meg. KOST és HAAS (1989) véleménye szerint is a nagyombák megőrzése kizárólag a területvédelmen keresztül valósítható meg. Ezen indokok alapján a nagyomba-védelem leginkább célravezető módjának Magyarországon is a terület alapú védelem tűnik, mind a fajok, mind a fajdiverzitás szempontjából.

A nagyombák szempontjából a Börzsöny hazánk egyik közepesen feltárt területe, de több vizsgálat eredményét még nem publikálták. Az eddig közölt irodalmi adatok alapján 636 faj fordul elő itt. Ugyan gyakori helyszíne mikológiai mintavételeknek, mégis hazánk több hasonló középhegységi területe megelőzi a publikált nagyomba-adatok számát illetően. Mivel a hegységre fókuszáló, szisztematikus feltáró mikológiai munka ez idáig még nem készült, feltétlenül fontosnak tartottam a Börzsöny nagyombavilágának lehető legteljesebb felmérését, feldolgozását és kiértékelését.

A Központi-Börzsöny területén végzett tízéves komplex nagyomba-vizsgálatokat az alábbi célkitűzések alapján végeztem:

1. A Központi-Börzsöny nagyomba fajlistájának lehető legteljesebb összeállítása a saját gyűjtési adatok alapján és ennek összevetése a hegységre vonatkozó és más hazai irodalmi adatokkal. (Ezen keresztül nemcsak a vizsgált terület, hanem a teljes hazai funga alaposabb megismeréséhez is hozzá kívánok járulni.) Rendszertani kiértékelések készítése a gyűjtött fajok alapján.
2. A Központi-Börzsöny összes jellemző erdei élőhelyének mikológiai jellemzése funkcionális spektrum, fajszám, termőtest-produkció, közösségi struktúra és fajösszetétel alapján.
3. Az élőhelyek természetvédelmi értékelése és összehasonlítása a nagyombák szempontjából. (Ezáltal támpontot adhatunk a természetvédelem részére, egyes területek mikológiai szempontú értékének felbecsüléséhez.)
4. A vizsgált élőhelyek gombaközösségeinek összehasonlítása mennyiségi viszonyok és diverzitás alapján.
5. A gomba- és növényközösségek közötti összefüggések vizsgálata.
6. Termőtestképzési dinamikák vizsgálata.
7. Az élőhelyek természetességi-degradáltsági vizsgálata a növényzet és a gombafajösszetétel alapján.
8. Az élőhelyek jellemzése indikátor gombafajok alapján.
9. Gombafajok élőhely-preferenciájának vizsgálata az alábbi szempontok szerint:
  - A jelentősebb számú adattal bíró (legalább 15) nagyombafajok élőhely-preferenciájának megállapítása a Központi-Börzsöny területén.
  - Egyes ritka és veszélyeztetett nagyombafajok élőhely-preferenciáinak vizsgálata a börzsönyi és a hazai előfordulási adatok alapján és ezek összehasonlítása az európai élőhelyi jellemzőkkel.

## 2. Anyag és módszer

A Központi-Börzsöny északról a Kemence-völgy, nyugatról a Kemence–Nagybörzsöny, délről a Nagybörzsöny–Kóspallag–Szokolya, keletről a Szokolya–Nógrád–Diósjenő vonal által körülhatárolt kb. 150 km<sup>2</sup> nagyságú terület, amely a hegység legmagasabb, zárt központi tömbjét foglalja magába. Uralkodó alapkőzete az andezit és andezittufa, ritkábban a dácit. Kizárólag a peremhegyeken Nagybörzsönnél és a szokolyai Szőlőhegyen található kisebb kiterjedésben lajtamészke és jégkori vályogtakaró. A legelterjedtebb genetikai talajtípus az agyagbemosódásos barna erdőtalaj, de gyakoriak a ranker, a gyengén podzolos barna erdőtalajok és a vázta talajok is. Klímája a legmagasabb részeken montán jelleget mutat, 6-7 C° évi középhőmérséklettel, 700-900, esetenként 1000 mm körüli éves csapadékkal (LÁNG 1955).

A Központi-Börzsöny a zárt lombos erdők övébe tartozik, legnagyobb része erdővel fedett. Fátlan élőhelyek csak a legmeredekebb, délies lejtőkön és irtásréteken találhatóak. A flóra és a vegetáció középhegységi jellegű, de montán vonásokat is mutat. A kiterjedt, széles bükkös övet szubmontán, montán és mészkerülő bükkösök alkotják. A keskeny, mély völgyaljakban andezit szurdokerdők, az alsóbb, kiszélesedő völgyszakaszokon gyertyános-égerligetek húzódnak. Az alacsonyabban fekvő medencékben és hegylábi peremterületeken nagy kiterjedésűek a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek és cseres-tölgyesek. A túlevelű fafajok közül a bükkös övben *Picea abies*, *Larix decidua*, a tölgyesek övében *Pinus sylvestris* és *Pinus nigra* telepítések vannak. A tájidegen lombos fafajok közül a peremterületeken *Quercus rubra* és *Robinia pseudoacacia* ültetvények fordulnak elő.

A kiválasztott élőhelyek a tektonikus eredetű, nagyjából háromszög alakú, 270-300 m tengerszint feletti magasságú Királyréti-medencében és annak környékén helyezkednek el. A rendszeres nagyomba-mikológiai mintavételek az alábbi vegetációegységek állományaiban történtek: a nagy kiterjedésű, zonális társulások közül a *Carici pilosae-Carpinetum* és *Quercetum petraeae-cerris*, az edafikus társulások közül az *Aegopodio-Alnetum*, *Luzulo nemorosae-Fagetum sylvaticae* és *Deschampsio flexuosae-Quercetum sessiliflorae*, valamint az ültetvények közül a *Pinetum sylvestris* cultum és *Piceetum* cultum. Az élőhelyek kiválasztásánál lényeges szempont volt, hogy a nagyombák tekintetében fontos és a Központi-Börzsönyben jellemző minden erdőtípus szerepeljen a mintavételekben, emellett szórványosan gyűjtött adataim is szerepelnek munkámban a Központi-Börzsöny területéről.

A minimálarea mérete a növényzet szempontjából ismert, ez körülbelül a növényzet 85%-át tartalmazza. A gombáknál azonban ilyen nincs, ugyanis bármeddig növeljük a



mintaterületek nagyságát, a fajszám növekedése nem mutat telítődési görbét, csak a teljes élőhelyen. Ezért nem lehetett kutatásaim során eltekinteni attól, hogy egy gombaközösség fajkészletének minél alaposabb megismeréséhez (ez egyik elsődleges célom volt), a teljes élőhelyet vizsgáljam. Mivel az élőhelyek nem egyformák, így csak a mennyiségi viszonyokat lehet standard területeken vizsgálni. Ha mindenütt azonos méretű élőhelyeken dolgoztam volna, úgy akár 50%-os adatvesztés is felléphetett volna egyes esetekben.

A kiválasztott élőhelyeken, a mintavételi négyzetekben (500 m<sup>2</sup>) növény- és gombacönológiai felvételezéseket is végeztem. A mintavételi kvadrátok kijelölésénél fontos szempont volt a homogenitás, mind a növényzet, mind a talajtani adottságok szempontjából.

A gombafajokat dátummal, lelőhellyel, termőhellyel, a szubsztrátum feljegyzésével regisztráltam és fungáriumi példányokkal (656 db) dokumentáltam. Ezek saját gyűjteményemben megtalálhatók és elérhetők. Sok esetben a fajokról fotó és részletes leírás is készült.

A statisztikai elemzéseket a NuCoSA programcsomag felhasználásával végeztem (TÓTHMÉRÉSZ 1996). A fajok funkcionális csoportjainak megállapításánál ARNOLDS et al. (1995) munkáját vettem alapul, azokban az esetekben ahol több lehetőség is felmerült, saját terepi tapasztalataimra támaszkodtam.

A gombaközösségek meglétét dominancia-diverzitás vizsgálatokkal mutattam ki, külön a talajlakó és xilofág fajkészletekre és termőtestszámokra. A cönológiai is vizsgált nyolc helyszínen minden élőhelyet külön adatsorként kezelve megvizsgáltam a hasonlóságokat és különbségeket hierarchikus clusteranalízis (teljes kapcsoltság) segítségével, a fajok prezenciáját vagy abszenciáját figyelembevevő bináris komparatív függvény (Jaccard-index) alkalmazásával, külön a talajlakó és a faanyagon élő fajokra. A vizsgálatot a termőtestszámokra is elvégeztem, a Matushita-féle kvantitatív távolságfüggvényen alapuló főkoordináta analízissel.

Az élőhelyek természetvédelmi értékelését és összehasonlítását a nagygombák szempontjából a magyarországi nagygombák Vörös Lista tervezete (RIMÓCZI et al. 1999) alapján végeztem.

A gombaközösségek diverzitásának összehasonlításához diverzitásrendezést alkalmaztam, a TÓTHMÉRÉSZ (1997) által közepes és nagy fajszámú közösségek vizsgálatára ajánlott Rényi-féle és a jobboldali dominanciaösszeg logaritmus alapján készített függvények segítségével. A xilofág közösségek esetében, a közösségi struktúra kezdeteit mutató élőhelyek fajkészlete belekerült a diverzitásrendezésbe, mert az erdészeti kezelés esetleges felhagyása után ezeken az élőhelyeken gombaközösség jöhet létre. A talajlakó fajok esetében, ahol a

dominancia-diverzitás vizsgálat nem mutatott közösségi struktúrát, azokat a diverzitásrendezésbe nem vettem bele.

A gomba- és növényközösségek összehasonlító vizsgálatát a növényzet és a gomba fajkészlet klasszifikációjára alapozva (Jaccard index, teljes kapcsoltság) végeztem el, külön a lombkorona és gyepszintre, illetve a talajlakó és xilofág fajkészletekre.

2005-ben és 2006-ban május és december között több alkalommal végeztem terepmunkát, mint általában, hogy folyamatosan figyelemmel követhessem az egyes fajok termőtestképzését. Így megteremtettem a feltételeket a nagygombák termőtestképzés-dinamikájának vizsgálatához, melyhez a Királyréten mért csapadékadatokat is felhasználtam.

A növényzet degradáltságának megállapítása MORSCHHAUSER (1995) munkája alapján készült, míg a gombák esetében ellentétes megközelítést alkalmaztam, vagyis a gombaközösségek degradáltságának megítélésére a veszélyeztetett fajok arányát vettem figyelembe.

Az indikátor nagygombafajokra vonatkozó hazai szakirodalom áttekintése után elkészítettem a kiválasztott élőhelyek értékelését e fajok szempontjából.

Az élőhely-preferencia vizsgálatát a minimum 15 előfordulási adattal bíró fajok esetében végeztem. Egy adatsornak egy faj előfordulási számait tekintettem a különböző élőhelyeken. A távolságokat Matushita-féle kvantitatív távolságfüggvénnyel számoltam ki (külön a talajlakó és a xilofág fajokra), mivel a prezencián vagy abszencián kívül fontos volt az előfordulási adatok mennyisége is az egyes élőhelyeken. Ezután főkoordináta- és korrespondencia analízissel csoportosítottam az adatokat.

A ritka és veszélyeztetett nagygombafajok élőhely-preferenciájának vizsgálatánál a saját börzsönyi, illetve hazai és Európa más országaiban szerzett tapasztalataim alapján választottam ki a fajokat. Ezek kiválasztásánál előnyben részesítettem a hazai nagygombák Vörös Lista tervezetében IUCN 1-es és 2-es értékkel szereplő fajokat, de ezek mellett más a Vörös Listán nem szereplő vagy 3-as értékkel megjelölt fajok is kiválasztásra kerültek.

### 3. Eredmények és értékelésük

1. A tízéves (2001-2010) munkám során 613 nagyombafaj előfordulását igazoltam a Központi-Börzsöny területéről 4101 előfordulási adattal. Ezek közül 281 faj új a hegység egészére nézve. Így megállapítható (az irodalmi adatokat is figyelembe véve), hogy 917 nagyombafaj bizonyítottan előfordul a Börzsönyben és a hegység hazánk fungisztikailag legjobban feltárt középhegységi területévé lépett elő.

A vizsgálataim során detektált fajok közül az alábbi 13 faj újnak minősül Magyarország egészének fungájára nézve: *Cortinarius depressus*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Exidia cartilaginea*, *Lepiota apatelia*, *Otidea abietina*, *Otidea felina*, *Pachyella celtica*, *Russula emeticicolor*, *Russula pseudoromellii*, *Russula sublevispora*, *Sistrotrema confluens*, *Steccherinum aridum*, *Tremella encephala*.

A gyűjtött fajok 14 rend 56 különböző családjába tartoznak. A két legnagyobb rend az *Agaricales* (14 család, 427 faj) és az *Aphyllphorales* (22 család, 108 faj). A leginkább képviselt családok a *Tricholomataceae*, *Russulaceae*, *Cortinariaceae* és a *Boletaceae*.

2. A kiválasztott élőhelyeken gyűjtött fajok funkcionális csoportjainak megoszlása alapján a középhegységi lombdökre jellemző mikorrhizás túlsúly a cseres-tölgyes, gyertyános-tölgyes és a három mézskerülő állomány esetében egyértelműen megmutatkozott. A xilofág nagyombafajok erős dominanciája kizárólag az égeresben volt jellemző, itt volt a mikorrhizás fajok részesedése a legalacsonyabb, míg a nekrotróf parazitaké pedig a legmagasabb az összes vizsgált élőhely közül.

A két túlevelű ültetvénynél nem a mikorrhizás fajok voltak többségben, hanem az erdeifenyvesnél a xilofág szaprotrófok, míg a lucosnál a talajlakó szaprotrófok dominanciája volt érzékelhető. Ezen a két élőhelyen mutatkozott a legmagasabb talajlakó szaprotróf részesedés, míg a nekrotróf parazita fajok ezen a két élőhelyen voltak a legalacsonyabb arányban.

A többéves vizsgálat sorozat összegzéseként és az egyes évjáratokban tapasztalt tendenciák alapján a funkcionális összetétel bizonyult a nagyombaközösségek olyan stabil jellemzőjének, mely akár egy termőtestképzési periódus alatt is értékelhető eredményt ad. Minden termőhelynek jellemző, egyedi spektruma van. Ez a spektrum minden évben viszonylag stabil.

A termőtestszám alapján készített funkcionális megoszlás minden élőhelyen a xilofág szaprotrófok arányának emelkedését mutatta, a fajösszetétel alapján készített képet. Ennek mértékében azonban jelentősek az eltérések.

A xilofág fajkészletek termőtestszámai szempontjából az élőhelyek többsége nem mutatott közösségi struktúrát. Egyértelmű gombaközösség mindössze a gyertyános-tölgyesben és az égeresben alakult ki. A honos növényzeti egységek talajlakó fajkészlete jó gombaközösséget alkot az égeres kivételével, míg a két ültetvényben a kevés idő vagy a tájidegen fajok miatt nem alakult ki talajlakó gombaközösség.

A talajlakó gombaközösségek, illetve fajkészletek összetételén alapuló csoportosítása szerint az égeres egyértelműen különbözik az összes többi élőhelytől. Ezek két nagy csoportra oszlanak, az egyikben a két fenyves található. A fennmaradt legnagyobb csoport további két alcsoportra oszlik. Az egyikben a két zonális társulás (gyertyános-tölgyes és cseres-tölgyes), a másikban pedig a három mészkerülő erdő található.

A xilofág gombaközösségek illetve fajkészletek összetételén alapuló klasszifikációja két fő csoportba rendezte az élőhelyeket. Az egyik csoport a két fenyvest tartalmazza, a másik két alcsoportja közül az egyikben a cseres-tölgyes és az égeres van, míg a másik a mészkerülő erdőket és a gyertyános-tölgyest tartalmazza.

3. A kiválasztott élőhelyek nagygombáinak természetvédelmi értékelése során megmutatkozott, hogy a veszélyeztetett fajok legmagasabb arányban a mészkerülő állományokban fordultak elő, 60% körüli részesedéssel. A következő jól elkülönülő csoportot a cseres-tölgyes, gyertyános-tölgyes és a lucos alkotta 50% körüli értékekkel. A legalacsonyabb értékeket tartalmazó harmadik csoportba az égeres (34,7%) és az erdeifenyves (27,4%) tartozott. Munkám során a hazai 35 védett nagygombafaj közül 8-nak az előfordulását sikerült igazolni a hegységből, 33 előfordulási adattal.
4. A mennyiségi adatokon alapuló főkoordináta analízis a talajlakó gombaközösségek és fajkészletek szempontjából egyértelműen elkülöníti a két fenyvest a többi élőhelytől és ezeket egymáshoz nagyon hasonlóknak mutatja. Ugyanígy elkülönült, de egymáshoz nagyon hasonló csoportot alkotnak a mészkerülő erdők. Az égeres szintén teljesen külön áll az összes többi élőhelytől. A gyertyános-tölgyes és a cseres-tölgyes helyzetének megítélése nehezebb, fajösszetételük alapján egymáshoz hasonlóak, mennyiségi adatok alapján ez a hasonlóság azonban nem áll fenn. A xilofág gombaközösségek, illetve fajkészletek esetében is teljesen külön csoportba kerültek a fenyvesek. A többi élőhely csoportosítása csak részben egyezik meg a fajösszetétel alapúval. Egy csoportba került a cseres-tölgyes és az égeres, de ugyanehhez a csoporthoz tartozik a mészkerülő tölgyes is. Egy másik csoportot alkot a gyertyános-tölgyes és a mészkerülő bükkös (Lukács-szállás), míg a másik mészkerülő bükkös némiképp külön áll ezektől.

A xilofág gombaközösségek diverzitásrendezése esetében egyértelműen megállapítható, hogy a gyertyános-tölgyes diverzebb az égeresnél, valamint a cseres-tölgyes diverzebb a három mészkerülő erdőnél, mind a ritka, mind a gyakori fajok esetében. A ritka fajok tekintetében a legdiverzebb a gyertyános-tölgyes, ezt követi az égeres, majd a cseres-tölgyes, a mészkerülő tölgyes, a mészkerülő bükkös (Lukács-szállás), végül a legkevésbé diverz a mészkerülő bükkös (Boros-hegy). A gyakori fajok szempontjából a legdiverzebb a cseres-tölgyes és a mészkerülő bükkös (Boros-hegy). Ezt követi a gyertyános-tölgyes, a mészkerülő tölgyes, majd a mészkerülő bükkös (Lukács-szállás) és végül legkevésbé diverz az égeres.

A talajlakó közösségek diverzitásrendezése alapján a gyertyános-tölgyes diverzebb a mészkerülő bükkösnél (Boros-hegy) és a cseres-tölgyesnél és ezek diverzebbek az mészkerülő bükkösnél (Lukács-szállás), mind a gyakori, mind a ritka fajok szempontjából. Ritka fajok tekintetében a legdiverzebb a mészkerülő tölgyes, ezt követi a gyertyános-tölgyes és a boros-hegyi mészkerülő bükkös, majd ezután a cseres-tölgyes következik, míg a legkevésbé diverz az Lukács-szállásnál elhelyezkedő mészkerülő bükkös. A gyakori fajok esetében viszont a legdiverzebb a gyertyános-tölgyes, majd a cseres-tölgyes, ezután a mészkerülő bükkös (Boros-hegy) következik, majd a másik mészkerülő bükkös állomány (Lukács-szállás), míg a legkevésbé diverz a mészkerülő tölgyes.

5. Sem a talajlakó, sem pedig a xilofág gombaközösségek klasszifikációja nem mutat semmiféle összefüggést a növényzet lombkoronaszintje alapján történt csoportosítással. Ugyanígy elmondható, hogy a gyepszint és a xilofág gombaközösségek között sincs kapcsolat. A talajlakó közösségek klasszifikációja viszont hasonlóságot mutatott a gyepszint klasszifikációjával.
6. A termőtestképzési dinamika vizsgálata alapján megállapítható volt, hogy ugyan a termőtestképzésre más környezeti tényezők is hatnak, nagyjából egy hónapos késéssel a lehulló csapadék mennyiségének növekedését illetve csökkenését követi a termőtestet képző fajok számának növekedése és csökkenése. A termőtestszámok tekintetében azonban nem sikerült összefüggést találni.
7. A vizsgált élőhelyek degradáltsági sorrendje a növényzet fajkészlete alapján azonosan alakult a veszélyeztetett gombafajok számának csökkenésével. A degradáltság alapján a két mészkerülő állomány (boros-hegyi mészkerülő bükkös és a mészkerülő tölgyes) ép, majd a gyertyános-tölgyes, a cseres-tölgyes és az égeres következik. Ez utóbbi három közepesen degradált egyre növekvő mértékben.

8. A zavarásjelző indikátorok alapján, mind fajösszetétel, mind adatszám szempontjából a legkevésbé zavart a mészkerülő tölgyes és a boros-hegyi mészkerülő bükkös. A következő csoportba tartozik a két zonális állomány (cseres-tölgyes, gyertyános-tölgyes), valamint az égeres, az erdeifenyves és a lucos pedig a két legzavartabb élőhely.

A boros-hegyi mészkerülő bükkös és a gyertyános-tölgyes mellett az égeresben a legmagasabb a természetes állapotokat indikáló fajok aránya. A természetes, zavartalan állapotokra utaló fajok legnagyobb számban a gyertyános-tölgyesben és a boros-hegyi mészkerülő bükkösben teremtek. A mészkerülő tölgyes természetességet jelző fajainak száma mindössze 3, azonban emellett a zavarásjelző fajok száma és adatainak aránya is igen alacsony. A lucosban jellemzően sok széleskörűen elterjedt, tágtúrésú faj fordult elő, melyek a zavarásra is utalnak. Ezek az eredeti magashegységi lucos fajok helyett jelennek meg. Az erdeifenyvesben a természetességre utaló fajok közül egyedül a *Stereum subtomentosum* fordult elő (lombosfa miatt), de az általánosan elterjedt fajok szinte teljesen ugyanazok, mint a lucosnál. A két zonális társulás közül a gyertyános-tölgyes látszik természetesebbnek az indikátorfajok alapján.

9. A legalább 15 előfordulási adattal rendelkező fajok élőhely-preferencia vizsgálatnál két tendencia mutatkozott. Az első tengely a különböző növényzeti típusok skálájának felelhet meg. A tengely bal oldalán csoportosultak a mészkerülő erdőket előnyben részesítő fajok, majd jobbra haladva megjelentek a mészkerülő és zonális lomberdőket egyaránt preferáló fajok is. Később a lomberdő preferenciájú, míg a tengely jobb szélén a fenyves preferenciájú fajok fordultak elő. A második tengely az élőhelyek talajának pH-jával mutathat összefüggést. Lent a zonális lomberdők enyhén savanyú pH-ját, fent pedig a lucos és mészkerülő erdők savanyú talaját kedvelő fajok helyezkedtek el.

34 ritka taxon élőhely-preferencia vizsgálata során megállapítottam, hogy a többségük élőhelyi jellemzői megegyeznek az európaival, de vannak kivételek. A *Boletus pinophilus* hazánkban savanyú talajú lomberdőkre jellemző fajnak bizonyult, túlevélű élőhelyről nem ismert. A *Pluteus umbrosus* megfelelő mennyiségű holt faanyagú, háborítatlan lomberdőket preferál, parkokból nem került elő. A *Tricholoma psammopus* a szakirodalomban jelzett hegyvidéki élőhelyektől eltérően, nálunk középhegységi lombos és elegyes erdőkben (mindig vörösfenyőhöz kötötten) termett. Több faj ritkább hazánkban, mint a legtöbb európai országban, főleg az optimális élőhelyeik hiánya miatt: *Albatrellus confluens*, *Boletus pinophilus*, *Tremella encephala*, *Tricholoma aurantium*.

#### 4. Új tudományos eredmények

1. Tízéves (2001-2010) munkám során 613 nagygombafaj előfordulását igazoltam a Központi-Börzsöny területéről, 4101 előfordulási adattal. A szakirodalmi és saját munkám alapján, a teljességre törekedve összeállítottam a Börzsöny fungáját.
2. Vizsgálataim során 281 új fajt mutattam ki a hegység egészére nézve. Összességében tehát 917 nagygombafaj bizonyítottan előfordul a Börzsönyben és így jelenleg a hegység hazánk fungisztikailag legjobban feltárt középhegységi területe.
3. A vonatkozó szakirodalom áttekintése után a munkám során detektált fajok közül az alábbi 13 faj új Magyarország fungájára nézve: *Cortinarius depressus*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Exidia cartilaginea*, *Lepiota apatelia*, *Otidea abietina*, *Otidea felina*, *Pachyella celtica*, *Russula emeticicolor*, *Russula pseudoromellii*, *Russula sublevispora*, *Sistrotrema confluens*, *Steccherinum aridum*, *Tremella encephala*.
4. Elvégeztem a Központi-Börzsöny jellemző erdei élőhelyeinek nagygomba-mikológiai jellemzését funkcionális spektrum, fajszám, termőtest-produkció, közösségi struktúra, diverzitás és fajösszetétel alapján. Megerősítést nyert, hogy a fajszámon alapuló funkcionális spektrum az élőhelyek viszonylag stabil jellemzője. Az egyes évek összehasonlítása kapcsán kitűnt, hogy a fajszám és a termőtestszaám az évjáratok időjárásának függvényében erősen változik, nem tekinthető stabil jellemzőnek.
5. Megállapítottam, hogy a xilofág és talajlakó fajkészletek termőtestszaámai szempontjából a két fenyves (erdei- és lucfenyves) nem mutat közösségi struktúrát.
6. Elkészítettem az élőhelyek természetvédelmi értékelését és összehasonlítását a nagygombák szempontjából. Veszélyeztetett fajok legmagasabb arányban a mészkerülő állományokban fordultak elő, 60% körüli részesedéssel. A legalacsonyabb értékeket pedig az égeres (34,7%) és az erdeifenyves (27,4%) mutatta.
7. A hazai 35 védett nagygombafaj közül 8-nak az előfordulását sikerült igazolni a hegység területéről, mintegy 33 előfordulási adattal.
8. A termőtestképzési dinamika vizsgálata alapján megerősítettem, hogy nagyjából egy hónapos késéssel a lehulló csapadék mennyiségének növekedését, illetve csökkenését követi a termőtestet képző fajok számának növekedése és csökkenése.
9. Megállapítottam, hogy az élőhelyek degradáltsági sorrendje a növényzet fajkészlete alapján fordítottan arányos a veszélyeztetett gombafajok számával.
10. Elvégeztem 60 gyakori faj esetében az élőhely-preferencia vizsgálatokat statisztikai módszerekkel, 34 ritka fajnál pedig az előfordulási adataik alapján.

## **5. Javaslatok és gyakorlati alkalmazások**

Munkám során egyértelműen bebizonyosodott, hogy az élőhelyek degradáltsága mikológiai paraméterek alapján is meghatározható, ami teljes mértékben egybevág a botanikai értékeléssel.

Élőhelyek természetvédelmi értékelésénél egyre nagyobb szerep jut a nagygombáknak is. A Központi-Börzsönyben végzett vizsgálataim rámutattak arra, hogy a jelenleg még védelem alá nem helyezett mézskerülő erdőknek, mikológiai szempontok alapján is indokolt a védelme.

Kutatásaim során újabb megerősítést nyert, hogy bizonyos területeken a fás társulások természetkímélőbb erdészeti kezelése növeli a diverzitást, főként a xilofág fajok esetében.

Munkám gyakorlati felhasználása kapcsán kiemelendők a börzsönyi Pogány-Rózsás erdőrezervátumban végezett nagygomba-mikológiai felméréseim, melyek a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer keretén belül folytak. Ennek eredményeiről éves jelentés formájában számoltam be a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Természetvédelmi Hivatalának.

A 2005-ben védelem alá helyezett 35 nagygombafaj hazai elterjedésének megállapításakor a szerzők felhasználták a rendelkezésükre bocsátott saját börzsönyi adatokat is.

Munkámban közre adott 613 nagygombafaj és ezek 4101 előfordulási adata mindenképpen hozzájárul a hazai fajok elterjedésének és élőhelyi jellemzőinek alaposabb megismeréséhez. Emellett az ismertetett előfordulási adatok, sok más publikációval egyetemben, alapot szolgáltatnak az immáron több mint tíz éve közzétett, hazai nagygombafajok Vörös Lista tervezetének átdolgozásához is.



## 6. Felhasznált irodalom

- ARNOLDS E., KUYPER TH. W. és NOORDELOOS M. E. (szerk.) (1995): *Overzicht van de paddestoelen in Nederland*. – Nederlandse Mycologische Vereniging, Wijster, 872 pp.
- BARKMAN J. J. (1965): Die Kryptogamenflora einiger Vegetationstypen in Drente und ihr Zusammenhang mit Boden und Mikroklima. — *Ber. Sympos. Intern. Ver. Veget.-kd.* **1960**: 157-161.
- CLUSIUS C. (1601): *Fungorum in Pannoniis observatorum brevis historia*. Antverpiae.
- JONSSON L., DAHLBERG A., NILSSON M. C., ZACKRISSON O. és KAREN O. (1999): Ectomycorrhizal fungal communities in late successional Swedish boreal forest, and their composition following wildfire. — *Mol. Ecol.* **8**(2): 205-215.
- KOST G. és HAAS H. (1989): Die Pilzflora von Bannwäldern in Baden-Württemberg. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vergesellschaftung höherer Pilze in einigen Waldgesellschaften Süddeutschlands. — *Mitt. d. forst. Versuchs- u. Forschungsanst.* **4**: 9–182.
- LÁNG S. (1955): *A Mátra és a Börzsöny természeti földrajza*. Akadémiai Kiadó, Budapest: 275-433.
- MORSCHHAUSER T. (1995): *A flóra és vegetáció indikációja és térinformatikai elemzése a Budai-hegységben*. – Doktori disszertáció, JPTE Növénytani Tanszék, Pécs.
- PÁL-FÁM F. (2001): Nagygomba cönológiai módszerek. Irodalmi összefoglaló. — *Bot. Közlem.* **88**(1-2): 145-172.
- PÁL-FÁM F., SILLER I. és RUDOLF K. (2005): Antropogén hatásokat indikáló gombafajok. — *III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger, Összefoglalók*: 183.
- RIMÓCZI I., SILLER I., VASAS G., ALBERT L., VETTER J. és BRATEK Z. (1999): Magyarország nagygombáinak javasolt Vörös Listája. — *Mikol. Közlem., Clusiana* **38**(1–3): 107–132.
- SILLER I. és MAGLÓCZKY ZS. (2002): Mikológiai vizsgálatok. In: HORVÁTH F., BORHIDI A. (szerk.): *A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei*. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei 8. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest: 182-202.
- TÓTHMÉRÉSZ B. (1996): NuCoSA. Programcsomag botanikai, zoológiai és ökológiai vizsgálatokhoz. — *Synbiologia Hungarica* **2**(1):1-84.
- TÓTHMÉRÉSZ B. (1997): *Diverzitási rendezések*. Scientia Kiadó. Budapest. 98 pp.

## 7. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációik

### Folyóiratcikkek

#### Nem IF-es folyóiratcikkek

**BENEDEK L., PÁL-FÁM F.** (2001): A *Gautieria graveolens* Vitt. előfordulása a Börzsönyben. Mikológiai Közlemények, Clusiana 40/3: 3-10.

**BENEDEK L., PÁL-FÁM F., NAGY J.** (2005): Comparison of macrofungi communities and examination of macrofungi–plant interactions in forest stands in North Hungary. International Journal of Horticultural Science 11/2: 101-103.

**BENEDEK L., PÁL-FÁM F.** (2006): Rare macrofungi from Central Börzsöny I. Hungarian occurrence data and habitat preference. International Journal of Horticultural Science 12/1: 45-52.

### Konferencia kiadványok

#### Magyar nyelvű összefoglalók

PÁL-FÁM F., **BENEDEK L., NAGY J.** (2002): Nagygomba-adatok a Központi-Börzsönyből. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében V., Összefoglalók: 46-47.

PÁL-FÁM F., **BENEDEK L., NAGY J.** (2003): Gomba- és növényközösségek összehasonlító vizsgálata a Börzsönyben. 6. Magyar Ökológus Kongresszus, Gödöllő, Összefoglalók: 211.

PÁL-FÁM F., **BENEDEK L.** (2005): Nagygombák élőhely-preferenciájának vizsgálata sokváltozós statisztikai módszerekkel. VII. Magyar Biometriai és Biomatematikai Konferencia, Összefoglalók: 12.

**BENEDEK L., PÁL-FÁM F., NAGY J.** (2005): Degradáltsági vizsgálat a növényzet és a nagygombaközösségek szempontjából a Központi-Börzsönyben. III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger, Összefoglalók: 93.

**BENEDEK L., PÁL-FÁM F.** (2006): Ritka nagygombák a Központi-Börzsönyből I. Hazai adatok és élőhelyi jellemzés. Tavasz Szél 2006 Konferencia, Kaposvár, Összefoglalók: 107.

**BENEDEK L., PÁL-FÁM F.** (2006): Védett és veszélyeztetett nagygombafajok élőhelypreferenciájának vizsgálata a Központi- Börzsönyben. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói: 26.

PÁL-FÁM F., **BENEDEK L.** (2006): Adventivitás a nagygombák szempontjából: esettanulmány. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói: 166.

Nemzetközi konferencia full paper

PÁL-FÁM F., **BENEDEK L.**, NAGY J. (2004): Macrofungi-plant interactions in forest stands in North Hungary. International Conference on Horticulture post-graduate Study System and Conditions in Europe, Lednice, Czech Republik, Proceedings CD: 6 pp

Nemzetközi konferencia összefoglalók

PÁL-FÁM F., **BENEDEK L.** (2002): The first occurrence of *Gautieria* in the Börzsöny Mountains, North Hungary. Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica 49/2-3: 382.

**BENEDEK L.**, PÁL-FÁM F., NAGY J. (2003): Ritka és veszélyeztetett gombafajok a Börzsöny erdeiben. "Lippay János- Ormos Imre- Vas Károly" Tudományos Ülésszak, Budapest, Összefoglalók: 138-139.

**BENEDEK L.**, PÁL-FÁM F. (2005): Occurrence of rare macrofungi in Central Börzsöny Mts. Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica 52/2: 225.