

Válasz Orbán Sándor, az MTA doktora
Farkas Edit MTA doktori értekezéséről készített
opponensi véleményére

Hálás vagyok opponensemnek, hogy értekezésem bírálata során elismerte a tárgyalt téma fontosságát és méltatta tevékenységemet, köszönöm a bírálat során befektetett gondos munkát, figyelmet, és köszönöm a kritikai megjegyzéseket is.

Kérdéseire az alábbiakban válaszolok:

1. *A disszertáció írása során végig kerüli a faj és nemzetség szintű taxonómiai kategóriák feletti rendszertani egységek említését és ezt érinti is a dolgozat valamelyik oldalán. Kérdésem az, hogy vajon ez az oldalakkal való takarékoskodás miatt van, vagy még a zuzmótaxonómia a magasabb kategóriák tekintetében annyira nem egységes, hogy nehéz lenne ezzel is foglalkozni?*

A faj feletti kategóriákról nem az oldaltakarékosság miatt nem írtam bővebben, hanem mert pályám során ezen a területen nem vezettem be újdomságokat, fajokat írtam le és felismertem egy új nemzetséget. A gombarendszertan, ami pedig a zuzmótaxonómia alapját is képezi, valóban jelenleg is állandó jelentős mozgásban, változásban van, bár legfőbb kategóriái már megállapodott helyzetet tükröznek.

A zuzmógombák 90%-a, (a hazai gombák mindegyike) az Ascomycota törzsbe, vagyis a tömlősgombák közé tartozik. Magasabb szintű kategóriáit Lumbsch & Huhndorf (2010), illetőleg legújabban Jaklitsch *et al.* (2016) munkáiban követhetjük nyomon. Az Index Fungorum, Mycobank, Encyclopedia of Life online adatbázisokban esetenként eltérő vagy hiányos információt találunk ezzel kapcsolatban.

Bár az értekezésben a – *Lyromma* fajok (Lyrommataceae, Chaetothyriales) 2013 kivételével – nem jelzem az újként leírt fajok rendszertani hovatartozását, az eredeti publikációkban a családnevek legtöbbször szerepelnek, attól függően, hogy az adott folyóiratnak mik voltak a követelményei, az adott időszakban szokásos közlési módjai. Ugyanakkor a korábban leírt fajok esetében előfordul, hogy ma már más családhoz tartoznak pl. *Bacidina simplex* Farkas et Vězda (Lecideaceae s. ampl.) 1993 → Ramalinaceae, Lecanorales; *Coenogonium seychellense* Farkas (Gyalectaceae, Gyalectales) 2014 → Coenogoniaceae, Ostropales.

Illetőleg a mostanában leírt faj nemzetsége korábban más családhoz tartozott, pl. *Badimia vezdana* Lücking, Farkas et Wirth (Pilocarpaceae) 2011 – *Badimia* korábban Ectolechiaceae 1986–2008; *Calopadia erythrocephala* Farkas, Elix et Flakus (Pilocarpaceae) 2012 – *Calopadia* korábban Ectolechiaceae 1986–2008, (vö. Vězda 1986, Sérusiaux *et al.* 2008; Lücking 2008).

Más fajok pedig bizonytalan besorolású magasabb szintű taxonokhoz tartoztak vagy tartoznak: pl. *Gyalectidium palmicola* Farkas et Vězda (Gomphillaceae) 1993 – a Gomphillaceae

család helyzete vitatott volt, jelenleg az Ostropales rendbe tartozik; *Keratosphaera antoniana* Flakus, Farkas et Lücking – a fajt a Dothideomycetes osztályon belül a Dothideomycetidae alosztályba sorolják, a rend és család nem ismert.

Legújabb publikációm esetében pedig a címben is szerepel a *Trichonectria calopadiicola* faj rendszertani helyzete: Bionectriaceae, Hypocreales, Ascomycota (Farkas & Flakus 2016).

Az AFToL (Assembling the Fungal Tree of Life) program a zuzmógombákat a gomba törzsfán belül helyezte el egységesen 7 génszakasz vizsgálata alapján (vö. Lutzoni *et al.* 2001, James *et al.* 2006). Az utóbbi években, évtizedekben számos molekuláris genetikai vizsgálatok alapján készült monográfia, revízió jelent meg a magasabb szintű rendszertani kategóriákról. Ennek eredményeként, fokozatosan a zömmel tömlősgombákhoz (Ascomycota törzsbe) tartozó zuzmógombák magasabb rendszertani kategóriái mostanra legtöbb helyen tisztázottá váltak (Gomphillaceae, Asterothyriaceae – Lücking *et al.* 2004; Gyalectales – Kauff & Lutzoni 2002; Parmeliaceae – Crespo *et al.* 2007, 2010; Peltigerales – Miadlikowska & Lutzoni 2004; Verrucariaceae – Savić *et al.* 2008), azonban az oda beillesztett nemzetségek és fajok tekintetében még nagyon sok a változás. Az újabb és újabb vizsgálatok gyakran ellentétes eredménnyel járnak (pl. *Biatora* – Printzen 1995, 2014, Pérez-Ortega *et al.* 2010; *Cladonia*, *Cladina* – Stenroos *et al.* 1997, 2002, Ahti 2000). Számos vita forrása pl. a Teloschistales kutatása is (Gaya *et al.* 2012, Kondratyuk *et al.* 2014). A bazidiumos gombás zuzmók (Basidiomycota törzs) egyik jelentős nemzetségének (*Cora*) legújabb, modern, ITS szekvencia (internal transcribed spacer DNS régió) elemzésen alapuló filogenetikai rendszerezését 53 kutatónak köszönhetjük (Lücking *et al.* 2016).

- Ahti, T. 2000: *Cladoniaceae*. – Flora Neotropica, 78, Organization for Flora Neotropica and New York Botanical Garden, Bronx. 362 pp.
- Crespo, A., Lumbsch, H. T., Mattsson, J.-E., Blanco, O., Divakar, P. K., Articus, K., Wiklund, E., Bawingan, P. A. & Wedin, M. 2007. Testing morphology-based hypotheses of phylogenetic relationships in Parmeliaceae (Ascomycota) using three ribosomal markers and the nuclear *RPB1* gene. – *Molecular Phylogenetics and Evolution* **44**: 812–824.
- Crespo, A., Kauff, F., Divakar, P.K., del Prado, R., Pérez-Ortega, S., de Paz, G. A., Ferencova, Z., Blanco, O., Roca-Valiente, B., Núñez-Zapata, J., Cubas, P., Argüello, A., Elix, J. A., Esslinger, T. L., Hawksworth, D. L., Millanes, A., Molina, M. C., Wedin, M., Ahti, T., Aptroot, A., Barreno, E., Bungartz, F., Calvelo, S., Candan, M., Cole, M., Ertz, D., Goffinet, B., Lindblom, L., Lücking, R., Lutzoni, F., Mattsson, J.-E., Messuti, M. I., Miadlikowska, J., Piercey-Normore, M., Rico, V. J., Sipman, H. J. M., Schmitt, I., Spribille, T., Thell, A., Thor, G., Upreti, D. K. & Lumbsch, H. T. 2010. Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. – *Taxon* **59**: 1735–1753.
- Farkas, E. & Flakus, A. (2016): *Trichonectria calopadiicola* sp. nov. (Hypocreales, Ascomycota): the second species of the family Bionectriaceae parasitic on foliicolous lichens discovered in Tanzania – *Phytotaxa* **278**(3): 281–286.
- Gaya, E., Högnabba, F., Holguin, Á, Molnár, K., Fernández-Brime, S., Stenroos, S., Arup, U., Söchting, U., van den Boom, P., Lücking, R., Sipman, H. J. M. & Lutzoni, F. 2012: Implementing a cumulative supermatrix approach for a comprehensive phylogenetic study of the Teloschistales (Pezizomycotina, Ascomycota). – *Molecular Phylogenetics and Evolution* **63**(2): 374–387.
- James, T. Y., Kauff, F., Schoch, C., Matheny, P. B., Hofstetter, V., Cox, C. J., Celio, G., Gueidan, C., Fraker, E., Miadlikowska, J., Lumbsch, H. T., Rauhut, A., Reeb, V., Arnold, A. E., Amtoft, A., Stajich, J. E., Hosaka, K., Sung, G.-H., Johnson, D., O'Rourke, B., Crockett, M., Binder, M., Curtis, J. M., Slot, J. C., Wang, Z., Wilson, A. W., Schüßler, A., Longcore, J. E., O'Donnell, K., Mozley-Standridge, S., Porter, D., Letcher, P.

- M., Powell, M. J., Taylor, J. W., White, M. M., Griffith, G. W., Davies, D. D., Humber, R. A., Morton, J. B., Sugiyama, J., Rossman, A., Rogers, J. D., Pfister, D. H., Hewitt, D., Hansen, K., Hambleton, S., Shoemaker, R. A., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., Spotts, R. A., Serdani, M., Crous, P. W., Hughes, K. W., Matura, K., Langer, E., Lanfer, G., Untereiner, W. A., Lücking, R., Büdel, B., Geiser, D. M., Aptroot, A., Diederich, P., Schmitt, I., Schultz, M., Yahr, R., Hibbett, D. S., Lutzoni, F., McLaughlin, D. J., Spatafora J. W. & Vilgalys R. 2006: Reconstructing the early evolution of fungi using a six-gene phylogeny. - *Nature* **443**: 818–822.
- Jaklitsch; W., Baral; H.-O., Lücking; R., Lumbsch; H. T., & Frey, W. 2016: *Syllabus of Plant Families – A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien, 13th edition, Part 1/2 Ascomycota*. – Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 322 pp.
- Kauff, F. & Lutzoni, F. 2002: Phylogeny of the Gyalectales and Ostropales (Ascomycota, Fungi): among and within order relationships. – *Molecular Phylogenetics and Evolution* **25**: 138–156.
- Kondratyuk, S. Y., Kärnefelt, I., Thell, A., Elix, J. A., Kim, J., Jeong, M.-H. Yu, N.-N. Kondratiuk, A. & Hur, J.-S. 2014: A revised taxonomy for the subfamily Xanthorioideae (Teloschistaceae, Ascomycota) based on molecular phylogeny. – *Acta Botanica Hungarica* **56(1–2)**: 141–178.
- Lumbsch, H. T. & Huhndorf, S. M. 2010: Myconet Volume 14. Part One. Outline of Ascomycota--2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics. Nos. 4751–5113. - *Fieldiana Life and Earth Sciences* **1**: 1-64.
- Lutzoni, F., Pagel, M. & Reeb, V. 2001: Major fungal lineages are derived from lichen symbiotic ancestors. – *Nature* **411**: 937–940.
- Lücking, R. 2008: Foliicolous lichenized fungi. – *Flora Neotropica Monograph* **103**: 1–867.
- Lücking, R., Stuart, B. L. and Lumbsch, H. T. 2004: Phylogenetic relationships of Gomphillaceae and Asterothyriaceae: evidence from a combined Bayesian analysis of nuclear and mitochondrial sequences. – *Mycologia* **96(2)**: 283–294.
- Lücking et al. 2016: Turbo-taxonomy to assemble a megadiverse lichen genus: seventy new species of *Cora* (Basidiomycota: Agaricales: Hygrophoraceae), honouring David Leslie Hawksworth's seventieth birthday. – *Fungal Diversity* xx:1-69. doi: 10.1007/s13225-016-0374-9 (First online 03 October 2016)
- Miadlikowska, J. & Lutzoni, F. 2004: Phylogenetic classification of Peltigeralean fungi (Peltigerales, Ascomycota). – *American Journal of Botany* **91(3)**: 449–464.
- Pérez-Ortega, S., T. Spribille, Z. Palice, J. A. Elix & C Printzen 2010: A molecular phylogeny of the *Lecanora varia* group, including a new species from western North America. - *Mycological Progress* **9(4)**: 523-535.
- Printzen, C. 1995. Die Flechtengattung *Biatora* in Europa. – *Bibliotheca Lichenologica* **60**:1–275.
- Printzen, C. 2014: A molecular phylogeny of the lichen genus *Biatora* including some morphologically similar species. – *Lichenologist* **46(3)**: 441-453.
- Savić, S., Tibell, L., Gueidan, C. & Lutzoni, F. 2008: Molecular phylogeny and systematics of *Polyblastia* (Verrucariaceae, Eurotiomycetes) and allied genera. – *Mycological Research* **112**: 1307–1318.
- Sérusiaux, E. Lücking, R. & Lumbsch, H. T. 2008: *Sporopodium isidiatum* (Pilocarpaceae) new from Papua New Guinea and Sri Lanka, with a key to the world's *Sporopodium* lichen species. – *Mycotaxon* **103**: 255–262.
- Stenroos, S. 1997 Stenroos, S., Ahti, T. & Hyvönen, J 1997: Phylogenetic analysis of the genera *Cladonia* and *Cladina* (Cladoniaceae, lichenized Ascomycota). – *Plant Systematics and Evolution* **207**: 43–58.
- Stenroos, S., Hyvönen, J., Myllys, L., Thell, A. & Ahti, T. (2002): Phylogeny of the genus *Cladonia* s. lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphological, and chemical data. – *Cladistics* **18**:237–278.
- Vězda, A. 1986: Neue Gattungen der Familie Lecideaceae s. lat. (Lichenes). – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* **21**: 199–219.

2. A 83-86. oldalakon érintőlegesen, irodalmi adatokra támaszkodva összefoglalja a zuzmók és bennük lévő kémiai anyagok hasznosságát, gyógyászati és kozmetikai ipari felhasználását. Az szeretném tudni, hogy ezeket a dolgozat teljessége kedvéért ismerteti, vagy a későbbiekben tervezi a kémiai vizsgálatok ilyen irányú kiterjesztését?

A speciális zuzmóanyagok biológiai hatásaival összefoglaló cikkünkben részletesen foglalkoztunk (Molnár & Farkas 2010). Mindenképpen fontosnak tartottam, hogy ez az áttekintés rövidebb formában megjelenjen dolgozatomban, mert bár mi kutatásainkban a zuzmókémia egy kis szeletét tanulmányozzuk, az általunk hazai zuzmókból kimutatott anyagok is jelenthetnek a jövőben a gyakorlati felhasználás számára perspektívikus alapanyagokat. Különösen, ha a zuzmók tenyészthetőségének legújabb eredményeit is figyelembe vesszük. Erről a területről bővebben beszámoltam opponenseim, Borbély György és Vörös Lajos, az MTA doktorainak adott válaszaiban.

A *Cladonia foliacea* zuzmófaj, amelynek előzetes vizsgálatát megkezdjük a globális klímaváltozással összefüggő fényvédő kéregpigment termelésre vonatkozóan, uzneasavat és fűmárprotocetrársavat tartalmaz. Mindkettő, különösen az uzneasav erőteljesen kutatott ritka antibiotikum. Ez a vegyület a kéregrétegben található pigment is egyúttal. Mivel ez a faj viszonylag gyakori és valószínűleg könnyen szaporodik teleptörédékkal, akár a gyógyászat számára, akár kozmetikai terméként számításba jöhet a felhasználása. Kutatócsoportunk, amely eddig virágos gyógynövények hatóanyagait vizsgálta, el tudja végezni zuzmók hatóanyagainak mennyiségi vizsgálatát HPLC-vel az MTA infrastruktúra-fejlesztésének köszönhetően.

Természetesen, rendkívül foglalkoztat az a gondolat, hogy ha egy élőlénycsoportban közel 1000-féle olyan vegyület van, ami semmilyen más élőlényben nem fordul elő, hogy abból egy hasznos és esetleg hazai természetes alapú termék, pl. gyógyhatású készítmény szülessen. Mindez azért is, mert a hazai gyógyszergyártásnak is jelentős múltja van.

3. Hat tudományterületen ért el kimagasló eredményeket a lichenológiai kutatásokban. Melyek azok, amelyek a legjobban az érdeklődése középpontjába kerültek és az MTA doktora cím megszerzése után is szívesen foglalkozik majd velük?

Az említett területeken az eddigi eredmények mellett bőven maradt még tennivaló a jövőben.

1. A biodiverzitás tekintetében: A hazai zuzmófajok online listáját tervezzük aktualizálni és folyóiratpublikációban is megjelentetni, majd lehetőség szerint gazdagon illusztrált, bioindikációs vonatkozású elterjedési térképpel ellátott hazai/közép-európai zuzmóhatározót készíteni, amiben a zuzmólakó gombákat is szerepeltetnénk. A hazai zuzmólakó fajokkal kapcsolatban Varga Nóra SZIE doktori kutatásait irányítom, tanítványom tevékenységének köszönhetően a 16-os szám mostanra a duplájára emelkedett a Magyarországra új kimutatások terén (Varga *et al.* 2016).

2. Új taxonómiai eredmények: A trópusi gyűjtésekben is tudomásom van több új levéllakó zuzmó és azon élő zuzmólakó gomba taxonról, amelyek publikálása folyamatos elfoglaltságot jelent a következő években is. Most jelent meg tudományra új fajleírásunk a *Trichonectria*

calopadiicola zuzmólakó fajról (Farkas & Flakus 2016), amit 1986-os tanzániai gyűjtésben találtam és a Bionectriaceae család második levéllakó képviselőjeként mutattam ki.

3. Zuzmók kémiai kutatása: A HPTLC vizsgálati módszerrel tervezzük vizsgálni a *Cladonia* nemzetség eddig nem vizsgált csoportjait és még további taxonokat, amit kutatócsoportom segítségével HPLC vizsgálatokkal tervezzük kiegészíteni. Ez évben már elővizsgálatokat végeztünk a szárazságtűrő *Cladonia foliacea* faj uzneasav kéregpigmentjének mennyiségi kimutatására a környezet hatásának tanulmányozásához. Eredményeinket az ez évi IAL8 nemzetközi lichenológiai szimpóziumon előadásban mutattam be (Farkas *et al.* 2016).

4. Molekuláris genetikai vizsgálatok folytatására több ízben adtam be kutatási pályázatot, ami elősegítené a fiatalabb lichenológus generáció kutatásait ezen a területen. Első helyen a hazánkból leírt különleges *Cladonia magyarica* faj vizsgálata állna, mert ez a faj előfordulása más országokban megkérdőjelezhető, nálunk viszont törvényes védeltsége ellenére is bőven áll rendelkezésre vizsgálható anyag filogenetikai és populációs tanulmányokhoz.

A legsürgősebb teendőket követően említeném, hogy a számomra legkedvesebb és legérdekesebb az a téma, ahol több érdeklődési területem is összekapcsolódik: apró termetű zuzmók (mind hazai, mind trópusi levéllakó taxonok) speciális vegyületeinek lokalizációját vizsgálnám részletesebben a jövőben az MTA infrastruktúrafejlesztésének köszönhető fluoreszcenciamikroszkópunk segítségével.

Farkas, E. & Flakus, A. (2016): *Trichonectria calopadiicola* sp. nov. (Hypocreales, Ascomycota): the second species of the family Bionectriaceae parasitic on foliicolous lichens discovered in Tanzania – *Phytotaxa* **278**(3): 281–286.

Farkas, E., Engel, R. & Biró, B., Csintalan, Zs. 2016: *Acetone rinsing tolerance of Cladonia foliacea*. – In: The 8th IAL Symposium Lichens in Deep Time: IAL8 Abstracts. Helsinki, Finland, 2016.08.01-2016.08.05. University of Helsinki, p. 73.

Varga, N., Lőkös, L. & Farkas, E. 2016: *Species of lichenicolous fungi as new in Central and Southeast Europe*. – In: The 8th IAL Symposium Lichens in Deep Time: IAL8 Abstracts. Helsinki, Finland, 2016.08.01-2016.08.05. University of Helsinki, p. 141.

Vácrátót, 2016. október 17.

Dr. Farkas Edit