

## Opponensi vélemény

Farkas Edit (2015) A bioindikáció, a biodiverzitás és a kémiai diverzitás összefüggései a lichenológiában, Vácrátót című, MTA doktori értekezéséről

Dr. Farkas Edit, MTA doktori értekezése a fotoszintetizáló, oxigént fejlesztő mikrobák (cianobaktériumok és zöldalgák, photobionta partner) és gombák (mycobionta partner) szimbiózisából (asszociációjából, konzorciójából) létrejövő zuzmók hazai taxonómiai és ökológiai kutatásával foglalkozik. A szóbanforgó szervezetek, a zuzmók biológiáját tekinti át, elsősorban a rendszertani megközelítésre és a magyarországi előfordulások kutatását szem előtt tartva. Magyarországon, zuzmókkal foglalkozó eredményes kutató csoportot szervezett, amelynek eredményeit a hazai és a nemzetközi közvélemény elfogadja és idézi. Új fajokat írt le és néhány faj, hazai előfordulását bizonyította, a korábbi magyarországi zuzmókra vonatkozó irodalom revíziója mellett. A fentiekre vonatkozó kutatásait a 95 oldalas tanulmány fejt ki és az értekezést, a kapcsolt Irodalomjegyzék, 112 oldal terjedelemben duzzasztja.

A disszertáció világos stílusú, szerkesztési felfogásra vonatkozóan, mérlegelhető szempontok vethetők fel. Az értekezés originális kutatási eredmények gyűjteménye és bemutatása. A bíráló kiemeli, hogy az értekezés igen nagy mennyiségű munka összefoglalása és bemutatása [lásd az Irodalomjegyzéket (96 p.) és annak alfejezeteit]. A hatalmas mennyiségű munka, a vizsgálatok sokasága akkor is igaz, ha kiderül az értekezésből, hogy az, hazai és részben nemzetközi kooperációk eredménye, a saját önálló és sikeres kutatások mellett. A témaválasztás, a nemzetközi kutatási trendek figyelemre számíthat.

A bírálat követi az értekezés szerkezetét és a felvethető kérdéseket két csoportban tekinti át: egyrészt, a megbeszélésre érdemes kérdéseket veti fel; másrészt, nem törekedve a teljességre, az érdeklődés szintjén felvetődő témákat tekinti át.

### 1. Az értekezés szerkesztése, a formai megállapítások

Az értekezés szerkesztése, nem a decimális rendszert követi és gyakorlatilag „Előszó”, „Bevezetés és célkitűzés”, „Anyagok és alkalmazott módszerek” és „Saját kutatási eredmények és megvitatásuk” című fejezetekre tagolódik, amit „Eredményeim összefoglalása”, „Köszönetnyilvánítás” és az „Irodalomjegyzék” követ. A bemutatott taxonómiai analízisek, a kísérletek színvonala (kémiai taxonómia), a megközelítés gondolatmenete világos, könnyen áttekinthető.

Az „Irodalomjegyzék” bőséges, lefedi a felvetett tudományos kérdést és arról tanúskodik, hogy a Jelölt ismeri a nemzetközi irodalmat. A hivatkozott publikációk száma 16 oldalas irodalomjegyzékben található, beleértve a Jelölt publikációit is (oldalanként ~ 30 referenciával), - ez a szám megfelel annak, amennyi ismertetőből a kb. 5-7 ezerből, ami egy témát manapság reprezentál és egy színvonalas dolgozatban elvárható. Dicséretes, hogy a Jelölt a legújabb munkák mellett, a zuzmókra vonatkozó irányzatokat, vizsgálatokat, a 18. sz. végétől áttekintette, nem mellőzve a hazai törekvéseket sem. A dolgozatban előforduló elütések, értelmezhetetlen mondatok száma elhanyagolható, egyszerűen nem érdemes azokkal foglalkozni, ami igen gondos munkára utal.

## 2. Az értekezés tartalmi véleményezése

A bíráló, az értekezés szerkezete miatt (a bíráló nem kérdőjelezi meg a választott struktúrát) úgy gondolja, hogy a véleményének kifejtése során követi a Jelölt által választott szerkezetet. Ez annyiban könnyíti meg az opponens munkáját, hogy a véleménye kifejtése, a dolgozat olvasásának folyamatában tehető meg.

### 2.1. A „Bevezetés és célkitűzés” című fejezet

Csak elismerés illeti Dr. Farkas Edit törekvéseit, hogy sok-sok éven át, munkát és erőforrást nem kímélve létrehozott egy prosperáló zuzmókutató csoportot. Láthatóan, hozzáértéssel kezeli a kérdéskört, kutatásai igazolják problémafelvetés időszerűségét. Az értekezés egyértelműen fogalmazza meg az áttekintendő munkát: „Célom, hogy a változatosságot (zuzmók) egyrészt biológiai, makroszkópos és mikroszkópos morfológiai/anatómiai felépítésbeli és összetételbeli tulajdonságai alapján vizsgáljam, másrészt az ehhez hozzáadódó kémiai változatosságot mérjem fel.” (p.7). A dolgozathoz egyértelmű, hogy a kitűzött célt a Jelölt, Farkas Edit kiválóan teljesítette.

### 2.2. „Anyagok és alkalmazott módszerek”

A fejezet részletesen kitér a zuzmó minták, a herbáriumi példányok forrásaira, a fénymikroszkópos vizsgálatok részleteire, beleértve a SEM-iát is, és a kémiai analízisek részleteit. Különböző vékonyréteg-kromatográfias eljárásokról (TLC, HPTLC), folyadék kromatográfiáról (HPLC) és LC-MS-ről számol be. Az előbbieket mellett, röviden áttekinti a molekuláris taxonómiai megközelítéseket, az ökológiai eljárásokat. A felhasznált módszerek általánosan elfogadottak, a szakirodalom használja azokat és nemzetközi irodalom elfogadja az eljárásokat. A bíráló felhívja a figyelmet az illusztrációs anyag kiválóságára, a fotók valóságáig adják vissza a biológiai objektumok természetét (lásd az értekezés ábráit).

### 2.3. „Saját kutatási eredmények és megvitatásuk”

A fenti fejezet két részre tagolódik: „A zuzmók kutatása a természetben” és „A speciális zuzmóanyagok kutatása” fejezetekre, amelyek további alfejezetekre tagolódnak. Világos, kiválóan illusztrált fejezetek, amelyek figyelemreméltó munkáról és aktivitásról tanúskodnak.

„A zuzmók kutatása a természetben” című fejezet, a klasszikus ökológiai megközelítésnek megfelelően foglalkozik, a hazai- és a világ különböző tájairól származó zuzmók biológiájával (pl. új fajok leírása, az új fajok esetén a diagnosis megadása, a levéllakó zuzmók-, zuzmótársulások jellemzése, a zuzmók- biodiverzitása, konzerváció biológiája, fajok kémiai azonosítása, populációk szerkezetének analízise DNS rekombináns technikákkal stb.). „Az új fajok leírása” című alfejezet, részben foglalkozik a zuzmó fajfogalommal és a zuzmó fajok leírásának problémáival. A bíráló szívesen fogadott volna, a kérdéskör paradoxonjairól szóló ismertetést. Az előbit az indokolja, hogy a Jelölt filogenetikai módszerekkel tanulmányozza, három hazai *Toninia* faj (p.75), *Xanthoparmelia pulvinaris* és *X. angustiphylla* (p. 78) és *Hypogymnia physodes* populációk szerkezetét, molekuláris markerek segítségével megérthető kapcsolatait, ami szervesen és eredményesen egészíti ki a zuzmó fajok klasszikus leírásával kapcsolatos kérdéseket. A molekuláris taxonómiai megközelítést, a Jelölt „A speciális zuzmóanyagok kutatása” című fejezetbe sorolta (p. 57). A bíráló javaslata, hogy a dolog természete miatt (faj kérdések), az ezzel kapcsolatos vizsgálatok inkább a fajok leírásával foglalkozó fejezetbe illenek (pl. „Új fajok leírása” p. 37, vagy egy új fejezet). A dolgozatban nem utal arra, hogy a vizsgált molekuláris markerek, értelemszerűen gombamarkereket jelentenek. A különböző típusú

partnerek részvétele és jelentősége a zuzmók szimbiózisában, asszociációjában, konzorciójában vitatott terület [pl. J. Phycol. (2004) 40. 70; BMC Genomics (2012) 13. 575; Biologia (2013) 68/3. 365; Mol. Ecol. Resources (2013) 13. 1058; stb.]. Ráadásul a szakterületen (zuzmó filogenetika, evolúció, fajkapcsolatok), 2016. év egyik szenzációja, Spribille, T. et al. munkája [Science (2016) 353. 488-492.] új szempontot vetett fel a fajkonceptiót illetően, ami nem volt előzmények nélküli (a félreértés elkerülésére, a Jelölt értekezésében, a bíráló nem kívánja számon kérni a fenti szakirodalmat, hiszen az, az értekezés beadása után jelent meg, de utal arra, hogy a lichenológia egyik központi kérdéséhez kapcsolódik a Jelölt).

„A speciális zuzmóanyagok kutatása” című fejezet TLC. HPTLC, HP folyadék-kromatográfias módszerek és LC-MS technikák segítségével analizálja a vizsgálatba vont zuzmó fajokat. A vizsgálati megközelítés általánosan elfogadott a lichenológiában és standard eljárás a fajok azonosításában. A zuzmó fajleírások mellett, a szóbanforgó fejezet a legeredményesebbek közé tartozik és kiemelendő a Jelölt hozzáértése. Az értekezés ezen része, kiváló precíz munkáról tanúskodik, a közölt anyag informatív és a prezentációja (zuzmó fajok és a TLC lemezek mikrofotója) meggyőző.

### 3. Általános megjegyzések

#### 3.1. Irodalomjegyzék

Érthetően, az értekezés egyik zárófejezete az „Irodalomjegyzék”. A Jelölt azt a megoldást választotta, hogy az Irodalomjegyzéket felosztotta „A disszertációhoz felhasznált saját IF publikációk, 1992-2015”, „A disszertációhoz felhasznált saját további publikációk, 1992-2015”, „A disszertációhoz felhasznált saját publikációk, 1982-1991” „A disszertációhoz felhasznált további publikációk” részekre (ez a rész a nemzetközi szakirodalom). Az irodalomjegyzék meggyőzi az olvasót, hogy a Jelölt kiválóan ismeri az irodalmat és jelentős irodalmi aktivitással bír. Az előbbi megoldás gondot okozhat annak az olvasónak, aki az értekezésben idézett referenciát meg akarja keresni, mert a megoldás oda vezet, hogy pl. Molnár & Farkas (2011b) referencia a 96. oldalon található, míg a Molnár & Farkas (2011a) a 99. oldalon, a következő fejezetben fordul elő. A bíráló nem érti a Jelölt céljait, hiszen „egyetlen”, megfelelően elkészített referencijegyzék is elegendő az információk fellelésére, - hacsak a Jelölt nem esett áldozatául az „előírt” „tudományometriának”.

#### 3.2. Rövidítésjegyzék

Az értekezés rövidítésjegyzékkel történő kiegészítése segíthette volna az áttekinthetőséget; pl. a külföldi herbáriumi források betűkódjai (p. 9), a DNS rekombináns technika alkalmazása során a markerek rövidítésének jelentése pl. *ITS*, *rDNS*, *nucLSU*, *IGS*, *mitSSU*, *RPB1*, *RPB2*, *EF0a* stb. (p. 15).

### 4. Az értekezés új tudományos eredményei

Az MTA doktori szabályzatának megfelelően, új tudományos eredményként, a következőket javaslom elfogadásra:

- i.) A Jelölt Magyarországon 35 zuzmófajt elsőként mutatott ki (pl. *Bacidina egenula*, *Leptogium biatorium*, *L. magnussoni*, *Normandia pulchella* stb..)
- ii.) A Jelölt levéllakó zuzmók taxonómiájának revízióját végezte el és új zuzmó fajokat (19 új faj) írt le Európából, a Fidzsi-szigetektől, Dél-Afrikából, a Karib-szigetektől, Trinidadról és Tobagóról. Új genust a *Tamasia* taxont ismerte fel.

- iii.) A Jelölt részt vesz és fontos adatokat szolgált az európai zuzmó diverzitás felmérésében és a Pannon-régió zuzmóinak leírásában múlhatatlan érdemeket szerzett.
- iv.) Modern kémiai módszerekkel (TLC, HPTLC, LC-MS stb.) a zuzmó fajok identifikálását fejlesztette, új szempontokat vezetett be a zuzmók meghatározásába.
- v.) A lichenológia területén eredményes konzervációbiológiai és tudománytörténeti teljesítményt ért el.

5. Az érdeklődés szintjén a bíráló es kérdései a Jelölthez:

5.1. A DNS „barcoding” technika alkalmas-e a zuzmó fajok taxonómiai jellemzésére?

5.2. Megoldható-e a zuzmó fajok asszociációs partnereinek szétválasztása és axenikus tenyésztése, a photobionta és a mycobionta partner(ek) újraegyesítése, a zuzmó rekonstrukciója?

Az értekezés eredményei és a Jelölt kiváló teljesítménye alapján a nyilvános vita kitűzését javaslom, a doktori munka tudományos teljesítménye megfelelő a cím, Dr. Farkas Edit számára történő odaítélésére.

Debrecen, 2016. augusztus 25.

Borbély György  
MTA doktora