

Podani János

A növények evolúciója és osztályozása

Rendhagyó rendszertan



Podani János
A növények evolúciója és osztályozása
Rendhagyó rendszertan

Szüleim emlékének

Podani János

A növények evolúciója és osztályozása

Rendhagyó rendszertan

Negyedik, teljesen átdolgozott és kibővített kiadás

Budapest, 2026



A kiadvány megjelenését az MTA Könyv- és Folyóiratkiadási Pályázata (KFB-090/2025) tette lehetővé.



A kötet „A Fűvészkertért” Alapítvány támogatásával jelent meg.



**EVOLÚCIÓ-
TUDOMÁNYI
INTÉZET**



ELTE
EÖTVÖS LORÁND
TUDOMÁNYEGYETEM

© Nyitott könyv - Open Access Book, Podani János, CC BY-NC

A könyv részleteinek átvételét – nem kereskedelmi céllal – kifejezetten támogatjuk, ha a forrás pontos megjelölésével történik.

ISBN 978-963-312-436-9

ISBN 978-963-312-437-6 (pdf)



ELTE | EÖTVÖS
KIADÓ
Az ELTE hivatalos könyvkiadója

eltebook.hu

Felelős kiadó: az ELTE Eötvös Kiadó ügyvezető igazgatója

Projektvezető: Egresi Nóra

Formai korrektúra: Küttsön Nikolett

Borítóterv: Balogh Katalin

Nyomda: Gyomai Kner Nyomda Zrt.

Tartalom

0 Praeambulum	xi	2 Mi a növény?	55
Előszó az első és második kiadáshoz	xi	2.1 A modern növényfogalom kialakulása	58
Előszó a harmadik kiadáshoz	xii	2.1.1 A citológiai „forradalom”	58
Előszó a negyedik kiadáshoz	xiii	2.1.2 A kloroplasztisz, egy sok szempontból figyelemre méltó organellum	60
1 Bevezetés – rendteremtés a rendszertanban	1	2.1.3 Az elsődleges endoszimbiózis	61
1.1 A biológiai sokféleség tér-idő modelljei I. Gráfok	2	2.1.4 Ami már nem növény	62
1.1.1 Sejtek	2	2.1.5 A filogenetikus megataxonómia fejleményei	64
1.1.2 Egyedek	3	2.2 A kloroplasztiszevolúció kezdetei	66
1.1.3 Populációk	5	2.2.1 Fototrófia és fotoszintézis	66
1.1.4 Fajok	6	2.2.2 Cianobaktériumok	70
1.1.5 Faj feletti egységek	10	2.2.3 Változások a mikrovilágban	71
1.2 A rendszertan új faj feletti kategóriái: a kládok	16	Kérdezz! – Válaszolok...	74
1.2.1 Mely csoportok természetesekek?	16	Felhasznált és ajánlott irodalom	75
1.2.2 A rokonság értelmezése – morfológiai alapon	16	3 Ahol nem a zöld az úr: vörös- és kékeszöld moszatok	77
1.2.3 Molekuláris kladisztika	21	3.1 A növények korallja – és a korall- szerkesztés bizonytalanságai	77
1.2.4 Amikor a fák nem (vagy nem megfelelően) működnek	24	3.2 <i>Rhodoplantae</i> – vörösalgák	79
1.3 A biológiai sokféleség tér-idő modelljei II. Az Élet fája és a korallok	27	3.2.1 A vörösalgák főbb kládjai	81
1.3.1 A botanikai fa	27	3.3 <i>Glaucophyta</i> – kékeszöld moszatok	92
1.3.2 Az Élet fája régen és ma	27	Kérdezz! – Válaszolok...	93
1.3.3 Árnýékdiagramok: az Élet Korallja és más ábrázolások	32	Felhasznált és ajánlott irodalom	95
1.3.4 Kulcs a filogenetikai diagramok egységes osztályozásához	41	4 Zöld növények (<i>Viridiplantae</i>): az alga „fokozat”	97
1.4 Az élőlények elnevezése – régen és ma	43	4.1 A zöld növények korai evolúciója – a „nagy szétválás”	99
1.4.1 Klasszikus – linnéi – nómenklatúra	43	4.2 <i>Chlorophyta</i>	101
1.4.2 A PhyloCode: kládok elkülönítése és elnevezése	45	4.3 <i>Streptophyta</i>	116
1.4.3 A könyvben alkalmazott osztályozás és nómenklatúra	48	Kérdezz! – Válaszolok...	122
Kérdezz! – Válaszolok...	48	Felhasznált és ajánlott irodalom	123
Felhasznált és ajánlott irodalom	51	5 A fiatal utód védelmében: az embrióos növények	125
		5.1 <i>Embryophyta</i> – embrióos növények	125
		5.1.1 „Preadaptáció” a zöldalgák körében	125
		5.2 A szárazföld „meghódítása”	127
		5.2.1 Abiotikus és biotikus feltételek	127

5.2.2 Egy kivételesen fontos biotikus tényező: szimbiózis gombákkal	129	7.1.2 A <i>Pan-Monilophyta</i> klád korai képviselői	199
5.2.3 Mit mondanak a leletek?	131	7.2 <i>Monilophyta</i> – páfrányok és zsurlók	200
5.3 <i>Monosporangiophyta</i> – mohák	132	7.2.1 <i>Equisetophyta</i> – a zsurlók és elődeik	203
5.3.1 A mohák filogenetikai kapcsolatai – bonyodalmak	133	7.2.2 <i>Psilotaceae</i> – vesszőspáfrányok	205
5.3.2 Mohák – hogy nevezzük el őket?	133	7.2.3 <i>Ophioglossales</i> – kígyónyelv-páfrányok	206
5.4 <i>Anthocerotae</i> – becős- (vagy szarvas-) mohák	136	7.3 <i>Pan-Filicophyta</i> : A makrofillum – további – megjelenése(i)	208
5.5 <i>Setaphyta</i> – nyeles spóratartójú mohák	137	7.4 <i>Filicophyta</i> – páfrányok	208
5.6 <i>Hepaticae</i> – májmohák	137	7.4.1 <i>Marattiales</i>	209
5.7 <i>Musci</i> – lombosmohák	147	7.5 <i>Leptosporangiatae</i> – leptosporangiumos páfrányok	211
Kérdezz! – Válaszolok...	164	7.5.1 A paleozoikum páfrányai	211
Felhasznált és ajánlott irodalom	167	7.6 <i>Polypodiidae</i>	212
6 <i>Polysporangiophyta</i>: növények soksporangiumos sporofitonnal	169	7.7 <i>Polypodiales</i> – „leszármaztatott” (polypodioid) páfrányok	222
6.1 A haploid → diploid hangsúlyeltolódás	169	7.7.1 <i>Aspleniineae</i> – fodorkák és rokonaik	228
6.2 Az edényes sporofiton korai evolúciója	171	7.6.2 <i>Polypodiineae</i> – édesgyökerű páfrányfélék	234
6.2.1 A legrégebbi leletek	172	Kérdezz! – Válaszolok...	243
6.2.2 A gametofiton fázis kérdése	175	Felhasznált és ajánlott irodalom	247
6.3 (<i>Apo</i> -) <i>Tracheophyta</i> – edényes növények	176	8 <i>Pan-Spermatophyta</i>: magvas növények és rokonaik	249
6.3.1 A telómaelmélet	177	8.1 A magvas növények közvetlen elődei	250
6.4 <i>Pan-Lycopodiophyta</i> – a korpafűfélék és elődeik	178	8.1.1 Előnyitvatermők	250
6.4.1 A mikrofillum és a sporangium – az enációs elmélet	179	8.1.2 A magkezdemény, a mag és a megporzás korai evolúciója	252
6.5 <i>Lycopodiophyta</i> – korpafűfélék	180	8.2 „Magvaspáfrányok”	255
6.5.1 <i>Lycopodiales</i> – korpafüvek	180	8.3 <i>Acrogymnospermae</i> – recens nyitvatermők és rokonaik	257
6.5.2 Út a heterospória felé	185	8.4 Cikászok és ginkók	257
6.5.3 <i>Isoetopsida</i>	185	8.4.1 <i>Cycadophyta</i>	258
6.6 Főbb evolúciós trendek a mag kialakulásában	189	8.4.2 <i>Cycadales</i> – cikászok	259
Kérdezz! – Válaszolok...	190	8.4.3 <i>Ginkgophyta</i>	263
Felhasznált és ajánlott irodalom	194	8.5 <i>Pan-Coniferae</i> – fenyőfélék és elődeik	264
7 <i>Pan-Euphyllophyta</i>: makrofillumos növények	197	8.5.1 <i>Cordaitaceae</i> – nyitvatermő ősfák	265
7.1 Levéltelen elődök	197	8.5.2 <i>Voltziales</i> – ősfenyők	265
7.1.1 Melyik a helyes <i>Euphyllophyta</i> kladogram?	198	8.6 <i>Coniferae</i> – tobozos nyitvatermők vagy fenyőfélék	266
		8.7 <i>Cupressophyta</i>	267

8.7.1 <i>Cupressaceae</i> – ciprusfélék s.l.	274	11 Evolution and systematics of plants	
8.7.2 A régi „ <i>Cupressaceae</i> ” s.str.	278	(<i>Archaeplastida</i>) – Ordering without	
8.8 <i>Pinophyta</i> – a „gnepine” klád	284	orders	657
Kérdezz! – Válaszolok...	296	Summary	657
Felhasznált és ajánlott irodalom	299	Névmutató	661
9 <i>Pan-Angiospermae</i>: zárvatermők	301	Cédulakatalógus	
9.1 Zárwatermő-evolúció: előzmények	303	1.1 Eutélia	2
9.1.1 A zárvatermők megjelenése a fosszilis anyagban	306	1.2 Családfa és pedigré	4
9.2 <i>Angiospermae</i> – zárvatermők	308	1.3 A <i>The origin of species</i> egyetlen ábrája	5
9.2.1 A zárvatermők főbb sajátosságai	308	1.4 Speciációs modellek	7
9.3 A zárvatermők filogenetikai viszonyai	309	1.5 A ma élő és a kihalt fajok száma	9
9.4 Zárwatermők – alapi helyzetű taxonok	314	1.6 Linné, Lamarck és a taxonómiai rangok	11
9.5 <i>Mesangiospermae</i> – központi zárvatermők	319	1.7 Összevonók és hasogatók	12
9.5.1 <i>Magnoliidae</i> – magnolidák	320	1.8 Határparadoxon	12
9.6 <i>Monocotyledoneae</i> – egyszikűek	331	1.9 Darwin és a természetes osztályozás	17
9.6.1 <i>Liliana</i> – a többi liliomvirágú	346	1.10 Bessey diktátumai	17
9.6.2 <i>Commelinidae</i> – kommelinafélék	395	1.11 A kladisztika fogalomrendszere – röviden	18
Kérdezz! – Válaszolok...	433	1.12 Kládok és rangok – keverten?	22
Felhasznált és ajánlott irodalom	435	1.13 Molekuláris módszerek – dióhéjban	23
10 <i>Eudicotyledoneae</i>: valódi kétszikűek	437	1.14 Az ősi DNS nyomában	24
10.1 A valódi kétszikűek kládjai	437	1.15 Monofiletikus vs monokladisztikus	25
10.2 <i>Gunneridae</i> – központi kétszikűek	447	1.16 Horizontális géntranszfer és az evolúció	26
10.3 <i>Pentapetalae</i> – ötszirmúak	448	1.17 A fák száma, alakja – és osztályozásbéli jelentősége	28
10.4 <i>Superrosidae</i> – a superrosid klád	449	1.18 A korallok száma, alakja és osztályozásbéli jelentősége	34
10.4.1 <i>Rosidae</i>	476	1.19 A koralldiagramok előnyös sajátosságai	37
10.4.2 <i>Fabidae</i>	499	1.20 Buborék-, orsódiagramok vagy romerogramok	37
10.4.3 <i>Malvidae</i>	520	1.21 Az egyesített fajkonceptió, „fák a fában” – és a korallok	39
10.5 <i>Superasteridae</i> – a superasterid klád	560	2.1 A magyar botanika klasszikusai	57
10.5.1 <i>Asteridae</i>	560	2.2 <i>Hatena</i> – a nagy kérdés	64
10.5.2 <i>Campanulidae</i>	573	2.3 Az együttélési formák csúcstartói: páncélos ostorosok	64
10.5.3 <i>Lamiidae</i>	602		
10.6 Záró megjegyzések a zárvatermőkről: a homoplázia tobzódása	647		
Kérdezz! – Válaszolok...	651		
Felhasznált és ajánlott irodalom	655		

2.4 <i>Archaea</i> és <i>Bacteria</i> – a prokarióták két külön világa	68	7.1 Az ősharasztkok leszármazottja?	206
2.5 A mitokondriumok eredete, funkciója, belső szerkezete	69	7.2 Horizontális géntranszfer és a molekuláris kladogramok	208
2.6 Bizonyítékok a kloroplasztisz cianobakteriális eredete mellett	72	7.3 Mohaként élő páfrányok?	213
2.7 Az elsődleges endoszimbiózis egyéb esetei	73	7.4 Lehet egy őshonos faj özönnövény?	216
2.8 Apró sejtek – nagy változások	74	7.5 Moszatpáfrányok és a klímaváltozás	219
		7.6 Segítség a moháktól – a neokróm	222
		7.7 Paleontológusok aranybányája, a burmai borostyán	224
3.1 Az „alapi helyzetű” csoportok filogenetikai jelentősége	78	7.8 <i>Gaga</i> – egy többszörösen találó elnevezés	226
3.2 d-klorofill vörösalgákban?	79	7.9 Amikor 60 millió év is kevés	228
3.3 Az életfázis-váltakozás típusai	82	7.10 Kriptikus (rejtett) fajok, fajkomplexek	234
3.4 Élősködés rokonokon	88	7.11 Apogámia a páfrányoknál	235
3.5 Fotoszintézis nagy mélységekben	91	7.12 Rovarölő páfrányenzimek és a HGT – esetleges – szerepe	239
		7.13 <i>Crypsinoideae</i> – <i>Crypsinus</i> nélkül	241
4.1 A b-klorofill eredete	99	7.14 Pteridománia – páfrányörület	242
4.2 Algák és az árapály	103		
4.3 Egy („tév”)út a soksejtűség felé	113	8.1 Nyitvatermők – nyitva(?)termők(?)	252
4.4 Krioflóra – a hó- és jégmezők növényei	121	8.2 Pompeii Kínában	252
		8.3 Kétlakosság és az ivari kromoszómák	258
5.1 Preadaptáció vagy inkább: exaptáció	127	8.4 Agyélesítés „élő kövülettel”?	264
5.2 Endomikorrhiza gombák – nélkülözhetetlen társbélők	130	8.5 A túlevél eredete – heterokrónia	266
5.3 <i>Prototaxites</i> – kezdeti tapogatózás a sötétben	132	8.6 Kis populáció – nagy veszély	270
5.4 Génuszok neve – tiszteletadás a kollégáknak (vagy másoknak)	146	8.7 A tiszafa és a méregerős taxin	274
5.5 <i>Takakia</i> – egy (rendszerint) hánysorsú taxon	148	8.8 Poliploidia a nyitvatermőknél	277
5.6 A tőzegmoha-kötszer története	149	8.9 Diszjunkt elterjedés – és magyarázata	279
5.7 <i>Physcomitrium</i> és a modellszervezetek	154	8.10 Ørsted, a sokoldalú biológus, a borókák és a gombák	282
5.8 Álegylakosság – a törpehímek	160	8.11 FitzRoy – az evolúciós elméletet elősegítő és ellenző kapitány	282
5.9 Mohaspórák kiszóródása és a nedvességtartalom	162	8.12 A fenyőfélék megporzásevolúciójának áttekintése	287
		8.13 Cédrus a figyelem középpontjában, Hadrianustól Csontváryig	292
6.1 Szabályt erősítő kivételek	171	8.14 Egy kis botanikatörténet: a <i>Gnetophyta</i> és a többi magvas növény evolúciós kapcsolata	294
6.2 A korpafüfélék gyakorlati jelentősége	184	8.15 Welwitsch – <i>Florae angolensis investigatorum princeps</i>	296
6.3 „Feltámadó” növények	186		
6.4 <i>ë</i> vagy <i>e</i> ?	188		

9.1 Darwin és a zárwatermők eredete	302	9.29 A megtermékenyítés kimarad: apomiktikus szaporodás	420
9.2 A túlzott igyekezet eredménye – a „Wangiospermae”	307	9.30 Semmelweis, a botanikus	424
9.3 Filogenetikai inkongruencia	311		
9.4 <i>Victoria</i> és az építészet	317	10.1 A növényvilág kaméleonja (?)	440
9.5 Másodlagos pollenkínálat	321	10.2 Kwongan – az ausztrál mediterrán növényzete	446
9.6 <i>Drimys winteri</i> és a skorbut	329	10.3 „Húsevés” – konvergencia vagy közös eredet?	451
9.7 Magvak és hangyák – kölcsönös előnyök	330	10.4 Magszórás esőben	462
9.8 C3-as versus C4-es fotoszintézis és a zárwatermők	339	10.5 A növényvilág „Darwin-pintyei”, a galapagosi fügekaktuszok	469
9.9 Különc virágok – a morfológiai diverzitás mérése	343	10.6 Egy bevált életforma, az élősködés	473
9.10 Genomkövérség a zárwatermőknél	352	10.7 Névadó génuszok	476
9.11 A <i>Yucca</i> – jukkamoly kospeciáció vagy gazdaváltás?	357	10.8 Trükközés az éjszakában – a CAM-anyagszere	484
9.12 A tubarózsa bolyongása a nevezéktani káoszban	358	10.9 Endlicher, egy magyarbarát „labanc”	486
9.13 Melyik az igazi amarillisz?	362	10.10 Melyik a legmagasabb zárwatermő?	493
9.14 A „finomlevelű” cserjések mint a biodiverzitás forró pontjai – a fynbos	368	10.11 Az idősebb Darwin és a <i>Darwinia</i>	495
9.15 Amikor a molekuláris kladsztika Linnét igazolja	369	10.12 A növényi érzékelés – és tanulás – klasszikus példája, a mimóza	501
9.16 Növényi evolúció madarakkal, emlősökkel	370	10.13 Sípoló tövis, a hangyák, a növényevők és az oroszlán	503
9.17 Darwin és az orchideák	375	10.14 Herbivória mint az evolúció serkentője	504
9.18 Mimikri a szaporodás szolgálatában	382	10.15 Darazsak a zártkertben	514
9.19 A törösdarázs esete a mézajakkal – túlspecializáció	384	10.16 Tökverseny és szelekciós háttere	519
9.20 Orchidelirium – azaz a nagy kosborláz	387	10.17 Két Linné – az alma nem esett messze a fájától	526
9.21 Humboldt és Bonpland két orchideája	391	10.18 A szégyenlős lombzat	529
9.22 Moyobamba, az orchideák fővárosa	394	10.19 Franz Unger, a növényvilág teremtéstörténetétől Mendelig	530
9.23 Társulás néhány literben – a phytotelma és magyar vonatkozásai	397	10.20 Az elszigetelt káposzta	540
9.24 A papír és a papirusz	408	10.21 „Öröklött” oxaláttevő baktériumok	541
9.25 Tepuik – szigetek a szárazföldön	410	10.22 Egy botanikus hadügyminiszter	550
9.26 Periódusos bambuszvirágzás, éhínség és az evolúció	414	10.23 Malpighi 4×	552
9.27 Állat, baktérium, fű – körbe-körbe	419	10.24 A koevolúció újabb esete?	553
9.28 <i>Spartina</i> vagy <i>Sporobolus</i> – Linné „bosszúja”	419	10.25 A legnagyobb (és legidősebb?) klón	559
		10.26 A poloska megdolgoztatása	570
		10.27 Az édes méreg	572
		10.28 Darwin beszámolója egy kertész- újságban	578

10.29 A siker záloga	580	Mohák	134
10.30 Meglenni minél magasabban	581	Embriós növények	173
10.31 <i>Gorteria</i> , a merész génkombinátor	582	Korpafűfélék	181
10.32 <i>Sigesbeckia</i> – egy „hitvita” nevezéktani következménye	586	Páfrányok, zsurlók	201
10.33 Kommunikáció növények között	590	Nyitvatermők	253
10.34 Túlélés négy kromozómával	592	Zárvatermők	315
10.35 A húsevő (?) mácsonya	595	Orchideák	376
10.36 Rock és a botanika	601		
10.37 Most minek nevezzetek?	602	Kondenzált kladogramok	
10.38 Egy kis buzérstatisztika	605	<i>Eukaryota</i>	67
10.39 Már megint a hangyák	607	<i>Rhodoplantae</i>	83
10.40 Botanika és a rock	609	<i>Viridiplantae</i>	98
10.41 Botanika a rasszizmus ellen	611	<i>Monosporangiophyta</i>	135
10.42 Kikényszerített fotoszintézis	622	<i>Monilophyta</i>	202
10.43 Miért magyar (is) a <i>Haberlea</i> ?	627	<i>Acrogymnospermae</i>	258
10.44 A „megtréfált” Linné és a szörny	629	<i>Angiospermae</i>	312–313
10.45 Az alig ismert Zaluzansky	632	<i>Alismatales</i>	333
10.46 Paraziták és a diverzitás	640	<i>Asparagales</i>	354
10.47 A magyar akantusz	645	<i>Poales</i>	396
		<i>Caryophyllales</i>	450
		<i>Malpighiales</i>	545
		<i>Ericales</i>	563
		<i>Lamiales</i>	624
Koralldiagramok			
Teljes élővilág	40		
Növényi algák	80		

O

Praeambulum

„A későbbi tudósok feladata lesz most már az, hogy a természetes rendszer minél hűbb, tökéletesebb föltűntetője legyen a növényország fokozatos kialakulásának.” Róna Jenő. 1915. *Növényteni olvasókönyv*. Franklin Társulat, Budapest. p. 121.

„Nagyszerű dolog ám az élőlények: a növények és állatok rendszere!” Rapaiics Raymund. 1925. *A növények társadalma*. Athenaeum, Budapest. p. 10.

A rendszertanban is annak van igazán értelme, amit az evolúció szemszögéből vizsgálhatunk. T. Dobzhansky (1973. *American Biology Teacher* 35 (3): 125–129) után, szabadon

Előszó az első és második kiadáshoz

E könyvben az élővilág egy viszonylag jól körülhatárolható csoportjának, a szárazföldi növényeknek a rendszerezéséről lesz szó. A „szárazföldiség” mindannyiunknak elsősorban a földrészeket meghódító, szinte mindenütt megtalálható *zöld növényeket* juttatja az eszünkbe – bár tudjuk, hogy vannak színanyagaikat elvesztett, tehát nem zöld, illetve a tenger- és édesvízbe „visszatért”, tehát nem szárazföldi képviselőik is. Tudjuk persze azt is, hogy a szárazföldi élőhelyeken másféle növények is előfordulnak, pl. egyes nem zöld moszatok nedves talajon vagy fakérgen, nem is beszélve a – csak részben növényi jellegű – zuzmókról. A szárazföldi jelző tehát bizonyos fokig leegyszerűsít és általánosít, ami Niklas megfogalmazásán is jól tükröződik: „*a land plant is any photosynthetic eukaryote that can survive and sexually reproduce on land*”. A könyv tárgyára, a *mohák*, a *harasztok*, a *nyitvatermők* és a *zárvatermők* csoportjára legjobban talán gyűjtőnevük (*Embryophyta*) utal, hiszen az embrió jelenléte ezek kizárólagos tulajdonsága a növényvilágban. A szárazföldi növények a zöldalgák (*Chlorophyta*, *Charophyta*) két törzsével együtt alkotják a *Viridiplantae* szubregnumot, melyet – többek között – a klorofill *a* és *b*, a karotinoidok, valamint a plasztiszban tárolt keményítő jellemez, egyértelműen utalva a csoport közös származására.

Most pedig ideje a cím második részét is tisztázni: miért evolúciója és rendszertana? A válasz meglehetősen egyértelmű: a kettőt nehéz és érdemtelen lenne egymástól elválasztva tárgyalni. Egy ilyen nagy fajszámú csoport, mint az *Embryophyta*, rendszertani jellemzése egyszerűen nem kerülheti meg az evolúciós aspektusok ismertetését. Ma már, a 21. sz. elején sokkal többet tudunk az élővilág evolúciójáról, mint évtizedekkel ezelőtt, amikor a „fejlődéstörténeti”

rendszerek valójában még meglehetősen spekulatív alapon próbáltak evolúciós viszonyokra következtetni. Akkoriban a rendszertan és sok más biológiai tudományág (pl. genetika s főképpen a molekuláris biológia) között áthidalhatatlannak tetsző ellentétek feszültek. Súlyos, elítélő megjegyzések hallatszottak a „túloldalról”, amelyek a rendszertant mint elavult tudományt állították be, művelőit pedig poros herbariumi lapok rendezgetésével foglalkozó vagy éppen lepkehálóval csapkodó hobbitudósoknak tekintették. A fajok nagy részét már ismerjük – vélték –, tehát csak aprólékos toldozgatás-foldozgatásban merül ki a rendszertani kutatómunka. Kevesen gondoltak akkor arra (pl. Zuckerkandl és Pauling), hogy – a sors különös iróniájaként – éppen a molekuláris biológia lesz az, amely először közvetve, majd nagyon is közvetlenül megváltoztatja, gyökerestül felforgatja a rendszertan tudományát. Mára valóban izgalmas, sok országban nagy pénzekkel támogatott kutatási területté vált az *evolúciós* rendszertan, de ehhez nemcsak a molekuláris biológia, hanem a matematika és a számítástudomány segítsége is kellett.

Rendszerezés tehát, a mai biológusok túlnyomó többségének vélekedése szerint is, nem képzelhető el a modern evolúcióbiológia eredményeinek ismerete és figyelembevétele nélkül. Ez természetesen fordítva is igaz, a különféle taxonok (rendszertani csoportok) evolúciós kapcsolatainak vizsgálata nem nélkülözheti a rendszertani megalapozást, korábbi morfológiai, biogeográfiai és hasonló „klasszikus” ismereteinket. Ennek megfelelően próbáltam e könyv tematikáját alakítani. Az *Embryophyta* csoport tárgyalásában figyelembe veszem az *ősnövényteni* ismeretekből leszűrhető legfrissebb következtetéseket, sőt feltételezéseket, csakúgy mint a karakter és molekuláris alapokon álló, a számítógépet intenzíven alkalmazó *kladisz-*

tika eredményeit is. Maguk a rendszertani csoportok ezért sokak számára új alakot öltenek. Elég, ha most itt a zárwatermők jól megszokott egyszikű/kétszikű felosztásának a felborulását említem. A leíró részek mindenütt – de különösen a zárwatermők esetében – tömörebbek, rövidebbek annál, amit egy rendszertani könyvtől várna az olvasó. Ugyanakkor feltűnő lehet az, hogy milyen sok szó esik egyes, a Föld flórájában ma már kevés fajjal képviselt moha- vagy harasztcsoportokról (mint pl. a becősmohák, illetve a vízipáfrányok). Ennek oka persze az, hogy az evolúciós viszonyok értékelésében a kis csoportok kiemelt fontosságúak lehetnek, míg a zárwatermők, nagy fajgazdagságuk ellenére, mégis relatíve homogénebbek, a fő vonalak tárgyalásában tehát viszonylag kevesebb hely jut nekik. Részletes leírásukat az erre hivatottabb szerzők könyveiben amúgy is megtalálhatja az érdeklődő olvasó. Nem lennének persze igazságosak, ha nem említenénk meg már az elején: a molekuláris kladisztikai eredmények rendkívül izgalmasak ugyan, de kis fenntartással kell őket fogadnunk, különösen akkor, ha csak egyetlenegy gén szekvenciáján alapszanak, ezáltal csak egy lehetséges hipotézist jelentenek valamely csoport evolúciós viszonyairól. Célszerű tehát több gén egyidejű figyelembevétele, esetleg morfológiai karakterekkel kombinálva. A könyvben követett rendszer egyébként is még kiforratlan, hiszen sok újdonság várható a közeljövőben, amint azt itt-ott meg is jegyeztem, s eltelik egy kis idő, amíg a molekuláris és morfológiai alapú értékelések összhangba kerülnek. Szinte 100 százalékgig biztosak lehetünk, hogy a könyv megjelenésének pillanatában már lesznek benne túlhaladott megállapítások, míg egyes problémák időközben akár meg is oldódhatnak, illetve említésre érdemes új szempontok is felmerülhetnek.

Szükségesnek látszik, hogy a rendszerezés modern módszereiről is szót ejtsünk egy különálló összefoglalásban. Emellett a függelék sok egyéb hasznos információt közöl, ami szükséges lehet a könyv anyagában való sikeres tájékozódáshoz. Most már csak egy megjegyezni való maradt: kellemes elmélyülést kívánok az Olvasónak eme igen izgalmas, sok újdonsággal – esetleg meglepetéssel – kecsegtető témakör tanulmányozásához.

A könyv második kiadásában a hibák javításán túlmenően figyelembe vettem a páfrányok és a magvas növények osztályozásában mutatkozó legújabb fejleményeket is.

Előszó a harmadik kiadáshoz

A könyv új, harmadik kiadása erőteljes változást jelent az első kettőhöz képest. Talán több is annál, mint egyszerű harmadik kiadás. Először is: a cím megvál-

tozott. Ennek oka, hogy a „szárazföldi” jelző nem utal egyértelműen rendszertani kategóriára, és evolúciós szempontból sem teljesen világos a jelentése. Bár a **Bevezetés** elején megemlítettem, hogy ez a jelző szándékaim szerint az *Embryophyta* csoportot takarja, a „szárazföldi” szó alkalmazása mégis sok félreértés forrása lehet. Egy megoldás lehetett volna az, hogy a címben eleve az „embriós növényeket” jelölöm meg, nagyjából változatlan tartalom mellett, de nem ezt az utat választottam. Célszerűbbnek látszott a könyv tematikáját oly módon körülhatárolni, pontosabban kibővíteni, hogy az megfeleljen a legfrissebb molekuláris genetikai és citológiai eredményeknek, és szemléletében is teljes képet adjon a növényvilágról. Így esett a választásom arra, hogy a mai értelmezésben *növénynek* tekintett összes élőlénycsoportot figyelembe vegyem. Ez lényegében véve azt jelenti, hogy az *Embryophyta* előtt szó lesz a kékeszöld moszatok, a vörösalgák és a zöldmoszatok rendszerezéséről és evolúciójáról is. Hogy miért csak ezekről, azt később indoklom meg részletesen, itt csak előrebocsátom a lényegét: *növény alatt olyan szintesttel rendelkező eukarióta szervezetet értünk, amelynek plasztisza elsődleges endoszimbiotikus folyamat eredményeképpen alakult ki*. Nem szólok tehát számos, klasszikusan növénynek tekintett csoportról, mint például a barnamoszatok vagy a kovamoszatok, hogy a gombák mellőzésének okát ne is említsem. Ugyanakkor lesz egy „apró” kivétel is, de erről is inkább majd később.

A fentieknek megfelelően – és az áttekinthetőség érdekében – számos új fejezetet kellett beiktatnom. Az első kettőben a biológiai osztályozás alapelveit és történetét foglalom össze, megmutatva azt az utat, amely Linné alapvető munkájától a molekuláris módszerekkel alaposan megtámogatott rendszertanig vezet. Itt szólok majd arról a „konfliktusról” is, amely a tradicionális rendszertanon felnövekedett generáció és a molekuláris filogenetikai iskola képviselőit állítja szembe egymással. A második rész ad alkalmat arra is, hogy háttérrel adjak a növények részletesebb feldolgozásához, s röviden kitérjek az állatok, a gombák és más eukarióta csoportok Élet Fáján elfoglalt helyzetére is. A konfliktus feloldása pedig egyértelmű lesz: a könyv alcíme jelzi, hogy szakítok a klasszikus Linné-féle kategóriarendszerrel, és csak a kettős név, a génusz és a fajnév marad meg belőle – tradicionális és praktikus okokból. Helyettük kládokról lesz szó, melyek elnevezését a filogenetikai nomenklatúra szabályai szerint fogom megadni. A linnéi magasabb rendű taxonok nevei csak akkor és olyan formában maradnak meg, amikor ezek a kategóriák egyértelműen azonosíthatók a kladisztika által támogatott taxonokkal. Végeredményben tehát a Linné-féle rangokat alkalmazó taxonómiai hierarchiát rangmentes kladisztikai-filogenetikai klasszifikáció váltja fel. Csírájában ez a lehetőség az előző kiadásokban is megvolt, de most már tisztább kép rajzolódik

majd ki az Olvasó előtt. Meggyőződéseim ugyanis, hogy a rangok alkalmazása rengeteg önkényes elemet visz bele az osztályozásba, és az élővilág történetiségével se egyeztethető össze. Mint a könyv alcíme is jelzi: rendszerezés rendek (és a többi kategória) elhagyásával is megvalósítható – és evolúciós alapon ez az egyetlen logikailag lehetséges megoldás. A zöldalagk diszkussziója megkönnyíti a szárazföld meghódításával kapcsolatos problémakör bemutatását, amivel a korábbi kiadásokban az algák ismertetése nélkül nem volt könnyű megbirkózni. Az embriós növényekről szóló többi fejezet is teljesen átalakult, mert mindenütt megpróbáltam a legújabb fejleményeket beépíteni az anyagba. Egyes fejezetekben csak néhány mondat maradt hírmondóként az előző kiadásból. Hasonló a helyzet az ábraanyaggal: pár kivétellel minden ábra újonnan készült. A függelék jelentősen lerövidült, részben terjedelmi okokból, részben pedig azért, mert a benne szereplő anyag a fejezetekbe olvadt be. Csak a történeti áttekintés és a CD maradt meg. Újdonságként viszont minden fejezet végén megjelenik egy képzeletbeli diskurzus, amelyben kötetlen beszélgetés formájában próbálom feloldani a – valljuk be – nem mindig pehelykönnyű tényanyag szárazságát.

A *Digitális herbárium* CD-melléklet újabb, jelentősen kibővített verziója feleslegessé tett igen sok szövegközi ábrát, hiszen a színes fényképek általában hatásosabbak a vonalas rajzoknál. A könyv szövegében pedig a ^D felső index utal majd minden olyan taxonra, amelyről szerepel kép a CD-n, míg ugyanezekről szöveg közötti ábrát csak ritkán, indokolt esetben tettünk be a könyvbe (pl. valamely morfológiai részlet illusztrációjául). A legtöbb új felvétel egyébként Dél-Afrikában készült, amit a fényképeken ZA rövidítés jelöl, illetve Ausztráliában, amelyeket az AUS betűszó jelez. Néhány esetben Ilkka Vanha-Majamaa, Hossein Akhani, Kalapos Tibor, Tóth Zoltán, Standovár Tibor, Hock Zsófia, Szakály Ágnes és Ódor Péter segített ki a saját archívumomból hiányzó taxonok képeivel.

Végezetül köszönetemet szeretném kifejezni a kötet lektorainak, Engloner Attilának, Kalapos Tibornak és ifj. Papp Lászlónak. Észrevételeik, javaslataik és javításuk nagymértékben hozzájárultak ahhoz, hogy közlésre merjem adni a kötet kéziratát. Egyes fejezeteket Böddi Béla, Garay József, Kovács M. Gábor, Kun Ádám, Ódor Péter, Sramkó Gábor és Vida Gábor volt igen kedves elolvasni és megjegyzésekkel ellátni. Kisebbségben Csösz Sándor, Molnár V. Attila, id. Papp László, Pócs Tamás, Rózsa Lajos, Scheuring István, Simoncsics Péter és Szilágyi András volt segítségemre jó tanácsaival. A tematika szerterágozó: matematikai, szervezettani, genetikai, statisztikai, paleobotanikai és biológia-történeti aspektusok keverednek, s a növényrendszertan maga is hosszan ível a cyanobaktériumoktól a mácsonyáig. Lektoraim és

segítőim minden bizonnyal a legtöbb hibát észrevették – ami pedig így is megmaradt, az teljesen a saját felelősségem. Megjegyzéseket és hibajelentéseket – egy reménybeli későbbi, javított kiadásra gondolva – szívesen és nagy köszönettel veszek a podani@ludens.elte.hu címen.

Budapest, 2015. április 25.

Előszó a negyedik kiadáshoz

Nemcsak az élő szervezetek evolválódnak, hanem a tan- és szakkönyvek is, köszönhetően az ismeretanyag bővülésének, a szerzői felfogás változásának, az igények és a technikai feltételek átalakulásának. A negyedik kiadáshoz érkezve elmondhatom, hogy a *Növények evolúciója és rendszertana* is alapos változásokon ment át az utóbbi évtizedben. A kiterjedt molekuláris vizsgálatoknak köszönhetően igen sok növény „új” nemzetségbe került, becslésem szerint a fajok 15-20%-ának ma már más a tudományos neve, mint tíz évvel ezelőtt. Ez kétségtelenül megnehezíti az író és az olvasó feladatát egyaránt. Megpróbáltam minden újdonságot beépíteni, de meglehet, itt-ott nem jártam sikerrel. Az is igencsak lehetséges, hogy a könyv megjelenése után röviddel újabb változásokkal fogunk szembesülni. Ez, amint a könyvben több helyen is említtem, elkerülhetetlen következménye annak, hogy az osztályozás és a binominális nomenklatura nem függetlenek egymástól. Miután a kettős neveket már megszoktuk, kiiktatásuk lehetetlen, így a génuszok neveinek átírásával még elég sokáig küzdeni fogunk. Érdekes módon, a kladisztikus osztályozás nagy csoportjai (a linnéi nemzetség szint felett) viszonylag keveset módosultak, összetételük meglehetősen állandó, kapcsolatrendszerük egyre inkább stabilizálódik.

A könyv tartalmi változásai viszont szintén lényegesebbek. Ebben a kiadásban sokkal kevesebb szó esik a kladisztikus osztályozás módszertanáról, hiszen a molekuláris eljárások technikai részleteinek bemutatása egy külön kötetet is megérdemelne. Ugyanakkor a biológiai osztályozás alapelveiről, a filogenetikai kapcsolatok bemutatásának módszereiről, a fákraól és egy régi-új diagramtípusról, a korallraól már részletesebben beszámolok, mégpedig a nyitó fejezetben. A második fejezet részletezi a növénykérdést, azaz azt, hogy pár évtizede csak azokat a szervezeteket tekintjük növénynek, amelyek elsődleges endoszimbiotikus eredetű plaztisszal rendelkeznek (kivétel: *Paulinella*). Ideértjük természetesen azokat az élősködő életmódra áttért növényeket is, amelyek kloroplasztisza erőteljesen redukálódott – de az őskorban még megvolt. A többi fejezet a részletes rendszertani ismertetés, amelyben arra törekedtem, hogy a növényvilág főbb csoportjai geográfiai és filogenetikai értelemben is minél egyenletesebben szerepeljenek. Ennek egyik következménye,

hogy a hazai flóra elemeit kisebb hangsúllyal, sokszor csak említés erejéig mutatom be, hiszen azokról bőven tájékozódhat az Olvasó máshonnan is. A másik pedig az, hogy a fajgazdag zárvatermők esetében az Angiosperm Phylogeny Group által „szentesített”, hatvannál is több rend és négyszáznál több család kivétel nélkül helyet kapott a könyvben, ami talán a nemzetközi irodalomban is egyedülálló. E taxonok értelmezése, csakúgy mint a többi csoportnál, természetesen kladisztikai jellegű. A nagy terjedelem azonban nem jelenti azt, hogy a világflóra képviselője túlzott lenne: a 3-400.000 ismert növényfaj alig 1%-áról esik szó a könyvben. Az elsősorban nemzetség- és kládneveket tartalmazó Névmutató mintegy 5500 tételt tartalmaz.

Egyes, a fő tárgyalást kiegészítő és valamilyen szempontból érdekes témákat külön „cédulákban” – szürke háttérű „boxokban” részleteztem. Ezek jegyzéke a fenti cédulakatalógusban megtalálható. A sárga háttérű kis téglalapok tartalmazzák a legfontosabb csoportok kladisztikai definícióit. Megtartottam és aktualizáltam a fejezet végi diskurzusokat, mert emészthetőbbé teszik a kötet anyagát. A korábbi kiadásokkal ellentétben az ábrák és a fényképek színesek, hiszen a digitális megjelenítés esetében ez nem jár különösebb extra költséggel. Újszerű a nagyobb tükörméret és a kétoszlopos tördelés, amivel remélhetőleg sikerül megkönnyíteni az olvasás folyamatát. Az irodalomban egyelőre unikumnak számítanak a koralldiagramok, amelyek szemléletesen mutatják be az élővilág (40. oldal) vagy egyes csoportok (pl. embriós növények: 173. oldal) filogenetikai viszonyait, fajgazdagságát, a kihalt és recens taxonokat egyaránt. Ugyancsak újnak tekinthetők a kondenzált kladogramok, amelyek az elágazási viszonyok bemutatása mellett a nagyobb recens csoportok relatív fajsámát is érzékeltetik (pl. a zárvatermőkre: 312–313. oldal). Az abszolút fajsámokat zárójelben tüntetem fel minden taxonnál. Ezeket becslésnek kell tekinteni, nyilvánvalóan nem véglegesek egy esetben sem. A harmadik kiadásban még meglévő CD itt már hiányzik, hiszen a legtöbb most használatos számítógépről a CD-olvasó egység is hiányzik. A nagyszámú fényképfelvétel így a szövegtestben, a lehető legoptimálisabb helyen jelenik meg.

A fényképek kb. 40%-a saját, a megmaradók pedig több különböző forrásból származnak. Az ismétlések elkerülése végett a fényképek készítőinek csak az angol nyelvű összefoglalóban (657. oldal) mondok külön köszönetet. Miután a fotók nagy része azzal a feltétellel használható csak fel, hogy a könyv nem kerül kereskedelmi forgalomba, bevétel sem képződik. Ami viszont fontos, a PDF-file-ok szabadon letölthetők, továbbküldhetők. A könyv bármely részlete, a forrás pontos megjelölésével, korlátlanul és engedély nélkül felhasználható nem kereskedelmi célú kiadványokban – de ha az átvett anyagba fényképek is kerülnek, akkor figyelembe kell venni készítőik jogait. Amennyiben nincs CC információ megadva a növény neve után, a szerzőktől kell közvetlenül engedélyt kérni az átvételhez.

Külön köszönet illeti a könyv lektorait, Rózsa Lajost, Zachar Istvánt, Kalapos Tibort, Ódor Pétert, Pócs Tamást, Engloner Attilát, Tamás Júliát, id. Papp Lászlót és ifj. Papp Lászlót az egyes fejezetek áttekintéséért, a javításokért és kiegészítésekért. Debreczy Zsolt, Jordán Ferenc Kun Ádám és Kaszás György is igen hasznos megjegyzéseket fűzött a szöveghez. Ki kell emelnem azt a stimuláló légkört is, ami az ELTE TTK Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszékén, valamint az Evolúciótudományi Intézetben körülvevett. Ahogy ilyenkor jelezni szokás, a megmaradt hibák és tévedések mind sajátjaim – a velük kapcsolatos észrevételeket köszönettel veszem a janospodani@gmail.com levelezési címen. Tekinve a könyv terjedelmét és a téma összetettségét, nem hiszem, hogy levélládam sokáig üres maradna. A digitális változatban a javításokat a későbbiekben figyelembe fogom venni.

Köszönettel tartozom az ELTE Eötvös Kiadónak, hogy a kötet megjelenítését és a vele járó feladatokat elvállalta. Jelentős anyagi támogatást kaptam a Magyar Tudományos Akadémiától, valamint „A Fűvészkertért” Alapítványtól. Külön köszönet jár mindkettőnek; segítségük nélkül egyetlenegy nyomtatott példány sem készülhetett volna el.

Budapest, 2025. november 30.
Podani János

A növények ismerete és rendszerezése a biológia iránt érdeklődő kutatók, tanárok és diákok számára alapvető fontosságú. A tájékozódást összefoglaló művek segítik, amelyeket tudásunk bővülésével újra meg újra át kell dolgozni. Manapság ez különösen fontos, két okból is. A növények világáról alkotott elképzeléseink az utóbbi évtizedekben jelentősen átalakultak. Csak azokat a fotoszintetikus szervezeteket tekintjük növénynek, amelyeknek a kloroplasztisza elsődleges endoszimbiotikus eredetű, azaz hajdani cianobaktériumok közvetlen leszármazottja. Ennek a feltételnek csak a kékeszöld és vörösalgák, illetve a zöld növények felelnek meg. Az élővilág osztályozásáról is megváltozott a biológusok felfogása: egyre többen ismerik fel, hogy az évszázadokon át kizárólagosan alkalmazott, rangokra építő rendszerek nem egyeztethetők össze az evolúcióval. A hagyományos kategóriákat (család, rend, osztály stb.) rangmentes csoportok, a kládok váltják fel. Egymásba ágyazottságuk természetes hierarchikus osztályozást tesz lehetővé, amelybe a múlt és a jelen szervezetei ellentmondásmentesen besorolhatók. A könyv lényeges újítása, hogy mindezt a darwini elvekre visszavezethető koralldiagramokkal szemlélteti, ugyanakkor nem mond le az egyszerűbb kladogramos ábrázolásokról sem. Ebben erősen támaszkodik az utóbbi tíz évben közölt eredményekre. A korábbi kiadásokhoz képest a kötet terjedelmesebbé vált, részben a bővített szövegnek, részben a több ezer fajt illusztráló színes képeknek köszönhetően. Így a növényvilág sokfélesége filogenetikai és földrajzi értelemben is jobban érzékelhető, mint más kiadványokban. A rendszertani művekre általában jellemző lexikális, ezért kissé száraz tudásanyagot a szerző és egy képzeletbeli kérdező párbeszédei teszik oldottabbá. A társtudományokkal, illetve a közismeretekkel való kapcsolatot cédulákban megfogalmazott kiegészítések és történetek erősítik. A könyv kereskedelmi forgalomba nem kerül, digitális változata szabadon másolható, terjeszthető, egyes részletei – megfelelően hivatkozva – külön engedély nélkül is közzétehetőek. Minden, a botanika iránt érdeklődő olvasónak javasoljuk, hogy keressen számára helyet a virtuális könyvespolcán.



ELTE | EÖTVÖS
KIADÓ
Az ELTE hivatalos könyvkiadója