

TUDOMÁNYOS ÁTTEKINTÉSEK

MAGYARORSZÁG EDÉNYES FLÓRÁJA A NAGYMÉRVŰ RENDSZERTANI VÁLTOZÁSOK TÜKRÉBEN¹

PODANI JÁNOS

ELTE TTK Biológiai Intézet, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest; podani@ludens.elte.hu

Elfogadva: 2007. április 17.

Kulcsszavak: filogenetikai rendszerek, harasztok, határozókulcs, molekuláris kladsztika, nyitvatermők, zárvatermők

Összefoglalás: A cikk a magyar flórát és a hazánkban leggyakrabban kultivált növényeket érintő rendszertani, elsősorban család szintű változásokat ismerteti. A tárgyalás alapja egyrészt a magyar flóráról legfrissebb információkat összegző, SIMON TIBORNAK köszönhető határozókönyv, másrészt pedig a molekuláris filogenetikai témájú szakirodalom az elmúlt két évtizedből. Kiemelendő, hogy a karakter- és molekuláris alapú kladsztikai módszerek több klasszikus, „természetes” jellegű család elkülönítését erőteljesen támogatják, de számos kisebb változás és két egykori nagy család, a Scrophulariaceae és a Liliaceae szétesése mindenképpen figyelemre méltó. A zárvatermőket érintő – igen jelentős – rendi és magasabb szintű változásokat a „Függelék” összesíti.

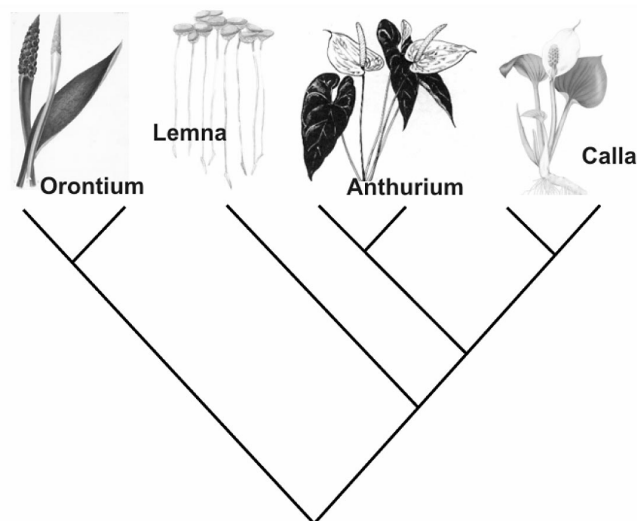
Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben rendkívüli módon kibővültek az élővilág evolúciójáról, a földi élet törzsfájáról rendelkezésre álló ismereteink. Ebben az informatika, a matematikai statisztika, a molekuláris genetika és a sejtbiológia játszotta a vezető szerepet. Mivel a biológusok túlnyomó többségének véleménye szerint a rendszerezésben evolúciós szempontokat kell elsősorban figyelembe vennünk, a fejlemények nem maradhatnak hatástalanok a rendszertanban sem. A szárazföldi növények esetében különösen sok a változás a jól megszokott osztályozásokhoz képest. A lényegesebb módosulásokról már beszámoltam (PODANI 2003, 2005), de még nem jelent meg olyan összegzés, ami a hazai száraz flórát érintő minden család- vagy magasabb szintű rendszertani módosítást ismertetné. Lemaradásunkat ezzel a tanulmánnyal szeretném pótolni.

Felmerülhet a kérdés, hogy a törzsfá ismeretében milyen jellegű változtatásokat kell az élővilág osztályozásában bevezetni? A legfontosabb a monofiletikus elvének

¹A cikk előző változata: PODANI J. 2006. Magyarország edényes flórája a nagymérvű rendszertani változások tükrében. In: *Jelez a flóra és a vegetáció. A 80 éves Simon Tibort köszöntjük* (szerk.: KALAPO S T.). Scientia, Budapest, pp. 55-73. A másodszori megjelenítés egyik oka az, hogy a folyóirat jóval nagyobb nyilvánosságot jelent a könyvfejezetnél. Ezen kívül egyes bővítések, javítások és változtatások is szükségessé váltak időközben, leginkább a páfrányok esetében. A zárvatermőknél pedig egy újonnan megjelent monográfia (HEYWOOD et al. 2007) javaslatait is megvizsgálom annak érzékeltetésére, hogy a rendszertani kategóriák elhatárolását mennyire befolyásolja az egyéni megítélés akkor is, ha a leszármazási viszonyokat voltaképpen mindenki fontosnak tartja. A családok javasolt sorrendjét a LAPG II (HASTON et al. 2007) szerint adom meg.

érvényesítése, vagyis annak, hogy egy adott rendszertani kategóriában az oda tartozó taxonok mindegyikének ugyanaz legyen a közös őse, és eme közös őse egyetlen leszármazottja se jelenjen meg más kategóriában. A feltétel leggyakoribb „megsértése” a parafiletikusság, amikor valamely kategóriában nincs benne a közös őse összes leszármazottja. Ennek magyarázata többnyire az, hogy morfológiai alapon valamely taxon evolúciója „megszalad” a rokonaihoz képest, és emiatt a botanikusok külön kategóriába sorolták. Parafiletikus lenne az Araceae a Lemnaceae nélkül (1. ábra), vagy a Lythraceae a Trapaceae nélkül (és még sok egyéb példáról is szölok majd a későbbiekben).



1. ábra. A békalencsefélék helye az Araceae kladogramján (PODANI 2005).

Figure 1. The position of *Lemna* on the cladogram of Araceae.

Hogyan lehet a parafiletikusságot megszüntetni az osztályozásban? Az egyik lehetőség az, hogy a parafiletikusnak bizonyult taxont egy kategóriába olvasztjuk a közös őse többi leszármazottjával. Erre jó példa az Araceae és a Lemnaceae fent említett esete, ui. a két család összevonása már egy monofiletikus csoportot eredményez (1. ábra), de megemlíthetjük a Cupressaceae és a Taxodiaceae ilyen jellegű viszonyát is (1. lentebb). A másik lehetőség több kisebb monofiletikus taxon elkülönítése azonos rendszertani kategóriaként. Ha a taxonómus például meg szeretné tartani a Lemnaceae családot és a parafiletikusságot is el akarja kerülni, akkor a régi Araceae családot kell három kisebb családra bontania. Akármelyik megoldást is választja, a kapott osztályozás tökéletesen összhangban lesz a törzsfával.

A fenti két lehetőséggel sokan nem értenek egyet, a parafiletikus taxonok „megtűrése” mellett érvelnek, így számukra nem mindig probléma a parafiletikusság. Az éles viták például a *Taxon* c. folyóirat legutóbbi számaiban követhetők nyomon (BRUMMITT 2003-tól HÖRANDL 2006-ig). Szerintük ui. a monofiletikuság túlzottan szigorú követelmény, jó néhány „természetes” család esetében nem érvényesíthető, ill. az eredmény nem egyeztethető össze a LINNÉ-i alapkonceptióval. A záratermők tárgyalásakor látunk majd példákat HEYWOOD et al. (2007) könyvéből mind az egybeolvasztásra, mind a felbontásra, mind pedig a parafiletikus családok megtartására.

A parafiletikusságnál „rosszabb” a polifiletikusság esete, amikor is valamely kategóriába több, eltérő őstől származó taxont veszünk bele. Annak ellenére, hogy a polifiletikus kategóriák számát látszólag már a klasszikus rendszertan is alaposan lecsökkentette, molekuláris alapon olykor még génusz szinten is kimutatható (pl. *Schefflera*, *Araliaceae*). Család szinten leginkább érintett ilyen szempontból a tradicionális *Scrophulariaceae* és a *Liliaceae*. A korábban leírt zárvatermő rendeket pedig szinte kivétel nélkül döntően érintik a változások, így a klasszikus rendi szintű osztályozások csak töredékes formában ismerhetők fel, ha egyáltalán látszanak. A változtatások másik alapvető oka az lehet, hogy valamely taxonról (pl. a *Parnassia*, *Hydrocotyle*, *Celtis* és *Acorus*) egyszerűen kiderül, egészen más kládon jelenik meg, s ezáltal más kategóriába kell átsorolni anélkül, hogy a korábbi osztályozás teljesen felborulna.

A magyar flóráról készült legutolsó összesítés SIMON TIBOR (2000) munkája. Határozókönyvről lévén szó, a rendszertani felépítés a jól megszokott tradicionális osztályozást követi, a némenklaturai változások csak faji és génusz szinten szerepelnek benne. A családok és a még nagyobb rendszertani kategóriák – véleményem szerint helyesen – még nem tükrözik az új fejleményeket. A molekuláris alapokon nyugvó értékelések esetében ugyanis célszerű volt megvárni, míg az eredmények valamelyest stabilizálódnak és a fő részleteket tekintve a botanikusok konszenzusra jutnak. Mára eljutottunk arra a pontra, ahol már igenis érdemes összevetni a régi és új szemléletű osztályozásokat. A rendszertani jellegű munkákat új alapokra kell helyezni, ahogy azt például JUDD et al. (2002) teszik növényszisztematikai kézikönyvükben, ahogyan az új rendszerezés tükröződik LLAMAS (2003) növénykedvelőknek szóló fotóalbumában, vagy a hazai növényvilág legújabb enciklopédiájában (UJHELYI 2006). A határozót felhasználó kutatókat s amatőröket egyaránt tájékoztatni kell, hogy mely csoportoknál érdemes felülvizsgálniuk korábbi rendszertani ismereteiket. Az alábbi összefoglalás a Növényhatározóban közölt sorrendet követi (a zárójelben megadott oldalszámok is arra utalnak) de csak a változásokat említi, különös tekintettel a család szintű átrendeződésekre.

Harasztok („Pteridophyta”)

A „haraszt” elnevezés ma már nem rendszertani kategória, hanem minden „spórával terjedő száras növény” praktikus gyűjtőneve. A harasztok ugyanis nem monofiletikus csoport, evolúciójukban a korpafűfélék hamar elváltak a többi száras növénytől (gyűjtőnevük „Euphyllrophyta”), amelyek később utat adtak a nyitvatermők kialakulásának. A korpafüveken kívül a többi recens haraszt együttese monofiletikus oly módon, hogy zsurlók beékelődnek a különféle páfránycsoportok közé. Törzsként, Monilophyta² néven tárgyalhatjuk őket, bár ez az elnevezés még nincs általánosan elfogadva. Család szinten a legtöbb átrendeződés a páfrányokat érinti. Az alábbi felsorolásban minden hazai harasztcsalád szerepel ugyan, de a génuszok közül csak a változásokban érintetteket tüntetem fel. Az evolúciós viszonyokat jobban tükröző osztályozás tehát, SMITH et al. (2006) igen friss páfrányosztályozását figyelembe véve a következő³:

²SMITH et al. (2006) is feltűnően óvakodnak új rendszerükben a törzsi elnevezés alkalmazásától.

³E cikk előző változatában a haraszt-osztályozást a Royal Botanic Gardens, Kew, anyaga alapján állítottam össze. Ehhez képest a változások: (1) Az *Ophioglossales* nem külön osztályba, hanem a *Psilotopsida* osztályba tartozik SMITH et al. szerint. (2) Az *Azolla* a *Salviniaceae* része. (3) Az *Adiantaceae* a *Pteridaceae*-be olvadt. (4) A *Matteuccia* az *Oncleaceae* családba került. A taxonok betűjele és számozása SMITH et al. rendszerét követi.

Törzs: Lycopodiophyta – Korpafűfélék

Család: Lycopodiaceae

Család: Selaginellaceae

Törzs: Monilophyta – Páfrányok és zsurlók

I. Osztály: Psilotopsida

A. Rend: Ophioglossales

1. Család: Ophioglossaceae

II. Osztály: Equisetopsida

C. Rend: Equisetales

3. Család: Equisetaceae

III. Osztály: Marattiopsida

IV. Osztály: Polypodiopsida

E. Rend: Osmundales

5. Család: Osmundaceae

I. Rend: Salviniiales

13. Család: Marsileaceae

14. Család: Salviniaceae (incl. Azollaceae)

K. Rend: Polypodiales

25. Család: Dennstaedtiaceae (*Pteridium*)

26. Család: Pteridaceae (*Cheilanthes=Notholaena*)

27. Család: Aspleniaceae

28. Család: Thelypteridaceae

29. Család: Woodsiaceae (*Athyrium, Cystopteris,*

Gymnocarpium, Woodsia)

30. Család: Blechnaceae

31. Család: Onocleaceae (*Matteuccia*)

32. Család: Dryopteridaceae (*Dryopteris, Polystichum*)

37. Család: Polypodiaceae

Nyitvatermők („Gymnospermatophyta”)

A „nyitvatermők törzse” a kihalt fajokkal együtt bizonyosan nem monofiletikus, hiszen a zárvatermők azokból származnak. Ez nem zárja ki, hogy a ma élő nyitvatermő csoportok együttese akár monofiletikus is lehet. Mindenesetre a legjobb megoldás a recens fajokat négy törzsbe osztani⁴, amelyek közül kettő képviselteti magát nálunk. A hazánkban őshonos vagy gyakran ültetett nyitvatermők közül a változások a „Taxopsida” osztályt és a Taxodiaceae családot érintik. A *Taxus* elkülönítése osztály szinten ma már meghaladott elképzelés, a toboz elvesztése másodlagos sajátság, és a molekuláris eredmények szerint a Taxaceae család a többi fenyőcsalád közé ékelődik a törzsfán (pl. STEFANOVIC et al. 1998). A mocsárciprusokat, mammutfenyőket és több hasonló génuszt korábban ötvöző Taxodiaceae parafiletikusnak bizonyult (KUSUMI et al. 2000, GADEK et al. 2000) melynek egyik megoldása az összes taxon beolvasztása egy most már szélesen értelmezett Cupressaceae családba. A nyitvatermő törzsek és a magyar szempontból fontos családjaik a következők:

⁴Megjegyzendő, hogy INGROUILLE és EDDIE (2006) új tankönyve más felfogású osztályozást alkalmaz: a Tracheophyta törzsen (!) belül a nyitvatermők csupán egy osztály (Pinopsida, benne négy alosztály), csakúgy, mint a zárvatermők (Magnoliopsida). Persze a lényeg az, mindig tudjuk, miről beszélünk.

Törzs: Cycadophyta

Törzs: Ginkgophyta

Törzs: Pinophyta

Család: Pinaceae

Család: Cupressaceae (incl. *Sequoiadendron*, *Cryptomeria*,
Taxodium, *Metasequoia*)

Család: Taxaceae

Törzs: Gnetophyta

Család: Ephedraceae

Zárwatermők (Angiospermatophyta=Magnoliophyta)

A zárwatermők minden bizonnyal monofiletikusak, törzsi szintű elkülönítésük kiállta a molekuláris elemzések próbáját is. A klasszikus felosztás kétszikűek (Dicotyledonopsida) és egyszikűek (Monocotyledonopsida) osztályokra azonban már nem: a kétszikűek ugyanis parafiletikusak. A zárwatermő törzsfán az első leágazásokat kétszikű csoportok adják, majd az egyszikűek monofiletikus kládja következik (2. ábra). A kétszikűek java része ezután következik oly módon, hogy a törzsfa szerkezete egyáltalán nincs összhangban a korábbi osztályozásokkal. A változások nagymérvűek, s emiatt a nomenklatúrában még nem is jelentkeznek a rend szint felett. A leginkább modernnek tartott Cronquist-féle osztályozás nyomokban ismerhető csak fel, ugyanakkor család szinten a molekuláris eredmények feltűnően sok helyen megerősítik a klasszikus, morfológiai alapon természetesnek tartott családokat (pl. Poaceae, Fabaceae, Cyperaceae, Orchidaceae, Rosaceae és így tovább). Az alábbi felsorolás csak azokat a családokat említi, amelyekben a hazai flórát érintő változások vannak, ideértve a SIMON TIBOR könyvében szereplő dísznövényeket is.

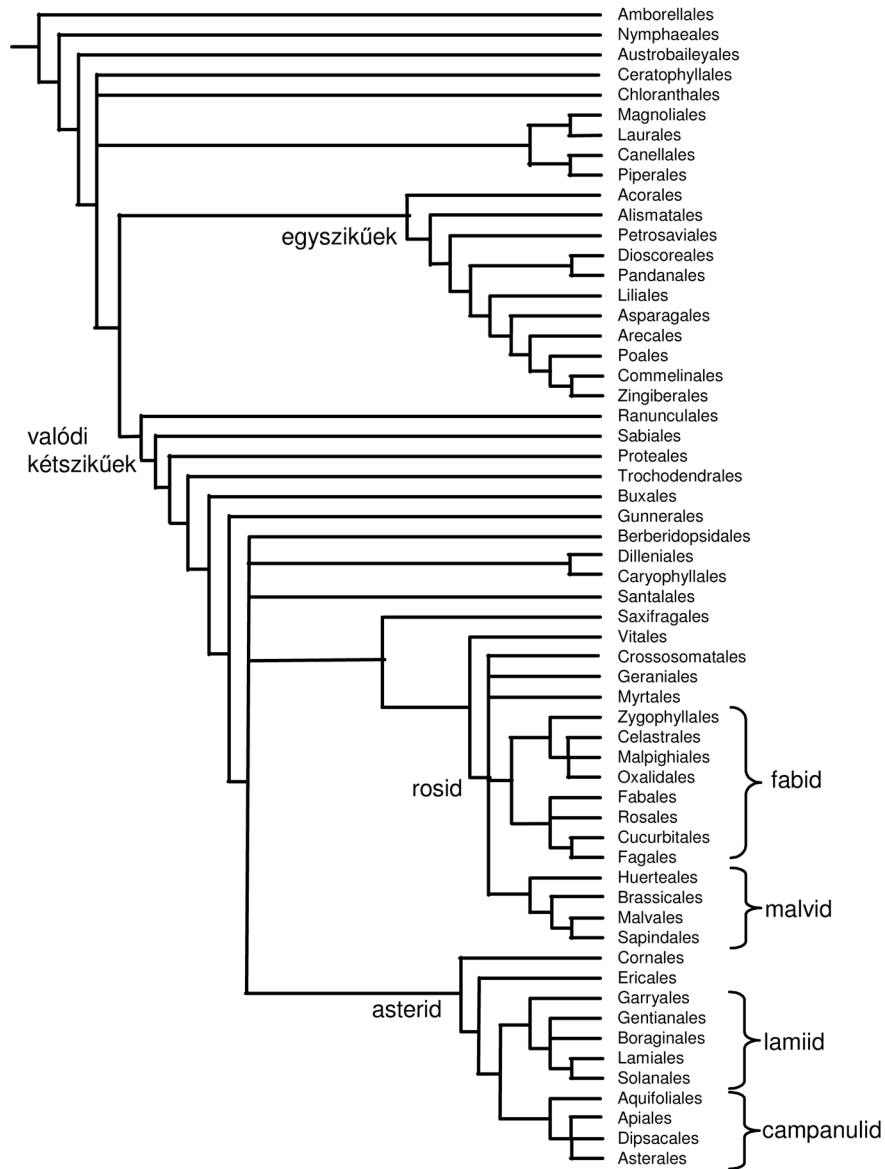
A zárwatermők osztályozásában az Angiosperm Phylogeny Group (APG II, 2003) javaslatait követem. A nézetek ütköztetése végett viszont azt is megvizsgálom, hogy a zárwatermő családokról legújabbban megjelent, igen gazdagon illusztrált könyv (HEYWOOD et al. 2007)⁵ különbözik-e az APG II felfogásától. Ha igen, azt egy külön bekezdésben említtem meg a kérdéses taxon tárgyalása után közvetlenül.

Saxifragaceae (200)

A *Parnassia* génusz egy újonnan elkülönített famíliába, a Parnassiaceae családba tartozik, amely filogenetikailag távol esik a Saxifragaceae-től. A Parnassiaceae legközelebi rokona ugyanis a Celastraceae, amibe egyes sokgénes elemzések szerint (SIMMONS et al. 2001) akár be is illeszthető⁶.

⁵HEYWOOD et al. (2007) alapján véve egyetértenek a molekuláris eredmények fontosságával és sokszor figyelembe is veszik azokat. Ambivalens hozzáállásuk igazolása ugyanakkor, hogy a kötet két részre tagolódik, az egyik a kétszikű, a másik az egyszikű családok ABC sorrendet követő felsorolása! Figyelemre méltó, hogy 506 zárwatermő családot tartanak elkülönítésre érdemesnek, alaposan túlhaladva az APG II ajánlotta 457-es számot.

⁶ZHANG és SIMMONS (2006) friss, hétgénes értékelésében a Parnassiaceae monofiletikus ugyan, de a Celastraceae egyik korai, belső elágazásaként jelenik meg, s nem annak testvércsoportja. Ilymódon valóban a beolvasztás a megoldás.



2. ábra. A zárvatermő rendek törzsfája az APG II (2003) szerint, kisebb módosításokkal, javításokkal és kiegészítésekkel (vö. STEVENS 2001).

Figure 2. The APG II tree of angiosperm orders, with some modifications and additions.

Punicaceae (243)

A család egyértelműen a Lythraceae családba olvasztandó (GRAHAM et al. 2005), közeli rokonságuk régóta ismert tény.

Trapaceae (249)

A család beolvadt a Lythraceae-be. GRAHAM et al. (2005) 3 plasztisz génen és egy magbeli ITS régió alapuló vizsgálatában a *Trapa* a Lythraceae-n belül egy leszármaztatott kládot képvisel, bár – mint sokszor a molekuláris kladogramokon – a morfológiai adatok alapján ez kevésbé nyilvánvaló. A családon belül a sulyom legközelebbi rokona valószínűleg a *Sonneratia* génusz (HUANG és SHI 2002).

Hippuridaceae (250)

A vizilófark-félék helye egyértelműen a Plantaginaceae családban van. REEVES és OLMSTEAD már 1998-ban kimutatta plasztisz gének elemzéséből, hogy a Plantaginaceae, Callitrichaceae és a Hippuridaceae valószínűleg egy *Antirrhinum*-szerű közös ős leszármazottai, s vizsgálatuk később a Plantaginaceae család jelentős kibővüléséhez vezetett. A *Hippuris* szélporozta, körönként egy porzót vagy termőt tartalmazó virága redukció eredménye. Kemotaxonomiai vizsgálatok is megerősítik mindezt (vö. GRAYER et al. 1999). A *Plantago* aktinomorf, szélporozta virága is egy rovarmegporzású, zigomorf őstre vezethető vissza.

HEYWOOD et al. (2007) elismerik, hogy a *Callitriche* és a *Hippuris* közel rokonok, és a tradicionális Scrophulariaceae családba illeszkednek. Ez utóbbi családot a korábbiakhoz képest ugyan nagyobbra duzzasztották, a *Hippurist* mégis külön családba sorolják (Hippuridaceae).

Aceraceae és Hippocastanaceae (255–256)

A juhar- és a vadgesztenyefélék családja a kibővített Sapindaceae családba került. A Sapindaceae belső filogenetikai viszonyai a következőképpen foglalhatók össze Harrington et al. (2005) szerint, néhány génuszt említve csak a 147-ből: A *Xanthoceras* adja az első leágazást (a *X. sorbifolium*-ot néha nálunk is ültetik, így nem teljesen ismeretlen hazánkban). Egy kládon van a *Sapindus* (szappanfa) és a *Koelreuteria* (csörgőfa). Az *Aesculus* és az *Acer* igen közeli rokonnak bizonyultak, egymás testvércsoportjai egy másik kládon, míg a negyediktől a *Dodonaea* nemzetség említhető. Mindezek a rendszertanban négy alcsalád formájában jelentkeznek (Xanthoceroideae, Sapindoideae, Hippocastanoideae és Dodonaeoideae).

HEYWOOD et al. (2007) egyetértenek a Sapindaceae család kibővítésével, eltérés csak az alcsaládoknál jelentkezik: a Xanthoceroideae helyett az Aceroideae-t javasolják, ami viszont nyilvánvalóan nincs összhangban a fent vázolt rokonsági kapcsolatokkal.

Hydrocotyle (269)

A gázló már korábban is nehezen illeszkedett az Apiaceae családba, most pedig kiderült, hogy az Araliaceae családban a helye. A változás magasabb szinten nem látható, hiszen ezek a családok ugyanabba a rendbe, az Apiales-be tartoznak. Az Araliaceae két alcsaládra osztható: Hydrocotyloideae (két génusz), amely két termőlevéllel és ép levelekkel jellemezhető és az Aralioideae (41 génusz, közöttük a *Hedera*), többnyire fásszárú, szárnyasan v. tenyeresen összetett levelekkel. Érdekességként említhető, hogy a család legfajgazdagabb génusza, a *Schefflera* (kb. 800 faj) nemhogy parafiletikusnak, hanem poli-filetikusnak bizonyult, öt evolúciós vonala földrajzi elkülönülésnek felel meg (PLUNKETT et al. 2005). A *Hydrocotyle*-hez külsőre nagyon hasonlító, kínai elterjedésű *Dickinsia hydrocotyloides* viszont az Apiaceae családban marad (VALIEJO-ROMAN et al. 2002).

Caprifoliaceae (299)

A *Viburnum* és a *Sambucus* génuszok immár az Adoxaceae családba tartoznak (JUDD et al. 2002), így a Caprifoliaceae család magyar neve is megváltoztatandó a logikus „lonc-félék”-re, hiszen a hazaiak közül csak a *Lonicera* maradt benne. A család a Dipsacales rendbe tartozik, legközelebbi rokonai a Valerianaceae, Dipsacaceae és Linnaeaceae, amelyekkel egyes javaslatok szerint (vö. APG II 2003) egyébként Caprifoliaceae néven össze is vonható. Ezzel azonban a botanikusok javarésze nem ért egyet, hiszen az említett családok önmagukban monofiletikusak, a változtatásnak tehát nincs különösebb indoka. Az Adoxaceae család feltétlenül különálló, benne egyébként a *Viburnum* a maga önálló kládját alkotja, míg a *Sambucus* és az *Adoxa* testvércsoportok a másik vonalon.

Ez utóbbi hármat HEYWOOD et al. (2007) külön-külön családba sorolják, felbontó stratégiájuk eredménye tehát a Viburnaceae, a Sambucaceae és az Adoxaceae.

Adoxaceae (310)

Kibővült, lásd az előző bekezdést.

Tiliaceae (310)

Talán nem nagy meglepetés, hogy a hársfafélék új helye a Malvaceae család. A Malvales rendben eddig elkülönített családok (Malvaceae, Tiliaceae, Sterculiaceae és Bombacaceae) elhatárolása meglehetősen önkényes volt, és a három utóbbi nem is volt monofiletikus (JUDD és MANCHESTER 1998, JUDD et al. 2002).

Az APG II összevonó stratégiájával szemben HEYWOOD et al. (2007) a mályvafélék rokonsági körét 10 családra osztják fel. Megmarad a Tiliaceae is, most már monofiletikus családként, melynek ára az ide tartozó fajok 90 %-ának az újonnan kialakított Sparrmanniaceae családba való átsorolása.

Callitrichaceae (329)

Az ide tartozó egyetlen génusz új helye a Plantaginaceae család. A vízmegporzású *Callitriche* egy végletes virágredukciós vonal képviselője, hiszen egy virágban mindössze egyetlen egy termőlevél v. egy porzó van csupán. A *Hippuris* és a *Callitriche* egymás testvércsoportjai igazolva, hogy a két génusz mutatta redukciós folyamatok nem voltak egymástól függetlenek. (Lásd még a Hippuridaceae fenti ismertetését.)

A család megmarad HEYWOOD et al. (2007) felfogása szerint, lásd még a Scrophulariaceae ismertetését.

Asclepiadaceae (338)

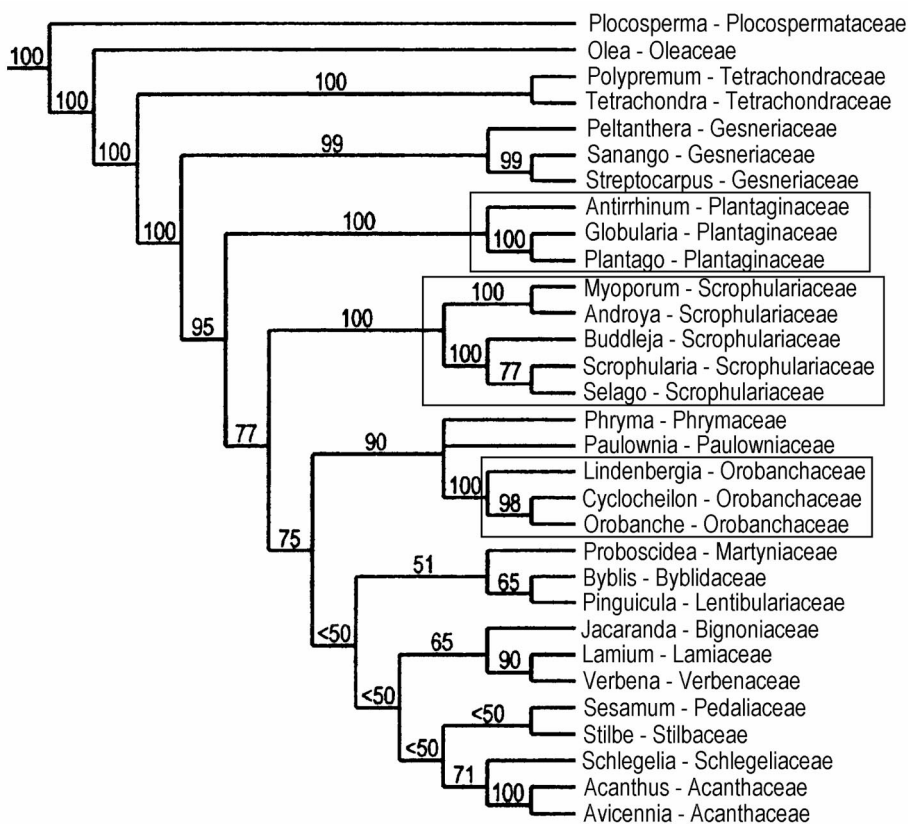
Bár az Asclepiadaceae taxonjai monofiletikus csoportot alkotnak, kládjuk az Apocynaceae génuszainak törzsfájába illeszkedik, annak parafiletikusságát okozva. Egy széles értelemben vett Apocynaceae család jelenti a jelenleg elfogadott megoldást a parafiletikusság megszüntetésére. ENDRESS és BRUYNS (2000) javaslata szerint ebben a nagy családban a következő öt monofiletikus alcsalád különíthető el: Rauvolfioideae, Apocynoideae, Periplocoideae, Secamonoideae és Asclepiadoideae.

Buddlejaceae (339)

A Buddlejaceae és a Scrophulariaceae családok rokonságát kémiai alapon már DAHLGREN (1983) is kimutatta, de morfológiai és molekuláris jellegek figyelembevételével

lével csak akkor vált egyértelművé összetartozásuk, amikor az utóbbi család „megszabadult” az oda nem tartozóktól. OLMSTEAD et al. (2001) alapos vizsgálata tárta fel a régi Scrophulariaceae filogenetikai heterogenitását, s igazolta a Buddlejaceae közelségét a *Verbascum* és *Scrophularia* kládjához. A Buddlejaceae kategória tehát megszűnik.

De nem HEYWOOD et al. (2007) szerint, hiszen ők ezt a családot megtartják, míg a Scrophulariaceae-be a *Buddlejaceae*-nél távolabbi rokon családokat is beolvasztanak (l. Orobanchaceae, illetve a 3. ábra).



3. ábra. A Lamiales rend egyes képviselőinek molekuláris kladogramja kloroplasztisz DNS markerek alapján (BREMER et al. 2002 után, módosítva). Téglalapok emelik ki a molekuláris alapon elkülönített Plantaginaceae, Scrophulariaceae és Orobanchaceae családok helyét. A számok az egyes kládok monofiletikusságának statisztikai megbízhatóságát jelzik (jackknife értékek, vö. PODANI 2003), és a maximumot érik el eme három család esetében. Ezen az ábrán nem szerepel a *Hippuris* és a *Callitriche*, amelyek más elemzésekben közvetlenül a *Globularia-Plantago* klád mellé kerültek.

Figure 3. Molecular phylogeny of some genera from the Lamiales.

Hydrophyllaceae (343)

Ennek a családnak az elkülönítése a Boraginaceae-t parafiletikussá tenné (a *Heliotropium* klád és a többi közé ékelődve), így beolvasztandó a Boraginaceae-be (FERGUSON 1998, CRAVEN 2005). A Boraginaceae pozíciója a zárvatermők kladogramján mindmáig a legbizonytalanabb a közismert családok közül. Leginkább a Solanales közelségét emelik ki (vö. JUDD et al. 2002), de a bizonytalanságokat jobban tükrözi, ha egyelőre egy külön rendet különítünk el számára (vö. Függelék).

Mindezt HEYWOOD et al. (2007) is elismerik, de a Boraginaceae parafiletikusságát nem bánva mégis külön Hydrophyllaceae családot támogatnak.

Verbenaceae (355)

A család közeli rokonsága a Lamiaceae-vel régóta ismert tény. A hagyományos Verbenaceae azonban parafiletikus, és a problémát a génuszok mintegy háromnegyedének átsorolása a Lamiaceae-be oldja meg, ami ugyanakkor a Lamiaceae-t is monofiletikussá teszi (vö. CANTINO 1992). Ilyen áthelyezendő génusz pl. a *Vitex*, a *Callicarpa* és a *Clerodendrum*.

Scrophulariaceae (391–413)

A változásokkal leginkább érintett hazai családok egyike (OLMSTEAD et al. 2001). Azon túlmenően, hogy a *Buddleja* (nálunk díszcserje) ide sorolandó (lásd fentebb), sok régi génuszt „elvesztett” s csak a *Verbascum* és a *Scrophularia* maradt meg benne az itthoniak közül. Miután a „tátogató” virágúak sincsenek már itt, a család magyar neve célszerűen „görvélyfűfélék” lehetne. Igen logikusnak és indokolhatónak látszik egyébként, hogy a (fél)élősködő génuszok (*Euphrasia*, *Lathraea*, *Melampyrum*, *Odontites*, *Pedicularis*, *Rhinanthus*) mind átkerültek az Orobanchaceae családba. Az egykori nagy család másik „fele” pedig a Plantaginaceae-be tartozik (*Antirrhinum*, *Asarina*, *Bacopa*, *Chaenorhinum*, *Cymbalaria*, *Digitalis*, *Kickxia*, *Limosella*, *Linaria*, *Penstemon*, *Veronica*). Két kis génusz, a *Gratiola* és a *Lindernia* esete külön történet. RAHMANZADEH et al. (2005) szerint ezek nem is a Plantaginaceae családba sorolandók. Két plaztiszgén elemzése alapján úgy találták, hogy erősen különálló vonalakat képviselnek, s ezért a Gratiolaceae és Linderniaceae családok elkülönítését javasolják. Mindezt ALBACH et al. (2005) tőlük független vizsgálatai is megerősítették. STEVENS (2001-) és HASTON et al. (2007) viszont még nem különít el Gratiolaceae családot, viszont Linderniaceae-t igen. A nálunk adventív *Mimulus* új helye pedig a Phrymaceae család, és úgy tűnik, hogy ez a génusz nem is monofiletikus (BEARDSLEY és OLMSTEAD 2002).

HEYWOOD et al. (2007) felfogása itt tér el legerősebben az új eredményektől, hiszen megtartják a voltaképpen polifiletikus régi Scrophulariaceae családot, belé olvasztva a szádorféléket (Orobanchaceae), ugyanakkor továbbra is külön kezelve a Globulariaceae, Plantaginaceae, Hippuridaceae, Callitrichaceae és Buddlejaceae családokat. A tisztánlátás kedvéért vizsgáljuk meg a 3. ábrát, ami a Lamiales rokonsági viszonyait szemlélteti példa-fajok molekuláris elemzésével.

Globulariaceae (414)

A család beolvadt a Plantaginaceae családba (APG II 2003).

HEYWOOD et al. (2007) felfogását l. Scrophulariaceae.

Orobanchaceae (414)

Ez a család most már sokkal több génuszt foglal magába, mint korábban (l. a *Scrophulariaceae* fenti ismertetését). Majdnem minden génusz fél- vagy teljes parazita, az óvilági *Lindenbergia* kivételével (BENNETT et al. 2006).

Annak érdekében, hogy a régi Scrophulariaceae család megmaradjon, HEYWOOD et al. (2007) a klasszikus Orobanchaceae családot is bele olvasztották. Ez azonban nem tűnik jó ötletnek, hiszen a *Scrophularia*-hoz közelebb álló *Buddleja*-féléket (vö. 3. ábra) viszont külön családba osztották.

Plantaginaceae (419)

A család jelentősen kibővült a korábbi Hippuridaceae, Callitrichaceae, Scrophulariaceae és Globulariaceae családokkal vagy azok részeivel. Bár az APG II prioritási okokból egyértelműen kiáll eme név mellett, gyakori szinonim a Veronicaceae (pl. OLMSTEAD et al. 2001, TANK et al. 2006).

HEYWOOD et al. (2007) javaslata szerint a család megmarad olyan kicsinek, amilyen régen volt, l. Scrophulariaceae.

Pyrolaceae (575)

Az ide tartozó génuszok új-régi helye az Ericaceae. Kladisztikai értékelések szerint (pl. KRON et al. 2002) több erikoid család (Empetraceae, Epacridaceae, Monotropaceae, Pyrolaceae és Vaccinaceae) megtartása a szűkebb Ericaceae családot parafiletikussá tenné, s a megoldás egy nagy Ericaceae-be való összevonás. A *Monotropa-Pyrola* klád egyébként önmagában monofiletikus.

Viscum (579)

Miután nem egy kládon vannak a *Loranthussal*, és a morfológiai különbségek is jelentősek, ezt a génuszt már régen egy külön családba, a Viscaceae-be sorolták. Ez viszont a Santalaceae családot tenné parafiletikussá (JUDD et al. 2002), a *Viscum* helyét tehát célszerűen a Santalaceae.

HEYWOOD et al. (2007) ennek ellenére egy különálló Viscaceae családot látnak elkülöníthetőnek.

Tetragoniaceae (584)

Polifiletikussága miatt külön családként tárgyalása nem indokolt, s így beolvadt az Aizoaceae-be (KLAK et al. 2003).

Chenopodiaceae – Amaranthaceae (608–625)

Az Amaranthaceae és a Chenopodiaceae különállása morfológiailag a porzók és a lepellevélek felépítésén alapult. A Chenopodiaceae önmagában azonban a jelek szerint parafiletikus lenne, míg együtt biztosan monofiletikus csoportot adnak a Caryophyllales rendben (JUDD et al. 2002, MULLER és BORSCH 2005). Összevonásuk Amaranthaceae néven indokolt tehát, így a Chenopodiaceae a legnagyobb hazai család, melynek neve teljesen „eltűnhet” határozókönyveinkből.

Elismerve, hogy még vitás a helyzet, HEYWOOD et al. (2007) egyelőre megtartják mind a kettőt.

Primulaceae (625)

A korábbi Primulaceae parafiletikus, ezért csak a tőlevélrózsás jellegűek (*Primula*, *Androsace* és *Hottonia*) maradnak meg benne, míg a *Samolus* a Theophrastaceae, a *Lysimachia*, *Glaux*, *Anagallis*, *Centunculus* és *Cyclamen* a Myrsinaceae családba tartozik (KALLERSJÖ et al. 2000). Mindenesetre ez a három család közeli rokonságban áll egymással, s akár egy nagy „Primulaceae”-be is összevonható lenne.

A kisebb családok elkülönítésére inkább hajlamos HEYWOOD et al. (2007) a *Samolus*-t egy külön családban tartják (Samolaceae), ellenben a Myrsinaceae-t továbbra is trópusi fásszárúak számára szűkítik le, megtartva a kankalinféléket parafiletikusnak.

Celtis (647)

Talán némi meglepetés, hogy az ostorfa nem a szilek legközelebbi rokona, s helye a Cannabaceae családban van. SYTSMA et al. (2002) mutatták meg, hogy a *Cannabis* és *Humulus* génuszok a *Celtis*-ek oldalági rokonai, s csoportjukra érvényes családnév a Cannabaceae. Egyébként ez a család az Ulmaceae, Urticaceae és Moraceae családokkal együtt egy jól elkülönülő kládot képvisel az Eurosid I (fabid) csoportban, a Rosales renden belül (l. Függelék).

Minderről HEYWOOD et al. (2007) egyáltalán nem vesznek tudomást, megtartva a *Celtis*-t a szilfélék között.

Zannichelliaceae (672) és a Najadaceae (673)

A Zannichellia a Potamogetonaceae családba tartozik (APG II 2003). A Najadaceae közelsége pedig a Hydrocharitaceae családhoz, elsősorban a *Vallisneria*-hoz egyértelmű. Amennyiben az összes többi testvércsoportjának bizonyul, különálló családként továbbra is kezelhető, de egyelőre jobb a Hydrocharitaceae-be sorolni. A *Najas* a családon belüli virágredukció példája, odatartozása a maghéj anatómiája és DNS szekvenciák alapján igazolható (vö. JUDD et al. 2002).

HEYWOOD et al. (2007) elismerik a Hydrocharitaceae így létrejövő parafiletikusságát, de a Najadaceae-t külön családnak tartják.

Liliaceae (673–693 és 833)

A változásokban leginkább érintett család. Nem csupán a korábban már alszaládi szinten elkülönített csoportokra történő szétesésről van szó, hanem arról, hogy egyes taxonjai már rendi szinten is elkülönülnek. Erre elsőként DAHLGREN et al. (1985) karakter-alapú értékelései mutattak rá, majd ezeket számos egyéb vizsgálat pontosította (pl. CHASE et al. 1995, SOLTIS et al. 2000). Mint ezekből a vizsgálatokból kiderült, sok, korábban ebbe családba vont taxon filogenetikailag közelebb áll az amarillisz- és nősziromfélékhez, mint a liliomokhoz. A rendek, családok és nemzetségek magyar szempontból teljes listája (a határozókönyvben említett dísznövényekkel együtt) a következő:

Rend: Liliales

Család: Liliaceae (*Lilium*, *Gagea*, *Fritillaria*, *Tulipa*, *Erythronium*)

Család: Colchicaceae (*Colchicum*, *Bulbocodium*)

Család: Melanthiaceae (*Veratrum*, *Paris*)

Család: Alstroemeriaceae (*Alstroemeria*)

Rend: Asparagales

Család: Asphodelaceae (*Asphodelus*, *Kniphofia*, *Aloë*)

Család: Agavaceae (*Anthericum*, *Agave*, *Chlorophytum*, *Hosta*, *Yucca*)

Család: Hemerocallidaceae (*Hemerocallis*)

Család: Alliaceae (*Allium*)

Család: Hyacinthaceae (*Scilla*, *Ornithogalum*, *Hyacinthus*, *Muscari*)

Család: Asparagaceae (*Asparagus*)

Család: Ruscaceae (*Convallaria*, *Ruscus*, *Polygonatum*, *Maianthemum*, *Sansevieria*, *Aspidistra*, *Dracaena*)

Család: Agapanthaceae (*Agapanthus*)

Ez utóbbi rend része az Amaryllidaceae, az Orchidaceae és az Iridaceae is (l. Függelék). Az orchideák valószínűleg testvércsoporti relációban vannak a rend többi családjával. A Liliales és Asparagales rendeket egyébként morfológiai alapon nem könnyű elválasztani. A Liliales rendben a maghéj jól fejlett epidermisszel és belső sejtsorral rendelkezik, a lepel gyakran pettyes-foltos, a nektáriumok pedig a lepellevelek és a porzók aljánál ülnek. Az Asparagales fajainál a lepel ritkán pettyes, a maghéj redukált szerkezetű, a nektáriumok pedig a termőlevelek közötti szeptumokhoz csatlakoznak. A Liliales rend arbuszkuláris mikorrhizája ún. *Paris*-típusú, míg az Asparagales-ben rendszerint *Arum*-típusú (SMITH és SMITH 1997).

HEYWOOD et al. (2007) az APG II-nél is tovább mennek a felaprításban, az Agavaceae-től elkülönítve az Anthericaceae (*Anthericum*, *Chlorophytum*) és a Hostaceae (*Hosta*) családokat. A Ruscaceae-t is túlzottan heterogénnek tartják, leválasztva belőle a Convallariaceae (*Convallaria*, *Aspidistra*, *Maianthemum*, *Polygonatum*) és a Dracaenaceae családokat, ez utóbbiban a *Sansevieria* genuszt beolvastva a *Dracaena*-ba. (Gondoljunk bele, ezek milyen jól megfértek együtt az egykori liliomfélék családjában!)

Acorus, Araceae és Lemnaceae (820–824)

Bár a kálmos torzsavirágzata első látásra a kontyvirágféléket idézi, a molekuláris elemzések hamar kimutatták, hogy az egyszikűek kládján az *Acorus* egy teljesen különálló, mégpedig az elsőként leágazó vonalon van (2. ábra). Az *Acorus* így egy új rendbe, illetve családba (Acoraceae) sorolandó, s mindezt GRAYUM már 1987-ben előre jelezte. Az Araceae családról egyébként kiderült, hogy az Alismatales-hez fűzi filogenetikai rokonság, s a renden belül az összes többi család testvércsoportja (l. Függelék). Az egykori Lemnaceae család pedig azért nem tartható, mert a békalencsék a kontyvirág klád egy belső, rendkívüli módon specializálódott vonala, és külön családba sorolásuk az Araceae-t parafiletikussá tenné (1. ábra, STOCKEY et al. 1997, ROTHWELL et al. 2004).

Akármekkorák is a Lemnaceae morfológiai eltérései a kontyvirágoktól, HEYWOOD et al. (2007) egyetértenek a fentiekkel.

Záró megjegyzések

Egy botanikus számára alapvető kérdés a törzsfá, a rendszer és a határozókulcs hármasának viszonya. Jelen cikk egyik fő üzenete, hogy az osztályozásnak a törzsfán kell alapulnia, tehát a parafiletikus, valamint a polifiletikus taxonokat meg kell szüntetnünk. A szerző tehát maximálisan az APG II-alapú rendszert javasolja, annak fokozottabb egyértelmősége miatt, akkor is, ha a tradícióval bizonyos családoknál nem egyeztethető össze. A határozás szempontjából azonban egyáltalán nincs szerepe a közös leszármazásnak, s valójában a LINNÉ-féle alapokon nyugvó kulcs sokkal egyszerűbb lenne, mint ha a filogenetikai osztályozásokra alapoznánk. A molekuláris bélyegeket, azaz a plasztisz, a mitokondrium és a sejtmag genomjaiból származó gének nukleotidszortrendjeit pedig – érthető módon – egyáltalán nem tudjuk a kulcsban felhasználni. Ugyanakkor a család szintű, a génuszok besorolását érintő változások beépítése a hazai fajok határozójába nem jelenthet túl nagy gondot, hiszen jó néhány taxonhoz már eddig is több úton juthattunk el a kulcsban. A határozókulcsot magát pedig nem befolyásolja az a mód, ahogy az egyes családok egymást követik a tárgyalási részben. A közel rokon családok egymás melletti szerepeltetésének nagy didaktikai értéke volt és van: a botanikusok igen sokat forgatják a határozókat, a családok egymásutánisága egy kézikönyvben ily módon tudat alatt is rögzülhet, elősegítve a filogenetikai viszonyok jobb ismeretét. A Függelékben az összes családot megadom oly módon, hogy a sorrend maximálisan összhangban legyen a törzsfával. A sorrend természetesen bizonyos fokig önkényes, hiszen egy adott törzsfára igen sok lineáris elrendezés illeszthető. (A fa minden egyes belső szögpontra elforgatható. Ha n taxonunk van, akkor a belső szögpontok száma egy teljesen dichotomikus törzsfában $n-1$ lesz, a lehetséges sorrendek száma pedig 2^{n-1}). HASTON et al. (2007) javasoltak már egy család-sorrendet („Linear APG”), de ez rendi szinten nincs összhangban a korábbi eredményekkel, hiszen a Caryophyllales és Santalales rendeket egyértelműen az asterid és a rosid klád közé helyezték. Amíg ez nem kap kellő alátámasztottságot, az APG II és STEVENS (2001) eredményeit veszem alapul. A sorrend a későbbiekben felhasználható a határozókönyv egy esetleges javított, a leszármazási viszonyokat implicite jobban kifejező változatában.

A növények, és általában az élővilág osztályozása persze sohasem volt, nincs és nem is lesz „kőbe vésve”, már csak azért sem, mert tudásanyagunk állandóan változik, bővül. Újabb paleontológiai leletek felbukkanása, több gén és taxon bevonása, valamint a genom szintű értékelések még okozhatnak kisebb-nagyobb meglepetéseket a törzsfá felépítésében, ezáltal a kapott osztályozásokban is. Annyi azonban bizonyos, még sohasem álltunk olyan közel a biológusok nagy álmának megvalósulásához, az élet fájának megszerkesztéséhez, a növényi filogenetikai viszonyok megbízható feltárásához, mint manapság.

Köszönetnyilvánítás

Elsősorban SIMON TIBORNak tartozom köszönettel, és nemcsak a vezérfonalat nyújtó nagyszerű határozóért, hanem sokirányú önzetlen segítségéért. A kézirat előző változatát támogató PÓCS TAMÁSnak és két anonim bírálómnak is köszönettel tartozom hasznos megjegyzéseikért ideértve azokat is, amelyekkel egyáltalán nem értettem egyet. ENGLONER ATTILA segítségével is lényeges volt néhány homályosan megfogalmazott rész tisztázásában.

IRODALOM – REFERENCES

- ALBACH D. C., MEUDT H. M., OXELMAN B. 2005: Piecing together the „new” Plantaginaceae. *Amer. J. Bot.* 92: 297–315.
- The Angiosperm Phylogeny Group. 2003: An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linnean Soc.* 141: 399–436.
- BEARDSLEY P. M., OLMSTEAD R. G. 2002: Redefining Phrymaceae: The placement of *Mimulus*, tribe Mimuleae and *Phryma*. *Amer. J. Bot.* 89: 1093–1102.
- BENNETT J. R., MATHEWS S. 2006: Phylogeny of the parasitic plant family Orobanchaceae inferred from phytochrome A. *Amer. J. Bot.* 93: 1039–1051.
- BREMER B., BREMER K., HEIDARI N., ERIXON P., OLMSTEAD R. G., ANDERBERG A., KALLERSJÖ M., BARKHORDARIAN E. 2002: Phylogenetics of asterids based on 3 coding and 3 non-coding chloroplast DNA markers and the utility of non-coding DNA at higher taxonomic levels. *Molec. Phyl. Evol.* 24: 274–301.
- BRUMMITT R. K. 2003: Further dogged defense of paraphyletic taxa. *Taxon* 52: 803–804.
- CANTINO P. D. 1992: Evidence for a polyphyletic origin of the Labiatae. *Annals Missouri Bot. Gard.* 79: 361–379.
- CHASE M. W., DUVAL M. R., HILLS H. G., CONRAN J. G., COX A. V., EGUIARTE L. E., HARTWELL J., FAY M. F., CADDICK L. R., CAMERON K. M., HOOT S. 1995: Molecular phylogenetics of Lilianae. In: *Monocotyledons: Systematics and Evolution* (Eds.: RUDALL P. J., CRIB P. J., CUTLER D. F., HUMPHRIES C. J.). Royal Botanic Garden, Kew, pp. 109–137.
- CRAVEN L. A. 2005: Malesian and Australian *Tournefortia* transferred to *Heliotropium* and notes on delimitation of Boraginaceae. *Blumea* 50: 375–381.
- DAHLGREN R. 1983: General aspects of angiosperm evolution and macrosystematics. *Nordic J. Bot.* 3: 119–149.
- DAHLGREN R. M. T., CLIFFORD H. T., YEO P. F. 1985: *The Families of the Monocotyledons: Structure, Evolution, and Taxonomy*. Springer, New York.
- ENDRESS M. E., BRUYNS P. V. 2000: A revised classification of the Apocynaceae s.l. *Bot. Rev.* 66: 1–56.
- FERGUSON D. M. 1998: Phylogenetic analysis and relationships in Hydrophyllaceae based on ndhF sequence data. *Syst. Bot.* 23: 253–268.
- GADEK P. A., ALPERS D. L., HESLEWOOD M. M., QUINN C. J. 2000: Relationships within Cupressaceae sensu lato: a combined morphological and molecular approach. *Amer. J. Bot.* 87: 1044–1057.
- GRAHAM S. A., HALL J., SYTSMAN K., SHI S. H. 2005: Phylogenetic analysis of the Lythraceae based on four gene regions and morphology. *Internat. J. Plant Sci.* 166: 995–1017.
- GRAYER R. J., CHASE M. W., SIMMONDS M. S. J. 1999: A comparison between chemical and molecular characters for the determination of phylogenetic relationships among plant families: An appreciation of Hegnauer's „Chemotaxonomie der Pflanzen”. *Biochem. Syst. Ecol.* 27: 369–393.
- GRAYUM M. H. 1987: A summary of evidence and arguments supporting the removal of *Acorus* from Araceae. *Taxon* 36: 723–729.
- HARRINGTON M. G., EDWARDS K. J., JOHNSON S. A., CHASE M. W., GADEK P. A. 2005: Phylogenetic inference in Sapindaceae sensu lato using plastid matK and rbcL DNA sequences. *Syst. Bot.* 30: 366–382.
- HASTON E., RICHARDSON J. E., STEVENS P. F., CHASE M. W., HARRIS D. J. 2007: A linear sequence of Angiosperm Phylogeny Group II families. *Taxon* 56: 7–12.
- HEYWOOD V. H., BRUMMITT R. K., CULHAM A., SEBERG O. 2007: *Flowering Plant Families of the World*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- HÖRANDL E. 2006: Paraphyletic versus monophyletic classifications – evolutionary versus cladistic classifications. *Taxon* 55: 564–570.
- HUANG Y. L., SHI S. H. 2002: Phylogenetics of Lythraceae sensu lato: A preliminary analysis based on chloroplast rbcL gene, psaA-ycf3 spacer, and nuclear rDNA internal transcribed spacer (ITS) sequences. *Internat. J. Plant Sci.* 163: 215–225.
- INGROUILLE M., EDDIE B. 2006: *Plants: Evolution and Diversity*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- JUDD W. S., CAMPBELL C. S., KELLOGG E. A., STEVENS P. E., DONOGHUE M. J. 2002: *Plant Systematics. A Phylogenetic Approach*. 2nd ed. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. pp. 576.
- JUDD W. S., MANCHESTER S. R. 1998: Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *Brittonia* 49: 384–405.
- KALLERSJÖ M., BERGQVIST G., ANDERBERG A. A. 2000: Generic realignment in primuloid families of the Ericales s.l.: A phylogenetic analysis based on DNA sequences from three chloroplast genes and morphology. *Amer. J. Bot.* 87: 1325–1341.

- KLAK C., KHUNOU A., REEVES G., HEDDERSON T. 2003: A phylogenetic hypothesis for the Aizoaceae (Caryophyllales) based on four plastid DNA regions. *Amer. J. Bot.* 90: 1433–1445.
- KRON K. A., JUDD W. S., STEVENS P. F. 2002: Phylogenetic classification of Ericaceae: Molecular and morphological evidence. *Bot. Rev.* 68: 335–423.
- KUSUMI J., TSUMURA Y., YOSHIMARU H., TACHIDA H. 2000: Phylogenetic relationships in Taxodiaceae and Cupressaceae sensu stricto based on MATK gene, CHLL gene, TRNL–TRNF IFS region, and TRNL intron sequences. *Amer. J. Bot.* 87: 1480–1488.
- LLAMAS K. A. 2003: *Tropical Flowering Plants. A Guide to Identification and Cultivation*. Timber Press, Portland, Oregon, USA.
- MULLER K., BORSCH T. 2005: Phylogenetics of Amaranthaceae based on matK/trnK sequence data – Evidence from parsimony, likelihood, and Bayesian analyses. *Annals Missouri Bot. Gard.* 92: 66–102.
- OLMSTEAD R. G., DePAMPHILIS C. W., WOLFE A. D. et al. 2001: Disintegration of the Scrophulariaceae. *Amer. J. Bot.* 88: 348–361.
- PLUNKETT G. M., LOWRY P. P., FRODIN D. G., WEN J. 2005: Phylogeny and geography of *Schefflera*: Pervasive polyphyly in the largest genus of Araliaceae. *Annals Missouri Bot. Gard.* 92: 202–224.
- PODANI J. 2003: *A szárazföldi növények evolúciója és rendszertana*. Eötvös Kiadó, Budapest, 296 pp.
- PODANI J. 2005: *Földindulás a szárazföldi növények osztályozásában*. Eötvös Kiadó, Budapest, 88 pp.
- RAHMANZADEH R., MULLER K., FISCHER E., BARTELS D., BORSCH T. 2005: The Linderniaceae and Gratiolaceae are further lineages distinct from the Scrophulariaceae (Lamiales). *Plant Biol.* 7: 67–78.
- REEVES P. A., OLMSTEAD R. G. 1998: Evolution of novel morphological and reproductive traits in a clade containing *Antirrhinum majus* (Scrophulariaceae). *Amer. J. Bot.* 85: 1047–1056.
- ROTHWELL G. W., VAN ATTA, M. R., BALLARDS, JR., H. E., STOCKEY R. A. 2004: Molecular phylogenetic relationships among Lemnaceae and Araceae using the chloroplast trnL-trnF intergeneric spacer. *Molec. Phyl. Evol.* 30: 378–385.
- Royal Botanic Gardens, Kew. Vascular Plant Families and Genera. <http://www.rbgbkew.org.uk/data/genlist.html#FA>
- SIMMONS M. P., SAVOLAINEN V., CLEVINGER C. C., ARCHER R. H., DAVIS J. I. 2001: Phylogeny of the Celastraceae inferred from 26S nuclear ribosomal DNA, phytochrome B, rbcL, atpB, and morphology. *Mol. Phylogenet. Evol.* 19: 353–366.
- SIMON T. 2000: *A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 976 pp.
- SMITH A. R., PRYER K. M., SCHUETTPELZ E., KORALL P., SCHNEIDER H., WOLF P. G. 2006: A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705–731.
- SMITH F. A., SMITH S. E. 1997: Structural diversity in (vesicular)-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.* 137: 373–388.
- SOLTIS D. E., SOLTIS P. S., CHASE M. W., MORT M. E., ALBACH T. D., ZANIS M., SAVOLAINEN V., HAHN W. H., HOOT S. B., FAY M. F., AXTELL M., SWENSEN S. M., PRINCE L. M., KRESS W. J., NIXON K. C., FARRIS J. S. 2000: Angiosperm phylogeny inferred from 18S rDNA, rbcL, and atpB sequences. *Bot. J. Linnean Soc.* 133: 381–461.
- STEFANOVIC S., JAGER M., DEUTSCH J., BROUTIN J., MASSELOT M. 1998: Phylogenetic relationships of conifers inferred from partial 28S rRNA gene sequences. *Amer. J. Bot.* 85: 688–697.
- STEVENS P. F. 2001: Angiosperm Phylogeny Website. Version 7, May 2006 [and more or less continuously updated since]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- STOCKEY R. A., HOFFMAN G. L., ROTHWELL G. W. 1997: The fossil monocot *Limnobiophyllum scutatum*: Resolving the phylogeny of Lemnaceae. *Amer. J. Bot.* 84: 355–368.
- SYTSMA K. J., MORAWETZ J., PIRES J. C., NEPOKROEFF M., CONTI E., ZHRA M., HALL J. C., CHASE M. W. 2002: Urticalean rosids: Circumscription, rosid ancestry, and phylogenetics based on rbcL, trnL-F, and ndhF sequences. *Amer. J. Bot.* 89: 1531–1546.
- TANK D. C., BEARDSLEY P. M., KELCHNER S. A. et al. 2006: Review of the systematics of Scrophulariaceae s.l. and their current disposition. *Aust. Syst. Bot.* 19: 289–307.
- UJHELYI P. (szerk.) 2006: *A Kárpát-medence gombái és növényei*. Kossuth Kiadó, Budapest.
- VALIEJO-ROMAN C. M., TERENTIEVA E. I., SAMIGULLIN T. H., PIMENOV M. C. 2002: Relationships among genera in Saniculoideae and selected Apioideae (Umbelliferae) inferred from nrITS sequences. *Taxon* 51: 91–101.
- ZHANG L. B., SIMMONS M. P. 2006: Phylogeny and delimitation of the Celastrales inferred from nuclear and plastid genes. *Syst. Bot.* 31: 122–137.

NEW PHYLOGENETIC CLASSIFICATIONS AND THE VASCULAR FLORA OF HUNGARY

J. Podani

Eötvös Lóránd University, Department of Plant Taxonomy and Ecology,
Pázmány Péter sétány 1/C, Budapest, H-1117, Hungary; e-mail: podani@ludens.elte.hu

Accepted: 17 April 2007

Keywords: taxonomic changes, molecular phylogenetic analysis, angiosperm and gymnosperm families

This paper lists taxonomic changes concerning the vascular flora of Hungary, including cultivated species, with emphasis on the family level classification. The discussion follows the structure of the identification book by T. SIMON family by family to show how recent molecular phylogenetic analyses have reshaped our knowledge of these taxa. Whereas cladistic analyses based on both morphology and molecular data support the separation of many classical angiosperm families, there are minor changes in many plant groups as well as major rearrangements in the traditional Liliaceae and Srophulariaceae. The Appendix lists relevant angiosperm orders and families in a linear arrangement potentially useful in new editions of floras and identification books.

Függelék – Appendix

A hazai flóra – és dísznövénytermesztés – szempontjából fontos zárwatermő rendek és családok törzsfára illeszkedő sorrendje (összhangban az 1. ábrával). * jelöli a változásokkal érintett családokat.

(A rendeken belüli sorrend HASTON et al. (2007) szerint.)

Classification of angiosperm taxa occurring in Hungary, with best fit to the phylogenetic tree of Figure 1. The sequence of families within orders follows Haston et al. (2007).

- (1) Magnolids and paleoherbs; (2) Monocots; (3) Eudicots; (4) Basal and core angiosperm clades; (5) Rosid clade; (6) Basal and core rosids; (7) Eurosid I (fabid) clade; (8) Eurosid II (malvid) clade; (9) Asterid clade; (10) Basal and core asterids; (11) Euasterid I (lamiid) clade; (12) Euasterid II (campanulid) clade.

MAGNOLIDÁK és ÓSLÁGYSZÁRÚAK (1)

Nymphaeales	Nymphaeaceae
Ceratophyllales	Ceratophyllaceae
Magnoliales	Magnoliaceae
Piperales	Piperaceae
	Aristolochiaceae

EGYSZIKŰEK (2)

Acorales	Acoraceae*
Alismatales	Araceae*
	Alismataceae
	Butomaceae
	Hydrocharitaceae*
	Juncaginaceae
	Potamogetonaceae*
Dioscoreales	Dioscoreaceae
Liliales	Melanthiaceae
	Colchicaceae*
	Alstroemeriaceae*
	Liliaceae*
Asparagales	Orchidaceae
	Iridaceae
	Hemerocallidaceae*
	Asphodelaceae*
	Amaryllidaceae
	Agapanthaceae*
	Alliaceae*
	Asparagaceae*
	Ruscaceae*
	Agavaceae*
	Hyacinthaceae*
Arecales	Arecaceae
Poales	Bromeliaceae
	Typhaceae
	Sparganiaceae
	Juncaceae
	Cyperaceae
	Poaceae
Commelinales	Commelinaceae
Zingiberales	Strelitziaceae
	Cannaceae

VALÓDI KÉTSZIKŰEK (3)

ALAPI HELYZETŰ és KÖZPONTI KLÁDOK (4)

Ranunculales	Papaveraceae (incl. Fumariaceae)
	Berberidaceae

Rendszertani változások és a hazai edényes flóra

	Ranunculaceae
Proteales	Platanaceae
Buxales	Buxaceae
Caryophyllales	Tamaricaceae
	Plumbaginaceae
	Polygonaceae
	Droseraceae
	Caryophyllaceae
	Amaranthaceae*
	Portulacaceae
	Cactaceae
	Aizoaceae*
	Phytolaccaceae
	Nyctaginaceae
Santalales	Santalaceae*
	Loranthaceae*
Saxifragales	Paeoniaceae
	Grossulariaceae
	Saxifragaceae
	Crassulaceae
	Haloragaceae
Vitales	Vitaceae

ROSID KLÁD (5)

ALAPI HELYZETŰ és KÖZPONTI KLÁDOK (6)

Crossosomatales	Staphyleaceae
Geraniales	Geraniaceae
Myrtales	Lythraceae*
	Onagraceae
	Myrtaceae

EUROSID I (FABID) KLÁD (7)

Zygophyllales	Zygophyllaceae
Celastrales	Parnassiaceae*
	Celastraceae
Malpighiales	Euphorbiaceae
	Elatinaceae
	Linaceae
	Hypericaceae
	Violaceae
	Salicaceae
Oxalidales	Oxalidaceae
Fabales	Fabaceae
	Polygalaceae
Rosales	Rosaceae
	Elaeagnaceae
	Rhamnaceae
	Ulmaceae*
	Cannabaceae*
	Moraceae
	Urticaceae
Cucurbitales	Cucurbitaceae
	Begoniaceae
Fagales	Fagaceae
	Juglandaceae
	Betulaceae

EUROSID II (MALVID) KLÁD (8)		
Brassicales		Tropaeolaceae Resedaceae Brassicaceae
Malvales		Malvaceae* Thymelaeaceae Cistaceae
Sapindales		Anacardiaceae Sapindaceae* Simaroubaceae Rutaceae

ASTERID KLÁD (9)		
ALAPI és KÖZPONTI HELYZETŰ KLÁDOK (10)		
Cornales		Cornaceae Hydrangeaceae
Ericales		Balsaminaceae Polemoniaceae Theophrastaceae* Primulaceae* Myrsinaceae* Theaceae Ericaceae*

EUASTERID I (LAMIID) KLÁD (11)		
Gentianales		Rubiaceae Gentianaceae Apocynaceae*
Boraginales		Boraginaceae*
Lamiales		Oleaceae Gesneriaceae Plantaginaceae* Scrophulariaceae* Gratiolaceae* Linderniaceae* Lamiaceae* Phrymaceae* Orobanchaceae* Lentibulariaceae Acanthaceae Bignoniaceae Verbenaceae*
Solanaceae		Convolvulaceae Solanaceae

EUASTERID II (CAMPANULID) KLÁD (12)		
Aquifoliales		Aquifoliaceae
Apiales		Araliaceae* Pittosporaceae Apiaceae*
Dipsacales		Adoxaceae* Caprifoliaceae* Linnaeaceae Dipsacaceae Valerianaceae
Asterales		Campanulaceae Menyanthaceae Asteraceae
