



SZÉKFOGLALÓ ELŐADÁSOK A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIÁN

Mátyás Csaba

GÉNEK, ÖKOSZISZTÉMÁK,
GAZDÁLKODÁS:
ERDÉSZET – PARADIGMAVÁLTÁS UTÁN



Terintetes Nagy 97

személyi szabályainak 32. és a leg szót:
újra újran választott tag, a külső kivétel
szabályába tartozó dolgozat felolvasásáért,
személyes megnevezés esetén beüldö
legfelelő egy év alatt széklet foglalt; külsőben meg

széklet megnevezésén.
Lehetetlen esetek, melyekben kivált vidéken la
gátolható a határvit meg tartani: de hallgat
elűzni a szabály meg nem tartatását, amelly
mint összes szabályzatunkat székletbe tekintem
következésképpen figyelembe kell venni J. Aladein
széklettel.

Indoklásba hozatik tehát, hogy egyelőre az
1861. igt. választott széklet foglalt által meg nem
kelt ^{rendes} tagok neve a kivételről kivétel nélkül, az 1861-
és 1865-ig választott a szabályokra emeltek szerint, jö
vőre pedig a titokzatos hivatal oda utasították, jö
evidenciában tartás végett az újban választottakat,
míg széklet nem foglaltat, a sorozatba fel ne vegye.

1865. jan. 26.
Zollner Mór
Lugany Béla
Hollán Ernő

853
1865
Kemény László
Königsberg László
Jóshörményi
r. tag Jolly János utca
Csongoró utca 3

Mátyás Csaba

GÉNEK, ÖKOSZISZTÉMÁK, GAZDÁLKODÁS:
ERDÉSZET – PARADIGMAVÁLTÁS UTÁN

SZÉKFOGLALÓK
A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIAÁN

A 2004. május 3-án megválasztott
akadémikusok székfoglalói

Mátyás Csaba

GÉNEK, ÖKOSZISZTÉMÁK, GAZDÁLKODÁS:
ERDÉSZET – PARADIGMAVÁLTÁS UTÁN



Magyar Tudományos Akadémia • 2014

Az előadás elhangzott 2005. február 23-án

Sorozatszerkesztő: Bertók Krisztina

Olvasószerkesztő: Laczkó Krisztina

Borító és tipográfia: Auri Grafika

ISSN 1419-8959

ISBN 978-963-508-774-7

© Mátyás Csaba

Kiadja a Magyar Tudományos Akadémia
Kiadásért felel: Lovász László, az MTA elnöke
Felelős szerkesztő: Kindert Judit
Nyomdai munkálatok: Kódex Könyvgyártó Kft.

*Az erdészeti genetika kutatása tulajdonképpen
a határtalan komplexitás megértésére, mintázatok,
kapcsolatok feltárására irányuló küzdelem,
a gének szintjétől az ökoszisztémáig.*

G. Namkoong (2001)¹

Paradigmaváltás és előzményei

Az erdő és az erdőgazdálkodás szereplése a közvéleményben és a médiában évek óta erősödni látszik, és messze meghaladja az ágazat tisztán gazdasági jelentőségét. Megjelent egy új társadalmi érzékenység, amely a természeti környezet és azon belül az erdő károsodására, károsítására emocionálisan reagál, gondoljunk akár a Zengőn építendő radarállomás vagy a tátrai orkánkatasztrófa visszhangjára [1]. Az urbánus társadalmi csoportok szemében az erdőgazdálkodás a „természeti egyensúlyt” veszélyeztető tevékenység. Az aggodalmak háttere egy új keletű társadalmi szorongás, amelyet a globális környezet, azon belül az erdők állapotának romlásáról szóló híradások táplálnak (Mátyás 2004c, 2006b, Mátyás, Vig 2004, Führer, Mátyás 2005b).

A társadalmi megítélés változásával egy időben szakmai körökben is jelentős feszültségek léptek fel, amelyeket a rendszerváltás gazdasági és intézményi átrendeződései váltottak ki. A korábbi társadalmi elvárások és a tradicionális

¹ Gene Namkoong (1934–2002) amerikai–kanadai erdészeti genetikus, a tudományterület egyik meghatározó személyisége volt.

szakmai elvek megkérdőjelezése új utak keresésére ösztönöztek – nemcsak a gazdálkodás mikéntjét, hanem tudományos alapjait tekintve is.

Az erdészettudomány oldaláról a kérdés úgy fogalmazható meg, hogy definiálhatók-e olyan új alapelvek, amelyekre építve az erdőgazdálkodás gyakorlata közelíthető az elvárásokhoz. Más szóval: egy új paradigma meghatározásának van-e természettudományos háttere [2]?

Az erdészetben évszázados hagyománya van a tartamosság paradigmájának, amelyre méltán lehetünk büszkéek.² A tradíciók változatlan továbbvitele azonban egy ponton túl szűnni nem akaró konfliktusok forrása lehet, ezért el kell fogadni a paradigmaváltással járó megrázkódtatásokat (Solymos et al. 2001, Solymos 2006, Asztalos 2004).

Esetünkben *a paradigmaváltás középpontjában az erdő mint ökoszisztéma működőképességének a gazdálkodás feltételei közötti megőrzése áll.* A továbbiakban ennek a kérdéskörnek néhány evolúciós, ökológiai és genetikai aspektusát foglalkoztatjuk össze.

Alkalmazkodóképesség: az ökoszisztéma működőképességének a feltétele

Egy, részben megbízható rendszerességgel, részben szabálytalanul fluktuáló környezetben funkcionáló ökoszisztéma működőképességét elsősorban az élő rendszert alkotó fajok *alkalmazkodóképessége* fogja meghatározni, amelyet a faji diverzitás mellett a genetikai változatosság határoz meg. Mind a fajösszetétel, mind pedig a fajon belüli genetikai diverzitás, evolúciós és történeti előzmények terméke, amelyet az ökológiai feltételek foglalnak keretbe. A folyamatosan változó feltételek az erdei ökoszisztémában komplex ökológiai, genetikai

² A tartamosság fogalmáról, értelmezésének változásáról l. Mátyás, 1994.

és evolúcióbiológiai folyamatokat generálnak, amelyekkel az evolúciós ökológia foglalkozik [3].

Az erdei ökoszisztémák működésképeségével, alkalmazkodóképességével kapcsolatosan alapvetően két, a gazdálkodás irányát és eredményességét meghatározó evolúcióökológiai kérdés tehető fel:

- milyen ökológiai, evolúciós és történeti hatások befolyásolták az erdészetileg jelentős fajok genetikai strukturáltságát, és ezeket milyen mértékben szükséges figyelembe venni és fenntartani;
- hogyan optimálható a szelektív beavatkozás és erőforrás-hasznosítás az ökoszisztémában, a hosszú távú stabilitás és evolúcióképeség megőrzése mellett?

Az alkalmazkodás szempontjából elsőrendűen fontos adaptív tulajdonságok genetikai hátterének feltárása azonban időigényes és költséges feladat. Az elmúlt évtizedekben a nemzetközi erdészeti genetikai kutatás csak a kiemelkedően fontos vagy jelentősen veszélyeztetett fajok genetikai feltárásában haladt előre, és nincs remény arra, hogy valamennyi gazdaságilag jelentős vagy védelemre érdemesült erdei faj genetikáját belátható időn belül megismerjük (Mátyás 1997b).

Emellett mind a mai napig áthidalhatatlannak tűnő űr tátong a molekuláris genetikai módszerekkel feltárt, legnagyobb részt semleges hatásúnak tekinthető diverzitásinformációk és a terepi kísérletekben meghatározható kvantitatív genetikai diverzitásmintázatok között (Mátyás 1999b). Az előtűnk álló évek talán legfontosabb feladata a genotípus és a fenotípus szintjén kimutatott jelenségek közös nevezőre hozása, amelyhez a genetika és az ökológia eszköztáranak együttes igénybevétele szükséges. Mivel a legtöbb fajtára vonatkozóan részletes genetikai ismeretek helyett csak ökológiai információk

állnak rendelkezésre (elterjedési mintázat, életstratégia, ökológiai igények stb.), ezért fontos, hogy a genetikai strukturáltságot kiváltó hatásokat és általános törvényszerűségeket megismerjük, annak érdekében, hogy az erdei fafajok és az erdei ökoszisztémák tartamos kezelése és védelme megfelelően tervezhető legyen legalább az „intelligens becslés” („educated guess”) szintjén.

Lehetőségek a környezeti oszcilláció hatásaihoz való alkalmazkodásra

Egy adott időpillanatban (és az evolúció időskáláján az erdőgazdálkodás csupán ennyi) a környezeti változatosság szélsőségeire és kiegyensúlyozására többféle ökológiai vagy evolúciós válasz adható.

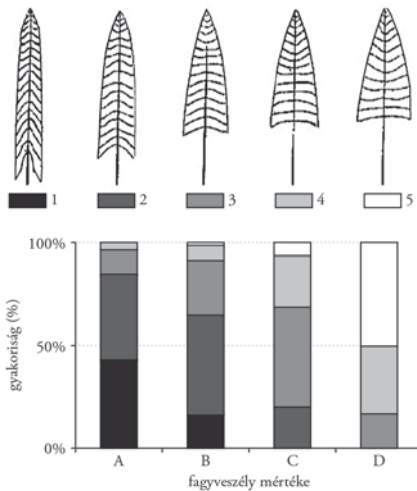
A faj vagy ökoszisztéma szintjén a térségi változásokra adható válasz a migráció, mag vagy pollen térbeli terjedése útján. Bőséges adatokkal rendelkezünk arról, hogy ez a folyamat a földtörténeti múltban, a glaciálisok és az interglaciálisok váltakozásában hogyan zajlott. A jövőben várható változások megoldásaként is a legtöbb előrejelzés a migráció lehetőségeit elemzi, illetve veti fel [4].

A populáció szintjén a természetes szelekció módosítja a génekészletet a környezet változásának megfelelően. Fisher fitnesztörvénye rámutat arra, hogy a gyors és hatékony genetikai adaptáció előfeltétele az elegendően nagy genetikai diverzitás. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a természetes szelekció minden esetben képes kiegyenlíteni a környezeti oszcilláció hatásait (Mátyás 1997a, 2006a, Savolainen et al. 2004). Maga Darwin is kihangsúlyozta, hogy a természetes szelekció működése korántsem tökéletes [5].

Az egyedi genotípus szintjén a környezeti hatásokat elsősorban a fenotípusos plaszticitás egyenlíti ki, de – ma még nem kellően feltárt mértékben – közrejátszanak *epigenetikus változások* is (Skröppa–Johnsen 2000, Martienssen–

Colot 2001). A *fenotípusos plaszticitás* lehetővé teszi a túlélést nagyon eltérő vagy erősen változó környezetben, genetikai változás nélkül. Végso soron a plaszticitás határozza meg azokat a kritikus határértékeket, amelyeken belül az egyed, illetve a populáció életképes (Jablonka et al. 1995).

A természetes körülmények között folyamatosan változó környezet *valamennyi* alkalmazkodási lehetőség egyidejű működését váltja ki. A *fenotípusok tényleges eloszlása, gyakorisága ezért nem vezethető vissza egyetlen mechanizmus, így például a természetes szelekció hatására*, és részt vesznek benne olyan pillanatnyi alkalmazkodást gátló véletlen hatások is, mint a génáramlás, a drift, a migrációs történeti előzmények, a mutáció stb. Ezáltal a génkészlet diverzitása (és a populáció alkalmazkodóképessége) bizonyos határok között fennmarad (1. ábra).



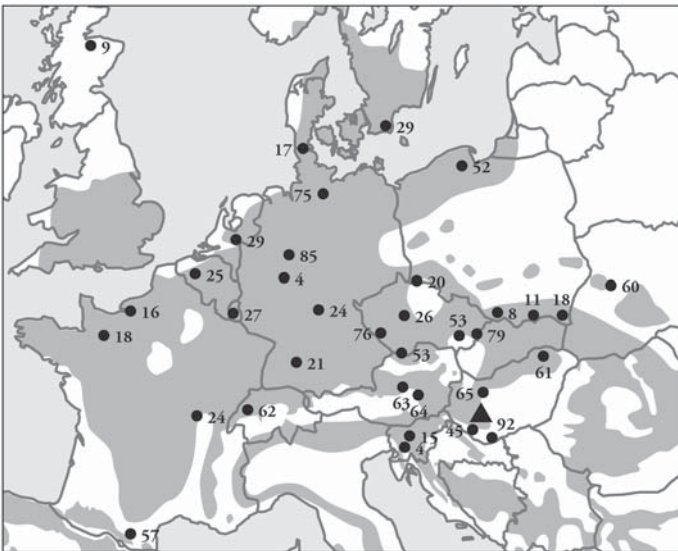
1. ábra. Lucfenyő-koronaalak típusok gyakorisága a Szlovén-Alpokban: a gyakorisági értékek a természetes szelekció, a fenotípusos plaszticitás és a valószínű epigenetikus hatások egyidejű működésének eredői

Az oszlopdiagramok az eltérő fagyveszélyeztettségű termőhelyek gyakoriságait mutatják:

A: többör, erős fagyzug; B: fagyveszélyes fennsík; C: átmeneti felszín; D: nem fagyveszélyes fekvések

(Z. Grec adataiból, Mátyás 2002a)

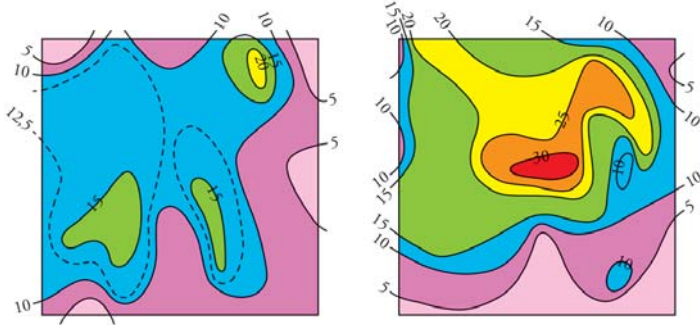
A populációkban tartalékolto, illetve felhalmozott genetikai diverzitás fő funkciójaként általában az ökológiai „finombeállítás” tekintik, vagyis a konkrét élőhely, termőhely ökológiai feltételeihez való szoros alkalmazkodást. Ám túl azon, hogy ez a „finombeállítás” éppen genetikai okokból nem lehet túlságosan szoros (Mátyás 2004), nem árt figyelembe venni, hogy *a fajok élettani toleranciatárait is genetikai tényezők határozzák meg, tehát a fajai vagy populációszintű génekészlet nemcsak a helyi alkalmazkodást, hanem a fajai jelenlétet is közvetlenül befolyásolja, sok esetben eldönti.*



2. ábra. A bikk fenológiai változatossági mintázata az elterjedési területen belül.

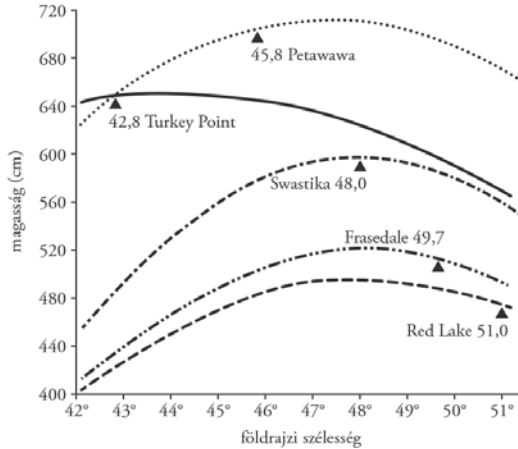
Az ábra a Zala megyei Bucsután létesített közös tenyészkerti kísérletben, a telepítést követő tavaszon, a 14. héten kihajtott csemeték százalékat mutatja az eredeti származási helyre vetítve. (A háromszög a kísérlet helyszínét jelöli.) A kontinentális populációk korai fakadása (Kárpát-medence, Ukrajna) és az atlantiak (Észak-Franciaország, Skócia) késeiése, azaz magasabb hőösszegigénye a regionálisan eltérően ható szelektációs nyomás bizonyítéka (Mátyás 2002a)

A diverzitás fenntartását kell, hogy elősegítse, egyúttal a természetes szelekció érvényesülését gátolja a számos erdei fafaj esetében kimutatott, korábban nem feltételezett mértékű génáramlás (pl. Lindgren et al. 1995). Fenyőmagtermesztő ültetvényekben 50%-ot elérő vagy meghaladó idegen eredetű virágrport mutatnak ki genetikai markerekkel. A genetikai markertechnika korlátai miatt feltételezhetően ennél nagyobb hatás is valószínűsíthető. Saját, léhamagtartalom elemzésére alapozott vizsgálataim szerint a beporzás körülményeitől függően, állományszegélyben akár 95%-ot is elérő külső eredetű termékenyítés is kimutatható erdeifenyő esetében (3. ábra).



3. ábra. Egy 1 ha kiterjedésű erdeifenyő-ültetvényben léhamagtartalom-vizsgálatok alapján meghatározott „saját”, azaz állományon belüli virágrpor százalékos részaránya a termékenyítésben, 24 és 25 éves korban (Mátyás 2002a)

Ekkora mértékű génáramlás mellett optimumot megközelítő alkalmazkodottságot nehéz elképzelni. A közös tenyészkerti kísérletek tanúsága szerint az alkalmazkodottság korlátossága, az általam „adaptációs késésnek” elnevezett jelenség (*adaptation lag* – Mátyás 1990) ki is mutatható. A banks-, erdei- és lucfenyő nemzetközi közös tenyészkerti kísérleteit elemezve, a számított válaszregressziók lefutásából jól követhető, hogy a görbék optimuma a legritkább esetben esik egybe a kísérleti helyszínen őshonos populáció teljesítményével (4. ábra).



4. ábra. Banksfenyő (*Pinus banksiana*) különböző földrajzi szélességről származó populációi 15 éves kori magasságának válaszregresszió-polinomjai öt Ontario állambeli kísérletben. A kísérletek földrajzi szélességét háromszög jelzi. Amennyiben a helyi őshonos populáció teljesítménye lenne a legjobb, a kísérleti helyszín egybe kellene essen a görbék maximumával (Mátyás 1987, 2002a)

Időközben számos más fafajjal is igazolták az általam általános érvényűnek tartott összefüggést Észak-Amerikában és Észak-Euráziában is (pl. Rehfeldt et al. 2003, Beaulieu–Rainville 2005, Geburek 2005 stb.). Az erőteljes génáramlással rendelkező fajok esetében ez a körülmény egyúttal megerősíti, hogy a termőhely alkalmazkodás mintázata a korábban feltételezettnél durvább lehet. Így „szelektív környezeti szomszédságok” (SEN) helyett inkább adaptívan homogén területekről (AHA) beszélhetünk, amelyek genetikailag nem mindig tükrözik a szorosan vett helyi viszonyokat (Mátyás 2004a, l. még [6]).

Az adaptációs késés jelensége a szelekciós optimálás önszabályozó módon bekövetkező korlátozottságának kézzelfogható bizonyítéka. Mindezek miatt érdemes megvizsgálni azt a kérdést, hogy önmagában a fás életforma határoz-e meg jellegzetes törvényszerűségeket a fenntartott genetikai diverzitás tekintetében.

Genetikai diverzitás és a fás életforma

A környezeti bizonytalanság hatása és jelentősége nem minden fajra azonos mértékű. Kiegyenlítettebb feltételei miatt a tengeri és édesvízi környezet az ott élő fajok számára kiszámíthatóbb, mint a teresztris környezet (nem véletlen, hogy utóbbi meghódítása az evolúció során százmillió éveket igényelt). A szárazföldi környezetben élő mobilis fajok számára alapvető kérdés, hogy képesek-e mobilitásuk révén a számukra megfelelő környezetet felkeresni, illetve a kedvezőtlen hatások elől elvándorolni.

A helyhez kötött (szesszilis) életmód eleve nagyobb környezeti inhomogenitást elviselését előfeltételezi. A szesszilis növényfajok helyváltoztatása és élőhely-szelekciója csak az újabb nemzedék térfoglalása, migrációja révén valósulhat meg, vagyis ebből a szempontból *a faj élettartama, a generációk hossza, az ivarérettségig szükséges időtartam hossza meghatározó jelentőségű*. A kedvezőtlen környezeti hatások térbeni, de főleg időbeni fluktuációjának kivédésére a növényvilágban különböző stratégiákat találunk, amelyek leírását, tipizálását életformák révén elsőként Raunkiaer végezte el. A kedvezőtlen feltételek elviselése szempontjából a legszélsőségesebb életforma az egynyáriaké, amelyek a kedvezőtlenül száraz vagy hideg időszakot mag formájában akár évekre-évtizedekre is képesek elviselni. Ugyanakkor a fás életformájú fajok, különösen ha nagyon hosszú élettartamúak, a környezeti változások sokkal nagyobb szélsőségeinek elviselésére kell berendezkedjenek (Mátyás 2000a, 2002c).

Kézenfekvő, hogy *az élettartamtól és életformától függően, az egyes élőlénycsoportok genetikai variabilitás-felhalmozásának és -tartalekolásának stratégiai eltérések*. Az élettartam és az életforma genetikai diverzitásra és strukturáltságra kifejtett hatását különböző fajcsoportok géndiverzitás-adatai összehasonlítása révén lehet elemezni. Erre a célra például az izoenzim-alapú genetikai diverzitás használható fel [7].

Különböző élőlénycsoportok átlagos heterozigózisát egybevetve a legalacsonyabb értékeket a gerinceseknél találjuk (1. táblázat, 5. ábra). Kiemelkedő viszont a példaként szereplő bükk adata. Nehéz lenne vitatni, hogy a heterozigótaarány összefüggésben van a faj mobilitásával, illetve helyhezkööttségével.

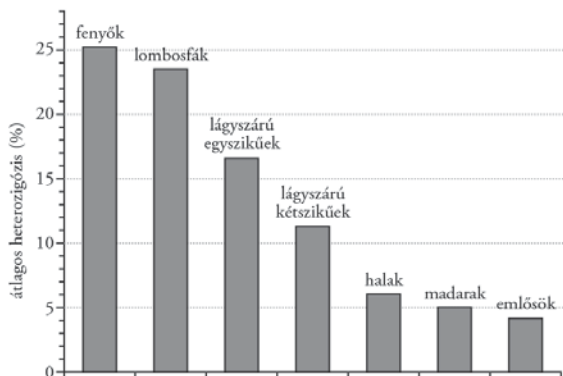
1. táblázat. Átlagos heterozigótaarány (H) néhány élőlénycsoportban

Faj (csoport)	Vizsgált enzimlokuszok száma	H
Ember	70	0,067
14 rágcsálófaj átlaga	18–41	0,056
Gerinces fajok átlaga	18–70	0,054
19 ecetmuslicafaj átlaga	11–33	0,145
Gerinctelen fajok átlaga	17	0,100
Növényfajok átlaga	10–30	0,150
Bükk, 14 magyar populáció átlaga*	11	0,274!

* (Comps, Mátyás et al. 1998 adataiból)

Az 5. ábrán látható, hogy a növényfajok diverzitása kiemelkedően magas az állatfajokhoz képest, ezen belül a zárwatermő, kétszikű fajok átlagos heterozigózisa kétszerese a lágyszárú, kétszikű fajokénak. A nyitwatermő fenyők átlaga pedig még ennél is magasabb.

A fás növényekre vonatkozó diverzitásadatok értelmezéséhez érdemes áttekinteni a magasabb rendű növényekre, életformák szerint megállapított részletesebb genetikai diverzitásmutatókat (2. táblázat).



5. ábra. Az átlagos heterozigóizás százalékos értéke ($H \times 100$) néhány élőlénycsoportra (Mátyás 2002a)

2. táblázat. Különböző életformákhoz tartozó 662 növényfaj enzimlokuszokra számított átlagos diverzitása, a fajon, illetve populáción belül (Hamrick et al., 1992, adataiból l. Mátyás 2002a)

Életforma	Szint	P	A	A_e	H_e	G_{ST}
Egynyári	fajon belül	49,2	2,02	1,22	0,15	0,36
	pop. belül	29,4	1,45	1,14	0,10	
Évelő lágyszárú	fajon belül	43,4	1,75	1,16	0,12	0,25
	pop. belül	28,3	1,39	1,12	0,10	
Évelő fásszárú	fajon belül	43,6	1,66	1,13	0,11	0,16
	pop. belül	31,7	1,54	1,11	0,10	
Hosszú életű, lágyszárú	fajon belül	39,3	1,64	1,15	0,12	0,28
	pop. belül	21,5	1,32	1,09	0,08	
Hosszú életű, fásszárú	fajon belül	65,0	2,22	1,24	0,18	0,08
	pop. belül	49,3	1,76	1,20	0,15	

Jelmagyarázat: P = polimorf génhelyek százaléka; A = génhelyenkénti átlagos allélszám; A_e = effektív allélszám; H_e = heterozigóta-arány; G_{ST} = a fajon belül, populációk között mért differenciáltság. Az elemzésben a fajonkénti populációk száma átlagosan 12, a vizsgált lokuszok száma 17 volt

Más életformájú fajokkal összehasonlítva, a hosszú életű fás növények több polimorf lokusszal és több alléllal rendelkeznek, genetikai diverzitásuk nagyobb. (Az egynyári fajok viszonylag magas lokuszonkénti allélszáma részben annak a következménye, hogy az összeállításban a nagyon változatos génkészletű gabonafélék is szerepelnek.)

A 2. táblázat utolsó oszlopa a fajon belüli genetikai differenciálódás mértékét mutatja. A számított G_{ST} érték a fajon belül mért összes genetikai variabilitás azon részét adja meg, amely a populációk közötti genetikai különbségekre vezethető vissza. Feltűnő, hogy az erdei fák populációk közötti differenciáltsága alacsony ($G_{ST} = 0,085$). A lágyszárú fajok esetében ellentétes tendenciák figyelhetők meg, populációk közötti differenciáltságuk minden összehasonlításban magasabb.

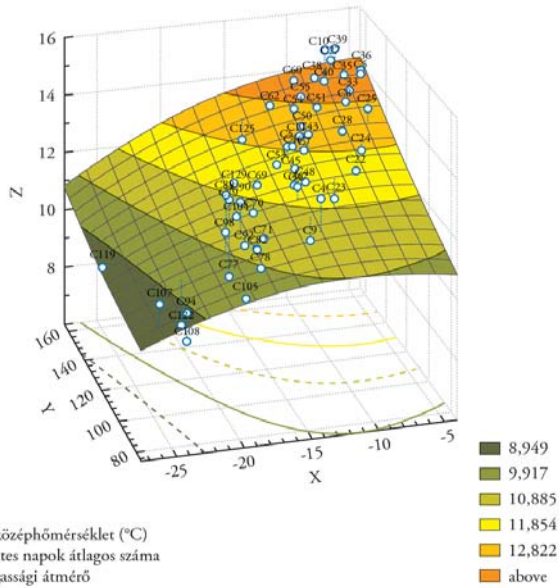
Az adatok értelmezéséhez meg kell jegyezni, hogy a fás növények csekély térbeli differenciáltságát a terepi kísérletek eredményei nem igazolják (6. ábra). Az ellentmondás magyarázata, hogy az alkalmazkodás szempontjából meghatározó kvantitatív tulajdonságok (rügyfakadás időpontja, a tenyészidőszak hossza, növekedési erély stb.) változatossága nem követi a gyakran semleges izoenzim-változatosság mintázatát, mert eltérő szelektív hatások alakítják. A különböző adaptív értékű tulajdonságok a fajon belül egymástól független, eltérő differenciáltságot mutatnak, ez a fás növényekre egyértelműen kimutatható (Mátyás 2002a).

A fás növényeket most már külön elemezve, érdemes megvizsgálni, hogy milyen hatást gyakorol a genetikai diverzitás strukturáltságára az elterjedési terület nagysága, a génáramlás és a szaporodás módja. Az eddigiek alapján feltételezhető, hogy *a taxonómiai bovatartozás által is meghatározott faji genetikai rendszer* (ivari megoszlás, párosodás és magterjedés módja stb.) és *az ökoszisztémában betöltött szerep is befolyást gyakorol a genetikai változatosság evolúciósan kialakult mintázatára és mértékére*. Ezt szemlélteti a 3. táblázat.

Recsk 15 F

$$Z = 6.753 - 0.267x - 0.007x^2 + 0.019y + 0.0001y^2 + 0.001xy$$

$$R = 0,907 ; R^2 = 0,824$$



X – Januári középhőmérséklet (°C)
 Y – Fagymentes napok átlagos száma
 Z – Mellmagassági átmérő

6. ábra. Kontinentális léptékű klím: eurázsiai erdeifenyő-populációk átlagos 15 éves kori mellmagassági átmérője az eredeti származási helysín januári középhőmérséklete (X) és a fagymentes napok száma (Y) függvényében. A recski nemzetközi származási kísérlet adataiból készült válaszregresszió (Nagy L. [szerk.]

3. táblázat. Hosszú életű fás növényfajok enzimlokuszokra számított diverzitása különböző csoportosításokban (Hamrick et al., 1992 adataiból l. Mátyás 2002a, egyszerűsítve)

Kategória	Vizsgált fajok száma	P	A	Ae	He	G _{ST}
<i>Taxonómiai bovatartozás</i>		**	*	NSz	NSz	*
Fenyők	89	71,1	2,38	1,22	0,17	0,073
Lombfák	102	59,5	2,10	1,26	0,18	0,102

Kategória	Vizsgált fajok száma	P	A	Ae	He	G _{ST}
<i>Elterjedés (área)</i>		***	*	***	***	*
Endemikus	20	42,5	1,82	1,09	0,08	0,141
Szűk	45	61,5	2,08	1,22	0,17	0,124
Közepes	115	55,7	1,87	1,23	0,17	0,065
Nagy	11	67,8	2,11	1,39	0,26	0,033
<i>Zonális előfordulás</i>		**	**	NSz	NSz	
Boreális	26	82,5	2,58	1,28	0,21	
Mérsékelt övi	122	63,5	2,27	1,22	0,17	
Szubtrópusi	5	62,2	1,89	1,21	0,17	
Trópusi	38	57,9	1,87	1,28	0,19	
<i>Párosodási típus, vektor</i>		***	**	**	***	NSz
Öntermékenyülő	1	11,0	1,15	1,03	0,03	–
Vegyes/állat	11	29,9	1,51	1,12	0,08	0,122
Idegenporzó/állat	51	63,2	2,18	1,30	0,21	0,099
Idegenporzó/szél	128	69,1	2,31	1,23	0,17	0,077
<i>Szaporodásmód</i>		NSz	NSz	***	**	
Ivaros	176	64,4	2,23	1,23	0,17	
Ivaros és ivartalan	15	72,7	2,12	1,39	0,25	
<i>Szüksesszükség stádium</i>		NSz	NSz	NSz	NSz	
Korai	8	44,6	1,67	1,17	0,14	
Középső	58	65,6	2,18	1,23	0,17	
Klimax	125	66,0	2,27	1,25	0,18	

Jelmagyarázat: l. 2. táblázatot. Az alcímsorokban az osztályok közötti különbségek szignifikanciaszintje van feltüntetve (* = 5%, ** = 1 %, *** = 0,1 %; NSz = nem szignifikáns)

A *diverzitás különbségei* a földrajzi areanagyság és a párosodási típus (pollenvektor) tekintetében minden fontosabb genetikai paraméterre szignifikánsak. Láthatólag ez az a két tényező, amely a fajon belüli diverzitásra a legnagyobb hatással van. Az endemikus fajok genetikai diverzitása csak harmada a nagy areájú fajokénak.

A *párosodási rendszert* tekintve, az öntermékenyülő és a vegyes megporzású fajok diverzitása alacsony, csak töredéke az idegentermékenyülő fajokénak. A különbséget elsősorban a polimorf lokuszok számában mutatkozó eltérés okozza. Figyelemre méltó, hogy a kizárólag ivaros úton szaporodó és az ivartalanul is szaporodó fajok között van eltérés, az ivartalanul is szaporodó fajok diverzitása szignifikánsan nagyobb. A meglepő eredmény lehetséges magyarázata, hogy az ivartalan szaporodás lehetőséget teremt „sikeres” genotípusok fenntartására, a szegregációs teher csökkentésére. Ezáltal ezek a fajok a drifthatásoknak jobban ellenállnak, a genotípusok élettartama pedig potenciálisan hosszabb.

A zárwatermőkkel összehasonlítva a fenyők polimorf lokuszaránya és a lokuszonkénti allélszáma nagyobb. (Ezt megerősítik a boreális zónára vonatkozó paraméterek is, amelyek elsősorban fenyők adatain alapszanak.) A lombfák előrehaladottabb evolúciós státusza tehát a diverzitásban nem mutatkozik meg. Bár tendenciájában kivehető, statisztikailag nem igazolható az a megállapítás sem, hogy a korai szukcessziós stádiumú fajok (r-stratégisták, pionírok) diverzitása mérsékelt, mint a kései stádiumok klimaxfajaié.

A *fajon belüli, populációk közötti különbségek* tekintetében is jelentős az *areanagyság* hatása. A populációk közötti különbségek okozta diverzitás-részarány (G_{ST}) határozottan nagyobb az endemikus és szűk elterjedésű fajok esetében, míg a közepes és nagy elterjedésű fajok G_{ST} értékei csekélyek. Az endemikus fajok esetében erre az adhat magyarázatot, hogy a populációk gya-

korta kicsik és izoláltak, és ez akadályozza a génáramlást, valamint a drifthatás révén a populációk között nagyobb különbségeket eredményez.

Öntermékenyülő, vegetatíván is szaporodó, illetve apomiktikus fajok esetében a populációk között nagyobb genetikai differenciáltságot feltételezhetünk, mint az idegentermékenyülőknél. A génáramlás gyengesége egyúttal a genetikai sodródás mértékét is növeli.

Az elemzés megerősíti, hogy a széles elterjedésű, idegentermékenyülő, apró magvú, szélporozta fajok (pl. fenyők) fajon belüli diverzitása nagy, de a szomszédos populációk közötti eltérések az erős génáramlás miatt kisebbek, mint más csoportokban. A populációk közötti génáramlás hatására a nagy és összefüggő elterjedésű fenyőfajok esetében élesen kirajzolódó klinális változatlansági mintázat figyelhető meg a kvantitatív jellemzőknél, amely szorosan korrelál a mezoklimatikus paraméterekkel (Nagy–Mátyás 2001, Mátyás–Nagy 2005). A szélporzó erdeifenyő erre jó példát szolgáltat (*6. ábra*). A rovarporzó fajok esetében viszont kevésbé hatékony génáramlást feltételezhetnénk, de ezt az adatok nem igazolják (*3. táblázat*).

Végül feltehető a kérdés, hogy van-e valamilyen belső sajátsága a fás (fanerofita) életformának, amely a diverzitás magas szinten tartását idézi elő. Bár ez a kérdés közvetlenül nem válaszolható meg, a fás növények életformája és genetikai rendszere önmagában alkalmassá teszi ezeket a fajokat arra, hogy több diverzitást halmozzanak fel, mint más fajok. A magas termet önmagában is hozzájárul ahhoz, hogy a fás növények virágpóra nagyobb távolságokat képesek megtenni, ez is segíti a diverzitás fenntartását.

Emlékeztetni kell arra, hogy a fás fajok csoportosításához használt életmódjellemzők a diverzitásban mutatkozó különbségek mindössze 34 százalékát magyarázzák fajsinten. A fennmaradó eltérések magyarázatát elsősorban a faj evolúciós múltjában kell keresni. Így azok a fajok, amelyek életmódjukhoz

képest aránylag csekély diverzitást mutatnak fel, nagy valószínűséggel evolúciós „palacknyakon” mentek keresztül a geológiai múltban (pl. a szurkosfenyő, *Pinus resinosa*, l. Mátyás 2002a).

„Evolúciós ökológiai axiómák” az erdészetben

Az erdészet valószínűleg az *egyetlen természetési ágazat, ahol az evolúciós ökológia szempontjai közvetlen gazdasági jelentőséggel bírnak*, és azokat inkább megsejtett, mint bizonyított „erdészeti axiómák” formájában a gyakorlat eddig is – a lehetőségekhez mérten – figyelembe vette.

Bár ezeket az „axiómákat” konkrétan ritkán fogalmazzák meg, de az erdészeti gondolkodásban implicite mindig jelen vannak. A szaporítóanyag-források felhasználása és a természetközeli gazdálkodás szempontjából a legfontosabbak a következők:

1. Az adott termőhelyi feltételekhez való (genetikai) alkalmazkodottság szoros. Általánosan elterjedt vélekedés szerint a fajok térbeli genetikai változatossága „ökotípusok” formájában jelentkezik.
2. A helyi adottságokat a helyileg alkalmazkodott, őshonos populáció tudja legjobban kihasználni, növekedése és ellenálló képessége a legjobb.
3. A természetes felújítás révén az eredeti faállománnyal azonos genetikai összetételű utódnemzedékhez jutunk.

Az „erdészeti evolúciós ökológiai axiómák” azt sugallják, hogy a genetikai alkalmazkodottság szorosan követi a termőhelyi eltéréseket, és optimális génkészlet átörökítését teszi lehetővé. A feltételezés alapja az a neodarwinista felfogás, miszerint a természetes szelekció folyamata képes a megfelelően alkalmazkodott populáció létrehozására. Ma már tudjuk, hogy a „tökéletes” alkal-

mazkodásnak nemcsak ökológiai, hanem genetikai korlátai is vannak, és ebben a fás növények előbb ismertetett genetikai sajátosságai, életmódja, szaporodás-biológiája és hosszú élettartama is szerepet játszik (Mátyás 2002b).

Az utóbbi évek genetikai kutatási eredményei alapján ezért az erdőművelésben az „erdészeti evolúciós ökológiai axiómák” árnyaltabb értelmezése szükséges. Ezeket az alábbiak szerint foglalhatjuk össze:

- A diverzitás genetikai szintű törvényszerűségei több vonatkozásban feltűnő analógiát mutatnak a faji szintű diverzitás törvényszerűségével, és ez a hatásmechanizmusokban rejlő inherens rokonságot jelzi.
- A populációk termőhelyhez való genetikai alkalmazkodottsága még őshonosság esetén sem tökéletes, genetikai, történeti, ökológiai természetű korlátok miatt. Az alkalmazkodottság térbeli strukturáltsága fajokként eltérő lehet, sőt különböző adaptív tulajdonságokra is – a korlátozó tényezők és genetikai csereviszonyok függvényében – eltérő változatossági mintázatot mutathat.
- Az eltérő szelektív hatású termőhelyek mintázatát nem követik az adaptáció során kialakult genetikai struktúrák, az adaptívan homogén körzetek termőhelye jelentősen inhomogén lehet [6].
- Egy adott populáció természetesen felújult utódnemzedéke a komplex genetikai hatások miatt génkészletében eltér a szülőnemzedékétől.
- A lokálisan adaptálódott populációk ökológiai értéke összefüggésben van a helyi környezet szelektációs nyomásának erősségével – minél szélsőségesebb a környezet, annál fontosabb a megfelelően adaptálódott populáció alkalmazása.

- *Az erdőgazdálkodási beavatkozások evolúciós következményekkel járnak, a génkészletre gyakorolt hatás ma már genetikai markerekkel kimutatható.*
- Átlagos feltételek mellett az alkalmazkodottság genetikai tartaléka a populációk szintjén elegendően nagy ahhoz, hogy szakszerű szelektív beavatkozásokat lehetővé tegyen.
- A klímaváltozás trendje ismeretében felül kell vizsgálni az eddigi, statikus szemléletű szaporítóanyag-forgalmazási előírásokat.
- Az előrejelzett (és részben már jelentkező) szélsőségekhez alkalmazkodás tekintetében *a migráció szerepe elhanyagolható a plaszticitással, a perzisztenciával szemben.*
- Fentiek miatt határozott elsőbbséget kell biztosítani a kedvezőbb fenotípusos plaszticitással rendelkező populációknak.

A tapasztalt változatosság genetikai, ökológiai és történeti-evolúciós értelmezése

Hutchinson (1959) híres kérdését, hogy vajon miért létezik annyi faj, analóg módon a fajon belüli változatosságra is feltehetjük: miért olyan nagymértékű a természetes változatosság nemcsak az adaptívan semleges, hanem a bizonyíthatóan adaptív tulajdonságok esetében is, amilyenek például az éves növekedési ciklus hossza, a fenológiai viselkedés vagy a magtermőképesség. A kérdés megválaszolása történeti-evolúciós, genetikai és ökológiai megközelítésben más-más szempontokat emel ki.

Az ökológiai értelmezés szerint a változatosságot a környezeti feltételek időbeni és térbeni fluktuációja, egyenetlen eloszlása őrzi meg. Úgy tűnik, hogy ez a magyarázat nemcsak az ökoszisztémák faji diverzitása szintjén, hanem a fajon belüli genetikai változatosság szintjén is analóg módon értelmezhető.

A genetikai értelmezés szerint a változatosságot a különböző irányított és véletlen genetikai folyamatok szimultán dinamikája tartja fenn, tehát a természetes szelekció, a mutáció, a génáramlás/izoláció, a drift, a beltenyésztés egymást kölcsönösen gyengítő vagy erősítő folyamatai. Hozzájárulnak ehhez a faji genetikai rendszer korlátai is, mint a genetikai csereviszonyok, a genetikai korrelációk, a poligénes tulajdonságok öröklődése stb. (Mátyás 2002a).

A történeti-evolúciós okok véletlenszerű, hosszú távú folyamatok, mint a fajképződés, a helyi vagy teljes fajkihálások, az új élőhelyek kolonizálása vagy a visszavonulás refúgiumokba. Ezek a jelenségek földtörténeti és klímaoszillációs eseményekkel függnek össze, és genetikai lenyomatuk a faj génkészletében visszamarad. A hosszú generációs idejű fás növények esetében ez a hatás jelentős és jól ki is mutatható (pl. Petit et al. 2002, Davis 2001).

Végül ki kell emelni a jelenkori genetikai diverzitásviszonyok alakulásában az ember szerepét is. Az *antropogén eredetű hatások* nemcsak a háziasított fajok, hanem az erdei fajok esetében is kimutathatók, például az erdőművelési beavatkozások tekintetében (Mátyás–Borovics–Führer 2005).

Hasznosítás és védelem egyensúlya: ökoszisztéma-szemlélet

Az evolúcióökológiai elvekre épülő új erdészeti paradigma a sokféleség és az alkalmazkodóképesség megőrzését dinamikus megközelítésben valósítja meg: a folyamatfenntartás, a védelem és a hasznosítás differenciált összehangolása révén. Az élő rendszerekben folytatott, ökológiailag fenntartható gazdálkodás természettudományos alapokra épülő mérnöki feladat, amely azonban nem nélkülözheti a társadalmi szempontok figyelembevételét sem (Mátyás 2001a, b, c).

Az erdőgazdálkodás evolúciós ökológiai alapú megközelítésében az „ökoszisztéma-szemlélet” elvei hasznos kiegészítő támpontként szolgálhatnak [8]. Az ökoszisztéma-szemlélet a természetes rendszerek hasznosításának, valamint

működőképességük és értékeik megőrzésének a koncepciója. A koncepció szerint az ember az ökoszisztémák szerves része, ezért ökológiai, ökonómiai és szociális szempontok összehangolását feladatának kell, hogy tekintse.

Bár az ökoszisztéma-szemlélet Biodiverzitás Konvenció által elfogadott alapelvei („Malawi alapelvek” – [8]) korántsem idegenek a tartamos erdőgazdálkodás eddig érvényesített szempontjaitól, érdemes ezek közül néhányat kiemelten értelmezni.

1. *Az élő erőforrások hasznosításának célkitűzései társadalmi döntések függvényei.* A társadalom, illetve annak különböző rétegei az ökoszisztémák szerepét és jelentőségét saját gazdasági, kulturális és szociális igényeik szerint ítélik meg. A fogyasztási és egyéb, nem konzumptív szempontokat a hasznosítás során nem lehet figyelmen kívül hagyni. Alapkérdés, hogy mekkora szerepet szánunk az ökoszisztéma erőforrásait hasznosító embernek. A probléma nemcsak az erdővel és ökológiai szolgáltatásaival kapcsolatban merül fel,³ hanem más természeti erőforrást hasznosító ágazatban is, például a tengeri halászatban.
2. *Az ökoszisztéma szemlélet lényege az, hogy a rendszer struktúrájának és működésének megőrzését kívánja biztosítani.* Az élő rendszer dinamikájának fenntartása, és ahol szükséges, helyreállítása nagyobb jelentőségű a sokféleség hosszú távú fenntartása szempontjából, mint az egyes fajok védelme. A koncepció tehát elsőbbséget biztosít a dinamika megőrzésének a merev, fajcentrikus védelem helyett. Analóg módon ez a követelmény a genetikai diverzitás szintjén is a folyamatfenntartás (= evolúcióképesség megőrzése!) elsődlegességét jelenti a statikus génmegőrzési szemlélettel szemben.

³ Nyilvánvaló, hogy a fa, rost, vad és egyéb termékek mellett például a talaj- és vízvédelem, a légköri szénmegkötés vagy a klímabefolyásolás legalábbis egyenrangúak.

3. Az ökoszisztéma-szemlélet *egyensúly kialakítására törekszik a diverzitás megőrzése és hasznosítása között*. Ezért a védelmi és gazdálkodási célok merev szétválasztása nem célravezető. A koncepció megkívánja az evolúciós ökológiai szempontok beépítését a gazdálkodás alapelveibe.
4. Élő rendszerben folytatott gazdálkodás során figyelembe kell venni az ökoszisztéma-folyamatok időbeni és térbeli hatásait (pl. szomszédos ökoszisztémákra), valamint az ökológiai, genetikai szabályzás késleltetett jellegét. A tervezés és döntéshozás során a *valóságos gazdasági hatások* (pl. externáliák) figyelembevétele alapvető fontosságú.
5. Élő rendszerek kezelése során folyamatosan számítani kell *előre nem látott változások* bekövetkeztére. A hasznosítási és védelmi célkitűzéseket ezért rendszeresen felül kell vizsgálni az ökológiai realitások fényében.

Az ökoszisztéma-szemlélet tehát nem merev szabályok kialakítására ösztönöz, hanem megfelelő keretet biztosít a gazdálkodás és a védelem szempontjainak integrálására (Mátyás 2004d).

Zárszó

Az elmondottak alapján úgy tűnik, hogy az alkalmazkodást meghatározó genetikai mechanizmusok egymást átfedve, nehezen előrebecsülhető módon működnek, és hatékonyságuk alacsony. Nem szabad azonban elfelejtenünk, hogy a genetikai rendszer funkciója a populáció, a faj (végül az ökoszisztéma) hosszú távú stabilizációja. A biológiai hálózatok fontos jellemzője, hogy a meghatározó kapcsolatok nagyrészt gyenge kölcsönhatások, a redundancia mértéke jelentős, és a rendszer párhuzamosan szabályozott (degenerált). Éppen a látszólagos feleslegesség és párhuzamosság, valamint a kölcsönhatások gyengesége biztosítja a metapopuláció és az ökoszisztéma mint hálózat vagy rendszer stabilitását – ez

az alapelv, úgy tűnik, molekuláris biológiai vagy akár fizikai rendszerek fenntartásában is fontos (Csermely 2004).

Az ökológiai és genetikai optimálás sokféle korlátozását tapasztalva (pl. van Kleunen–Fisher 2005) a természetes alkalmazkodás tökéletességében, sőt még egy ilyen végállapot elméleti létezésében is kételkedhetünk. Az analógia a fajközösségek nem egyensúlyi paradigmájával (Pickett et al. 1992; Standovár, in: Mátyás 1996) nagyon kézenfekvőnek tűnik.

Az emberi tevékenység évezredei nem múltak el nyomtalanul az erdei ökoszisztémák tekintetében sem. A ma „természetesnek” vélt állapot is egyfajta ember-természet koevolúció eredménye. Ami új, az a felismerés, hogy beavatkozásunkkal befolyásoljuk az evolúciót. A kérdés akkor nyer etikai dimenziót is, ha a populáció, az ökoszisztéma létének, diverzitásának értéket tulajdonítunk, még ha nagyon homályosan látjuk is, miben áll ez. Az érték mivoltának meghatározására irányuló próbálkozások – amint elhagyjuk a társadalmi hasznosság kategóriáját – eddig nem jártak sok sikerrel. Még a természetfilozófus Aldo Leopold posztulátuma⁴ is igazán csak akkor érvényesíthető, ha feltételezzük, hogy az alkalmazkodott fajnak, illetőleg az ökoszisztémának van egy stabil, optimális állapota. Bármennyire is tisztázatlan a kép, a természetközeli erdei ökoszisztémák evolúcióképessége fenntartásától nehéz elvitatni a természetfilozófiai értelemben vett etikai jelentőséget.

Rövid távon szemlélve, az erdei fajokban felhalmozott adaptív változottság egyfajta *genetikai teherként* is értelmezhető. A faji élettartam távlatában azonban – tehát átlagosan mintegy 5–10 millió év viszonylatában – ez a genetikai teher evolúciós előnynek bizonyult és a fajok túlélését tette lehetővé drasztikus és sokszor katasztrofális környezetváltozások dacára is. Az utóbbi

⁴ Egy lépés akkor helyes, ha a biotikus közösség integritását, stabilitását és szépségét segít megtartani.

évtizedekben gyűjtött bizonyítékok igazolják a fás életforma evolúcióökológiai hatását a fajok példátlan mértékű genetikai diverzitására. Az erdei populációkban *mind egyedi, mind populációs szinten általánosan tapasztalható, nagymérvű diverzitás felbújja a figyelmet arra, hogy nemcsak a természetbiztonság, hanem evolúciós ökológiai okokból is nagy fontosságot kell tulajdonítani a fás növények genetikai változatossága fenntartásának* (Mátyás 1998, 2004b, 2005a, Mátyás–Bach 1998, Bach–Mátyás 2002, Mátyás–Bach–Borovics 2004). Mindezek miatt az erdei fák adaptív jelentőségű genetikai differenciáltságát a fatermesztés keretei között is fenn kell tartani, és figyelmet kell fordítani a diverzitás védelmének megoldására az erdőművelés különböző munkafázisaiban, mint amilyen a genetikai erőforrások kiválasztása és fenntartása, a szaporítóanyag-termesztés, a faállomány-nevelés. Ez a genetika, az ökológia és az evolúcióbiológia szempontjainak beépülését kívánja meg, mind az erdőgazdálkodás, mind a természetvédelem gyakorlatába (Mátyás 1999a, Mátyás et al. 1998, Teissier–Mátyás–Paule 1999, Koskela et al. 2003). Az erdei fajok szaporodásbiológiai és adaptációs jellegzetességei miatt ezek a feladatok csak nemzetközi együttműködésben oldhatók meg eredményesen (Mátyás 2000b, Turok–Mátyás 2000).

Végül, minden jövő kutatás és klímaszcenário-modellezés dacára a földi környezet jövője kifürkészhetetlen marad. Ez a körülmény is óvatosságra kell intsen az erdei ökoszisztémák jövőbeni kezelésével kapcsolatban.

Jegyzetek

- [1] 2004. november 24-én pusztító erejű orkán csapott le a Tátra-alja erdőségeire. Percek alatt hárommillió köbméternyi faanyagot terített a földre, és több ezer hektárnyi területet tett pusztasággá a Kárpát-medence turisztikailag talán legértékesebb övezetében. Szlovákia környezetvédelmi minisztere órákon belül nyilatkozatot tett közzé arról, hogy a katasztrófa kiváltó oka az ökológiai feltételeket figyelmen kívül hagyó erdőgazdálkodás, a nem megfelelő eredetű szaporítóanyag használata.

Nem sokkal korábban (2004 februárjában) a magyar sajtóban széles visszhangot váltott ki a Honvédelmi Minisztérium terve a Zengőn létesítendő radarállomásról. Egy idézet az akkori lapokból jól jellemzi a közhangulat emocionális töltését: „az erdészet biztonsági őreivel és favágóival szemben az egyházi dalokat és Himnuszt éneklő tüntetők győztek”.

- [2] A paradigma egy adott korszak általánosan elismert tudományos eredményeinek, vélekedéseinek a köre, amely megalapozza a szakmai problémák megoldását. A fogalmat megalkotó Th. Kuhn (1984) szerint a paradigmák a tudományban tapasztalható forradalmak nyomán alakulnak ki, és váltják fel a korábbi nézeteket.
- [3] Az evolúciós ökológia a természetes populációk alkalmazkodását és létezésének kényszerfeltételeit vizsgálja. Ez a jellegzetesen transzdiszciplináris tudományterület a századvég hozadéka. A 20. század második felében ért be a felismerés, hogy a populáció szintjén zajló folyamatok megismerése nemcsak az ökológia alapkérdése, hanem a genetikáé és az evolúcióbiológiáé is. Míg az egyes tudományterületeken folytatódott az elkülönült, egyre specializáltabb kutatás, a határterületeken megjelentek a szintézist kereső munkák, amelyek ezt a szakterületet a három háttértudomány legváltozatosabb kombinációiról nevezték el: génökológia, ökológiai genetika, evolúciógenetika, evolúciós ökológia.

A szinte azonos célú irányzatok tartalma, fő érdeklődési területe inkább történeti, mintsem racionális okokból különül el. Az előadás szempontjából legfontosabb két irányzathoz (ökológiai genetika, illetve evolúciós ökológia) a mai ökológiai genetika elsősorban a molekuláris szinten kimutatható (és emiatt elsősorban adaptívan semleges) genetikai mintázatokat kutatja. Az evolúciós ökológia az adaptáció szélesebb, elsősorban kvantitatív bélyegekre alapozó megközelítése. A három tudományterület hazai első szintézisét Vida (1981) kezdeményezte, közelmúltjáról Pásztor

(2004) számolt be. Mivel a gyakorlatban (terepen!) a szelekciós folyamatok, a fitness szabályozása a fenotípus kvantitatív tulajdonságain keresztül érvényesülnek, az előadottak inkább az evolúciós ökológiához sorolhatók. Mint az előadottakból kitűnik, az erdészet az egyetlen gazdálkodási ág, amely ennek a tudományterületnek közvetlen hasznosítója, ezért nem véletlen, hogy valószínűleg elsőként, a szerző alapított olyan tanszéket 1998-ban, amely egyesítette az ökológia és a genetika tudományterületét. Az erdei ökoszisztémák kutatásában egyébként a két terület elkülönülése változatlan (Mátyás 2006a).

- [4] A spontán migrációt, illetőleg pontosabban a kolonizációt tételezi fel a legtöbb olyan előrejelzés, amely a mérsékelt égövben a várható klímaváltozási forgatókönyvek vegetációra gyakorolt hatását vizsgálja. Ebben a vonatkozásban nincs különbség az ökológiai indíttatású és a genetikai elemzések között. Néhány újabb populációgenetikai elemzés még azt is feltételezi, hogy nemcsak a fajok, hanem a helyi klímához adaptálódott „klímátípusok” is spontán vándorlásra képesek (Tchebakova et al. 2005, Rehfeldt et al. 2003).

Saját vizsgálataim alapján egyértelműen igazolható, hogy még az optimistább forgatókönyvek feltételezése mellett sem képzelhető el a fás növények spontán migrációja. Az izotermák északi felé tolásának sebessége ugyanis egy teljes nagyságrenddel gyorsabb, mint a paleoökológiai vizsgálatok alapján meghatározható spontán kolonizációs előrehaladás (Mátyás 1997, 2006b). A 20. század második felében bekövetkezett melegedés által kiváltott spontán erdőhatár-eltolás szemléletesen igazolja ezt például a déli Urálban (Mátyás 2006c).

Ki kell hangsúlyozni, hogy még a lehetséges mértékű spontán vegetációs eltolódásnak sincsenek meg a feltételei Európában. Azzal, hogy gyakorlatilag a teljes európai erdőterületet a tervszerű erdőgazdálkodás múltja

és jelene határozza meg, a spontán folyamatok érvényesülésének nincsenek esélyei (Mátyás 2005b).

- [5] A „fajok eredeté”-ben (Darwin 1906) erről így írt: „*Natural selection tends only to make each organic being as perfect as, or slightly more perfect than, the other inhabitants of the same country with which it comes into competition... [it] will not produce absolute perfection, nor do we always meet, as far as we can judge, with this high standard under nature*” (‘A természetes szelekció minden élőlényt csak annyira vagy kicsit jobban tökéletesít, mint amilyenek az ugyanott tenyésző és vele versengő más élőlények [...], így nem hoz létre abszolút tökéletességet, és megítélésünk szerint ilyen magas színvonalat a természetben ritkán találunk’ – *a szerző fordítása*). Hozzátehetnénk, hogy az „abszolút tökéletesség” meghatározhatatlansága önmagában is jelzi, hogy a szelekció eredménye csak a pillanatnyi optimális állapotra törekvés lehet.
- [6] A Brandon (1990) által kidolgozott szelektív környezeti szomszédság (SEN: selective environmental neighbourhood) fogalma alatt azt a területet értik, amelyen belül nincs genotípus × környezet kölcsönhatás a fitness tekintetében, és ennek megfelelően a termőhelyi környezet is homogén. Mivel az ismertett okok miatt genetikai eredményeink nem erősítik meg ezt a hipotézist, a magam részéről az adaptívan homogén terület (AHA: adaptively homogenous area) fogalmának bevezetését javasoltam, ahol nem kritérium, hogy a megközelítően azonosan alkalmazkodott populáció szelektíven egységes környezetben legyen lehatárolható (Mátyás 2004a).
- [7] Azonos enzim többféle izomérijének egyidejű megjelenése a populációban az enzimet meghatározó gén többféle változatának a jelenlétét jelzi, vagyis a populáció egyedei *a vizsgált génbelyre (lokuszra) nézve polimorfok*. A diver-

zítás mértékét emellett a megvizsgált genotípusok közül a heterozigótának talált egyedek százalékos aránya is jól jellemzi.

Nagyszámú növény- és állatfaj enzimpolimorfizmusát elemezve megállapítható, hogy a diverzitás átlagos értékei a szárazföldi, magasabb rendű élővilágban viszonylag alacsonyak; az enzimeket kódoló génhelyek csak 28,4%-a polimorf (azaz egynél több allél található), és valamennyi vizsgált génhely átlagában a heterozigóták aránya mindössze 7,3 százalék (Hoelzel–Dover 1991).

- [8] A Rio de Janeiró-i Földcsúcs határozatainak megvalósításaként létrejött és Magyarország által is ratifikált Biodiverzitás Konvenció alapelveként fogadta el az ökoszisztéma-szemlélet (ecosystem approach) érvényesítését a természetes élő rendszerek hasznosításával kapcsolatban.

A koncepció részleteit a Résztes Felek konferenciáin dolgozták ki, ebben a szerző is részt vett. 1998-ban, egy Malawiban megtartott workshop során határozták meg az ún. „12 Malawi alapelvet”, amely az ökoszisztéma-szemlélet legfontosabb elemeit definiálja. A Résztes Felek VI. konferenciája (2002, Hága) arról is határozott, hogy össze kell vetni a tartamos erdőgazdálkodás és az ökoszisztéma-szemlélet alapelveit és megvalósítási tapasztalatait (Mátyás 2004d).

Idézett irodalom⁵

- Asztalos I. 2005. Paradigmaváltás vagy tulajdonosváltás? *Erd. Lapok* CXL, 1: 32.
- Bach I.–Mátyás Cs. 2002. *Fafajválasztás és szaporítóanyag-ellátás gazdasági célú erdőtelepítésekben*. ERTI-kiadv. 16: 39–56.
- Beaulieu, J.–Rainville, A. 2005. Adaptation to climate change: genetic variation is both a short- and long term solution. *The Forestry Chronicle* 81: 5, 701–709.
- Brandon, R. 1990. *Adaptation and environment*. Princeton University Press, New Jersey.

⁵ Kézirat lezárva 2006. november 30-án.

- Comps, B. – Mátyás, Cs. – Geburek, T. – Letouzey, J. 1998. Genetic variation in beech populations along the Alp chain and in the Hungarian basin. *Forest Genetics* 5: (1) 1–9.
- Csermely P. 2004. A gyenge kölcsönhatások ereje a stresszfehérjéktől a szociális hálózatokig. *Magyar Tudomány* 12: 1318–1324.
- Darwin, Ch. 1906. *The origin of species*. London, J. Murray.
- Davis, M. B. – Shaw, R. G. 2001. Range shifts and adaptive responses to quaternary climate change. *Science* 292: 673–679
- Führer E. – Mátyás Cs. 2005. A klímaváltozás hatása a hazai erdők szénmegkötő képességére és stabilitására. *Magyar Tudomány* 7: 837–841
- Geburek, Th. 2005. Genetic diversity in forest trees – its importance and potential human impact. In: Th. Geburek – J. Turok (eds.): *Conservation of forest genetic resources in Europe*. Arbona, Zvolen, 437–463.
- Hamrick, J. L. – Godt, J. W. – Sherman-Boyles, S. L. 1992: Factors influencing levels of genetic diversity in woody plants. *New Forests* 6: 95–124.
- Hoelzel, A. R. – Dover, G. A. 1992. *Molecular genetic ecology*. IRL Press, Oxford.
- Hutchinson, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia, or Why are so many animals? *Am. Naturalist* 93: 145–159.
- Jablonka, E. – Oborny, B. – Molnár, I. – Kisdí, É. – Hofbauer, J. – Czárán, T. 1995. The adaptive advantage of phenotypic memory in changing environments. *Phil. Trans. Royal Soc. London*, Ser. B 350: 133–141.
- Koskela, J., deVries, S. – Gil, L. – Mátyás, Cs. – Ruusanen, M. – Paule L. 2003. Silviculture and conservation of forest genetic resources for sustainable forest management. In: Beaulieu, J. (ed.): *Proceedings of Symp. N. Am. For. Comm. and IUFRO* 9–19.
- Kuhn, Th. 1984. *A tudományos forradalmak szerkezete*. Gondolat, Budapest.
- Lindgren, D. – Paule, L. – Xihuan, S. – Yazdani, R. – Segerström, U. – Wallin, J. E. – Lejdebö, M. L. 1995. Can viable pollen carry Scots pine genes over long distances? *Grana* 34: 64–69.
- Martienssen, R. A. – Colot, V. 2001. DNA methylation and epigenetic inheritance in plants and filamentous fungi. *Science* 293: 1070–1074.
- Mátyás Cs. – Yeatman, C. W. 1987. A magassági növekedés adaptív változatosságának vizsgálata *P. banksiana* populációkban. (Adaptive variation of height growth of *Pinus banksiana* populations.) *EFE Tud. Közl.* 1–2: 191–197.
- Mátyás Cs. 1994. Egy megújítható erőforrás hasznosításának évszázados tanulságai. *Magyar Tudomány* 10: 1184–1188.
- Mátyás, Cs. 1990. *Adaptation lag: a general feature of natural populations*. Invited lecture. Proc., WFGA IUFRO Symp. Olympia, Wash. Paper no. 2.226.
- Mátyás Cs. 1996. *Erdészeti ökológia*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Mátyás Cs. 1997a. A feltételezett klímaváltozáshoz adaptálódás genetikai és migrációs feltételei és korlátai. In: Tar K. – Vig P. (szerk.): *II. Erdő és Klíma Konferencia*. Soproni Egyetem, Sopron, 18–24.

- Mátyás, Cs. 1997b. *Perspectives of forest genetics and tree breeding in a changing world*. IUFRO World Series, Vienna, No. 6.
- Mátyás, Cs. 1997c. Genetics and adaptation to climate change: a case study of trees. In: Huntley, B.–W. Cramer–Morgan, A. V. et al. (eds.): *Past and future rapid environmental changes: the spatial and evolutionary responses of terrestrial biota*. Frankfurt, Springer-Verlag, 357–369.
- Mátyás Cs. 1998. Az erdei fás növények génmegőrzési alapelveinek kidolgozása. In: *A biológiai alapok hasznosítása az erdészethetben*. OMMI, Budapest, 1–20.
- Mátyás, Cs. (ed.) 1999a. *Forest genetics and sustainability*. (Forestry Sciences; Vol. 63.) Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Mátyás Cs. 1999b. Molekuláris markerek alkalmazása az erdészeti növények nemesítésében. In: Hajósné Novák M. (szerk.): *A genetikai variabilitás a növénynevelésben: Molekuláris diagnosztika*. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 65–73.
- Mátyás, Cs. 2000a. Naturnähe und Stabilität in veränderter, unsicherer Umwelt. *Österr. Forstzeitung* 9: 10–11.
- Mátyás Cs. 2000b. *Páneurópai kezdeményezés az erdők védelmére*. MTA Erdészeti Biz. – FM Erd. Hiv. kiad., Budapest.
- Mátyás Cs. 2001a. A genetika hozzájárulása a tartamos erdőgazdálkodáshoz. *MTA Agr. Tud. Oszt. Közl.* 325–327.
- Mátyás, Cs. 2001b. Fragen zum naturnahen Waldbau und Antwort eines Forstgenetikers. In: *Nachhaltige Nutzung forstlicher Genressourcen: 24. Internationale Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung*. Pirna, Sächs. Landesanst. Forsten, Graupa, 30–32.
- Mátyás, Cs. 2001c. *Diversität und Stabilität im Ökosystem – Bedeutung für die Waldbewirtschaftung und Generhaltung*. Wien, Universität für Bodenkultur.
- Mátyás Cs. 2002a. *Erdészeti-természetvédelmi genetika*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Mátyás, Cs. 2002b. Can advantages of natural regeneration be challenged by genetics? In: Meier-Dinkel, A.–Steiner, W. (eds.): *Forest tree breeding in an ecologically oriented forest management system*. Sauerlaenders Verlag, Frankfurt, 51–63.
- Mátyás, Cs. 2002c. Use of long-term field trial datasets in forestry to model ecosystem responses to environmental change. In: D. J. Rapport–W. L. Lasley–D. E. Rolston et al. (eds.): *Managing for healthy ecosystems*. Boca Raton, Florida, Lewis Publishers, 481–487.
- Mátyás, Cs. 2004a. Population, conservation and ecological genetics. In: J. Burley–J. Evans–J. Youngquist (eds.): *Encyclopedia of Forest Sciences*. Oxford, Elsevier Science Publ, 188–197.
- Mátyás Cs. 2004b. Veszélyeztetett fajok, populációk megőrzésének genetikai szempontjai, különös tekintettel fás növényekre. *Term.véd. Közl.* 11: 391–402.
- Mátyás Cs. 2004c. A természetes növénytakaró, az erdő klímaérzékenysége. *Természet Világa* 2004/II. különszám, 70–73.
- Mátyás Cs. 2004d. Ökoszisztéma szemlélet, a biodiverzitás megőrzésének eszköze. In: Fűhrer E.–Molnár S. (szerk.): *Erdő-fa NKFP kutatási projekt zárójelentése*. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 15–19. (Kéziratban.)

- Mátyás Cs. 2005a. Veszélyeztetett fajok védelmének genetikai szempontjai. *Erdészeti Kutatások* 91 (2002–2004), 205–214.
- Mátyás, Cs. 2005b. Expected climate instability and its consequences for conservation of forest genetic resources. In: Geburek, T.–Turok, J. (eds.): *Conservation and management of forest genetic resources*. Arbores Publ., Zvolen, 465–476.
- Mátyás, Cs. 2006a. Migratory, genetic and phenetic response potential of forest tree populations facing climate change. *Acta Silvatica et Lignaria* 2: 33–46.
- Mátyás Cs. 2006b. Az előrejelzett klímaváltozás és a magyar erdőtakaró sorsa. In: Fekete G.–Varga Z. (szerk.): *Magyarország tájainak növényzete és állatvilága*. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 420–424.
- Mátyás Cs. 2006c. Vándorló erdők. *Természet Világa* 130/10: 430–434.
- Mátyás, Cs.–Bach, I. 1998. Erhaltung forstgenetischer Ressourcen in Ungarn mit besonderer Berücksichtigung von seltenen und bedrohten Mischlaubholzarten. In: Geburek, T.–Heinze, B. (eds.): *Erhaltung forstgenetischer Ressourcen im Wald*. Landsberg, Ecomed Verl., 170–177.
- Mátyás Cs.–Bach I.–Borovics A. 2004. A szaporítóanyag-gazdálkodás és erdőfelújítás genetikai szempontjai a természetközeli erdőgazdálkodásban. In: Solymos R. (szerk.): *Erdő- és fagazdaságunk időszerű kérdései*. MTA/FVM, Budapest, 225–236.
- Mátyás Cs.–Borovics A.–Führer E. 2005. Minőségi fatermesztés és biodiverzitás. In: Solymos R. (szerk.): *Erdő- és fagazdaságunk időszerű kérdései*. MTA/FVM, Budapest, 83–94.
- Mátyás Cs.–Führer E.–Gergác J.–Kosztka M.–Mészáros K.–Rédei K. 1998. Az erdőgazdálkodás stratégiája a következő évszázad és az EU csatlakozás küszöbén. In: Solymos R. (szerk.): *Erdő-, vad- és fagazdaság (Stratégiai Kutatások a Magyar Tudományos Akadémián)*. MTA, Budapest, 150–157.
- Mátyás, Cs.–Nagy, L. 2005. Genetic potential of plastic response to climate change. In: M. Konnerth (ed.): *Tag. Ber., Forum Genetik und Wald*. Teisendorf, 2004, 55–69.
- Mátyás Cs.–Vig P. (szerk.) 2004. *Erdő és klíma II.* NYME, Sopron.
- Nagy, L.–Mátyás, Cs. 2001. Modellierung der phenotypischen Variation von eurosibirischen Kiefernherkünften. In: *Nachhaltige Nutzung forstlicher Genressourcen: 24. Internationale Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung*. Pirna, 2000, Sächs, Landesanst. Forsten, Graupa, 233–234.
- Namkoong, G. 2001. Forest genetics: pattern and complexity. *Can. Journ. For. Res.* 31: 623–632.
- Pásztor E. 2004. Evolúciós ökológia: az adaptációk kutatásának tudománya. *Magyar Tudomány* 1: 49–58.
- Petit, R.–Bordács, S.–Mátyás, G.–Kremer, A. et al. 2002. Chloroplast DNA variation in European white oaks: phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. *Forest Ecology and Management* 156: 1–2, 5–26.
- Pickett, S. T. A.–Parker, V. T.–Fiedlar, P. L. 1992. The new paradigm in ecology. In: Fiedlar, P. L.–Jain, S. (eds.): *Conservation biology*. Chapman and Hall, London, 65–88.

- Rehfeldt, G. E.–Tchebakova, N. M.–Milyutin, L. I.–Parfenova, E. I.–Wykoff, W. R.–Kuzmina, N. A. 2003. Assessing population responses to climate in *Pinus silvestris* and *Larix* spp. of Eurasia with climate transfer models. *Euras. J. For. Res.* 6–2: 83–98.
- Savolainen, O.–Bokina, F.–García-Gil, R.–Komulainen, P.–Repo, T. 2004. Genetic variation in cessation of growth and frost hardiness and consequences for adaptation of *Pinus sylvestris* to climatic changes. *Forest Ecology and Management* 197: 79–89.
- Skröppa, T.–Johnsen, G. 2000. Patterns of adaptive genetic variation in forest tree species: the reproductive element as an evolutionary force in *Picea abies*. In: Cs. Mátyás (ed.): *Forest genetics and sustainability*. Kluwer Acad. Publ., 49–58.
- Solymos R. 2006. Századunk erdőstratégiai célja és feladata. I–II. *Erd. Lapok CXLI* 5: 135–137 és 6: 173–175.
- Solymos R.–Kóhalmy T.–Mátyás Cs.–Winkler A. 2001. Korszakváltás - szemléletfejlesztés: Erdő-, vad- és fagazdaság. In: *MTA Közgyűlési előadások. Millennium az Akadémián*. MTA, Budapest, 42–45
- Tchebakova, N. M.–Rehfeldt, G. E.–Parfenova, E. I. 2005. *Impacts of climate change on the distribution of Larix species and Pinus sylvestris and their climatypes in Siberia. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Springer Verl. (in press).
- Tessier du Cros, E.–Mátyás, Cs.–Paule, L. 1999. Contribution of genetics to the sustained management of global forest resources. *Forest Genetics* 6 (3): 61–64
- Turok, J.–Mátyás, Cs. 2000. Collaboration on forest genetic resources in Europe and national implementation in Hungary. In: Gyulai I. (szerk.): *Az Agrobiodiverzitás megőrzése és hasznosítása: Szimpózium Jánossy Andor emlékére*. Budapest–Tápiószecső, Agrobotanikai Intézet, 125–131.
- van Kleunen, M.–Fischer, M. 2005. Constraints on the evolution of adaptive phenotypic plasticity in plants. *New Phytologist* 166: 49–60.
- Vida G. (szerk.) 1981. *Az evolúció genetikai alapjai. (Evolúció I.)*. Natura, Budapest.

A székfoglaló témájában tartott fontosabb előadások 2001-től

- Mátyás Cs.–Nagy L. 2001: Az erdészeti genetikai erőforrások megőrzése. VII. Növénynevelési Tud. Napok. MTA Budapest, 2001. január 23.
- Mátyás, Cs. 2001. Genetics and ecosystem stability. EUFORGEN International Course on Conservation of Forest Genetic Resources. Gmunden, Austria, 2001. május 1.
- Mátyás, Cs. 2001. Provenance research: detecting the spatial dimension of genetic diversity. EUFORGEN International Course on Conservation of Forest Genetic Resources, Gmunden, Austria, 2001. május 9.
- Mátyás Cs.–Bach I. 2001. Fajválasztás és szaporítóanyag-ellátás gazdasági célú erdőtelepítésekben. Erdő-, Vad- és Fatudományi Fórum, MTA, Budapest, 2001. május 11.

- Mátyás, Cs. 2001. Limitations for natural regeneration. (Invited lecture). Forest tree breeding in an ecologically oriented forest management system. Niedersaechs. Forstl. Vers. Anst. Escherode, 2001. június 28.
- Mátyás, Cs. 2002. Do we have the determination and courage for action? Biodiversity Convention, International Biodiversity and Forests Conf., Accra, Ghana, 2002. január 30.
- Mátyás, Cs. 2002. Einführung in die ökologische Genetik. Media Naturae Lehrgang, Universitaet f. Bodenkultur, Wien–Sopron, 2002. március 22.
- Mátyás, Cs. 2002. The Convention on Biodiversity and its significance for the conservation of forest gene resources. EUFORGEN Steering Comm. Meeting Jönköping, Sweden, 2002. június 30.
- Mátyás, Cs. 2002. Autochtony in the perspective of evolutionary genetics. Keynote address. IUFRO Meeting on Forest Genetics, Stara Lesná, Szlovákia, 2002. augusztus 26.
- Mátyás Cs. 2002. Klímatológia és erdészet: párhuzamok és kölcsönhatások. Magyarhoni Földtani Társulat, VI. Világtalálkozó, Sopron, 2002. augusztus 23.
- Mátyás Cs. 2002. Klímaváltozás és erdőtakaró – modellezési megközelítések. Erdélyi Magyar Műsz. Tud. Egyesület II. Erdészeti Szakkonf., Ojtoz-Székelyföld, 2002. október 12.
- Mátyás Cs. 2002. Konzervációgenetika? Genetikai szempontok kis populációk védelméhez. I. Magyar Termvédelmi Biológiai Kongresszus, Sopron, 2002. november 15.
- Mátyás Cs.–Borovics A.–Führer E. 2003. Minőségi fatermesztés és a biodiverzitás. VI. Országos Erdő-, Vad- és Fatudományi Fórum, MTA, Budapest, 2003. május 14.
- Mátyás Cs. 2003. Erdőművelési feladatok a magyar erdőtakaró védelmében. Klímaváltozás és fenntartható fejlődés. Humboldt Alapítvány konferencia, Budapest, 2003. november 10.
- Mátyás Cs. 2003. Erdei fák genetikai változatossága és a nemesítési lehetőségei. N.genetikai, N.nemesítési sz.mérv. sz. tképz. ea., SZIE Gödöllő, 2003. december 4.
- Mátyás, Cs. 2004. The missing link: can the gap between forest genetic research and current ecological problems be bridged? Bundes-Vers.-Anst. f. Forstwirtschaft Hamburg, 2004. február 19.
- Mátyás Cs.–Bach I.–Borovics A., 2004. A szaporítóanyag-gazdálkodás fejlesztésének tudományos alapjai a természetközeli erdőgazdálkodásban. MTA VII. Erdő-, Vad- és Fatudományi Fórum, Budapest, 2004. május 11.
- Mátyás, Cs.–Nagy, L. 2004. Konservativität der Anpassung aus der Sicht eines kontinentalen Kiefernprovenienzenversuches. Forum Genetik – Wald – Forstwirtschaft, Teisendorf, Bayern, 2004. szeptember 20.
- Mátyás, Cs. 2004. Pan-European initiative on conservation of forest genetic resources: implementation and experiences. IUFRO Conf. Forest Genetics and Tree Breeding in the Age of Genomics: Progress and Future. Charleston, S.C. 2004. november 1.
- Mátyás Cs. 2004. Helyezkötötték-e a fák? VEAB közgyűlése, Veszprém, 2004. december 11.
- Mátyás, Cs. 2005. Within-species differentiation of climate change response based on provenance test data. EUFORGEN Conif. Network meeting, Larnaca, Cyprus, 2005. április 9.

- Mátyás, Cs. 2005. Quantitative modelling of long term response of tree populations to changing environments. 4th ALTERNet Workshop Meeting WG RA2 “Methods for analysing trends in biodiversity data”, Budapest, 2005. május 9.
- Mátyás Cs. – Nagy L. – Ujvári F.-né 2005. Az alkalmazkodás genetikai tartalékának elemzése származási kísérletek alapján. VIII. Erdő-, Vad- és Fatudományi Fórum, MTA, Budapest, 2005. május 17.
- Mátyás, Cs. 2005. Ecological genetics. Training Workshop on Forest Biodiversity, Pushkino, Russia, 2005. június 18.
- Mátyás, Cs. 2005. Conservation of forest genetic resources in view of climatic threats. XIIth IUFRO Congress, Session: Threats to forest genetic resources and approaches in gene conservation. Brisbane, Australia, 2005. augusztus 9.
- Mátyás, Cs. 2005. Climate change and forests: conservation genetics from the perspective of widespread species. European Science Foundation Wshop, Santiago de Compostela, Spain, 2005. november 17.
- Mátyás, Cs. 2005. Climatic change in SE Europe and its effects, with special regard to production and increment. Fakultæt f. Forst- und Umweltwissenschaften, Universitaet Freiburg/Br, 2005. december 13.
- Mátyás, Cs. 2006. What do field trials tell about the future use of forest reproductive material? Climate change and forest genetic diversity: implications to sustainable forest management in Europe. MCPFE Workshop, Paris, Ministère d’Agriculture, (invited lecture), 2006. március 16.
- Mátyás, Cs. 2006. Adaptive response and genetic limits of tolerance. Climate changes and their impact on boreal and temperate forests. Ekaterinburg, (Rossiya), 2006. június 6.
- Mátyás, Cs. 2006. Ökologische und genetische Konsequenzen des Klimawandels. Media Naturae Lehgang, Universitaet f. Bodenkultur, Wien–Sopron, 2006. szeptember 6.
- Mátyás Cs. 2006. Az élő rendszerek reakciója a fluktuáló környezetre, a klímaváltozás példáján. MTA SZAB Kémiai Szakbizottsága, SZTE, Szeged, 2006. november 13.

Erdy János
Bochtovich Ruffözse

Wenzel Gusztáv

Jábiar Gabon
Nagy János

Terintetes Nagygyűlés! Arany János

Minia felemelő szabályainak 32. §-a egy szót.
Mindem sijnomán választott tag, a külső kövétel
lével, osztályába tartozó dolgotat felolvasásával,
vagy személyes meg nem jelenhetős esetén beüldé
sével, legfeljebb egy év alatt sörét foglat; külsőben meg
választása meg nem működően.

Tehetnek esetek, melyekben kivált vidéken la
kolé gátolhatna a határidőt megtartani: de hallga
tag elvérsni e szabály meg nem tartatását, amlyet
tesz, mint örves szabályzatunkat erőlköndt terintetes
át söröségteleu. Indítványba hozatik tehát, hogy egyelőre a
határidőt s sörfoglalás által meg nem
határoztassék, az 186

