



# Genetikai tartamosság megvalósítása és ellenőrzése az erdőművelésben<sup>1</sup>

## Tartalom

A szaporítóanyag-gazdálkodás genetikai szempontjai

Az erdőművelési beavatkozások irányelvei

Természetes felújítás

Mesterséges felújítás

Törzsszámcsökkentés és válogató jellegű fahasználat

A „genetikai tartamosság” ellenőrzése

Pillantás a jövőbe: a genetika kihívásai

A növényi géntechnológia alkalmazásának lehetőségei

Géntechnológia alkalmazási lehetőségei az erdőgazdálkodásban

A genetikai erőforrások hasznosításának és védelmének összeegyeztethetősége

*„Az erdészeti genetikai kutatásokat az a törekvés hatja át, hogy megértsük a sokféleséget, és felismerjük azokat a mintázatokat, amelyektől az értelmet kap, a genetikai szinttől az ökoszisztémáig.”*

*Gene Namkoong<sup>2</sup>*

## A szaporítóanyag-gazdálkodás genetikai szempontjai

Az erdészeti szaporítóanyag-felhasználás nem nélkülözheti a genetikai alapelvek figyelembevételét. Ennek legfontosabb okai a következők.

- Az erdőgazdálkodás extenzív jellege és hosszú időtartama miatt az emberi beavatkozás, a korrekció lehetősége korlátozott: a termesztés biztonságát maga a növényanyag kell szavatolja.
- A fajok többségét természetközeli módon termesztik, vagyis a természetes genetikai változatosság megőrzése a gazdálkodás során is követelmény. A szaporítóanyag-gazdálkodást úgy kell irányítani, hogy az eredeti genetikai struktúrát és mintázatot lehetőség szerint fenntartsuk, illetve helyreállítsuk.

---

<sup>1</sup> Forrás: Mátyás Cs. (2002): Erdészeti - természetvédelmi genetika, Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Internetes megjelenés: <http://ngt-erdeszeti.nyme.emk.hu>

<sup>2</sup> Gene Namkoong (1934-2001) az észak-carolinai, majd a brit columbiai egyetem professzora, a 20. századi erdészeti genetika kiemelkedő egyénisége.



## Szaporítóanyag-forrás kiválasztása

A nemesített szaporítóanyagok esetében többé-kevésbé részletes adatok állnak rendelkezésre a termőhelyi igényről és a genetikai tulajdonságokról (növekedés, rezisztencia). Az állományban gyűjtött szaporítóanyagról viszont rendszerint a származási körzet az egyetlen, genetikailag értelmezhető információ, amely a várható teljesítményről tájékoztathat. A szaporítóanyag felhasználásával kapcsolatban a következő alapelvek rögzíthetők.

- Lehetőleg körzeten belüli szaporítóanyagot kell felhasználni.
- Amennyiben ez nem lehetséges, ökológiailag legközelebb álló körzetből kell hozni anyagot.
- A korábban ismertetett antropogén eredetű hatások miatt a származási körzeten belüli populációk csak a hagyományosan természetközeli módon felújított fajok esetében (pl. bükk, elegyfajok) mutatnak kellő homogenitást. Ezért a szaporítóanyag gyűjtés során a körzeten belül a jó alkalmazkodottságot mutató, lehetőleg őshonosként számon tartott állományokat kell előnyben részesíteni.
- Kiemelten kell kezelni a fenotípus alapján kiválasztott magtermelő állományokat.

## Szaporítóanyag-termelés

### *Maggyűjtés és felhasználás*

A populáción belüli párosodási feltételek figyelembevétele fontos kérdés, mert a magtételben képviselt génállományt a virágzás tömegessége, a párosodási feltételek és a génáramlás mértéke határozza meg.

A gyenge magtermésű években gyűjtött magtélék, ill. az ekkor létrejövő újulat nemcsak mennyiségében és minőségében marad el a jó magtermő évektől, hanem génkészletét tekintve is, hiszen a párosodó egyedek száma erősen lecsökken, a populáción belüli és populációk közötti génáramlás gyenge.

Az ökonómiai és technológiai szempontok mellett tehát a genetikai megfontolások is amellet szólnak, hogy természetes felújítást kezdeményezni, illetve magot gyűjteni jó magtermésű években kívánatos. Emellett a következő szempontok figyelembevétele szükséges.

- A szaporítóanyag-gyűjtés olyan állományokra korlátozódjon, ahol az egyedszám a beltenyésztés lehetőségét a minimumon tartja. Lehetőleg minél több egyedről (minimum: 20 fa) kell magot gyűjteni, az erdőrészlet egész területén elosztva.
- Egy-egy körzetben több állomány egyidejű gyűjtése kívánatos, ugyanígy a különböző gyűjtési évek magkészletének elegyítése célszerű (ha ezt minőségi okok nem akadályozzák).
- A vetőmag hosszú idejű tárolása nemcsak a csírázóképeség, hanem a génkészlet romlása miatt sem javasolt.



## **Csemetenevelés**

A génkészlet minél kisebb változtatása érdekében:

- a vetést célszerű a mag méret szerinti osztályozása után, elkülönítve végezni;
- a természeteshez közel álló szelekciós hatások érdekében a csemetekert ökológiai feltételei ne legyenek túl műviek (optimális a szabadföldi csemetenevelés, kisméretű erdei kertekben);
- mesterséges (vegyszeres) kezelések korlátozása ajánlatos;
- a csemeteméret szerinti válogatást a lehetséges minimumra célszerű korlátozni.

## **Nemesített vagy idegenhonos fajú szaporítóanyag felhasználása**

Azokban a gazdaságilag és ökológiailag indokolt esetekben, amikor kultúrerdők vagy ültetvények létesítésére idegenhonos (exóta) fajt vagy nemesített szaporítóanyagot (pl. dugványokat) alkalmazunk, genetikai szempontból az esetleges introgresszió és a génáramlás kérdése kíván mérlegelést.

Kijelölt génrezervátum, erdőrezervátum, illetőleg fokozott természetvédelem alatt álló erdőterületek védőzónájában olyan fajból nem szabad állományt létesíteni, amely a rezervátumban, ill. a védett területen bekereszteződés, introgresszió révén a természetes populációk génkészletét meghamisítja. A védőtávolság nagysága természetesen nemcsak a helyi viszonyoktól (az érintett populáció és a tervezett faállomány egymáshoz viszonyított mérete, izoláló felszíni formák és elhatároló más fajú állományok stb.) hanem a párosodás valószínűségétől, az érintett faj genetikai rendszerétől is függ. Jelen pillanatban az ültetvényekből kiinduló introgressziós veszély *Populus*- és *Salix* nemzetségek esetében kíván mérlegelést. A jövőben esetleg természetésbe kerülő génmanipulált, **transzgén fás növények** telepítési feltételeire, biztonságos kezelésére részletes és szigorú előírások kidolgozása szükséges.

A csökkent génkészletű, esetleg monoklon állományok elhelyezésére csak a jó termőhelyek alkalmasak, nemcsak azért, mert genetikai többletteljesítményük csak itt használható ki, hanem azért is, mert a természetésükkel járó kockázat így korlátozható a legjobban.

Nem kifejezetten genetikai kérdés, de itt említjük meg, hogy nemesített és exóta növényanyag telepítésekor az esetleges spontán kivadulás (természetes újulat, sarjadás) lehetőségére is tekintettel kell lenni, különösen a felsorolt, védelmet élvező területek körzetében.

## **Az erdészeti szaporítóanyagok genetikai minőségbiztosításával kapcsolatos követelmények (Bach István)**

Az erdészeti szaporítóanyagokkal kapcsolatos tevékenység a fejlett országokban államilag ellenőrzött és jogszabályokkal körülhatárolt. Ennek fő indítéka a genetikai minőségi ismérvek (származás és a genetikai tulajdonságok) hitelt érdemlő igazolásának igénye. A szaporítóanyag minősítés sajátos, biológiai alapokon nyugvó minőségbiztosítási és minőségtanúsítási eljárások és tevékenységek összefüggő rendszere. A szaporítóanyag előállítás folyamatának kritikus pontjain végzett ellenőrzések után független szakhatóság



igazolja, hogy a szaporítóanyagot a szakmai előírásoknak megfelelően gyűjtötték be és állították elő.

Ezt a tevékenységet nemzetközi szaporítóanyag certifikációs rendszerek fogják össze: Európában az OECD valamint az Európai Unió rendszere<sup>3</sup>. Az OECD rendszernek Magyarország 1989 óta tagja és alkalmazója, az EU direktívái a csatlakozás után lépnek majd kötelezően érvénybe.

A magyarországi jogrendben az *1996. évi CXXXI fajta-, vetőmag és szaporítóanyag-törvény* valamint az *erdészeti szaporítóanyagokról szóló 91/1997. (XI.28.) FM rendelet* (a továbbiakban ESZR) rögzíti a hazai rendszer kívánalmait összhangban a részletezett nemzetközi irányelvekkel. A szaporítóanyag minősítési (certifikációs) rendszert hatósági jogkörben az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet (a továbbiakban OMMI) felügyeli.

A minősítési és származásigazolási kötelezettség csak a gazdaságilag jelentősebb fajokra (fő állományalkotó és az elterjedtebb elegyfajok) áll fenn, a többi faj esetében csak az ellenőrzött és nyilvántartott termesztés kötelező. A jelentősnek ítélt fajok listáját az EU direktívája tételesen megnevezi, az OECD rendszer az alkalmazó tagállamra bízta meghatározásukat.

Valamennyi szaporítóanyag-minősítési rendszer előírja, hogy a rendszerbe vont fajokra származási körzeteket kell kialakítani. A **származási körzet** ebben az értelmezésben olyan földrajzilag és közigazgatásilag beazonosítható terület, amelyen belül a környezeti feltételek és az ott található állományok/populációk génkészlete hasonló (vö. az adaptívan egységes körzet fogalmával). A származási körzetek kialakításának elveit és megvalósítását a 9. fejezetben tárgyaltuk. Ezen elvek érvényesülése elsősorban az őshonos és hagyományosan természetes felújítással kezelt fajok esetében várható el maradéktalanul. A honosított fajok (pl.: akác) valamint az őshonos, de többnyire mesterségesen létesített állományokkal rendelkező fajok (pl.: kocsányos tölgy) esetében megnő az állomány szintű különbségek jelentősége a származási körzet hatásához képest. E két esetben az állomány létesítésekor használt szaporítóanyag minősége a meghatározó. Ahol pedig a fajtahasználat az általános, mint a nemesnyárok esetében, a hangsúly a termőhelynek megfelelő fajta megválasztásán, a fajtatiszta és jó minőségű ültetési anyaggal való erdősítésen van.

Az erdészeti gyakorlatban egyaránt felhasználható és forgalomba hozható a nemesített klónfajták dugványa és a természetes „vad” populációk vetőmagja, ezért a szaporítóanyagokat **kategóriákba** sorolják a kiinduló növényállományról, szaporítóanyag-forrásról rendelkezésre álló ismeretek alapján.

A szaporítóanyag forgalomképességének minimuma a begyűjtés helyének (erdőrészlet, erdőgazdasági táj, származási körzet) beazonosítása: ez a *származás-azonosított* kategória<sup>4</sup>. Ha a szaporítóanyag forrását meghatározott követelményrendszer szerint választották ki kedvező fenotípusa alapján (tehát a genotípus vizsgálatára még nem került sor), állomány szintű szelekció esetén *kiválasztott*, egyedi szintű szelekció esetén *kiemelt* kategóriájú szaporítóanyagról beszélünk. Amennyiben a rendszer által meghatározott módszertan alapján összehasonlító kísérletekkel is bizonyítható a kiinduló anyag genetikailag meghatározott többlethasznossága (kedvezőbb fahozam, minőség, ellenálló képesség, stb.) akkor a belőle származó szaporítóanyag *vizsgált* kategóriájú (77. táblázat).

<sup>3</sup> Jelenleg az OECD szervezet C(74)29(Final) és AGR/CA(96)25REV2 jelű irányelvei, valamint Európai Unió 105/99/E direktívája.

<sup>4</sup> Az azonosítás szempontjából elkülönítendő az eredet (*origin*) és a származás (*provenance*) fogalma; míg előbbi az eredeti helyszínre vonatkozik, amelyhez a populáció adaptálódott, az utóbbi csak azt a földrajzi helyet jelöli meg, ahonnan a szaporítóanyagot begyűjtötték. Mesterségesen telepített állomány esetében a két fogalom eltérő helyszínt jelölhet, pl. szlavóniai eredetű, de gemenci származású tölgyemák tétel (vö. Máttyás Cs., 1986.)



<i>Szaporítóanyag-kategória</i>	<i>Besorolható szaporítóanyag-források</i>	<i>A vizsgálatok és/vagy ismeretek szintje</i>
Azonosított származású szaporítóanyag ( <i>source-identified</i> )	Egy azonosított származási (ökológiai) körzet természetserű vagy mesterségesen telepített erdőállományai	Csak a szaporítóanyag származási körzete ill. eredete (gyűjtőhelyének földrajzi/közigazgatási hovatartozása) ismert
Kiválasztott (szelektált) szaporítóanyag ( <i>selected</i> )	Magtermelő állományok	Tömeg- (populáció-)szelekció a külső megjelenés (fenotípus) alapján. A kedvezőtlen adottságú állományok kizárása
Kiemelt szaporítóanyag ( <i>qualified</i> )	<i>a)</i> magtermesztő ültetvények (plantázatok) <i>b)</i> genetikailag nem tesztelt klónok	Egyedszelekció, de csak a külső megjelenés (fenotípus) alapján való kiválasztással. A genetikai vagy termesztési érték nem ismert.
Vizsgált (tesztelt) szaporítóanyag ( <i>tested</i> )	Minden, a kiválasztott és a kiemelt kategóriában elfogadható típusú alapanyag lehet, ide tartoznak az államilag elismert klónfajták és a vizsgált magtermesztő klónösszeállítások	Előírt és meghatározott módszertan alapján végzett genetikai vizsgálatok és/vagy többfokozatú klónkísérletek, származási kísérletek, utóvizsgálatok a termesztési érték meghatározására.

#### 77. táblázat - Szaporítóanyag-kategóriák

A szaporítóanyagnak ismert helyről kell származnia, ami lehet magforrás (származási körzet vagy erdőállomány) illetve törzsültetvény. A törzsültetvény elsődlegesen szaporító alapanyagok (mag, dugvány, stb.) előállítására létesített növényállomány, amelyet

- a kibocsátott szaporítóanyag jellege (mag, dugvány, sarj, stb.),
- szaporítási fokozata (szuperelit, elit, certifikált), és
- leszármazási szintje (nemesítői törzsanyag, központi-, vagy üzemi törzsültetvény) jellemez.

Az erdőszetben **törzsültetvénynek** tekintjük az anyatelepeket, amelyről főleg a nyárok, fűzek dugványai nyerhetők, valamint a megtermesztő ültetvényt (plantázst) melyben többnyire kiválasztott törzsfák oltványai teremnek magot. Törzsültetvénynek minősülnek a kiválasztott kategóriájú magtermelésre nyilvántartott erdőállományok, vagyis a magtermelő állományok is. A törzsültetvényeket a szakhatóság engedélyezi, nyilvántartja és rendszeresen ellenőrzi.

#### **Szaporítóanyagok gyűjtése, nevelése, minősítése**

Szaporítóanyag csak bejegyzett, engedélyes faiskolában – erdőszeti csemetekertben állítható elő, forgalmazása és felhasználása állami ellenőrzés alatt áll. A csemetekert létesítés általános előfeltétele a jogszerű földhasználat, a szakirányú végzettségű felelős vezető, a növény-egészségügyi alkalmasság valamint a termékpálya szerinti terméktanács tagsága.

A gyűjtést és nevelést dokumentálni kell, erre a célra gyűjtési naplók, faiskolai nyilvántartások és származási igazolványok szolgálnak.

Szaporítóanyagot csak akkor lehet forgalomba hozni, ha besorolható a már részletezett kategóriák valamelyikébe. Kivétel az őshonos fajok génállományának megőrzésére és elszaporítására létesített, nyilvántartott, a genetikai sokszínűség megőrzését célzó természetvédelmi célú növényállományok szaporítóanyaga.



A szaporítóanyag felügyelet a törzsültetvényeket és a szaporító- és ültetvényanyag-tételeket *szemle* során minősíti, a tételek faj-, fajtaazonossága, származása, szaporítási fokozata, minősége valamint a növény-egészségügyi hatóság által igazolt egészségi állapota alapján. A *minősítésről* igazoló okirat, vagy jegyzőkönyv készül. A magasabb szaporítási fokozatú tételek fémzár, vagy azt helyettesítő más anyag, ill. módszer alkalmazásával úgy kerülnek lezárásra (címkézésre), hogy annak megsértése nélkül a csomagolási egység tartalmához hozzáférni ne lehessen.

Csak a szaporítóanyag felügyelet által minősített és tanúsított (certifikált) szaporítóanyag hozható forgalomba. A forgalomba hozott és felhasznált tételekről – a minősítő szemlejegyzőkönyv adatai alapján – a termelő köteles származási igazolást kiállítani és azt a vásárló részére átadni.

### ***Export és import előírások***

A behozatal és kivitel követelményeit az ESZR 22. és 23. §-a részletesen szabályozza. Erdészeti szaporítóanyagot *exportálni* csak ESZR előírásai szerint minősítve, a növény-egészségügyi előírások betartásával, az OECD erdészeti szaporítóanyag-forgalmi rendszer előírásai szerint, nemzetközi (OECD) származási igazolvánnyal szabad. A kivitel követelményeit a fogadó ország a hazai előírásokon túlmenően is korlátozhatja.

A *szaporítóanyagok behozatala* részletesebben szabályozott. Az ESZR 22. § (1) szakasz szerint: az erdei fafajok populációinak genetikai védelme, evolúciós képességének megőrzése és ökológiai stabilitása érdekében Magyarországra csak olyan erdészeti szaporítóanyag hozható be, amely esetében a 3. § előírásai<sup>5</sup> sérelmének veszélye nem áll fenn.

A főbb fafajok javasolt és tilalmazott külföldi származási körzeteire vonatkozó követelmények szerint a hazai erdők ökológiai, genetikai és növény-egészségügyi védelme érdekében nem hozható be erdészeti szaporítóanyag a következő helyszínekről (kivéve a származási kísérlettel bizonyított ökológiai alkalmasságot):

- 1000 m tengerszint feletti magasságból,
- az 57. szélességi foktól északabbra, illetve a Kárpátoktól keletebbre eső területről,
- jelentős atlanti (mintegy 100 km-es parti sáv), illetve mediterrán hatás alatt álló területről,
- Európán kívüli területről.

Erdészeti szaporítóanyagot csak a szaporítóanyag felügyelet előzetes engedélye alapján lehet behozni Magyarországra. A jogszabály részletesen előírja a behozott anyag származásának igazolását, a kísérő okmányok tartalmi követelményeit.

A ESZR-ben fel nem sorolt fajok és fajtáik szaporítóanyagának behozatalát az OMMI származási kísérlet létesítéséhez kötheti. Az Intézet megtilthatja mindazon taxonok és populációk szaporítóanyagának importálását, amelyek ember- állat- és növény-egészségügyi szempontból veszélyesek lehetnek, vagy amelyek káros hatással lehetnek a hazai populációkra (pl. introgresszió miatt).

---

<sup>5</sup> A termőhelynek való megfelelés, a kielégítő genetikai sokféleség és az erdei populációk mikroevolúciós képessége megőrzésének kívánalma.



## Az erdőművelési beavatkozások irányelvei

### Természetes felújítás

A természetes felújítás az a munkafolyamat, ahol a diverzitást faji és genetikai szinten legerőteljesebben alakítani lehet. Többféle felújítási mód párhuzamos alkalmazása, a felújítás időbeni széthúzása jótékony hatású a genetikai változatosságra.

A felújítás természetes módjának alkalmazása genetikailag két alapkövetelményt kell kielégítsen:

- tegye lehetővé a szülőnemzedék génkészletének átörökítését, minél inkább változatlan formában;
- biztosítsa az újulat lehető legnagyobb alkalmazkodóképességét az adaptív változatosság maximálása révén.

A természetes felújítás módjának kiválasztásakor genetikai szempontból figyelembe kell venni a szülőnemzedék egyedszámát és magtermőképességét annak érdekében, hogy az utódnemzedék létrehozásában résztvevő egyedek számát ne csökkentsük a szükséges minimum alá, és elkerüljük a beltenyésztést.

Különös figyelmet érdemel a természetes felújítások során visszahagyott magtermő fák száma és minősége. A felújulás egyfajta „palacknyak-hatással” járhat, amennyiben a felújítás kezdetére kisszámú, gyenge genetikai adottságú anyafát hagynak vissza (Mátyás Cs., 1979b).

Amennyiben a bontást a magtermés megjelenése, ill. az újulat felverődése után hajtjuk végre, a faállomány összes egyede elvileg részt vehetett az újulat létrehozásában. Mivel ismeretes, hogy az egyes fák részvétele a párosodásban (vagyis hím- és nővirágzásának intenzitása és fenológiai időzítése) évről-évre változó, ezért kedvező hatású, ha az újulatban minél több évjárat képviselteti magát.

A természetes felújítási módok közül az újulatban nagyobb géndiverzitást idéznek elő azok a bontási módok, amelyek erőteljesen tagolják a koronaszintet és erős légköri turbulenciát eredményeznek, így pl. a kulisszás és lékes felújítás, míg az egyenletes, óvatos bontás a szomszédok párosodását és az önbeporzást segíti. Általában, az újulatra ható szelekciós erők diverzifikálása érdekében minél változatosabb, mozaikos állománystruktúrát kell létrehozni.

### Mesterséges felújítás

A mesterséges felújítás önmagában nem hordoz veszélyt a genetikai diverzitás csökkentése tekintetében (feltéve, ha a szaporítóanyag gyűjtésének és forgalmazásának szakmai követelményeit betartják), mert a szaporítóanyagot rendszerint nagy területről, számos állományból gyűjtik, ami a potenciális diverzitás növelése irányában hat. Hasonlóképpen a magtermesztő ültetvények szaporítóanyaga sem mutat genetikai elszegényedést, amennyiben a szelekciót és az ültetvény kivitelezését szakszerűen végezték.

Speciális eset a klónozott szaporítóanyaggal létrehozott ültetvény. Létrehozása értékes, őshonos erdőtársulás helyén nem lehet cél – egyéb körülmények között, pl. korábbi mezőgazdasági területen indokoltságát többféle szempontból kell megítélni (Mátyás Cs., 2001).

A mesterséges felújítás azon eseteit, amikor helyi szaporítóanyagot használnak fel, makkvetés, ill. magvetés formájában, a természetes felújítással genetikailag egyenértékűnek



kell tekintenünk. A mesterségesen létrehozott újulatra erőteljesebb szelekció hat, ugyanakkor az egyedszámok elmaradnak a természetes újulat induló egyedszámaitól.

A mesterséges felújításhoz felhasznált szaporítóanyag már valamennyi megelőző döntés genetikai következményét hordozza (szaporítóanyag-forrás kiválasztása, a magbegyűjtés és csemetenevelés körülményei). Az ültetési hálózat megválasztás ezeket a hatásokat némileg kompenzálhatja, ha magasabb hektáronkénti darabszámot választunk. Minél alacsonyabb az egyedszám, annál kisebb az alkalmazkodás és a szelekció (természetes és mesterséges egyaránt) lehetősége, annál nagyobb a véletlen sodródások valószínűsége.

Amennyiben a létrehozandó állomány célja lehetőleg minél nagyobb genetikai diverzitás fenntartása (magtermelő utódállomány, génrezervátum felújítás), úgy az üzemi csemeteszámokat lényegesen meghaladó egyedszámot kell alkalmazni. Az alkalmazkodóképesség megőrzése szempontjából, hasonló okok miatt, a közvetlen magvetést kedvezőbbnek kell ítélni, mint a csemeteültetést.

### **Törzsszámcsökkentés és válogató jellegű fahasználat**

Az erdőművelésben figyelembe vett mennyiségi tulajdonságok összetett öröklődése miatt bármilyen gondossággal végzett állománynevelési beavatkozás sem eredményez ugrásszerű genetikai javulást az utódnemzedékben. Azonban vannak bizonyítékok arra, hogy a gondosan végzett állománynevelés nemcsak az aktuális faállomány, hanem az utódnemzedékének javulását is eredményezheti (l. pl. a 96. ábrát és a 62. táblázatot).

Mindamelletts valószínűtlen, hogy a gazdasági célú erdőállományokban az állománynevelést elsődlegesen az utódnemzedék genetikai javítása érdekében végeznék; itt inkább egy kedvező mellékhatásról van szó.

Figyelmet érdemel viszont a válogató, legjobb egyedeket kitermelő fahasználat következménye. Több jel arra mutat, hogy a kedvező alaki tulajdonságokat meghatározó allélok között domináns hatásúak is vannak. A domináns tulajdonságokkal kapcsolatban viszont ismeretes, hogy amennyiben a szelekció a domináns tulajdonsággal rendelkező egyedek ellen, azok eltávolításával jár, a szelekció hatékonysága ugrásszerűen megnövekszik. Ez azt jelenti, hogy amennyiben a gyérités során a kedvező alaki tulajdonságú egyedeket távolítják el, az állomány genetikai adottságai igen gyorsan és „hatékonyan” leronthatók.

Az erdőművelési beavatkozások közül tehát különösen a pozitív, válogató jellegű gyéritések és célátmérős véghasználatok eredményezhetnek gyors minőségi romlást a populáció génkészletében. A természetes szelekcióval összhangban végzett mérsékelt és szakzerű egyedszám-csökkentések adaptív tulajdonságokra, ill. a génkészletre gyakorolt negatív hatása jelenlegi ismereteink szerint nem mutatható ki.

### ***A „zöld” gazdálkodási elvek genetikai megítélése***

A természetvédelem kívánásai a sokfajú, termőhelynek megfelelő elegyes állományok kialakításával kapcsolatban genetikai szempontból is kívánatosak. Több, nehezen teljesíthető szélsőséges gondolat megvalósítása azonban genetikai megítélés alapján nem látszik indokoltnak.

A genetikai elemzések alapján például úgy tűnik, hogy a jelentős többletráfördítással járó szálalóerdő-szerű állományszerkezet létrehozása a genetikai diverzitás tekintetében nem jár annyi előnnyel, mint ahogy azt feltételezték. Ez a célkitűzés amúgy is problematikus, mivel a hazai klimatikus körülmények között, az elegyes lombos erdők társulásai többségében ilyen struktúra csak rendszeres és erőteljes beavatkozással (bolygatással) tartható fenn. A





többszintesség, többkorúság feltételei még legegyszerűbben az erdőszegélyeken valósíthatók meg, ahol ennek nagy ökológiai jelentősége is van.

A vágásforduló jelentős megemlése genetikai szempontból ugyancsak nem tűnik olyan kedvezőnek, hogy ellensúlyozza a túltartással járó jelentős gazdasági hátrányokat. A diverzitás a megfelelő szaporítóanyag alkalmazásával, változatosságot biztosító felújítási és gyérítési módszerekkel kedvezőbb feltételek mellett tartható fenn.

Amennyiben az introgresszió és az invazív terjedés veszélyét elhárítjuk, úgy az idegenhonos származások és fajok ültetvényszerű vagy kultúrerdő jellegű termesztésének is van bizonyos feltételek mellett létjogosultsága. Telepítésük teljes körű kizárása bizonyosan túlzó, és nem számol a gazdasági szempontok mellett az ökológiai érvekkel sem (Bach – Mátyás, 2001). Idegen származások és fajok óvatos felhasználása mellett szólnak az emberi beavatkozás hatására ökológiailag megváltoztatott környezeti feltételek, illetőleg a feltételezett klímabizonytalanságra való felkészülés is, mivel az őshonos populációk rátermettsége ezekben az esetekben is gyengébb lehet.

## A „genetikai tartamosság” ellenőrzése

A „genetikai tartamosság” célkitűzése a populáció, tágabb értelemben a faj evolúciós képességének megőrzése. A genetikai erőforrások hosszú távú fenntartása a diverzitást meghatározó folyamatok működőképességétől függ. A dinamikát meghatározó négy fő indikátor a következő (Boyle in Mátyás Cs., 1999):

- a genetikai változatosság mértéke,
- a gén, ill. genotípus-gyakoriság változásának iránya,
- a génáramlás lehetősége populációk között,
- a párosodás és a szaporodás hatékonysága.

A géndiverzitás közvetlen meghatározásának nehézségei és költségessége miatt az esetek nagy részében közvetett indikátorok alkalmazására van szükség.

Az ökológiai-demográfiai indikátorok alkalmazása azon a feltételezésen alapszik, hogy a genetikai diverzitást a faji és demográfiai diverzitás fenntartásával analóg hatások befolyásolják. Magas fajdiverzitással rendelkező ökoszisztémákban feltehető, hogy – egyéb feltételek megléte esetén – a populációk génkészlete is változatos. Az „egyéb feltételek” alatt elsősorban a demográfiai jellemzőket kell érteni, tehát pl. a területegységen előforduló egyedek számát (egyedsűrűség), az egyedek kor- és méreteloszlását, térbeli elegyedését, a termőkorú (ill. szexuálisan érett) egyedek arányát stb.

Az alábbiakban ismertetett és részben módosított indikátorrendszert a FAO szakértői testülete dolgozta ki erdei fajokra (Boyle in Mátyás Cs., 1999).

## A géndiverzitás fenntarthatóságának ellenőrzésére alkalmas genetikai indikátorok

### *A genetikai változatosság mértéke*

- Kvantitatív tulajdonságok additív varianciája: a legfontosabb és legmegbízhatóbb jellemző, sajnos általában közös tenyészkerti kísérletek létesítését igényli;
- Allélszám a polimorfizmust mutató lokuszokon;
- Véletlen alapon kiválasztott DNS-szakaszok genetikai diverzitása;
- Heterozigóta lokuszok aránya.



### ***A művelési beavatkozások hatására bekövetkező változások a populációban***

- Kvantitatív tulajdonságok genetikai átlagának változása: bonyolultsága és időigényessége miatt a legritkább esetben mért jellemző;
- Genetikai markerekkel jellemzett allélgyakoriság-változás;
- Genotípusok gyakoriság-változása: jellemezhető pl. a heterozigózis mértékének megváltozásával.

### ***A génkészlet eltérései nemzedékek között***

- Markerekkel jellemzett eltérések a szülőnemzedék, a magtermés és a különböző korú utódnemzedékek allél- és géngyakorisága között.

### ***Génáramlás populációk között***

- Ritka allélok felhasználása az idegen eredetű virágpor termékenyítésének hatáselemzésére;
- Semleges markerek gyakoriságoteltérései populációk között, azaz a populációk közötti differenciálódás mértéke ( $F_{ST}$ ,  $G_{ST}$ ).

### ***Párosodás, szaporodás hatékonysága***

- Rokonpárosodás, ill. beltenyésztés mértéke;
- Beltenyésztési leromlás (depresszió) mértéke;
- Beltenyésztést gátló letális génhelyek száma.

## **A géndiverzitás fenntarthatóságának közvetett ellenőrzésére alkalmas demográfiai jellemzők**

A vizsgált faj genetikai rendszerét (párosodás mértéke és hatékonysága, vegetatív szaporodási hajlam, magterjedés, pollen- és termésszállító vektorok stb.) figyelembe kell venni a demográfiai feltételek értékelésekor. Kisebb populációméret, ill. alacsonyabb egyedsűrűség elegendő az idegenbeporzó, és hatékony génáramlást felmutató fajok, így a rovarbeporzó valamint a nagy virágportömeget termő fajok esetében.

### ***A genetikai változatosság mértéke***

- Kvantitatív tulajdonságok fenotípusos szórása: a populációban megfigyelhető fenotípusos eltérések alapján megközelítő információ szerezhető a genetikai változatosságról;
- A populáció egyedszáma, az egyedek térbeli eloszlása (elegyedése) a területegységen;
- Az egyedek kor- és méreteloszlása.



### ***Génáramlás populációk között***

- A térségben előforduló populációk (állományok) térbeli eloszlása, esetleges izoláltsága;
- A pollen- és magterjedést akadályozó fizikai vagy biológiai korlátok megléte.

### ***Párosodás, szaporodás hatékonysága***

- A virágzást és terméshozást lehetővé tevő feltételek megléte (a faállományban elfoglalt szociális helyzet);
- A párosodásra képes ivarérett egyedek száma és eloszlása;
- A termett mag minősége (ezermagsúly, léhamagtartalom).

## **A géndiverzitás fenntarthatóságának közvetett ellenőrzésére alkalmas ökológiai jellemzők**

A termőhely alkalmassága és mozaikossága, ill. a populáció bolygatottsága önmagában is alkalmas arra, hogy a géndiverzitás mértékét, és a fenntarthatóság esélyeit becsüljük a következők szerint. Indikátorok lehetnek:

- A termőhely alkalmassága a kérdéses fafaj szempontjából;
- A termőhely mozaikossága, a területen jelentkező ökológiai grádiens (pl. lejtő);
- A területen tapasztalható fajválogatosság (fajdiverzitás);
- Az ökológiai feltételek alkalmassága a természetes újulat szempontjából;
- A természetes szelekciót módosító természeti és antropogén tényezők (pl. fagyzug, légszennyezés);
- Vadkárosítás mértéke;
- Indikátorokkal jellemezhető bolygatottság mértéke.

## **Pillantás a jövőbe: a genetika kihívásai**

A genetika 20. századi viharos fejlődése révén elérhető közelségbe került nemcsak az örökletes genetikai hibák „kijavításának” lehetősége, hanem elméletileg tetszőleges tulajdonságokkal rendelkező egyedek létrehozása is. Ma még alig látható előre, hogy mindez milyen hatással lesz az élő környezetre, a földi bioszféra egészére. Egészen bizonyosan nagyobb hatása lesz, mint az emberiség elmúlt 10 000 évi tevékenységének, amelynek során a mezőgazdaság és állattenyésztés (és ide sorolhatjuk az erdőgazdálkodást is) a hozzáférhető biotikus természeti erőforrásokat az emberi faj fennmaradása és szaporodása szolgálatába állította.

Ma már közvetve vagy közvetlenül a földi biomassza produkció mintegy 40%-át használja 6 milliárd embertársunk, és egyre nyilvánvalóbb a felismerés, hogy a korlátot nem ismerő fejlődés természetellenes és önpusztító – mert fenntarthatatlan. Nem engedhetjük meg magunknak a tudatlanság luxusát; fel kell ismerjünk, hogy az emberi tevékenység egyre szélesebb körben befolyásolja az evolúciót, és vele együtt az emberi társadalom jövőjét. Ezzel a genetika etikai jelentőséget is nyert (gén-etika: I. Ferenczi, 1999).



A természetes rendszerek működésének megértése sokban segítségünkre lehet. Az evolúció négy és fél milliárd év alatt sok mindent kipróbált, amiből napjainkra a sikeres stratégiával rendelkező fajok, életközösségek maradtak fenn. Az örökítő anyag genetikai kódja évmilliók környezeti változásainak, katasztrófáinak élő emlékezetét és tapasztalatát hordozza. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a populáció génkészlete filogenetikai (leszármazási) értelemben vett ökológiai memóriája. A változásokhoz való alkalmazkodásnak és átörökítésének az elemzése ezért a jövő szempontjából nem érdektelen.

## **A növényi géntechnológia alkalmazásának lehetőségei**

A biotechnológia 20. századi gyors fejlődése megteremtette a lehetőséget a növények (ill. sejtjeik) genomjába való beavatkozásra. A szövet- és sejttenyésztési, mikroszaporítási módszerek finomodásával, és mindenekelőtt a DNS transzformációval előállított transzgén növények révén egy új iparág, a biotechnológiai ipar keretei formálódnak. A genetikailag módosított szervezetek (GMO-k) új technológiák bevezetését, új termékek előállítását tették lehetővé.

Ennek a kérdéskörnek akár csak érintőleges tárgyalása is meghaladja a könyv választott tematikai és terjedelmi kereteit, ehelyett a rendelkezésre álló hazai és külföldi szakirodalomra utalunk (pl. Dudits – Heszky, 1999; Balázs – Dudits, 1999). Ezen a helyen csak a genomika a hagyományos genetikai felfogást árnyaló eredményeire térünk ki.

A lehetséges erdészeti alkalmazást csak példa szinten említjük meg, hiszen az erdészetben az agrár-termeléstől gyökeresen eltérő feltételek és célkitűzések miatt ezt a kérdést különös óvatossággal kell kezelni – ezért a géntechnológia gyors térhódítása meglehetősen valószínűtlen.

### ***A genomika technikai lehetőségei***

Elsősorban a Humán Genom Program végrehajtásának köszönhetően számos új technikai lehetőség vált hozzáférhetővé. A genetikai elemzés robotizálása és összekötése informatikai rendszerekkel egy új tudomány, a **genom-tudomány (genomika)** megszületéséhez vezetett. A genomika az élőlények genetikai állományának, azaz a genom szerkezetének, nevezetesen a DNS szekvenciájának (bázissorrendjének) meghatározásával és működése feltárásával foglalkozik.

A genomika lehetővé teszi az expresszáladó gének vizsgálatát az egyedfejlődés különböző fázisaiban, az egyes eltérő sejtípusokban. Lehetővé válik az egyedi különbségek elemzése is, így pl. az előnyös tulajdonságokat hordozó egyedekben található géneké. A különböző környezeti feltételek között végzett vizsgálat fényt deríthet arra, hogy a környezetváltozás mely gének működését befolyásolja. Mindez a gének egyenkénti vizsgálata helyett a genom szintjén történő szimultán elemzés révén végezhető el.

## **Új felismerések a genom működéséről**

Nem nélkülözi a szimbolikát, hogy az emberi genom tartalmát az új évezred első évében, 2001-ben hozták nyilvánosságra. Bár a leközölt adatok véglegesítése és kiegészítése még évekig eltarthat (csak a genom 83–84%-át fejtették meg, és ennek is csak egy harmada végleges szekvencia), az már ma is nyilvánvaló, hogy ez a tudományos teljesítmény a



tudománytörténet egyik legjelentősebb fegyverténye, amelynek az emberi társadalomra kifejtett hatása még fel sem mérhető.

A közvetlen orvosi jelentőségen túl ez a felfedezés – a biotechnológia korábbi eredményeivel kombinálva – sok más tudományterületet is befolyásolni fog, és a várható gazdasági kihatások mellett politikai, sőt stratégiai következményekkel is számolni kell. Az emberi genom megismerése nagy hatással lesz a közgondolkodásra, és komoly filozófiai, etikai és jogi kérdések sokaságát veti fel.

A genom működésének megismerése szemléleti változást is hoz a 21. század genetikájába. Mindenekelőtt a gén és a genom klasszikus értelmezése szorul kiegészítésre. Megrendülni látszik az a leegyszerűsítő felfogás, amely a gént egyértelműen elkülöníthető, adott funkcióval rendelkező DNS-szakaszként fogja fel. A kutatási eredmények arra utalnak, hogy a gén funkciója nem feltétlen rögzített. A DNS-szakasz szerepét, működését más gének kölcsönhatásai és különböző eredetű szabályzó molekulák együttes hatása, kémiai dinamizmusa határozza meg.

Változó génfunkciót tesz lehetővé az átírás és szintézis során tapasztalt „alternatív splicing”. Kiderült, hogy a genetikai információ átírásakor az átírási termék érési folyamaton (splicing) megy át, melynek során egyes szakaszok kivágódnak. Sejtípustól, szövettől, fejlődési és élettani állapottól függően az érési folyamat eltérő lehet, miáltal eltérő RNS és a továbbiakban eltérő fehérjék képződhetnek. Maga a fehérjetermék is a továbbiakban sokoldalú reverzibilis és irreverzibilis változásokon mehet keresztül, amelyek befolyásolják aktivitását, stabilitását, sőt – az evolúció részeként – funkcióját is.

A génfunkciót jelentősen módosíthatja a géndózis (ha a DNS-szakasz több példányban található a genomban), illetőleg azt is kimutatták, hogy a recesszív allélok a heterozigótákban is kifejthetik hatásukat.

Az emberi genom programban az egyidejűleg két kutatócsoport által 2001-ig meghatározott gének száma közel 30%-ban eltér (31, ill. 39 ezer gén), ami arra utal, hogy a gének eddigiekben kidolgozott lehatárolási módszerei bizonytalanok. Emellett a látenszen vagy átfedő módon működő DNS-szakaszok feltárása arra enged következtetni, hogy a gének száma a jelenlegi becsléseknél valószínűleg kissé magasabb lehet.

Mindez megerősíti, hogy az élőlények fenotípusában, viselkedésében megnyilvánuló összetettség forrását a külön-külön működő végtelen nagy számú gén helyett sokkal inkább a gének alternatív funkcionálásában, a gének közötti kölcsönhatásokban, a génexpressziós programokban kell keresni, amelyhez a szervezet élettani, fejlődési állapota és a külső környezet hatásai járulnak.

Az elkövetkező évtizedek óriási kihívása a modellszervezet-genomok ismertté vált bázissorrendje (szekvenciája) funkcionálásának megismerése. Ehhez paradox módon a „hagyományos” fenotípus, a fenotípus-genotípus kapcsolat eddigieknél sokkal pontosabb feltárása szükséges: a laboreredmények felértékelik a kísérletes, terepi megfigyelések fontosságát.

A génekről kialakuló árnyaltabb kép a genom egészét is új megvilágításba helyezi. A stabil, változatlan genomról alkotott hagyományos szemlélet módosulni látszik. A kromoszómák szabálytalan átkereszteződése, a nem kódoló, repetitív szakaszok nagy száma, a tartósan beépült retrovírusok, a mobilis (áthelyeződő) genetikai elemek jelenléte arra enged következtetni, hogy a genom egészét nagymértékben véletlen (semleges) evolúciós folyamatok határozzák meg, ezért egyáltalán nincs mit csodálkozni azon, hogy nincs összefüggés az élő szervezet biológiai komplexitása és a genom nagysága („C-paradoxon”), illetve a gének száma között.

A genom képlékenysége utaló jelek miatt egyre inkább erősödik az a nézet, hogy a genom „plasztikus”, „folyékony” vagy „mobilis”. Ráadásul egyes eredmények arra utalnak,



hogy az egyedi örökítő állomány „zsugorodhat” (aszály, szövettényésztés, öregedés következtében), vagy bizonyos egyedfejlődési szakaszokban gyarapodhat is. A „plasztikus genom” gondolatának felmerülésében a fenyők citológiai vizsgálata jelentős szerepet játszott (Miksche, 1968). Kimutatták, hogy egyes luc és *Pinus* fajokban a kromoszómák méretei fajon belül változnak. A sejtenkénti DNS-tartalom meglepő módon bizonyos származások esetében eltéréseket mutat. A fenyők változó genom-méretének kérdése mind a mai napig – a citológiai módszerek nehézségei miatt – vitatott és tisztázatlan. Hasonló szabálytalanságokat tártak fel az amerikai kőrisnél is.

Ugyancsak vitatottak pl. azok az eredmények, amelyek arról számolnak be, hogy egyes fajoknál a juvenilis növény termőre fordulásával a DNS-tartalom megnövekszik. A borostyán (*Hedera helix*) termőre forduláskor nagyon karakteres morfológiai változáson megy át. Egyes szerzők szerint ezzel a sejtenkénti DNS-tartalom ugrásszerű növekedése jár együtt. Az eredmények szokatlansága ellenére tény, hogy több mezőgazdaságban termesztett faj esetében hasonló jelenségeket tapasztaltak, pl. kukoricánál, lennél, napraforgónál. A genom méretváltozásának átörökítésére nincsenek bizonyítékok (Greilhuber, 1997).

A fajon belül, sőt az egyedfejlődés során fellépő genom-változások ténye ma még nem általánosan elfogadott, de alkalmas magyarázatot szolgáltathat pl. a rokon fajok között sokszor tapasztalható jelentős genom-különbségekre.

## **Géntechnológia alkalmazási lehetőségei az erdőgazdálkodásban**

A géntechnológiai beavatkozások erdészeti célkitűzései igen sokrétűek lehetnek. Így pl. a következő tulajdonságok megváltoztatása látszik lehetségesnek (a felsoroltak közül több probléma megoldásán már dolgoznak):

- betegségekkel és rovarokkal szembeni rezisztencia;
- növényirtó szerekkel szembeni rezisztencia;
- hajtáscsúcs-dominancia (a koronaalak befolyásolása);
- szárazságtűrés;
- anyagcsere-folyamatok, ezen belül a tápanyag-felvétel és hatékonyság;
- a fotoszintézis hatékonysága, vagy
- a faanyag-tulajdonságok, ezen belül a lignin mennyiségének és összetételének megváltoztatása.

A géntechnológiai eljárások révén előállított egyedek tömeges termesztése az erdőszetben különösen nagy kockázatot jelent, részben a termesztési ciklus hosszúsága miatt. Ennél is nagyobb kockázatot jelent a módosított allélok kiszökési lehetősége, hiszen az eddigiekben bemutattuk az erdei fák jellegzetesen erős migrációs képességét. A jelenleg még csak kísérleti szintű eljárások környezeti hatásai lelkiismeretes genetikai és ökológiai elemzést igényelnek.

### ***Példa az alkalmazási lehetőségekre: beltartalmi tulajdonságok megváltoztatása géntechnológiával***

A lignin a fatestet alkotó sejtek falában azok mechanikai szilárdságát biztosítja, másrészt impermeabilitása révén fontos szerepe van a vízszállításban, és a betegségek terjedésének meggátolásában is.

Ugyanakkor a faanyag lignintartalma a cellulózgyártás során csökkenti a kihozatalt, eltávolítandó anyag. A növényevők táplálékában a lignin emészthetetlen, inert anyag marad. A lignin-összetétel módosítása, mennyiségének csökkentése ezért jelentős előnyökkel járhat.



A cellulózgyártásban a módosított lignintartalom kevesebb vegyszerfelhasználást, rövidebb feltárási időt, ezáltal nagyobb cellulóz kihozatalt jelenthet.

A faanyag felépítésében mintegy 1000 gén vesz részt. A lignin bioszintézise soklépcsős folyamat eredménye. A szintézis nem feltétlen egymásra épülő lépések sora, sokkal inkább alternatív lehetőségek hálójából áll. A bonyolult szerkezetű ligninmolekula alapépítőkövei alkohol típusú vegyületek (fenyők esetében: koniferil-alkohol). A lignin-bioszintézist meghatározó enzimek módosulása más típusú végtermékhez vezethet. Sederoff és mtsai (1997) találtak olyan *Pinus taeda* egyedet, amelyben mutáns CAD enzimet (cinnamil-alkohol-dehidrogenázt) kódoló allél található. A vizsgált egyedben a bioszintézis során nagy mennyiségű dihidro-koniferil-alkohol képződik, amely a lignin építőelemeként keresztkötések képzésére alkalmatlan.

A mutáns faanyagának kémiai feltárása során kevesebb szódára volt szükség, a cellulóz kihozatal jelentős mértékben megnövekedett. A kedvező tulajdonságot hordozó allél beépítése révén ipari célokra alkalmasabb genotípusok kinemesítésére nyílik lehetőség. Az eljárás kockázata, hogy a csökkent lignintartalom az egyedek rezisztenciájára, mechanikai stabilitására hatással lehet.

### ***A erdészeti genetika konvencionális alkalmazása a jövőben***

A géntechnológia egyelőre bizonytalan alkalmazási lehetőségei mellett az erdészetben a nemesítés konvencionális módszerei a jövőben is fontos szerephez fognak jutni. A sors különös fintora, hogy a genetika gyors fejlődésével szinte egy időben egyre növekvő tábora támad az erdei ökoszisztémákba való beavatkozás minden formáját elutasító mozgalmaknak. Nem lehet véletlen, hogy a kutatások súlypontja a gyakorlati, nemesítést szolgáló feladatoktól egyre inkább áttevődött az elméleti, illetőleg a természetvédelmet szolgáló területekre, amit könyvünk tematikája is megerősít.

Az erdészeti erőforrások globális állapotát tekintve, mindezek ellenére kevésbé valószínű, hogy az erdészeti genetika eredményei a jövőben inkább csak a természetvédelemben kerülnének felhasználásra. Legalább négy olyan jelentős globális kihívással kell számolni a következő évtizedekben, amely az erdészeti kutatás, és azon belül az erdészeti genetika és nemesítés erőteljes fejlesztését fogja igényelni:

- az erdészeti (és ezen belül az erdészeti genetikai) erőforrások katasztrofális fogyása és degradációja a fejlődő világban, amely elsősorban a népességrobbanás egyenes következménye;
- ezzel összefüggésben súlyos tűzifahiány ugyanezekben a térségekben (a szegény országok energiaválsága);
- az erdőterületek környezeti károsodása az iparilag fejlett országokban; továbbá
- az előrejelzett éghajlati bizonytalanság erdőtakaróra gyakorolt hatása.

Mind a négy problémakör jelentős hatással van (vagy a jövőben lesz) az erdők kiterjedésére, összetételére és egészségi állapotára, ezen keresztül az erdőgazdálkodás lehetőségeire. Az egyre növekvő természeti területek mellett az intenzíven kezelt faültvények létjogosultsága ezért alig vitatható, különösen ha meggondoljuk, hogy ezzel a védelemre szoruló területeket tehermentesítjük (Ausztráliában pl. az erdőterület alig két százalékán a kitermelt faanyag kétharmadát állítják elő). Ezek az ültvények nem helyettesítik a természetes ökoszisztémákat, bár ökológiai szempontból így is értékesebbek, mint egyes agrár hasznosítási alternatívák.



## A genetikai erőforrások hasznosításának és védelmének összeegyeztethetősége

Az erdőgazdálkodást és a genetikai erőforrások megőrzését sokan egymást kizáró célkitűzésnek látják. Ez meg is felel a valóságnak addig, amíg az erdőgazdálkodást kizárólag fatermesztő tevékenységként, a megőrzést pedig múzeumi konzerválásként fogjuk fel. Az erdőgazdálkodással szemben manapság támasztott sokoldalú követelmények rendszerében ugyanakkor a két cél összeegyeztethető. Az erdőgazdálkodás paradigmája, a tartamosság megvalósítása már a 20. század elejére megszűnt kizárólag gazdasági kategória lenni. A társadalmi igények erősödése az erdőgazdálkodás céljainak átfoglalmozásához vezetett, és a többcélú erdőgazdálkodás koncepciója a hetvenes évek óta általánosan elfogadott a szakmai köztudatban. Ez a termelési, védelmi és közjóléti funkciók együttes, tartamos fenntartását mondja ki. Mindhárom funkció antropocentrikus abban az értelemben, hogy az emberi társadalom igényei szempontjából fogalmazza meg a tartamosságot.

### *Tartamos (fenntartható) erdőgazdálkodás korszerű definíciója*

Az erdők és erdős területek kezelése és használata oly módon és olymértékig, amely biodiverzitásukat, produktivitásukat, felújuló képességüket és vitalitásuk megőrzését szolgálja, valamint biztosítja valamennyi fontos ökológiai, ökonómiai és szociális funkciójuk hosszú távú fenntartását helyi, országos és globális szinten egyaránt, és amely nem jár más ökoszisztémák károsításával (Helsinki Miniszteri Konferencia [1993] anyagai alapján).

A tartamosság évszázadok alatt bővülő koncepciója nemcsak az emberközpontú fenntartható fejlődés elvének, hanem az ökológiai és genetikai tartamosság gondolatának is helyet ad (Mátyás Cs., 1994; Somogyi *in*: Mátyás Cs., 2000). Az *ökológiai tartamosság* magának az erdei ökoszisztémának a fenntartását, sokféleségének megőrzését tűzi ki célul, függetlenül annak emberi szempontból megítélhető hasznosságától. Az ökológiai tartamosság együtt járhat az emberi hasznosítás korlátozásával, helyenként beszüntetésével is. Részét képezi az ökoszisztémában zajló folyamatok szabályzásában döntő szerepet játszó genetikai figyelembevétele, a genetikai tartamosság megvalósítása. **Genetikai tartamosság alatt a populációk alkalmazkodóképességének, evolúcióképességének hosszú távú fenntartását értjük, amely a genetikai eredetű változatosságról való gondoskodást jelent.**

A biodiverzitás-védelem programján belül a genetikai diverzitás kérdése a legutóbbi időkig elhanyagolt terület volt. Nemzetközi figyelemfelkeltést jelentett a *páneurópai földművelésügyi miniszteri kezdeményezés az erdők védelmére* (MCPFE) 1990-es strasbourgi konferenciája (Mátyás Cs., 2000), amely határozatában rögzítette az erdészeti genetikai erőforrások védelmének fontosságát – és amely elvezetett az EUFORGEN hálózata megalakulásához, és a „soproni alapelvek” (336. o.) meghatározásához. A johannesburgi Föld Csúcs (2002) előkészítésében fontos szerepet játszó *Biodiverzitás Konvenció* (CBD) is kiemelten foglalkozik az erdei genetikai erőforrások védelmével.

Kilátástalan és szakmailag elhibázott lenne azonban, ha a biodiverzitás, és azon belül a genetikai diverzitás hosszú távú megőrzését egyedül a kisebb-nagyobb rezervátumokkal akarnánk megoldani. Ehhez sokkal többre van szükség: egy olyan társadalmi és gazdasági környezetre, amely az élő rendszerek működőképességének, a természeti sokféleség megőrzésének elvét a rezervátumokon *kívül* is magáévá teszi.

A magyarországi erdőgazdálkodás kiindulási helyzete e vonatkozásban – sok elítélő vélemény dacára – nem tekinthető rossznak. Az erdőterületek mintegy fele természetszerű állapotban van, ahol a természetközeli gazdálkodás különböző megoldásai alkalmazhatók.





Ennek során a biodiverzitás védelme figyelembe vehető. A természetvédelem és az erdőgazdálkodás kapcsolatát erősíti, hogy a védettség különböző fokozatait élvező területek fele is erdő, ahol a gazdálkodás megfelelő korlátozások mellett folyik. Ezek a területek különösen a ritkább elegyfajok, veszélyeztetett populációk védelme szempontjából játszanak fontos szerepet. Ezen túl, fafajtól függő mértékben aktív génmegőrzési lépésekre is szükség van, és ezeket megfelelően ki kell egészítsék a nemesítő munka génmegőrzéssel kapcsolatos feladatai.



<i>Veszélyeztetettség mértéke</i>	<i>Nem hasznosított vagy csekély gazdasági jelentőségű faj</i>	<i>Korlátozott mértékben termesztett, gazdaságilag értékes fajfaj</i>	<i>Nagy természetési potenciállal rendelkező fajfaj, ill. nem őshonos populációk, genotípusok</i>
Nagy területen slőforduló, fennmaradásában nem veszélyeztetett faj	12, 13, pl. mezei juhar, boróka	11, 12, pl. magas kőris, éger, hegyi juhar	11, 12, 13, 21, 22, pl. bükk, tölgyek, akác, gyertyán, cser
Mérsékeltlen veszélyeztetett, isökkenő vagy corlátozott elterjedésű "aj vagy változat	12, 13, pl. virágos kőris, bokorfűzek	11, 12, 21, 22, pl vadcserezsnye, gesztenye	11, 13, 21, 22, pl. pannon erdei fenyő magyar kőris
Kis területen előforduló, veszélyeztetett faj vagy lem őshonos változat, klón	12, 13, 23, pl. tiszafa, hamvas éger, homoktövis	11, 12, 13, 21, 22, 23, pl. fekete nyár, berkenye, szilek	11, 21, 22, 23, pl. árbócakác, korzikai feketefenyő

78. táblázat - *Az erdőművelés, a nemesítés, a természetvédelem és a génmegőrzés összehangolt feladatai a genetikai tartamosság megvalósításában, egyes fajfajokra adott példákkal (MátyásCs., 1979b, átalakítva)*

*A számjelek magyarázata:*

4. Ellenőrzött szaporítóanyag-gazdálkodás
5. Erdőrezervátum
6. Természetvédelmi oltalom
7. Génrezervátum
8. Klóngyűjtemény, megőrző ültetvény
9. Dendrológiai gyűjtemény

*A természetvédelem, a természetközeli erdőművelés, az aktív génmegőrzés és a nemesítés az a négy pillér, amelyek megfelelően összehangolt tevékenysége révén erdőállományaink genetikai tartamosságát biztosítani lehet (78. táblázat). Genetikai vonatkozásban ez azt jelenti, hogy az erőforrások és lehetőségek korlátai között a genetikai diverzitás-szint védelme, hosszú távú fenntartási stratégiája az alábbi, céljaiban és költségességében eltérő tevékenységekre kell épüljön:*

- a természetközeli erdőművelés módszereibe, szabályozásába szervesen be kell épüljenek a genetika szempontjai;
- a nemesítési-szelekciós munkát úgy kell végezni, hogy abban a genetikai erőforrások megőrzésének feladatai is helyet kaphassanak;
- ahol lehetséges, a konkrét génmegőrzés feladatait helyben (in situ) fenntartott, ill. védett populációkban, génrezervátumokban kell megoldani, továbbá
- ahol a helybeni megőrzésre már nincs lehetőség, génmegőrzést szolgáló ex situ módszerek alkalmazása szükséges.



## Utószó

A földi biodiverzitás védelmével kapcsolatos problémák nagysága fölfoghatatlan. Még információs faluvá zsugorodott világunkban is elképzelhetetlen a faji sokféleség globális mértéke (mai becslések 3 és 30 millió között ingadoznak), amelynek csak egy része feltárt. Fölfoghatatlanul hosszú a mai sokféleséget létrehozó evolúció azon időszaka is, amely paleontológiai adatokkal nyomon kísérhető (kb. 600 millió év). Még kevésbé tehető életszerűvé az a becslés, hogy az elmúlt évszázadban az átlagos geológiai korszaki kihalási rátánál három nagyságrenddel gyorsabb fajkihalás következett be, és hogy a küszöbön álló évszázadban ez a szorzó legkevesebb  $10^4$ -re emelkedik. Ezzel a jelenlegi fajkihalási ütem elérte a földtörténetből ismert öt nagy fajkihalási korszak mértékét – azzal a különbséggel, hogy a jelenlegit egyetlen egy faj globális léptékű tevékenysége váltotta ki.

A hétköznapi ember számára mindez a mindennapok valóságától oly távoli, hogy csak a tehetetlenség és illetéktelenség érzését válthatja ki; jobb esetben valamely zöld mozgalomhoz csatlakozhat, de a közvetlen ráhatás lehetősége csak keveseknek adatik meg. Az erdőgazdálkodó ebben a tekintetben nagyon kedvező helyzetben van. Ő a szárazföldi biodiverzitás egyik meghatározó forrásának letéteményese, és felelősségteljes gazdájává válhat, ha megfelelő ismeretekkel és lehetőségekkel rendelkezik az ökoszisztéma szemléletű, korszerűen tartamos kezelés megvalósításához.

Ehhez sokféle előfeltétel szükséges, ezek között ki kell emelni a megfelelő biológiai ismereteket. Az erdei ökoszisztémák biodiverzitásának megismeréséhez azonban nem elegendők a pillanatnyi fajstatisztikák. A faji sokféleséget a diverzitás másik két szintjébe, a genetikai és az ökoszisztéma-diverzitásba foglalva lehet csak teljességében megragadni, figyelembe véve az időbeni változások dinamizmusát is.

Ez a könyv a genetikai diverzitás oldaláról világítja meg az ökoszisztéma működésének feltételeit. A genetikai vizsgálatok azonban nagyon időigényesek. Meg kell állapítani, hogy az erdészeti genetikai kutatások fellendülése óta eltelt csaknem fél vágásfordulónyi idő alatt csak részleges, és sok esetben nagy bizonytalansággal terhelt eredmények születtek. Az erdei fák vonatkozásában csak kevés fajra állnak rendelkezésre olyan mélységű ismeretek, amelyek alapján határozott és kellően megalapozott kijelentések tehetők. Nincs ez azonban másképp a konzervációbiológia más területein sem.

Az idő nem az alap kutatásnak dolgozik. Azonban nem várhatunk addig, amíg elegendően széles körű eredményeket produkál a tudomány. A gazdálkodás és védelem elveit azokra az adatokra kell építenünk, amelyek ma rendelkezésünkre állnak. Ezek a genetikai tartamosság *szemléleti megalapozásához* elegendők, és lehetővé teszik, hogy az adott helyzet ismeretében, gondos mérlegelés alapján eseti döntésre képes legyen a szakember – legyen az erdész, természetvédő, ökológus vagy igazgatási szakértő.

Ez volt az „Erdészeti – természetvédelmi genetika” megírásának célja, és örömmel töltene el, ha a könyv ehhez segítséget nyújt.



## A szövegben előforduló erdészeti szakkifejezések magyarázata

Zárójelben a nemzetközileg használatos angol megfelelők szerepelnek. Az itt nem szereplő genetikai fogalmak definíciója a tárgymutató segítségével a szövegben található meg.

*anyafa (mothertree)*

- kiválasztott és azonosított genotípus, amelyről (rendszerint szabad beporzású) szaporítóanyagot gyűjtenek, ill. nőivarú keresztezési partner; l. még törzsfát

*átmérő (d.b.h.)*

- a lábon álló fa mellmagasságban, 1,3 m-nél mért átmérője

*beporzás (pollination)*

- az erdészeti genetikában a termékenyülés/termékenyítés szinonímájaként használt fogalom; ez részben azzal magyarázható, hogy sok fafaj esetében a beporzás és megtermékenyülés között hosszabb idő telik el

*ellenőrzött beporzás (controlled pollination)*

- ellenőrzött termékenyülés, ami nem feltétlen jelenti azt, hogy az utódok mind teljes testvérek (a policross keresztezési séma esetén több hímivarú partner virágpora keverékét alkalmazzák)

*eredet (origin)*

- természetes populáció élőhelye, melyhez eredetileg alkalmazkodott; azonosítása földrajzi helymegnevezéssel, rendszerint községhatár alapján történik, l. még származást

*erdőfelújítás (forest regeneration)*

- új erdőállomány létrehozása természetes vagy mesterséges úton olyan területen, ahol előzőleg is erdő állt (a felújítás az előző állománytól eltérő fajokkal is történhet)

*erdőirtás (deforestation)*

- a fölhasználati mód spontán, tartós megváltoztatása a korábbi erdőterületen (Magyarországon törvény tiltja); l. még tarvágást

*erdőtelepítés (afforestation)*

- (0,1 ha-nál nagyobb) erdő létrehozása olyan földterületen, amelyet korábban más módon hasznosítottak (más művelési ágban szerepelt), vagy olyan kitermelt erdő területén, amely legalább 10 évig nem került felújításra

*exóta (exotic, introduced)*

- nem őshonos, rendszerint más kontinensről vagy klímaövből behozott és termesztésbe vont faj (pl. duglászfenyő); l. még idegenhonost

*fajta (variety)*

- államilag minősített, köztermesztésre engedélyezett, nemesített növényanyag, amely az erdészetben általában klón (klónkeverék) vagy klónösszeállítás

*faültetvény (plantation)*

- jellegzetesen nemesített, klónozott szaporítóanyaggal, rövid vágásfordulóban, intenzív erdőművelési eljárások alkalmazásával fenntartott erdőállomány

*idegenhonos (introduced, non-autochthonous)*

- a nem őshonos (exóta) faj fogalmával szinoním fogalom, de általában szűkebb értelemben, a jelenlegi ország területén ill. egy-egy táj vonatkozásában idegen eredetűnek tekinthető fajra használatos (pl. feketefenyő); l. még őshonost

*klón (ramet)*

- azonosított genotípus, vagy fajta vegetatív úton előállított másolata (szaporítványa)



#### *klóncsoport*

- klónok meghatározott arányú keveréke, amelyet vegetatív továbbszaporításra használnak fel, a klónok identitásának további nyilvántartása nélkül. Ha a klónok aránya nincs rögzítve, klónkeverékről beszélünk

#### *klónkísérlet (clone test)*

- szelektált klónok termesztési értékének meghatározására szolgáló összehasonlító kísérletek

#### *klónösszeállítás*

- magtermesztő ültetvény részére szelektált klónok (rendszerint oltványok) meghatározott arányú keveréke

#### *klónvizsgálat*

- klónarchívumban, a törzsfák oltványain vagy dugványain végzett (elsősorban a virágzó- és termőképességre vonatkozó) fenológiai, rezisztencia stb. megfigyelések

#### *kultúrerdő*

- jellegzetesen idegenföldi (exóta) vagy meghonosodott fafajjal, vagy nemesített szaporítóanyaggal létesített állományok, amelyekben hagyományos (extenzív) erdőművelési módszereket alkalmaznak

#### *léhamag (empty seed)*

- normális méretű, de kifejlett embriót nem tartalmazó mag

#### *magtermelő állomány (seed stand)*

- olyan fenotípusos alapon kiválasztott erdőállomány, amelyet a magtermelés céljára tartanak fenn, és ennek megfelelően kezelnek, azonban fatermesztési célt is szolgál

#### *magtermesztő ültetvény (seed orchard)*

- kiválasztott genotípusok oltványaival (ritkábban magoncaival), elsődlegesen magtermesztési céllal létrehozott és kezelt törzsültetvény, fatermesztési célt nem szolgál

#### *meghonosodott (acclimatised)*

- olyan idegenhonos faj, amely az évszázados termesztés révén genetikailag alkalmazkodottnak tekinthető és felújulásra is képes

#### *mesterséges felújítás (artificial regeneration)*

- a kitermelt erdőállomány helyén mesterséges úton (magvetés, csemeteültetés, sarjzartatás révén) létrehozott felújítás, rendszerint idegen eredetű szaporítóanyaggal; l. még utódállományt

#### *növedék (increment)*

- faállomány vagy faegyed időegység (pl. egy évtized) alatti átlagos vagy aktuális (folyó éves) méretváltozása (átmérő, magasság, fatérfogat vonatkozásában)

#### *őserdő (primary forest, old growth)*

- az erdődinamika minden fázisát mutató, emberkéz által tartósan bolygatatlan, a helyi életföldrajzi feltételeknek megfelelő természetes erdőtársulás (hazánkban ilyen terület nincs)

#### *őshonos (autochthonous)*

- botanikailag az utolsó nagyobb klímaváltozás (Kr. e. 800) óta az adott tájegységben természetesen előforduló faj. A fajon belül (genetikailag) őshonosnak az a populációkollektívum tekinthető, amely az adott körzetben elegendően nagyszámú generációban újult fel ahhoz, hogy alkalmazkodottnak legyen tekinthető (részletesebben l. a 9. fejezetben)

#### *szabad beporzás (open pollination)*



- „szabad levirágzás” révén kapott mag vagy utódnemzedék megjelölése; nem azonos az idegentermékenyüléssel, mivel a magok egy része öntermékenyült is lehet. A szabad beporzású utódnemzedéket féltestvéreknek tekintjük, bár előre nem meghatározható mértékben teljes testvérek is vannak a populációban

*származás (provenance)*

- az erdészeti genetikában földrajzi megnevezéssel jellemzett génkészletű (adaptáltságú) populációt értenek alatta; a szaporítóanyag forrásául szolgáló községhatár vagy körzet nem feltétlenül kell a populáció eredeti élőhelye legyen; l. még eredetet

*származási kísérlet (provenance test)*

- olyan közös tenyészkerti kísérlet, amelyben azonosított földrajzi helyszínekről származó populációk teljesítményét, adaptív reakcióját hasonlítják össze

*szociális helyzet (social status)*

- az egyed elhelyezkedése a faállomány vertikális struktúrájában (pl. kiemelkedő, közbe- vagy alászorult)

*tartamosság (sustainability)*

- hagyományos értelmezésben a fahozadék hosszú időtartamon keresztüli állandóságának biztosítása; modern értelmezésben kiterjesztik az erdő, ill. az ökoszisztéma funkciói tartós fenntartására is

*tarvágás (clearcut)*

- a teljes vágásérett erdőállomány kitermelése, amelyet erdőfelújítás követ
- *telt mag (full seed)*
- kifejlett embrióval rendelkező mag

*természetes felújítás (natural regeneration)*

- olyan erdőművelési beavatkozás, amelynek során a faállományt saját szaporítóanyagával, természetes úton újítják fel

*természetközeli*

- erdőgazdálkodási mód, amely lehetőség szerint a természetes erdődinamikai folyamatok maximális kihasználására törekszik

*természetes erdő*

- a helyi termőhelyi feltételeknek megfelelő fajdiverzitással rendelkező, őshonos fajokból álló erdőállomány, amely emberi beavatkozással vagy anélkül önmegújulásra képes és cönológiai kategóriáknak megfeleltethető (pl. hegyvidéki bükkös)

*természetszerű erdő*

- mérsékelten bolygatott, őshonos fajok által alkotott állomány (pl. származékerdők, sarjzatott tölgyesek), amely a természetesség egyes jegyeit mutatja

*törzsfá (ortet)*

- kiválasztott és azonosított genotípus, nemesítési célú vegetatív továbbszaporítás (oltás, dugványozás) kiinduló egyede

*újulat (regeneration)*

- egy erdőállomány természetes úton, önvetényüléssel létrejött generatív, esetleg vegetatív utódai

*utódállomány (progeny stand)*

- kiválasztott erdőállomány (pl. génrezervátum) szaporítóanyagából létrehozott, külön nyilvántartott erdőfelújítás

*utódnemzedék (progeny)*

- egy azonosított genotípus ellenőrzöttén vagy szabad beporzás révén nyert generatív utódai



*utóvizsgálat (progeny test)*

- szelektált genotípusok nemesítési értékének (kombinációképességének) meghatározására szolgáló összehasonlító kísérlet

*záródás (closure)*

- az állomány egyedei közötti versengés erősségét kifejező viszonyszám, amelyet általában a fakoronák által borított terület és az erdőrészlet területe arányával jellemeznek



## Irodalom

- [1] *Magnitude and implications of gene flow in gene conservation reseves.* T.Adams BurczykJ. In: Young et al. 2000 2000 215–224
- [2] *Relationships among five populations of European Black pine (Pinus nigra Arn.) using morphometric and isozyme markers.* I.Aguinagalde LlorenteF. BenitoC. *Silvae Genetica* 46: (1997) 1–5
- [3] *Somatic cell genesis and molecular genetics of trees.* J.Ahuja BoerjanW. NealeD. Kluwer Acad. PublDordrecht 1996
- [4] *Cone and seed studies in Norway spruce (Picea abies [L.] Karst).* E.Anderssson Stud. Forest. Suec. 23 (1965)
- [5] *Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland.* Anon. Forst und Holz, 4: 15 1989 379–404
- [6] *The effects of a heterogeneous environment on the genetics of natural populations.* J.Antonovics Amer. Scient. 59: (1971) 593–599
- [7] *An evolutionary dilemma: fitness of genotypes versus fitness of populations.* R. J.Ayala Canad. J. Genet. Cytol. 11: 1969 439–456
- [8] *Fafajválasztás és szaporítóanyag-ellátás gazdasági célú erdőtelepítésekben.* I.Bach Cs.Mátyás In: Erdészeti Fórum, 2001: Az erdőtelepítés perspektívái. ERTI Kiadványai 16: (2001) 39–56
- [9] *Mating system and assymetric hybridization in a mixed stand of European oaks.* R.Bacilieri DucousoA. PetitR. KremerA. *Evolution*, 50: 1996 900–908
- [10] *Molekuláris növénybiológia.* E.Balázs D.Dudits Akadémiai KiadóBudapest (1999)
- [11] *Conifer seed orchards in Hungary.* I.Bánó Erd. Kutatások, 67: 2 1971 81–109
- [12] *A termesztett fenyők dendrológiai ismertetése.* I.Bánó J.Jankó Cs.Mátyás J.Retkes In: Keresztesi B.–Solymos R. (szerk.) 1978 (1978) 25–54
- [13] *A génmegőrzés helyzete és feladatai az erdőgazdálkodásban.* I.Bánó Cs.Mátyás *Agrobotanika*, XV: (1973) 81–89
- [14] *A fenyők nemesítése.* I.Bánó Cs.Mátyás In: Keresztesi B.–Solymos R. 1978 (1978) 116–156
- [15] *A magtermesztés.* I.Bánó Cs.Mátyás L.Tuskó In: Keresztesi B.–Solymos R. 1978 1978 159–165
- [16] *Klónjellemező rendellenességek erdeifenyőkön.* I.Bánó J.Retkes Erd. Kutatások 64: 1–3 1968 135–140
- [17] *Terpene markers.* Ph.Baradat MarpeauA. WalterJ. In: Müller-Starck,–G. M. Ziehe (eds.) 1991 1991 40–66
- [18] *Utility of terpenes to assess population structure and matig patterns in conifers.* Ph.Baradat MaillartM. MarpeauA. F. SlakM. YaniA. PastuszkaP. In: Baradat, Ph., et al. (eds.) 1995 (1995) 5–29
- [19] *Stability of genotypic expression for monoterpene synthesis in clones of Scots pine growing on different sites.* Ph.Baradat YazdaniR. *Scand. J. Forest.* 3: 1987 21–36
- [20] *Population genetics and genetic conservation of forest trees.* Ph.Baradat T. AdamsW. Müller-Starck (eds.)G. SPB Academic PublishingAmsterdam 1995
- [21] *Gibt es Bodenrassen bei der Weisspappel?* D.Bartha Allg. Forstztg. 17: 1991 877
- [22] *Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management.* K. S.Bawa L. KrugmanS. UNESCO In: Gomez-Pompa, A.–T. Whitmore, M. Hadley (eds.) 1991, Rainforest regeneration and management. ParthenonParis 1991 119–136
- [23] *Isozyme gene markers.* F.Bergmann In: Müller-Starck, G., Ziehe, M. (ed.) 1991 1991 67–78





- [24] *Ecogeographical distribution and thermostability of isocitrate dehidrogenase (IDH-A) alloenzymes in European silver fir*. F.Bergmann R. GregoriusH. *Biochem. System. and Ecology* 21: 1993 597–605
- [25] *Levels of genetic variation in European silver fir (Abies alba)*. F.Bergmann R. GregoriusH. B. LarsenJ. Are they related to the species' decline? *Genetica* 82: (1990) 1–10
- [26] *Isozyme genetic variation and heterozigosity in random tree samples and selected orchard clones from the same Norway spruce populations*. F.Bergmann RuetzW. *For. Ecol. Manage.* 46: (1991) 39–47
- [27] *Can sympatric speciation via host or habitat shift be proven from phylogenetic and biogeographic evidence?* S. H.Berlocher Oxford Univ. Press In: Howard, S.H.–D.J. Berlocher. (ed.): *Species and speciation*Oxford 1998 99–113
- [28] *Adaptation to climatic changes of the timing of bud burst in populations of Pinus sylvestris and Picea abies*. E.Beuker *Tree Physiology* 14: (1994) 961–970
- [29] *Adaptation of tree populations to climate as reflected by aged provenance tests*. E.Beuker In: Mátyás, Cs. (ed) 1997 1997 103–108
- [30] *Ecotypic variability*. S.Bia<sup>3</sup>obok PAN In: Bialobok, S.–I. Zelawski (ed.): *Outline of physiology of Scots pine*Warszawa 1976
- [31] *Genetic consequences of man-made change*. J. A.Bishop M. CookL. Academic PressLondon 1981
- [32] *Genetic differentiation by RAPD-markers of oak species in Hungary*. S.Bordács BurgK. *Diversity and Adaptation in Oak Species. II. Conference of IUFRO Working Party on Genetics of Quercus*, State College, Pennsylvania, USA 12–17 October, 1997 1997 121–131
- [33] *Chloroplast DNA variation of white oaks in northern Balkans and in the Carpathian Basin*. S.Bordács PopescuF. SladeD. M. CsaikIU. LesurI. BorovicsA. KézdyP. O. KönigA. GömöryD. BrewerS. BurgK. J. PetitR. *Forest Ecology and Management* 156: (2002) 197–209
- [34] *Genetic diversity of natural populations and gene bank of black poplar in Hungary*. S.Bordács A.Borovics I.Bach In: van Dam, B. C.–S. Bordács (eds.) 2002, id. mű 2002 93–106
- [35] *A kocsánytalan tölgyek levélmorfológiai vizsgálata*. A.Borovics *Erd. Kutatások* 86–87: (1997) 125–142
- [36] A. (1998)Borovics *Erd. Kutatások* 88 223–235 Keresztezési kísérletek őshonos tölgyfajaink között.
- [37] *Keresztezési kísérletek és taxonómiai vizsgálatok az őshonos tölgyek hazai alakkörében*. A.Borovics Doktori (Ph. D.) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron 2000
- [38] *A fekete nyár génmegőrzésben elért eredmények*. A.Borovics J.Gergác S.Bordács I.Bach G.Bagaméry E.Gabnai *Erd. Kutatások* 89: (1999) 135–148
- [39] *Cytogenetic studies of forest trees and shrub species*. Z.Borzan E. Schlarbaum (eds.)S. Proc. 1st meeting, IUFRO Cytogenetics W.P., Brijuni, Fac, Forestry, Zagreb 1997
- [40] *Estimates of outcrossing rates in six populations of black spruce in central New Brunswick*. T. J. B.Boyle K. MorgensternE. *Silvae Genetica* 35: (1986) 102–106
- [41] *Population structure and the effects of isolation and selection*. A. D.Bradshaw In: Frankel, O. H.–J. K. Hawkes 1975 1975 37–51
- [42] *Assessing the genetic divergence of Pinus leucoderms Ant. endangered species: use of molecular markers for conservation purposes*. G.Bucci G. VendraminG. LelliL. VicarioF. *Theor. Appl. Genet.* 95: (1997) 1138–1146
- [43] *A DNS metilációjának szerepe a növényi génműködés szabályozásában*. N.Bucherna I.Nagy L.Heszky *Növénytermelés* 44: 2 1995 193–200
- [44] *Az ivar genetikája kétlaki növényekben*. N.Bucherna H.Homoki O.Törjék E.Kiss L.Heszky *Növénytermelés* 50: 2–3 2001 359–366



- [45] *Mapped genetic variation of Douglas-fir to guide seed transfer in southwest Oregon.* R. K. Campbell *Silvae Genetica* 35: (1986 85–96)
- [46] *Experimental studies on the nature of species.* J. Clausen D. Keck D. W. Hiesey W. Vol. I–IV (a további kötetek 1945, 1948, 1958-ban). Carnegie Inst. Publ. Nr 520 (564, 581, 615), Washington, D. C 1940
- [47] *Genetic variation in beech populations along the Alp chain and in the Hungarian Basin.* B. Comps Mátyás Cs. Geburek T. Letouzey J. *Forest Genetics* 5: 1 1998 1–9
- [48] *Emlősök és a genetikai sokféleség monitorozása.* G. Csorba K. Pecsénye In: Horváth F.–Korsós Z.–K. Láng E.–Matskási Z. (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer X. köt (1997 35–47)
- [49] *The origin of species.* Ch. Darwin J. Murray London 1872
- [50] *A fajok eredete.* Fordította Kampis György. Ch. Darwin Typotex Kiadó (2001)
- [51] *Strategies to identify genes involved in forest tree defense.* J. M. Davis D. Lawrence S. *Forest Genetics* 1(4): (1994 219–226)
- [52] *Quaternary history and stability of forest communities.* M. B. Davis In: West, D. C.–H. H. Shugart–D. B. Botkin (eds.) 1981. *Forest succession: concepts and applications.* Springer Verlag, New York 1981 132–153
- [53] *Spatial genetic differentiation among populations of European beech in western Germany as identified by geostatistical methods.* B. Degen Scholz F. *Forest Genetics* 5: 3: 1998 191–199
- [54] *Random amplified polymorphic DNA markers linked to gene for resistance to white pine blister rust in sugar pine.* M. Devey Delfino–Mix A. Kinloch B. Neale D. *Proc. Natl. Acad. Sci* 1995 92
- [55] *Lower planetary boundary layer profiles of atmospheric conifer pollen above a seed orchard in northern Ontario, Canada.* F. Di-Giovanni G. Kevan P. Arnold J. *Forest Ecology and Manage.* 83 1996 87–97
- [56] *Factors affecting pollen dynamics and its importance to pollen contamination: a review.* F. Di-Giovanni G. Kevan P. *Can. J. For. Res.* 21: (1991 1155–70)
- [57] *Genetika állattenyésztőknek.* J. Dohy Mezőgazda Kiadó Budapest 1999
- [58] *Genome evolution.* G. A. Dover B. Flavell R. Academic Press London (1982)
- [59] *Population structure and mating system of bur oak, characterised by DNA microsatellite analysis.* B. D. Dow V. Ashley M. In: *Diversity and adaptation in oak species.* Proc., 2nd Conf. IUFRO W. P. on Genetics of Quercus, State College, Pennsylvania, USA (1997 1–8)
- [60] *Növényi biotechnológia és géntechnológia.* D. Dudits L. Heszky Agroiinform Kiadó Budapest (1999)
- [61] *Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent.* S. Dumoulin–Lapégué Demesure B. Fineschi S. Le Corre V. Petit R. *Genetics* 146: 1997 1475–1487
- [62] *Butterflies and plants: a study in coevolution.* P. R. Ehrlich H. Raven P. *Evolution* 18: 1964 586–608
- [63] *An introduction to forest genetics.* G. Eriksson Ekberg I. Dept. of Forest Genetics, SLU, Uppsala 2002
- [64] *Severity index and transfer effects on survival and volume production of Pinus sylvestris in northern Sweden.* G. Eriksson Andersson S. Eiche V. Ifver J. Persson A. *Studia For. Suecica* 156 1980
- [65] *Introduction to quantitative genetics.* D. S. Falconer Oliver and Boyd London (1961)
- [66] *Genetics and conservation of rare plants.* D. A. Falk E. Holsinger (eds.) K. Oxford University Press 1991
- [67] *Gerinces állatok védelme.* S. (szerk.) Faragó NyME kiadó Sopron 2000



- [68] *Genetika – génetika*. A. (szerk.) Ferenczi Beszélgetések. Harmat Kiadó Budapest 1999
- [69] *Assessment of population history and adaptive potential by means of gene markers*. R. Finkeldey Mátyás G. In: Mátyás Cs. (ed.) (1999): 1999 91–104
- [70] *Tobozkárosítók elleni rezisztenciára nemesítés lehetőségeinek vizsgálata*. S. Fodor FCP Tud. Ülésszak., Budapest (1974 61–63)
- [71] *Genetic structure after forest fragmentation: a landscape ecology perspective on *Acer saccharum**. S. A. Foré J. Hickey R. L. Vancat J. Can. Journ. of Botany 70: 1992 1659–1668
- [72] *Effects of inbreeding in red pine II*. D. P. Fowler *Silvae Genetica* 14: (1965 12–23)
- [73] *Restricted genetic diversity in red pine: evidence of low gene heterozygosity*. D. P. Fowler W. Morris R. Can. J. For. Res. 7: (1977 343–47)
- [74] *Természet – erdő – gazdálkodás*. T. (szerk.) Frank MMTE és ProSilva Hungaria kiadó Eger 2000
- [75] *Crop genetic resources for today and tomorrow*. O. H. Frankel G. Hawkes J. Cambridge University Press (1991)
- [76] *Microevolution of the photosynthetic temperature optimum in relation to the elevational complex gradient*. J. H. Fryer T. Ledig F. Can. Journ. Of Botany. 50: (1972 1231–35)
- [77] *Coevolution*. D. J. Futuyama Slatkin M. Sinauer Sunderland (1983)
- [78] *Use of cortical oleoresins to discriminate *Pinus brutia*, *Pinus halepensis* and their hybrids*. A. T. Gallis P. Panetsos K. *Silvae Genetica* 46: 2–3 1997 82–88
- [79] *Some results of inbreeding depression in Serbian spruce (*Picea omorika* [Panc.] Purk.)*. T. Geburek *Silvae Genetica* 35: 1986 169–72
- [80] *Geographic variation in terpene composition of *Pinus nigra* Arn.*. S. M. Gerber Baradat Ph. Marpeau A. Arbez M. *Forest Genetics* 2: (1995 1–10)
- [81] *A rezisztenciára nemesítés erdészeti lehetőségei hazai tapasztalatok alapján*. J. Gergác Az Erdő, 20: 7 1971 326–331
- [82] *Genetyka*. In: Bialobok, S. (ed): *Swierk pospolity *Picea abies* [L.] Karst*. M. Giertych Nasze Drzewa Lesne Warszawa–Poznan, 5: 1977 287–331
- [83] *Genetics of Scots pine*. M. Giertych Mátyás (eds.) Cs. Elsevier Sc. Publishers, Amsterdam, Akadémiai Kiadó Budapest (közös kiadás) 1991
- [84] *Genetic mapping of allozyme loci in four two-needle pine species of Europe*. G. G. Goncharenko E. Padutov A. V. Khotyljova L. *Forest Genetics* 5: 1998 103–118
- [85] *Relationship between dispersal ability and levels of gene flow in plants*. D. R. Govindaraju *Oikos* 52: (1988 31–35)
- [86] *Genetics of flowering plants*. V. Grant Columbia Univ. Press New York 1975
- [87] *The evolutionary origins of organelles*. M. W. Gray *Trends in Genetics* 5: (1989 294–299)
- [88] *Gene conservation and preservation of adaptability*. H. R. Gregorius In: Seitz, A.–V. Loeschke (eds.) (1991): *Species conservation: a population biological approach*. Birkhäuser Verl., Basel (1991 31–47)
- [89] *The attribution of phenotypic variation to genetic or environmental variation in ecological studies*. H. R. Gregorius In: Scholtz, F. et al. (eds.) 1989. *Genetic effects of air pollutants in forest tree populations*. Springer Verl 1989 3–15
- [90] *Analysis of isoenzyme genetic profiles observed in forest tree populations*. H. R. Gregorius Bergmann F. In: Baradat, Ph. et al. (eds.) 1995 1995 79–98
- [91] *Effect of inbreeding on production of filled seed in *Pinus radiata**. A. R. Griffin Lindgren D. *Theor. Appl. Genet.* 71: (1985 334–343)
- [92] *Collecting plant genetic diversity: Technical Guidelines*. L. Guarino V. Rao R. Read (eds.) R. CAB International Wallingford 1995



- [93] *Genetic structure of populations and differentiation in forest trees.* R. P.Guries T. LedigF. In: Isozymes of North American forest trees and forest insects. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-48 1981 42-47
- [94] *Cytogenetic studies of forest trees and shrubs.* H.Guttenberger BorzanZ. SchlarbaumS.E. Hoffmann (eds.)T.P.V. Proc. 2nd IUFRO Cytogen. W.P. Symp., Graz, Arbora Publ., Zvolen 2000
- [95] *Genetikai variabilitás a növénynevelésben.* Márta (szerk.)Hajósné-Novák Mezőgazda KiadóBp 1999
- [96] *Major observations in examination of characteristics of wood of graft clones of Scotch pine.* Zs.Halupáné-Grósz Cs.Mátyás Erd. Kutatások 71, 2: 1975 149-161
- [97] *Genetic variation and longevity.* In: Solbrig, O. T. (ed): *Topics in plant population biology.* J. L.Hamrick Columbia PressNew York 1979 84-113
- [98] *Allozyme diversity in plant species.* J. L.Hamrick J. W. GodtM. In: Brown A. H. D. et al. (eds) 1989. Plant population genetics, breeding and genetic resources. Sinauer Assoc., Sunderland 1989 43-63
- [99] *Factors influencing levels of genetic diversity in woody plants.* J. L.Hamrick W. GodtJ. L. Sherman-BroylesS. New Forests 6: 1992 95-124
- [100] *Gene flow in forest trees.* J. L.Hamrick D. NasonJ. In: Young et al. (eds.)2000 2000 81-90
- [101] *Correlation between species traits and allozyme diversity: Implications for conservation biology.* J. L.Hamrick GodtM. MurawskiD. LovelessM. Oxford University Press In: Falk, D.-K. Holsinger (eds.): Genetics and conservation of rare plants (1991
- [102] *Austribsverhalten von Fichtenklonen in unterschiedlichen geographischen Gebieten.* R.Hanhart-Rosch KleinschmitJ. Allg. Forst- u. Jagdztg. 162 (2): 1991 25-28
- [103] *Applications of terpene analysis in forest genetics.* J. W.Hanover New Forests 6: 1992 159-178
- [104] *The relationship between cross success and spatial proximity of Eucalyptus globulus parents.* C. G.Hardner M. PottsB. I. GoreP. Evolution 52: 2 (1998 614-618
- [105] *Külföldi erdeifenyő származások növekedése egy bugaci kísérletben.* L.Harkai Cs.Mátyás Az Erdő 27: 7 1978 307-310. p
- [106] *After description.* In: Newman, E. (ed.): *The plant community as working mechanism.* J. L.Harper Blackwell PublOxford 1982 11-25
- [107] *A primer of population genetics.* D. L.Hartl Sinauer AssocSunderland, Mass 1981
- [108] *Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft.* H. H.Hattemer BergmannF. ZieheM. SauerlaenderFrankfurt/M 1993
- [109] *A PCR marker for a Populus deltoides allele and its use in studying introgression with native European Populus nigra.* B.Heinze Belgian J. Botany 129: 1997 123-130
- [110] *Molekulargenetische Unterscheidung und Identifizierung von Schwarzpappeln und Hybridpappelklonen.* B.Heinze FBVA-Berichte (Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien/Vienna) 1998 105
- [111] *Dynamics of biological invasions.* R.Hengeveld Chapman and HallLondon, New York 1997
- [112] *Genetikai terminológia.* L.Heszky Kézirat (egy. jegyzet) Gödöllő, SZIE 1998
- [113] *Organelle genomes in conifers: structure, evolution and diversity.* V. D.Hipkins V. KrutovskiiK. H. StraussS. Forest Genetics 1(4): 1994 179-189
- [114] *Molecular genetic ecology.* A. R.Hoelzel A. DoverG. IRL PressOxford (1992
- [115] *Zur Identifizierung von Fichtenherkünften (Picea abies [L.] Karst.)* K.Holzer Silvae Genetica 24: 1975 169-75



- [116] *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13000 years ago*. B.Huntley J. B. BirksH. Cambridge UnivPress 1983
- [117] *Untersuchungen zur Bewirtschaftung von Weisstannen- und Buchenbeständen unter dem Aspekt der Erhaltung genetischer Variation*. E.Hussendorfer KonnertM. For. Snow Landsc. Res. 75: 1–2 (2000 187–204)
- [118] *Population structure and the effects of breeding system*. S. K.Jain In: Frankel, O. H.–J. K. Hawkes (eds.) 1975 (1975 15–36)
- [119] *Artbestimmung von Schwarzpappeln (Populus nigra L.) mit Hilfe von Isoenzymmuster und Überprüfung der Methode an Altbaumen, Absaate von kontrollierten Kreuzungen und freien Abblüten sowie Naturverjüngungen*. A.Janssen Forsch. Ber. Hessische Landesanst. f. Forsteinr., Waldforsch. u. Waldökol. 24: (1998 32–42)
- [120] *Evolution of insect/host plant relationships*. T.Jermy American Naturalist 124: (1984 609–630)
- [121] *Az evolúciós gondolat*. P.Juhász-Nagy In: Vida G. (szerk.) 1981 1981 7–25
- [122] *Szupraindividuális organizáció*. P.Juhász-Nagy G.Vida Medicina In: Csaba Gy. (szerk.) 1978. A biológiai szabályozásBudapest (1978 339–402)
- [123] *Lethal equivalents in willow, Salix viminalis*. H.Kang HardnerC. GullbergU. Silvae Genetica 41: (1992 110–17)
- [124] *Die Sorbus-Arten Ungarns und der angrenzenden Gebiete*. Z.Kárpáti Feddes Repertorium 62: 1960 71–334
- [125] *Genetic structure of marginally located Pinus nigra var. pallasiana populations in Central Turkey*. Z.Kaya TemeritA. Silvae Genetica 43: (1994 272–277)
- [126] *A statistical analysis of karyotypes of European Black pine (Pinus nigra Arnold) from different sources*. Z.Kaya K. ChingK. StaffordS.G. Silvae Genetica 34: (1985 148–156)
- [127] *An introduction to genetic statistics*. O.Kemphorne Iowa State Univ. PressAmes 1969
- [128] *A fenyők termesztése és fenyőfagazdálkodás*. B.Keresztesi R. (szerk.)Solymos Mezőgazdasági KiadóBudapest 1978
- [129] *The neutral theory of molecular evolution*. M.Kimura Cambridge Univ. Press (1983)
- [130] *Variation anpassungsrelevanter, phänotypischer Merkmale*. J.Kleinschmit SvobalJ. R. G. KleinschmitJ. In: Müller-Starck, G. (ed.) 1996 1996 38–59
- [131] *Feketefenyő klónok fogékonysága a Sphaeropsis sapinea és Dothistroma septospora kórokozók fertőzésével szemben*. A.Koltay L.Nagy Erd. Kutatások 89: 1999 151–162
- [132] *Genetische Strukturen einer Saatgut-Partie; Einflussfaktoren und Einflussmöglichkeiten*. M.Konnert BehmA. Beitr. F. Forstw. 33: 4 1999 152–155
- [133] *Indukált nyár és akác poliploidok jelentősége a gyors növekedésű fajok nemesítésében*. F.Kopecky Erd. Kutatások 1–3 1966 161–175
- [134] *A study of pollen dispersal as a mechanism of gene flow in conifers*. V.Koski Comm. Inst. For. Fenn. 70.4 (1970)
- [135] *Embryonic lethals of Picea abies and Pinus sylvestris*. V.Koski Comm. Inst. For. Fenn. 75.3 (1971)
- [136] *On self-pollination, genetic load and subsequent inbreeding in some conifers*. V.Koski Comm. Inst. For. Fenn. 78.10 (1973)
- [137] *How to study the rate of inbreeding in populations of Pinus sylvestris and Picea abies*. V.Koski Silva Fennica 16: 2 1982 83–87
- [138] *Long geographic transfers eliminating pollen contamination in seed orchards of Pinus sylvestris*. V.Koski For. Ecol. And Manage. 19: 1987 267–271
- [139] *Timing of growth cessation in relation to variations in the growing season*. V.Koski SievänenR. Helsinki Univ. Press In: Tigerstedt, P. M. A.–P. Puttonen–V. Koski (eds.): Crop physiology of forest treesHelsinki (1985 167–93)



- [140] *Technical guidelines for genetic conservation of Norway spruce (Picea abies Karst)*. V.Koski SkroppaT. PauleL. WolfH. TurokJ. IPGRIRome 1997
- [141] *Honnan jöttél Cameraria?* Z.Kovács F.Lakatos Növényvédelem 37 (2): 2001 71–72
- [142] *DNA fingerprint and RFLP analysis as tools to study genetic diversity in populations of fir, spruce and oak*. J.Kreike BurgK. ZechmeisterM. HaiderT. GlösslJ. In: Müller-Starck G.–M. Ziehe (eds.) 1991 1991 95–109
- [143] *General trends of variation of genetic diversity in Quercus petraea (Matt.) Liebl.* A.Kremer PetitR. DucousoA. LeCorreV. Proc. Conf. IUFRO W.P. Genetics of Quercus, State College, PA, USA 12–17 October, 1997 1998 81–89
- [144] *Population differentiation for adaptive traits and their underlying loci in forest trees: theoretical predictions and experimental results*. A.Kremer LeCorreV. MarietteS. In: Mátyás Cs. (ed.) 1999 (1999 59–74
- [145] *Nuclear and organelle gene diversity in Quercus robur and Qu. petraea*. A.Kremer PetitR. ZanettoA. In: Müller-Starck, G.–M. Ziehe. (ed.) (1991): (1991 141–166
- [146] *Überlegungen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen unter besonderer Berücksichtigung der Stichprobengrösse*. D.Krusche GeburekT. Mitt. Bundesforschungsanst. f. Forst- u. Holzwirtsch. Hamburg, Nr. 164: 1990 67–81
- [147] *Isozyme study of population genetic structure, mating system and phylogenetic relationships of the five stone pine species*. K. V.Krutovskii V. PolitovD. P. AltukhovY. In: Baradat et al. (eds.) 1995 (1995 279–304
- [148] *Genetic variation of Norway spruce and Siberian spruce species and their zone of introgressive hybridization studied by isozyme loci*. K. V.Krutovskii BergmanF. Proceedings of IUFRO Symp. on Norway spruce Provenances and Breeding, Riga, Latvia 1993 93–99
- [149] *The IUFRO 1964/68 Provenance Test with Norway spruce (Picea abies [L.]Karst.)* P.Krutzsch Silvae Genetica, 23: 1974 58–62
- [150] *Juvenile-mature correlations in Pinaceae and implications for early selection*. C.Lambeth Forest Science 26: 4 1980 571–580
- [151] *Genetics and demography in biological conservation*. R.Lande Science 241: (1988 1455–1460
- [152] *Two hundred years genecology*. O.Langlet Taxon 20: 1971 653–722
- [153] *Eine Mendelspaltung bei Aurea-Formen von Picea abies als Mittel zur Klärung der Befruchtungsverhältnisse im Walde*. W.Langner Zschr. f. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 2 (1953 49–51
- [154] *Heterozygosity, heterosis and fitness in outbreeding plants*. F. T.Ledig In: Soulé M. (ed.) 1986. Conservation biology. Sinauer Assoc 1986 77–104
- [155] *Recent evolution and divergence among populations of a rare Mexican endemic, Chihuahua spruce*. F. T.Ledig Jacob-CervantesV. D. HodgekissP. Egiluz-PiedraT. Evolution 51: (1997 1808–1814
- [156] *Recommendations for riparian ecosystem management based on the general frame defined in EUFORGEN and results from EUROPOP*. F.Lefèvre BordácsS. CottrellJ. GebhardtK. J. M. SmuldersM. vanden BroeckA. In: van Dam, B. C.–S. Bordács (eds.) 2002, id. mű (2002 157–162
- [157] *Sexual and asexual reproduction in natural stands of Populus nigra*. A.Legionnet Faivre-RampantP. VillarM. LefèvreF. Botanica Acta 110: 1997 257–263
- [158] *Increment and nutrition of one year old beech seedlings from different provenances on natural acid substrate and the same substrate added with lime*. B.Lepoutre Teissier du CrosE. Ann. Sci. For. 36: 1979 239–262
- [159] *Evolution in changing environment*. R.Levins Princeton University PressPrinceton, N. J 1968



- [160] *Detecting population differences in quantitative characters as opposed to gene frequencies.* R.-C.Lewontin *Am. Natural.* 13: 1984 115–124
- [161] *Population genetics.* C. C.Li U. of Chicago Press Chicago 1955
- [162] *Mitigating some consequences on in-situ genetic conservation.* W. J.Libby In: Baradat, Ph. et al. (eds.) 1995 399–405
- [163] *Inbreeding depression in selfs of redwood.* W. J.Libby G. McCutchan B. I. Millar C. Silvae Genetica 30: (1981) 16–25
- [164] *Provenance-environment interactions of Norway spruce (*Picea abies* [L.]Karst.) on German and Hungarian test sites.* M.Liesebach König A. Ujvári-Jármay É. In: Müller-Starck, G.–R. Schubert (eds.) 2001 (2001) 353–363
- [165] *Can viable pollen carry Scots pine genes over long distances?* D.Lindgren Paule L. Xihuan S. R.Yazdani Segerström U. E. Wallin J. L. Lejdebrom M. Grana 34: 1995 64–69
- [166] *Genetics in Swedish forestry practice.* B.Lindquist Svenska Skogsvardsföreningens Förlag Stockholm 1948
- [167] *Conservation genetics.* V.Loeschke Tomiuk J. K. Jain S. Birkhäuser Verl Basel (1994)
- [168] *Genetic structure in natural and cultivated forest tree populations.* K.Lundkvist *Silva Fennica* 16: 2 1982 141–148
- [169] *Genetics and silviculture of beech.* S. (ed.) Madsen *Forskningserien* 11. FSL Hörsholm Denmark 1995
- [170] *Erd. Kutatások 60: 1–3, 5–31.* P. (1964) Magyar Erdeifenyő származási kísérletek Bugacon.
- [171] *A bakonyaljai erdeifenyő tű- és tobozmérete.* A.Majer *EFE Tud. Közl.* 2 1984 5–24
- [172] *Fenyves a Bakonyalján.* A.Majer Akadémiai Kiadó Bp 1988
- [173] *Comparison of isozyme and RAPD variability of black locust (*Robinia pseudoacacia*) clones selected for silvicultural objectives.* A.Major E. Malvolti M. Cannata F. J. *Genet. and Breed.* 52: (1998) 49–62
- [174] *The influence of temperature on the cessation of height growth of Sitka spruce (*Picea sitchensis* [Bong.] Carr.) provenances.* D. C.Malcolm F. Pymar C. *Silvae Genetica* 24: 1975 129–132
- [175] *Marcatori biochimichi nella tassonomia del pioppo (Biokémiai markerek a nyárak taxonómiájában).* M. E.Malvolti Boccone A. Fineschi S. Paciucci M. Monti e Boschi 1: (1991) 49–56
- [176] *Genetic variation in the phenology of flowering in Black pine.* D. I.Matziris *Silvae Genetica* 43: (1994) 321–328
- [177] *Erdeifenyő utódpopulációk kvantitatív genetikai vizsgálata.* Cs.Mátyás *Erd. Kutatások* 69: 2 (1973) 115–124
- [178] *Az örökölhetőség fogalma és becslése az erdészeti nemesítésben.* Cs.Mátyás *Erd. Kutatások* 70: 1 1974a 207–218
- [179] *Ivarosan szaporított fajok utódvizsgálata, különös tekintettel az erdeifenyőre.* Cs.Mátyás *Erd. Faip. Egy., Sopron (jegyzet)* 1974b
- [180] *A hazai erdeifenyő-nemesítés távlati lehetőségei az utódvizsgálatok eddigi eredményei alapján.* Cs.Mátyás *Erd. Kutatások*, 71, 1: 1975 347–354
- [181] *Hazai erdeifenyő állományok örökklődő növekedési tulajdonságai.* Cs.Mátyás Kandidátusi értekezés. Szombathely 1979a
- [182] *Erdeink géntartalékai. In: Sterbetz I.1979. Élő örökségünk / génerózió / génbank.* Cs.Mátyás *Mezőgazdasági Kiadó Budapest* 1979b 79–94
- [183] *Kelet-európai erdeifenyő származások fenológiai változékonysága.* Cs.Mátyás *Erd. Kutatások* 74: (1981) 71–79
- [184] *Nemesített szaporítóanyag-termesztés.* Cs.Mátyás Akadémiai Kiadó Budapest 1986



- [185] *Adaptációs folyamatok erdei fák populációiban.* Cs.Mátyás Tud. doktora értekezés, MTA Budapest 1987
- [186] *Adaptation lag: a general feature of natural populations.* Cs.Mátyás Invited lecture. Proc., WFGA-IUFRO Symp. Olympia, Wash., Paper 2 (1990) 226
- [187] *Seed orchards.* Cs.Mátyás In: Giertych, M.–Mátyás Cs. (eds.) 1991 (1991) 125–146
- [188] *Új kezdeményezés szaporítóanyag származási körzetek kialakítására.* Cs.Mátyás Erdészeti szakmai konf. előadásai Sopron, 1993. május 6–7 1993 105–110
- [189] *Egy megújítható erőforrás hasznosításának évszázados tanulságai.* Cs.Mátyás Magyar Tudomány 10: 1994 1184–1188
- [190] *Erdészeti ökológia.* Cs. (szerk.)Mátyás Mezőgazdasági KiadóBudapest 1996
- [191] *Perspectives of forest genetics and tree breeding in a changing world.* Cs. (ed.)Mátyás IUFRO World Series 6, Vienna 1997
- [192] *A pannon térség őserdeinek utolsó tanúi, a szlavóniai tölgyesek.* Cs.Mátyás Erd. Lapok 133: 11 1998a 353
- [193] *A feltételezett klímaváltozáshoz adaptálódás genetikai és migrációs feltételei és korlátai. II.* Cs.Mátyás Erdő és klíma konferencia, Sopron, 1997. jún. 4 (1998b) 18–24
- [194] *Forest genetics and sustainability.* Cs. (ed.)Mátyás Forestry Sciences Vol. 63, Kluwer, Dordrecht 1999
- [195] *Páneurópai kezdeményezés az erdők védelmére.* Cs. (szerk.)Mátyás MTA Erd. Biz. / FVM Erd. Hiv. kiadóBudapest–Sopron 2000
- [196] *A genetika hozzájárulása a tartamos erdőgazdálkodáshoz.* Cs.Mátyás MTA Agrártud. Oszt. 2000. évi tájékoztatója 2001 325–327
- [197] *Erhaltung forstgenetischer Ressourcen in Ungarn mit besonderer Berücksichtigung von seltenen und bedrohten Mischlaubholzarten.* Cs.Mátyás Bachl. In: Geburek, T. (ed.) (1998): Erhaltung genetischer Ressourcen im Wald. Ecomed Verl., Landsberg 1998 170–177
- [198] *Erdészeti génmegőrzési program kidolgozását kezdeményezi a Növényi Génbank Tanács Erdészeti Munkabizottsága.* Cs.Mátyás S.Bordács Erd. Lapok 132: 4 1997 114–115
- [199] *Egyes fafajok nemesítésével kapcsolatos eredmények.* Cs.Mátyás F.Palotás Az Erdő 3: 1979 124–127
- [200] *Effect of age on selected wood quality traits of Populus clones.* Cs.Mátyás PeszlenI. Silvae Genetica 46: 2–3 1997 64–72
- [201] *Effect of intra-specific competition on tree architecture and aboveground dry matter allocation in Scots pine. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales. I.* Cs.Mátyás G.Varga Silviculture and Biodiversity of Scots pine forests in Europe. (Különszám) INIA Madrid 2000 111–120
- [202] *A magassági növekedés adaptív változatosságának vizsgálata Pinus banksiana populációkban.* Cs.Mátyás W. YeatmanC. EFE Tud. Közl. 1–2 (1987) 191–197
- [203] *Erdészeti Maggazdálkodási Utasítás.* V.Mátyás OEFBudapest (1958)
- [204] *Magtermelő állományaink célja, értelme és kezelése.* V.Mátyás Az Erdő 9: 5 (1960) 183–191
- [205] *Ökológiai megjegyzések a tölgy és bükk termésének időszakosságához.* V.Mátyás Erd. Kutatások 61: 1–3 1965 99–121
- [206] *A tölgy és bükk virágzás fokozása műtrágyázással és ennek összefüggése az időjárással.* V.Mátyás Erd. Kutatások 2–3: 1969 161–181
- [207] *Einführung in die Kenntniss der Eichenarten Ungarns.* V.Mátyás Erd. Kutatások 66: 1970a 61–68
- [208] *Taxa nova quercuum Hungariae.* V.Mátyás Acta Botanica Ac. Sci. Hung. 16 (3–4): 1970b 329–361





- [209] *A csonkamagyarországi erdeifenyőtelepítések származástani problémái a magvizsgálat szempontjából.* Z.Mayer-Mihályi Doktori értekezés, Sopron, Műegyetem Kiadv (1936)
- [210] *Az evolúció nagy lépései.* J.Maynard Smith E.Szathmáry Scientia KiadóBudapest (1997)
- [211] *Population genetics of plant pathogenic fungi.* B. A.McDonald M. McDermottJ. Bio Science 43: 1993 311–319
- [212] *Ecological genetics.* D. J.Merrell Univ. of Minnesota PressMinneapolis (1981)
- [213] *Population genetics and evolution.* L. E.Mettler G. GreggT. E. SchafferH. Prentice Hall2nd ed. Englewood Cliffs, NJ (1988)
- [214] *Genetic differentiation in ponderosa pine along a steep elevational transect.* J. B.Mitton B. SturgeonK. L. DavisM. Silvae Genetica 29: (1980 100–103)
- [215] *Associations between heterozygosity and growth rate variables in three western forest trees.* J. B.Mitton KnowlesP. B. SturgeonK. B. LinhardtY. L. DavisM. In: Conkle, M. T. (ed.) 1981. Isozymes of North American forest trees and forest insects. Pac. SW. For. Range Expt. Stn. USDA, Berkeley, Calif (1981 27–34)
- [216] *Geographic variation in forest trees.* E. K.Morgenstern UBC PressVancouver 1996
- [217] *Red pine: a model for the loss of genetic diversity in trees.* A.Mosseler In: Baradat et al. (eds.) 1995 1995 359–370
- [218] *Potential causes for multilocus structure in predominantly outcrossing populations.* O.Muona Silva Fennica 16: 2 1982 107–114
- [219] *Effective population sizes, genetic variability and mating system in natural stands and seed orchards of Pinus sylvestris.* O.Muona HarjuA. Silvae Genetica 38: 1989 221–228
- [220] *Mating system analysis in a central and northern European population of Picea abies.* O.Muona PauleL. SzmidtA. KärkkäinenK. Scand. Jour. For. Res. 5: 1990 97–102
- [221] *Basic genetics.* B. G.Murray YoungA. BoyleT. In: Young et al. 2000 2000 7–20
- [222] *Untersuchungen über die natürliche Selbstbefruchtung in Beständen der Fichte (Picea abies [L.] Karst.) und Kiefer (Pinus sylvestris L.)* G.Müller Silvae Genetica, 26: (1977 207–217)
- [223] *Clonal gametic contributions to the offspring of a Scots pine seed orchard.* G.Müller-Starck Silva Fennica 16: 2 (1982 99–106)
- [224] *Survey of genetic variation as inferred from enzyme gene markers.* G.Müller-Starck In: G. Müller-Starck–M. Ziehe (eds.) 1991 (1991 20–37)
- [225] *Protection of genetic variability in forest trees.* G.Müller-Starck Forest Genetics 3: (1995 121–124)
- [226] *Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft.* G. (ed.)Müller-Starck EcomedLandsberg 1996
- [227] *Genetic variation in European populations of forest trees.* G.Müller-Starck Ziehe (eds.)M. Sauerlaender`s VerlagFrankfurt/M 1991
- [228] *Genetic markers as a tool for bioindication in forest ecosystems.* G.Müller-Starck SchubertR. In: Young et al. 2000 (2000 227–238)
- [229] *Genetic response of forest systems to changing environmental conditions.* G.Müller-Starck Schubert (eds.)R. Kluwer Acad. Publ 2001
- [230] *Tree breeding: principles and strategies.* G.Namkoong C. KangH. S. BrouardJ. Springer-VerlagNew York (1988)
- [231] *Forest genetics: pattern and complexity.* G.Namkoong Can. J. Forest Res. 31: 2001 623–632
- [232] *Managing global genetic resources of forest trees.* Research CouncilNational National Academy PressWashington D. C 1991



- [233] *Restriction fragment length polymorphism mapping in conifers and applications to forest genetics and tree improvement*. D. B. Neale G. Williams C. Can. J. For. Res. 21: (1991) 545–554
- [234] *Genetic mapping and DNA sequencing of the loblolly pine genome*. D. B. Neale S. Kinlaw C. M. Sewell M. Forest Genetics 1: 4 (1994) 197–206
- [235] *Molecular population genetics and evolution*. M. Nei North-Holland Amsterdam 1975
- [236] *The bottleneck effect and population variability*. M. Nei Maruyama T. Chakraborty R. Evolution 29: (1975) 1–10
- [237] *Erdészeti növénynevelés*. E. Nemky Mezőgazdasági Kiadó Budapest 1968
- [238] *Fragmented plant populations and their lost interactions*. J. M. Olesen K. Jain S. In: Loeschke, V. et al. (eds.) 1994 (1994) 417–426
- [239] *Forest stand dynamics*. C. D. Oliver C. Larson B. McGraw Hill Inc New York (1990)
- [240] *Inbreeding to the S<sub>2</sub> generation in Douglas-fir*. A. L. Orr-Ewing Proc. Second World Cons. Forest Tree Breeding, August 1969; Washington, DC. FO-FTB-69-8/6 1969 1–13
- [241] *Bibliography: Izozymes and forest trees*. Inst. för Skoglig Genetik och Växtfysiologi, Rapport 9 L. Paule Swedish University of Agricultural Sciences, Umea 1990
- [242] *Gene conservation in European beech*. L. Paule Forest Genetics 2: 3 1995 161–170
- [243] *Az első növényi géntérkép*. T. Pécsi Természetbúvár 3: (2001) 18–19
- [244] *Geographic structure of chloroplast DNA polymorphisms in European oaks*. R. J. Petit Kremer A. B. Wagner D. Theor. Appl. Genet. 87: (1993) 122–128
- [245] *Chloroplast DNA variation in European white oaks: synthesis based on data from over 2,600 populations*. R. J. Petit M. Csaiki U. Bordács S. Burg K. Mátyás G. Kremer (és további 21 szerző) A. Forest Ecology and Management 156: 2002a 5–26
- [246] *Identification of refugia and postglacial colonisation routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence*. R. J. Petit Brewer S. Bordács S. Burg K. Mátyás G. Kremer (és további 20 szerző) A. Forest Ecology and Management 156: 2002b 27–40
- [247] *Polymorphic SSR regions in chloroplast genomes: applications to the population genetics of pines*. W. Powell Morgante M. McDevitt R. Vendramin G. Rafalski J. Proc. Natl. Ac. Sci. USA 94: (1995) 9996–10 001
- [248] *Szoszna obiknovennaja*. L. F. Pravdin Izd. Nauka Moszkva 1964
- [249] *Chloroplast DNA variation in Populus. I. Intraspecific restriction fragment diversity within Populus deltoides, P. nigra and P. maximowiczii*. O. P. Rajora P. Dancik B. Theor and Appl Genet. 90: (1995) 317–323
- [250] *A model for genetic flexibility*. In: Lindgren, D. (ed) 1986. Provenances and forest tree breeding for high latitudes. C. A. Raymond Lindgren D. SLU Umea 1986 159–177
- [251] *Genetic flexibility—a model for determining the range of suitable environments for a seed source*. C. A. Raymond Lindgren D. Silvae Genetica 39: (1990) 112–120
- [252] *Genetika*. Gy. Rédei Mezőg. és Gondolat Kiadó Budapest 1987
- [253] *Seed transfer guidelines for Douglas-fir in Central Idaho*. G. E. Rehfeldt U.S. For. Serv. Res. Note INT-337 1983a
- [254] *Adaptation of Pinus contorta populations to heterogeneous environments in northern Idaho*. G. E. Rehfeldt Can. J. For. Res. 13: 1983b 405–411
- [255] *Ecological adaptations in Douglas fir: a synthesis*. G. E. Rehfeldt For. Ecol. Manage. 28: (1989) 203–215
- [256] *Specialization and flexibility in genetic systems of forest trees*. G. E. Rehfeldt T. Lester D. Silvae Genetica 18: (1969) 118–123
- [257] *Height response functions for white ash provenances grown at different latitudes*. J. H. Roberds O. Hyun J. Namkoong G. Rink G. Silvae Genetica, 38: 3–4 (1990) 121–129



- [258] *The status of temperate North American forest genetic resources*. D.Rogers T. LedigF. USDA Forest Service Rep. 16, Davis, CA 1996
- [259] *Beziehungen zwischen Frucht- und Samenerzeugung und Holzerzeugung der Baume*. E.Rohmeder Allg. Forstzeitschr. 14 (1967) 756–760
- [260] E.Röhrig UlrichB. *Temperate ecosystems of the world*. Elsevier 635 p (1991)
- [261] *Genetic structure of open pollinated progenies from a seed orchard of Pinus sylvestris*. D.Rudin EkbergJ. Silva Fennica 16: 2 1982 87–93
- [262] *Investigations of the flowering and seed crop of Pinus sylvestris*. R.Sarvas Comm. Inst. For Fenn. 53: 1962 198
- [263] *Pines beyond the polar circle: adaptation to stress conditions*. O.Savolainen Kluwer Acad. Publ In: P. M. A. Tigerstedt (ed.) 1997. *Adaptation in plant breeding. Developments in Plant Breeding*, Vol. 4 Dordrecht (1997) 153–159
- [264] *Small population processes*. O.Savolainen KuittinenH. In: Young et al. 2000 2000 91–100
- [265] *The evolution of phenotypic plasticity in plants*. C. D.Schlichting Ann. Rev. Ecol. Systematics 17: 1986 667–693
- [266] *Neue Wege der Rassenforschung und Kiefernenerkennung*. W.Schmidt Proc. IX. Kongr. IUFRO, Budapest (1936)
- [267] *Die Fichte. Band I*. H.Schmidt-Vogt Verlag Paul PareyHamburg, Berlin (1977)
- [268] *Understanding the population genetic structure of Gleditsia triacanthos L.: the scale and pattern of pollen gene flow*. A.Schnabel L. HamrickJ. Evolution 49: (1995) 921–931
- [269] *Cone characteristics in a jack pine seed source plantation*. R. E.Schoenike D. RudolphT. Schantz-HansenT. Minn. For. Notes 76 1959
- [270] *The molecular structure and evolutionary relationships of a 16.9 kDa heat shock protein from Norway spruce*. R.Schubert Müller-StarckG. SandermanH. ErnstD. HägerK.-P. Forest Genetics 4: (1997) 131–138
- [271] *Implications of genomic science for forest genetics*. R.Sederoff IUFRO Conf. on Eucalypt Breeding and Silviculture, Bahia, Brazil, Vol. 2 1997 5–7
- [272] *Isozyme heterozygosity in adult and open-pollinated embryo samples of Douglas fir*. D. W.Shaw AllardR.W. Silva Fennica 16: 2 (1982) 115–121
- [273] *The impact of genotype-environment interactions on tree improvement programs*. C. J. A.Shelbourne K. CampbellR. In: IUFRO Joint meeting on advanced generation breeding; 14–18 June 1976; Bordeaux (1976) 73–96
- [274] *RAPD markers linked to major genes behind field resistance against the green spruce aphid*. E.Skov WellendorfH. Forest Genetics 7: 3 2000 233–246
- [275] *A critical evaluation of methods available to estimate the genotype × environment interaction*. T.Skroppa Studia Forestalia Suec. 166: (1984) 3–14
- [276] *A database for the IUFRO 1964/68 Provenance Experiment with Norway spruce*. T.Skroppa PerssonB. PerssonA. Proceedings of IUFRO Symposium on Norway spruce provenances and breeding. Riga, Latvia 1993 141–146
- [277] *The genetic response of plant populations to a changing environment: the case of non-Mendelian processes*. T.Skroppa JohnsenO. In: Boyle, T. J. B.–C. E. B. Boyle (eds.) 1994. *Biodiversity, temperate ecosystems and global change*. Nato ASI Series, Vol. I. 20: 1994 184–199
- [278] *The roles of polyembryony and embryo vitality in the genetic system of conifers*. F.Sorensen Evolution 36: 4 (1982) 725–733
- [279] *Viable populations for conservation*. M. E.Soulé Cambridge University Press (1987)



- [280] *Analysis of monoterpenes of conifers by gas-liquid chromatography*. A. E.Squillace Springer Verl In: Miksche, J. P. (ed.) 1976. Modern methods in forest genetics Berlin 1976 120–137
- [281] *Evidences of the inheritance of turpentine composition in slash pine*. A. E.Squillace S. Fisher G. USDA For. Serv. Res. Pap. NC–6 (1966 53–60
- [282] *Genetic variation and breeding of Scots pine in the Netherlands*. A. E.Squillace G. la Bastide J. H. van Vredenburg L. Forest Science 21: 4 (1975 341–352
- [283] *A természetvédelmi biológia alapjai*. T.Standovár Primack R. Nemzeti Tankönyvkiadó Budapest 2001
- [284] *Die Reproduktion der Buche unter verschiedenen waldbaulichen Gegebenheiten*. R.Starke In: Müller-Starck, G. (ed.) 1996 1996 135–159
- [285] *Phylogeography and postglacial colonisation routes of Ips typographus L. (Coleoptera, Scolytidae)*. Ch.Stauffer F.Lakatos Hewitt G. Molecular Ecology 8: 1999 763–773
- [286] *The phylogenetic relationships of seven European Ips (Scolytidae: Ipinæ) species*. Ch.Stauffer F.Lakatos G.Hewitt Insect Molecular Biology 6: 3 1997 233–240
- [287] *The evolutionary significance of phenotypic plasticity*. S. C.Stearns Bio. Science 39: (1989 436–445
- [288] *Fifty years of plant evolution*. G. L.Stebbins In: Solbrig, O. T.–S. Jain–G. B. Johnson–P. R. Raven (eds.) 1979. Topics in plant population biology (1979 18–41
- [289] *Die Intensität der natürlichen Auslese entlang eines Altitudinalklins*. K.Stern Sauerlaender In: Schmidt-Vogt, H. (ed.) 1964. Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge Frankfurt 1964 139–146
- [290] *Genetics of forest ecosystems*. K.Stern Roche L. Springer Verl Berlin (1974
- [291] *The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding*. B. T.Styles Silvae Genetica 21: 1972 175–182
- [292] *Citogenetika*. J.Sutka Mezőgazdasági Kiadó Budapest (1980
- [293] *A populációgenetika alapjai*. J.Sváb Mezőgazdasági Kiadó Budapest 1971
- [294] *Daday Hunor (1922–1987), a génökológia előfutára az egyetemes és a magyar tudományban*. T. A.Szabó BioTár Electronic Abstracta Szombathely 1999
- [295] *DNA markers in forest genetics*. A. E.Szmidt R. Wang X. In: Müller-Starck, G.–M. Ziehe (eds.) 1991 (1991 79–94
- [296] *International (IUFRO) Norway spruce provenance trial*. L.Szőnyi F.Ujvári Erd. Kutatások 66: 1970 47–59
- [297] *Vadgyümölcs-fajok taxonómiai kutatása Magyarországon*. A.Terpó Kertészeti és Szőlészeti Foiskola Évkönyve 27: (1963 243–271
- [298] *Competition and neighbouring effect in a naturally regenerating population of Scots pine*. P. M. A.Tigerstedt Rudin D. Niemelä T. Tammissola J. Silva Fennica 16: 2 (1982 122–129
- [299] *Genetic structure of Black pine (Pinus nigra Arnold subspecies pallasiana) populations sampled from the Bolkar Mountains*. A. A.Tolun Velioğlu E. Çengel B. Kaya Z. Silvae Genetica 49: 2000 113–119
- [300] *Erdészeti növénynevelés*. K.Tompa Egy. jegyzet, Sopron 1977
- [301] *Erdészeti növénynevelés*. K.Tompa O.Sziklai Mezőgazdasági Kiadó Budapest 1981
- [302] *Essentials of ecology*. C. R.Townsend L. Harper J. Begon M. Blackwell Science Inc 2000
- [303] *Evaluation of genetic diversity of poplar genotypes by RAPD and AP-PCR analysis*. O.Törjék E.Kiss M.Kondrák G.Gyulai J.Gergác L.Heszky Acta Biologica Hungarica 52: 2–3 2001 345–354
- [304] *A feketefenyő nemesítése*. T.Trombitás S.Faragó In: Keresztesi B.–Solymos R. (szerk.) 1978 1978 138–143



- [305] *Conservation of forest genetic resources of Europe*. J.Turok Palmberg-LercheC. SkroppaT. S. Ouédraogo (eds.)A. IPGRI Rome 1998
- [306] *Lucfenyő populációk génökölógiai elemzése*. Jármay É.Ujváriné F.Ujvári Erd. és Faip. Tud. Közl. 38–39: (1992–93 59–75
- [307] *Genetic diversity in river populations of European Black Poplar – implications for riparian eco-system management*. B. C.van Dam Bordács (eds.)S. Csiszár Nyomda Proc. intern. symp. Szekszárd, Hungary, 16–20 May Budapest 2001
- [308] *EUROPOP: genetic diversity in river populations of European black poplar for evaluation of biodiversity, conservation strategies, nature development and genetic improvement. First synthesis of the project*. B. C.van Dam In: van Dam, B. C.–S. Bordács (eds.) 2002 2002 15–32
- [309] *The evolution of mutualism*. J.Vandermeer Leeds, Blackwell In: B. Shorrocks (ed) 1982. Evolutionary Ecology. 23rd. Symp. British Ecol. Soc London 1982 221–232
- [310] *Növénygenetika*. I. (szerk.)Velich Mezőgazda Kiadó Budapest 2001
- [311] *Az evolúció genetikai alapjai*. G. (szerk.)Vida Natura Budapest 1981
- [312] *Általános genetika*. G.Vida Tankönyvkiadó Budapest 1991
- [313] *Global issues of genetic diversity*. G.Vida In: Loeschke, V. et al. (eds.) 1994 1994 9–19
- [314] *Genetics of European Black pine (Pinus nigra Arn.)*. M.Vidakoviæ Ann. Forestales Zagreb 6: (1974 57–86
- [315] *Cetinjace, morfologija i variabilnost*. M.Vidakoviæ Jugosl. Akad. Znatnosti Zagreb (1982
- [316] *Relation of self-fertilisation and interspecific incompatibility between Pinus nigra and P. sylvestris*. M.Vidakoviæ Ann. Forestales 12: 1 (1986 1–14
- [317] *A szelídgesztenye-kéreggrák elleni biológiai védekezés lehetőségei a Soproni-hegyvidéken*. H.Vidóczy M.Varga I.Szabó L.Radóczy Növényvédelem 36: 2 (2000 53–59
- [318] *Genetic diversity and fitness in small populations*. R. C.Vrijenhoek In: Loeschke, V. et al. (eds.) 1994 1994 37–52
- [319] *Chloroplast DNA-based phylogeny of Asian Pinus species*. X. R.Wang Szmida A. Plant Syst. and Evol. 188: 1993 197–211
- [320] *Beitrag zur Existenz von Ökotypen bei gemeiner Esche (Fraxinus excelsior L.)* F.Weiser Forstarchiv 66: 1995 251–257
- [321] *Ergebnisse 10-jähriger vergleichender Anbauversuche mit generativen Nachkommenschaften von Eschen (Fraxinus excelsior L.) trockener Kalkstandorte und grundwassernaher Standorte*. F.Weiser Beitr. f. d. Forstwirtschaft 1: 1974 11–16
- [322] *Bedrohung der genetischen Vielfalt unserer Waelder durch Immissionen*. H.Weisgerber Albrecht J. Bohnens J. Kechel H. Rau H.-M. Schulzke R. Forst und Holz 40: 1985 235–238
- [323] *Results of the southwide pine seed source study through 1968–69*. O. O.Wells Proc. 10th South. For Tree Improv. Conf 1969 117–129
- [324] *Developing seed transfer zones*. R. D.Westfall Kluwer In: Fins, L.–S. T. Friedman–J. V. Brotschol (eds.) 1992. Handbook of quantitative forest genetics Dordrecht (1992 313–398
- [325] *Framework linkage maps of Pinus radiata based on pseudotestcross markers*. P. L.Wilcox E. Richardson (és 5 további szerző) T. Forest Genetics 8: 2 2001 109–117
- [326] *Natural selection. Domains, levels, and challenges*. G. C.Williams Oxford University Press 1992
- [327] *The full-glacial forests of Central and Southeastern Europe*. K. I.Willis Rudner E. Sümegi P. Quaternary Research 53: (2000 203–213
- [328] *A primer of population biology*. E. D.Wilson Bossert W.H. Sinauer Associates Sunderland, MA 1971
- [329] *Biodiversity*. E. O. (ed.) Wilson National Academic Press Washington, D. C 1988



- [330] *Genetic effects of classical silviculture*. W. Wilusz Giertych M. In: Genetics of Scots pine. IUFRO Intern. Symp. Papers, Warszawa- Kornik (1973 1–7
- [331] *Genetics of forest tree improvement*. J. W. Wright FAO, Roma, Forestry and For. Prod. Studies 16 1962
- [332] *Performance of Scotch pine varieties in the North Central Region*. J. W. Wright *Silvae Genetica* 15: 4 1966 101–110
- [333] *Introduction to forest genetics*. J. W. Wright Academic Press New York (1976
- [334] *Geographic variation in Scotch pine*. J. W. Wright *W. Bull. Silvae Genetica* 12: 1 1963 1–25
- [335] *Species hybridization in the hard pines, series Sylvestres*. W. J. Wright J. Gabriel W. *Silvae Genetica* 7: (1958 109–115
- [336] *The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating*. S. Wright *Evolution* 19: (1965 395–420
- [337] *Evolution and the genetics of populations. Vol. 3*. S. Wright Univ. Chicago Press Experimental results and evolutionary deductions Chicago 1977
- [338] *Genetiken bakom självföring av tall [Az erdeifenyő természetes újulatának genetikája]*. R. Yazdani SLU Umeå, Plant Phys. Dept. Rapp. 4 1985 20
- [339] *Population genetics*. F. Yeh In: Young et al. (eds.) 2000 (2000 21–38
- [340] *The population structure of Larix laricina in New Brunswick, Canada*. L. Ying K. Morgenstern E. *Silvae Genetica* 40: 1991 180–184
- [341] *Forest conservation genetics*. A. Young Boshier D. Boyle (eds.) T. CSIRO Publishers Collingwood, Au