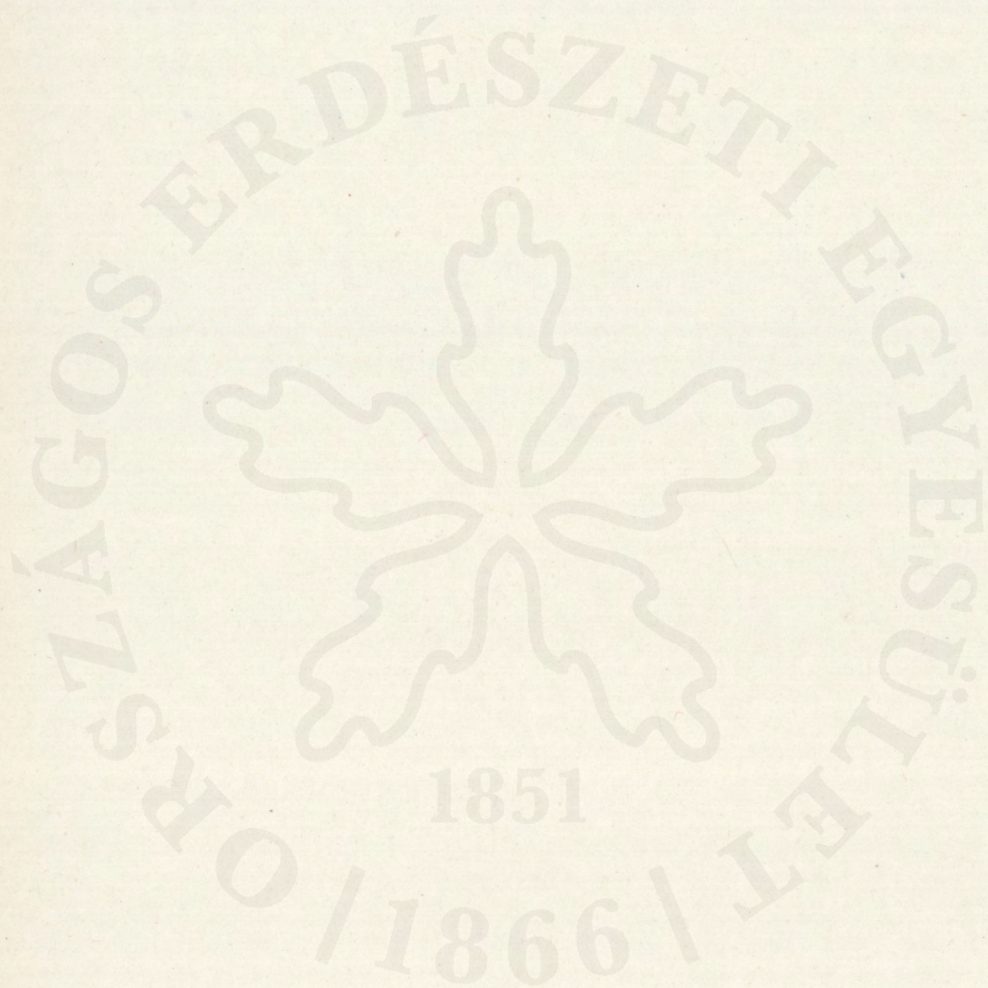
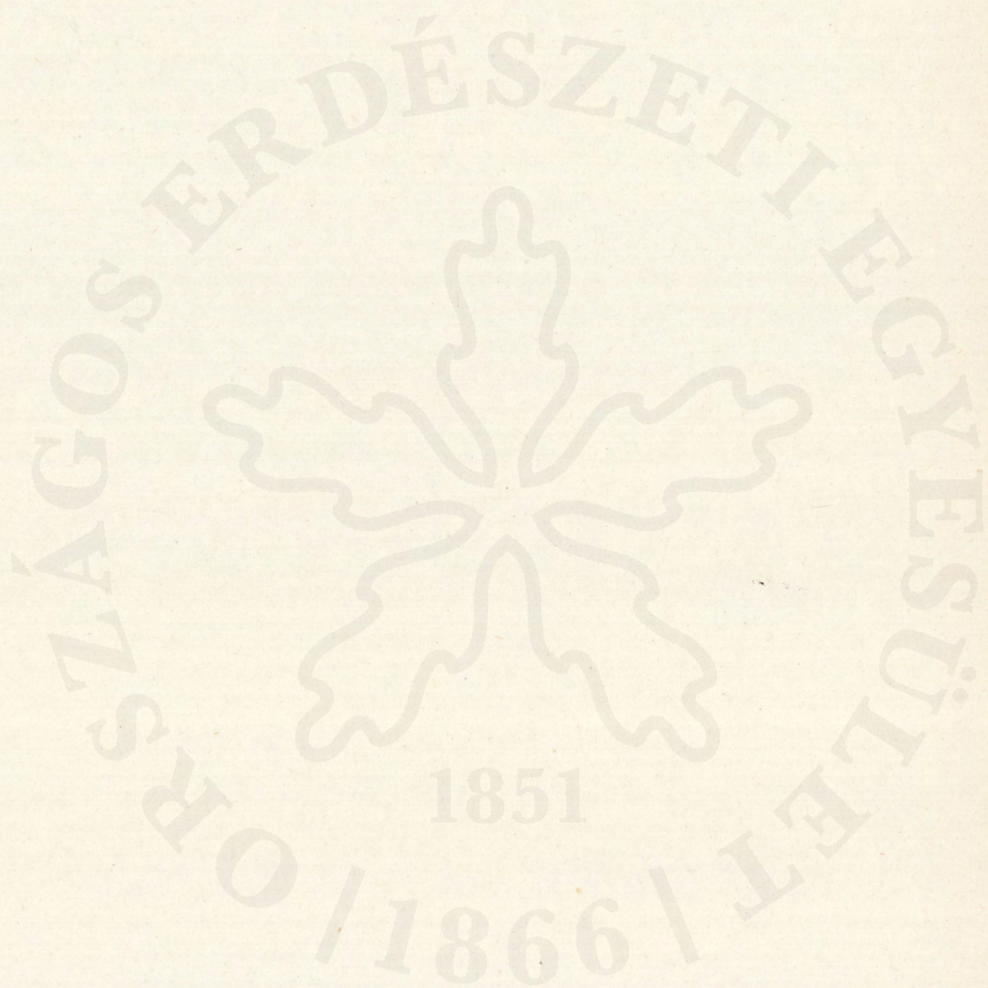


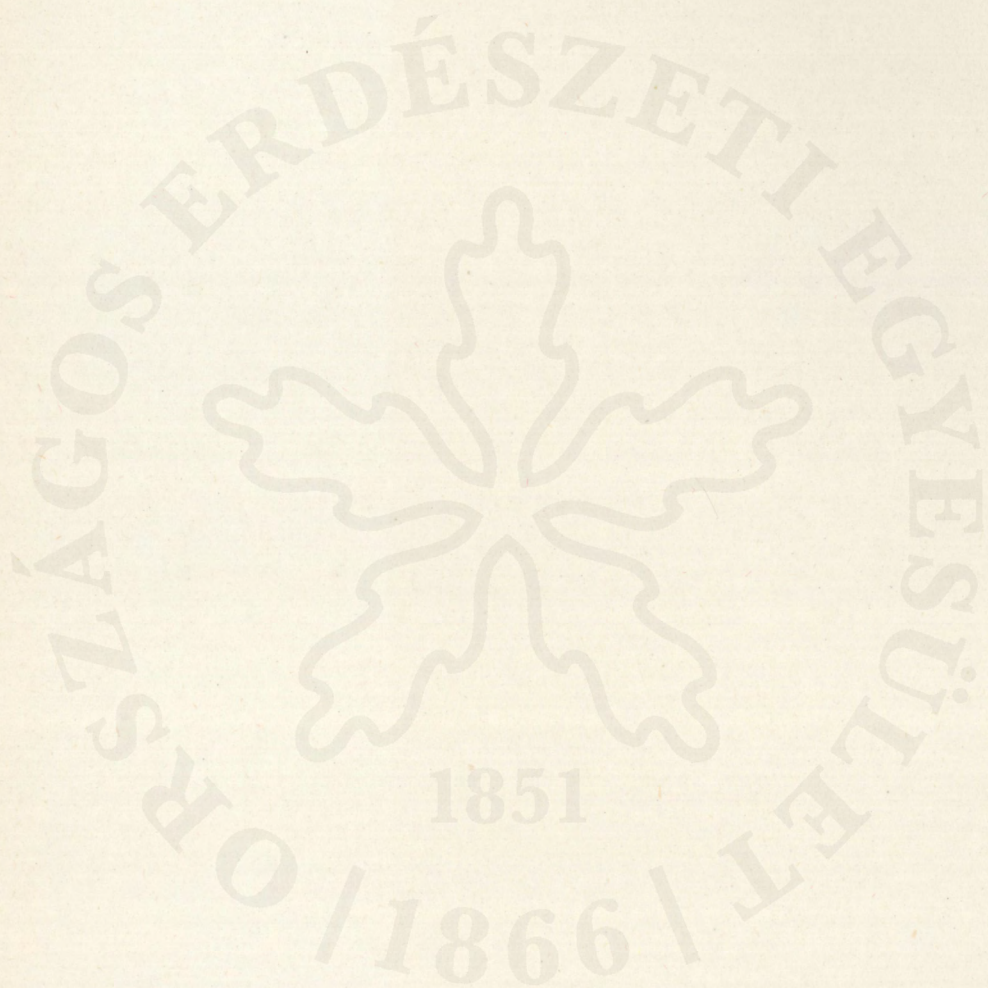
TOMPA KÁROLY – SZIKLAI OSZKÁR

# Erdészeti növény- nemesítés









Szűcs Feri-bátyánkkal  
tisztelettel barátságos

Erdészeti  
növény-  
nemesítés

Sopron, 1981. VI. 22

A szerző

ERDÉSZETI  
NÖVÉNY-  
NEMESÍTÉS



Magyar Erdészeti Társaság  
Könyvtár  
346/80  
1851

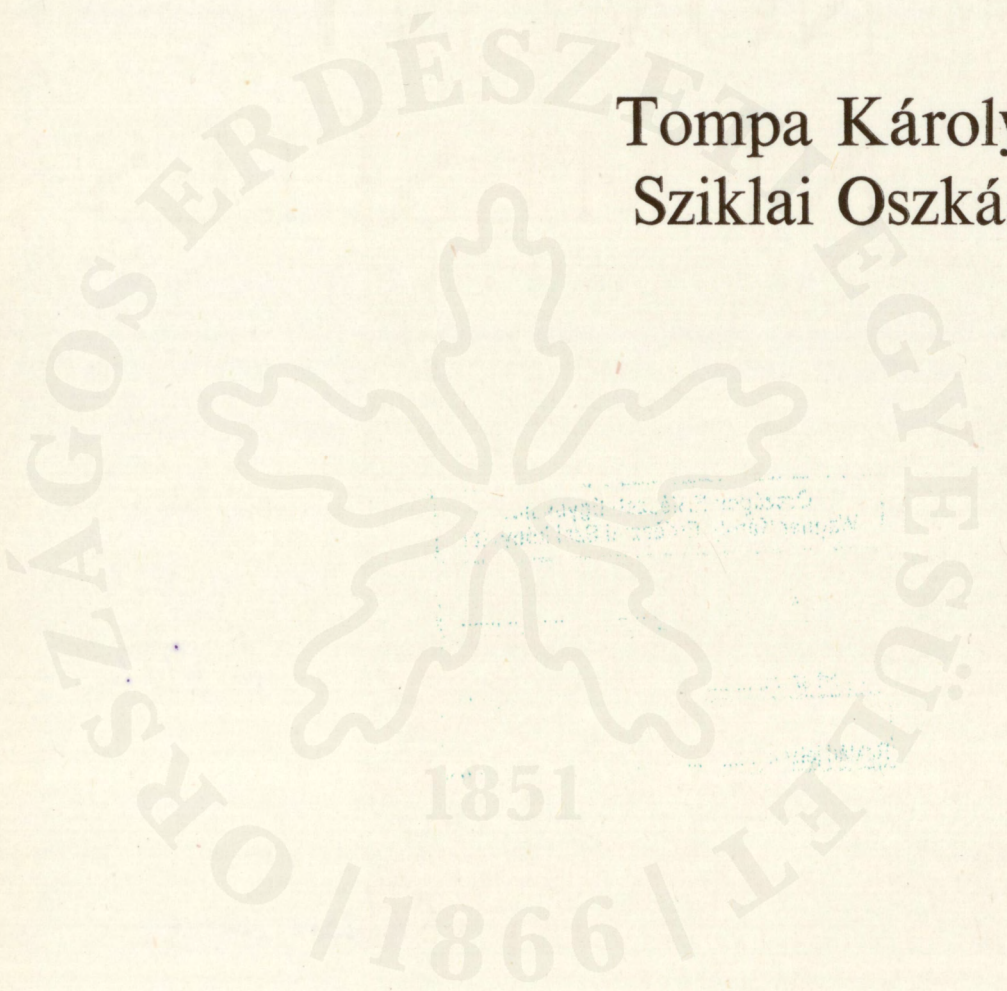
OEE Könyvtár  
Áll. E. II. 2021

Magyar Erdészeti Társaság  
Könyvtára

Budapesti Kiadó

Erdészeti  
könyv-  
nyomtatás

**Tompa Károly  
Sziklai Oszkár**



**Budapest, 1981**

# ERDÉSZETI NÖVÉNY- NEMESÍTÉS

Országos Erdészeti Egyesület Wagner Károly Erdészeti Szakkönyvtár	
Számszám:	350/2020
Csoport szám:	I.
Raktári jelzet:	S.VI.IV.

~~II/I-3.~~

~~61/2001. - I.~~

OEE Könyvtár  
Áll.Ell. 2021

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET  
KÖNYVTÁRA

Mezőgazdasági Kiadó

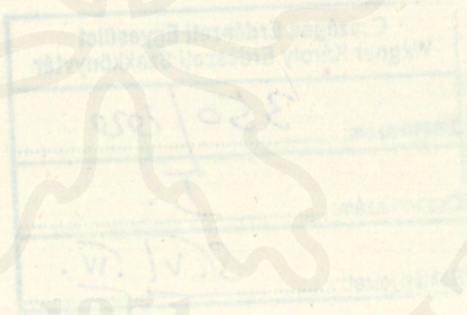
Lektorálta

**Palotás Ferenc**

és

**Szőnyi László**

**Tompa Károly**  
**Sziklai Oszkár**



© *dr. Tompa Károly, dr. Sziklai Oszkár, 1981*

ETO 631.52:634.0

ISBN 963 231 061 6



# Tartalom

<b>Előszó</b>	9
<b>Bevezetés</b>	11
<b>1. Az erdészeti növénynemesítés története és célkitűzése</b>	17
1.1 Az erdészeti növénynemesítés általános fejlődése	17
1.2 A magyar erdészeti növénynemesítés története	24
1.3 Az erdei fák nemesítése és az erdők fatermésének növelése	27
1.4 Az erdészeti növénynemesítés célkitűzései Magyarországon	29
<b>2. Az erdei fák nemesítésének feladatai</b>	32
2.1 Általános megállapítások	32
2.2 A fatermés növelése	33
2.3 A fa minőségének javítása	36
2.4 Egyéb termékek növelése	40
2.5 A kórokozókkal és a károsítókkal szembeni ellenállóképesség javítása	42
2.51 Alapfogalmak, irányelvek	42
2.52 Abiotikus tényezőkkel szembeni ellenállóképesség	43
2.53 Növényi kórokozókkal szembeni ellenállóképesség	45
2.54 Állati károsítókkal szembeni ellenállóképesség	46
<b>3. Nemesítési módszerek nagy változékonyság esetén</b>	49
3.1 Alapelvek, a módszert befolyásoló tényezők	49
3.2 A kiválasztás	56
3.21 Fogalmak, célkitűzések	56
3.22 Kiindulási alapanyag	58
3.23 A szelekció eredményét befolyásoló tényezők	59
3.231 A fenotípus elemzése	60
3.232 Örökölhetőség (heritabilitás)	61
3.233 Szelekciós intenzitás, szelekciós különbség, genetikai nyereség	61
3.24 A szelekció módszerei	64
3.25 Tömegkiválasztás	66
3.251 Tömegkiválasztás állományokban	66
3.252 Származáskutatás	67
3.253 Magosztályozás és a minőségi mutatók megállapítása	86
3.254 A csemeték osztályozása a csemetekertben	88
3.255 A magtermelő állományok és átalakításuk mag-, ill. génrezervációkká	91
3.26 Egyedkiválasztás (a törzsfák kiválasztása)	95
3.261 Az egyedkiválasztás meghatározása, feladata	95
3.262 A törzsfák kiválasztásának ismervei	97
3.263 A törzsfák osztályozása, kora és száma	101
3.264 A törzsfák kijelölése, fenntartása, védelme	103
3.3 Keresztezés	112

3.31	Fogalmak, alapelvek, célkitűzések . . . . .	112
3.32	A keresztezéses nemesítés munkaszakaszai . . . . .	116
3.33	Keresztezési módszerek . . . . .	118
3.34	Keresztezési technika . . . . .	123
3.341	A szülőkomponensek kiválasztása . . . . .	123
3.342	A keresztezés végrehajtása . . . . .	124
3.35	A keresztezéses nemesítés néhány eredménye . . . . .	127
3.4	A nemesítési kísérletek tervezése, létesítése és elemzése . . . . .	128
3.41	A kísérletek célja, jelentősége . . . . .	128
3.42	A kísérletek tervezése . . . . .	129
3.421	Módszertani alapfogalmak . . . . .	130
3.422	Kísérlettipusok . . . . .	132
3.423	Kísérleti elrendezés . . . . .	135
3.43	A kísérlet gyakorlati végrehajtása . . . . .	137
3.431	A kísérleti anyag nevelése . . . . .	137
3.432	A terület kiválasztása és előkészítése . . . . .	138
3.433	A kísérlet telepítése, védelme, ápolása . . . . .	139
3.44	A kísérleti adatok felvétele . . . . .	140
3.45	A kísérleti adatok értékelése és közreadása . . . . .	141
3.5	A nemesítési eredmény értékelése . . . . .	142
3.51	Általános megállapítások . . . . .	142
3.52	Klónvizsgálat (klónellenőrzés) . . . . .	145
3.521	Meghatározás és cél . . . . .	145
3.522	Ivartalanul szaporított fák klónvizsgálata . . . . .	145
3.523	Ivarosan szaporított fák klónvizsgálata . . . . .	148
3.53	Ivaros utódvizsgálat . . . . .	150
3.531	Szabad beporzásból származó utódok vizsgálata . . . . .	150
3.532	Ellenőrzött keresztezésből származó utódok vizsgálata . . . . .	151
3.533	Az ivaros utódvizsgálat lefolytatása . . . . .	152
3.534	A hazai ivaros utódvizsgálatok eredményei . . . . .	154
3.54	Korai értékelés . . . . .	156
3.6	Magplantázsok (magtermelő ültetvények) . . . . .	161
3.61	A plantázsokról általában . . . . .	161
3.62	Plantázstípusok . . . . .	165
3.63	A plantázsok létesítése . . . . .	170
<b>4.</b>	<b>Nemesítési módszerek kis változékonyság vagy speciális célkitűzés esetén . . . . .</b>	<b>182</b>
4.1	A poliploidok jelentősége a nemesítésben . . . . .	182
4.11	A poliploidiaról általában . . . . .	182
4.12	A poliploidok jelentősége a zárvatermőknél . . . . .	187
4.13	A poliploidok jelentősége a nyitvatermőknél . . . . .	188
4.2	A mutáció jelentősége a nemesítésben . . . . .	190
4.21	Erdei fákkal végzett kísérletek és eredmények . . . . .	192
4.3	Honosítás (fajtabevezetés) . . . . .	194
4.31	Fogalmak, alapelvek, történet . . . . .	194
4.32	A honosítás alapelvei, céljai . . . . .	195
4.33	Az új fajták bevezetésének fokozatai . . . . .	197
4.331	Arborétumok . . . . .	197
4.332	Féülzemi kísérletek . . . . .	198
4.333	Nagyüzemi termesztési kísérletek . . . . .	198
<b>5.</b>	<b>A fajtaminősítés, -ellenőrzés . . . . .</b>	<b>200</b>
5.1	A fajtaminősítés története, szervezete . . . . .	200
5.2	Fajtaminősítő és fajtakísérleti rendszer . . . . .	201

6.	<b>A nemesítés megszervezése . . . . .</b>	<b>203</b>
6.1	A nemesítési program kidolgozása . . . . .	203
6.2	A nemesítési munka néhány szervezési kérdése . . . . .	205
7.	<b>A fontosabb fafajok nemesítése . . . . .</b>	<b>208</b>
7.1	A lombfák nemesítése . . . . .	208
7.11	Nyárák és fűzek . . . . .	208
7.111	A fűzfafélék jellemzői . . . . .	208
7.112	Genetikai elemzés . . . . .	212
7.113	Nemesítési cél és eljárások . . . . .	212
7.114	Nemesítési eredmények . . . . .	214
7.115	További feladatok . . . . .	218
7.12	Akác . . . . .	219
7.121	A faj jellemzői . . . . .	219
7.122	A faj genetikai elemzése . . . . .	220
7.123	Nemesítési cél és eljárások . . . . .	221
7.124	Nemesítési eredmények . . . . .	223
7.125	További feladatok . . . . .	224
7.13	Tölgyek . . . . .	225
7.131	A nemzetség jellemzői . . . . .	225
7.132	Genetikai elemzés . . . . .	226
7.133	Nemesítési cél és eljárások . . . . .	228
7.14	Bükk . . . . .	229
7.141	A faj jellemzői . . . . .	229
7.142	A faj genetikai elemzése . . . . .	231
7.143	Nemesítési cél és eljárások . . . . .	232
7.15	Mézgás éger . . . . .	234
7.151	A faj jellemzői . . . . .	234
7.152	A faj genetikai elemzése . . . . .	235
7.153	Nemesítési cél és eljárások . . . . .	236
7.16	Gesztenye . . . . .	236
7.17	Dió . . . . .	237
7.2	<b>A fenyők nemesítése . . . . .</b>	<b>239</b>
7.21	Erdeifenyő . . . . .	241
7.211	A faj jellemzői . . . . .	241
7.212	A faj genetikai elemzése . . . . .	243
7.213	Nemesítési módszerek . . . . .	244
7.214	Nemesítési program . . . . .	248
7.22	Vörösfenyő . . . . .	249
7.221	A faj jellemzői . . . . .	249
7.222	A faj genetikai elemzése . . . . .	251
7.223	Nemesítési módszerek . . . . .	251
7.224	Nemesítési program . . . . .	253
7.23	Lucfenyő . . . . .	254
7.231	A faj jellemzői . . . . .	254
7.232	A faj genetikai elemzése . . . . .	255
7.233	Nemesítési módszerek . . . . .	256
7.234	Nemesítési program . . . . .	258
7.24	Feketefenyő . . . . .	260
7.241	A faj jellemzői . . . . .	260
7.242	A faj genetikai elemzése . . . . .	260
7.243	Nemesítési módszerek . . . . .	261
7.224	Nemesítési program . . . . .	263
7.25	Duglászfenyő . . . . .	264

7.251	A faj jellemzői . . . . .	264
7.252	A faj genetikai elemzése . . . . .	265
7.253	Nemesítési módszerek . . . . .	266
7.254	Nemesítési program . . . . .	269
	<b>Irodalom . . . . .</b>	<b>273</b>
	<b>Fontosabb kifejezések magyarázata . . . . .</b>	<b>285</b>
	<b>Tárgymutató . . . . .</b>	<b>303</b>

# Előszó

Az erdőnek, mint egyedüli majdnem korlátlanul megújítható nyersanyagforrásnak a jelentőségét egyre szélesebb körben ismerik fel a földkerekség valamennyi táján. Egyben a fatermesztés-fokozás legfontosabb eszközének mindinkább a növénynemesítést tekintik.

A napjaink értelmezése szerinti erdészeti nemesítés Magyarországon az újjáépítés első éveiben az Erdészeti Tudományos Intézetben indult meg, és legnagyobbbrészt ma is ott folyik. Így a könyv magyar eredményeit elsősorban az ERTI kutatói nyomán összegezzük.

A nemesítés a nyárok, fűzek, fenyők törzsfáinak kijelölésével, az első kísérleti telepek létesítésével kezdődött, és hamarosan az ország határain túl is elismerést szerzett tudományterületté terebélyesedett. A jelenleg nemesítéssel érintett fafajok az ország erdeinek mintegy 75%-át adják. A várható évi szaporítóanyag-szükségletet a VI. öt-éves tervben már a következő arányban lehet nemesített anyaggal fedezni: nemesnyárok 100%, fűzek 60%, akácok 30%, erdeifenyő 50%, feketefenyő 15%, vörösfenyő 15% és lucfenyő 50% (Növénynemesítési Albizottság, 1978).

Az Erdészeti és Faipari Egyetemen a nemesítési ismereteket 1951-től az erdőtelepítéstan keretében adtuk elő, 1967-től pedig önálló tárgyként oktatjuk. 1968-ban 10 szerző tollából, *Nemky E.* szerkesztésében megjelent az első magyar „Erdészeti növénynemesítés”, mely könyvet a földművelésügyi miniszter egyetemi tankönyvként engedélyezett. A könyv kéziratát másfél évtizede írták. A több és jobb faanyag előállításának ez az egyik leghatékonyabb tudományága is olyan gyorsan fejlődött, hogy a nemesítési oktatás három évtizedes fordulójára szükségessé vált az újabb ismereteket, hatékony módszereket összefoglaló szakkönyv kiadása. Ennek írására örömmel vállalkoztunk mi, akik annak idején a tárgyat oktattuk évekig együtt. Földrajzi értelemben ugyan szétváltak útjaink, de szakmai kapcsolataink elmélyültek, és szerte a világban lehetővé vált számunkra az élenjáró nemesítőkkel, eredményeikkel közelebről megismerkednünk. Ezeket a ta-

pasztaátokat kíséreljük meg munkánkban közreadni, bízván abban, hogy az egyetemes erdészeti tudomány fejlesztéséhez is hozzájárulunk.

Itt mondunk köszönetet *Palotás Ferencnek* és *dr. Szőnyi Lászlónak* nagyon gondos lektori munkájukért, *dr. Mátyás Csabának*, *dr. Gencsi Lászlónak* és *dr. Vida Gábornak* hasznos kiegészítéseikért. Az olvasóktól pedig kérjük, hogy könyvünket hasznosítsák az erdőgazdálkodás fejlesztéséért végzett munkájukban. Ez anyagi és emberi környezetünk javát fogja szolgálni tartamosan és eredményesen, mindannyiunk javára.

1979. szeptember hó

**Dr. Sziklai Oszkár**  
egyetemi tanár

**Dr. Tompa Károly**  
egyetemi tanár

Vancouver, Brit-Kolumbiai Egyetem  
Kanada

Sopron, Erdészeti és Faipari Egyetem  
Magyarország

# Bevezetés

Az erdészeti növénynemesítés és az azt megalapozó erdészeti genetika az erdészeti tudományok legfiatalabb ágai közé tartozik. Bár ennek az ismeretanyagnak a jelentőségét már több mint 200 évvel ezelőtt felismerte a botanikus *Koelreuter, J. G.* (1733–1806), módszeres tudományos munkáról csak 3–4 évtizede beszélhetünk. Ennek a késedelemnek több oka van: az erdei fákról az alapvető botanikai, fiziológiai és genetikai ismereteink nagyon hézagosak – a magasra felnövő fákra a kísérletek elvégzése igen nehézkes és költséges –, másrészt a lassú növekedésű fafajok értékelése, utódvizsgálata sokszor évtizedeket vehet igénybe.

Időközben ezen a területen számos jelentős eredményt értek el, amelyeket ma az erdészeti gyakorlat általánosan használ. A világ nagyon sok erdészeti oktatási intézménye ezért az *erdészeti növénynemesítést* önálló tárgyként sorolta be tantervébe. Az Erdészeti és Faipari Egyetem az úttörők közé tartozik. 1951-től a nemesítési ismereteket az erdőtelepítéstan keretében adtuk elő. A reformtantervben 1962-ben önálló tárgyként szerepelt, és 1967-től a IV. évfolyamon oktatjuk.

A tárgy oktatásának fő célja, hogy az erdőmérnök-hallgatókban a fafajok folyamatos nemesítésén alapuló szemléletet kialakítsuk, ill. elmélyítsük. Megismertetjük velük a nemesítéssel elérhető többtermelés és minőségi javítás módszereinek elméleti alapjait és gyakorlati megoldását.

Genetika és nemesítés nem azonos fogalmak. A *genetika*, vagyis az örökléstan alap tudomány, *Bateson* (1906) szerint „*az a tudomány, amely az átörökléssel, a változékonysággal és a kiválasztással foglalkozik*”. *Sinnot* és *Dunn* (1932) meghatározása alapján a genetika „*egy ága a biológiának, amelyik főleg az öröklődés és változékonyság jelenségét tanulmányozza*”.

*Nemesítésen viszont az embernek azt a tevékenységét értjük, amellyel növények és állatok tulajdonságait úgy igyekszik megváltoztatni, hogy céljainak jobban megfeleljenek, mint eredeti alakjukban. Az erdészeti növénynemesítés feladata, hogy olyan faegyedeket, fafajokat, ill. változatokat válogasson ki vagy állítson elő, amelyek a fatermelés szempontjából nagy teljesítőképességűek, vagy meghatározott tulajdonságúak. Tehát olyan fajták előállítását a cél, amelyek a fatermelést mind mennyiségi, mind minőségi, sőt gazdasági tekintetben is az erdő egész területén növelik és amelyeket az illetékes szervek termelési ellenőrzés során fajtáknak minősítenek.*

A nemesítés nem csupán az új típusú növényanyag alkotó előállítását, hanem annak bizonyítása is, hogy ez a növényanyag a meglévő változatoknál vagy populációknál értékesebb és ezért termesztése indokolt. Enélkül a hasznosításra irányuló fázis nélkül a nemesítői munka nem befejezett, és sok esetben téves következtetés vonható le az előállított fajtáról.

A nemesítés *módszerei* a kiválasztás, a honosítás, továbbá olyan eljárások (keresztezés,

1. táblázat. Az erdészeti növénynevelés módszerei

Módszer	Larsen, C. S. 1951	Gustafsson, A. 1960	Duffield, J. W. 1962	Wright, J. W. 1962	Veresin, M. M. 1967	Allard, R. W. 1966	Vavilov, N. J. 1951	Enescu, V. 1973	Bouvaerel, P. 1956
Alapsmerek									
Változékonyság tanulmányozása fajon belül. Citológiai vizsgálat	Öröklődés tanulmányozása fajon belül. Citológiai vizsgálat	Mutáció indukálása. Poliploidok tanulmányozása	Mutagenézis és szelektív nemesítés	Poliploidok	Változékonyság tanulmányozása. Apomixis		Változékonyság és öröklődés tanulmányozása A nemesítési gyakorlat elméleti alapjai. A nemesítés fő céljainak tanulmányozása. A környezet hatásának vizsgálata	Poliploidok és mutációk	Indukált mutációk és poliploidok
A változékonyság mesterséges előidézése									
Egyéb	Vegetatív szaporítás								



<b>Kiválasztás</b>	<b>Keresztezés</b>	<b>Mesterséges beporzás.</b> <b>Heterózis</b>	<b>Kiválasztás</b>  <b>F<sub>1</sub> heterózis.</b> <b>F<sub>2</sub> . . . F<sub>n</sub> re-kombináció és transzgresszió.</b> <b>Egyszerű keresztezés</b> <b>vagy visszakeresztetés</b>	<b>Pluszfák kiválasztása.</b> <b>Magtermő állományok kijelölése</b>	<b>Kiváló fák kiválasztása</b>	<b>Kívánatos egyedek kiválasztása</b>	<b>Tömegkiválasztás.</b> <b>Rekurrens szelekcio</b>	<b>Kiválasztás</b>	<b>Kiválasztás</b>
				<b>Keresztezés és F<sub>1</sub> nemzedék használata.</b> <b>Hibridizáció és kiválasztás</b>	<b>Kiváló egyedek keresztezése.</b> <b>Fajon belüli és fajok közötti keresztezés</b>	<b>Heterózis</b>	<b>Visszakeresztés.</b> <b>Beltenyésztés</b>	<b>Keresztezés</b>	<b>Keresztezés</b>
	<b>Utóvízgát</b>				<b>Hibridek, exóták, származások vizsgálata</b>				<b>Korai értékelés.</b> <b>Exóták</b>

indukált mutáció, poliploidizálás), amelyekkel a növények öröklött sajátságai megváltoztathatók, s a keletkezett populációból a legkedvezőbb tulajdonságúak kiválaszthatók. Néhány szerző az 1. táblázat szerint csoportosítja az erdészeti növénynemesítés módszereit.

A nemesített fajta jobb tulajdonságai is csak akkor érvényesülnek, ha az optimális életműködéshez a legkedvezőbb termesztési körülmények fennállnak. Ismeretes például, hogy a hibrid kukorica terméshozama csak mintegy 20%-kal nagyobb, mint a közönséges szabadbeporzásos fajtáké, de a termés 30–40%-kal növelhető, ha a hibrideket belterjes agrotechnikával termesztik. *Vagyis a növénynemesítő munka nemcsak kedvezőbb tulajdonságú egyedek előállítását, hanem annak teljes érvényre jutásához szükséges legfejlettebb termesztéstechnika kidolgozását is jelenti.* (1. kép.)

A nemesítés egyrészt a gyakorlati tapasztalatokra, másrészt a biológia különböző szakterületeinek tudományos felismeréseire támaszkodik, amelyek közül a genetikának különösen nagy a jelentősége. Az erdei fák genetikájára vonatkozó ismereteink más kultúrnövényeinkhez és háziállatainkhoz viszonyítva még hézagosak. A genetikai kutatásokat kézenfekvő okok miatt mindenekelőtt rövid életű, jól szaporodó növény- és állatfajokkal végezték. Az így elért eredményeket azonban kétségtelenül alkalmazhatjuk az erdei fákra is, mert az öröklődés törvényszerűségei általános érvényűek.

A populációgenetikai ismeretek alapján az *erdei fák nemesítését* úgy foghatjuk fel, mint *a fás populációk genetikai struktúrájának irányított megváltoztatását*. A fás növények nemesítése során azokat *fajtákká* alakítjuk, amikor a végcél az, hogy bizonyos termőhelyi és erdőművelési vagy gazdasági feltételeknek optimálisan megfeleljenek. A hosszú életciklus következtében az erdei vad fajok gazdasági fajtákká alakítása kisebb mértékű, és lassabban hajtható végre, mint az egyéves vagy kétéves mezőgazdasági növények esetében. A munka eltér aszerint, hogy milyen fafajról van szó, és milyen tulajdonságokat kell megjavítani.

Gyakorlati szempontból a nemesítőt nem a klasszikus faj érdekli, hanem elsősorban a *faj alatti egységek*. Maga a faj, főleg ha annak igen nagy az areája, a korszerű erdőművelés szempontjából kevésbé lényeges. Tehát a változatok, alakok, típusok, származások, vagyis *a fajon belüli változékonyság megismerése és a változatok környezeti tényezőkkel való kapcsolatának a feltárása a legfontosabb feladat*.

Az erdészeti szempontból fontos fafajok — bizonyos alapvető biológiai tulajdonságaik (hosszú élettartam, lassú generációváltás, többféle beporzás, nehezen hozzáférhető virágok stb.) — következtében kevésbé felelnek meg elméleti kutatások számára. Emiatt a genetikai alapkutatások és a faanyag mennyiségi-minőségi megjavítására vonatkozó gyakorlati nemesítési munka együtt folyik. *Vagyis — kevés kivétellel — ugyanazok a kutatóállomások és kutatók szükségszerűen mindkét irányban folytatják vizsgálataikat.* Ugyanez az oka annak, hogy az erdészeti nemesítésen sokan a nemesített mag előállítását értik, és rendszerint *nem különítik el a nemesítést és magtermesztést*. Fontos hangsúlyoznunk, hogy az erdészeti nemesítés majdnem mindig *vad fajokkal* dolgozik, amelyek genetikai struktúráját az emberi beavatkozás még nem vagy csak kis mértékben befolyásolta.

*A fafajok nemesítését megszakítás nélkül kell folytatni.* Ezt a kutatások hosszú időtartama indokolja és szükségessé teszi, hogy a munka valamennyi fázisáról pontos feljegyzések, dokumentáció álljon rendelkezésre. Minden megfigyelésnek és mérésnek

szigorúan módszeresnek kell lennie: az adatokat ma már a matematikai statisztika módszereivel értékeljük, és egyre gyakrabban elektronikus számítógépekkel dolgozzák fel. Jelentős törekvés folyik egyes vizsgálati eljárások nemzetközileg egyeztetett metodika szerinti – nemritkán egyetlen nagy kutatóközpont koordinációjával folyó – végzésére.

A nemesítés szükségszerűen tekint a fajok areájának egész területére. Lényegéhez tartozik, hogy figyelemmel kísérje, hasznosítsa mindazokat a tapasztalatokat, amelyeket e területen gyűjtöttek, és együttműködjék e sokszor világrészeket átölelő térség kutatási központjaival, szakembereivel. A nemesítés jellegzetesen határokon átnyúló, nemzetközi kapcsolatok kereteiben élő tudomány és gyakorlat. Mint ilyen, sajátos módon és széleskörűen képes szolgálni a kutatásban együttműködők, de a népek egyetemesei javait is.

Az erdészeti genetika és nemesítés a többi érintkező szakterületi tudományágazattal szoros kapcsolatban van, és kísérleti módszereit tekintve elsősorban a matematikai statisztikához kapcsolódik.

A nemesítési program készítésekor a nemesítőnek világosan látnia kell azokat az összefüggéseket, amelyek a nemesítés és segédtudományai között vannak, ill. ami ezeket a tudományágakat összekapcsolja. Így pl. az utóvizsgálatok megkívánják, hogy a nemesítő otthon legyen a termőhely-ismeretben, az ökológiában és egyéb tudományszakokban. A betegségekkel szembeni ellenállás fokozása csak a rovar- és növénykórtan alapos ismerete esetén lehetséges. Az anatómia, a morfológia, a rendszertan és az utóbbi időben a molekuláris genetika, a növényfiziológia, a biokémia a nemesítés minden fázisában segítséget jelent. A citológia, a növényföldrajz, az erdőművelés, a gazdaságtan és a filozófia ugyancsak nagy segítséget nyújt az erdészeti növénynemesítő számára.

Fontos munkáját, és kerülni kell az elcsúszást az erdészeti nemesítés területén.

Az erdészeti nemesítésnek a leporzólagos jellemzése a történelmi előzmények és a modern erdészeti nemesítés közötti különbségekhez, különösen a 1766-1766 közötti, elsősorban a leporzólagos fajokkal. A leporzólagos faj a heterozisizmusról és a nemesítésről is tekintettel az erdészeti nemesítésről is, mert elsősorban az erdészeti nemesítésről lehetőségekkel mint a leporzólagos fajokról is.

A második feladat a XIX. század és a XX. század leporzólagos. Először az erdészeti nemesítés a leporzólagos fajokról is, mert elsősorban az erdészeti nemesítésről lehetőségekkel mint a leporzólagos fajokról is.

A XIX. század végén és a XX. század elején közzétett az osztrák Cindler (1835) erdészeti-, lucfenyő- és vörösfenyő származási kísérleteinek eredményeit, továbbá a svájci Degler (az Bonavent. 1935) a különböző magyarországi övezetekből származó lucfenyővel, jegenyefenyővel, vörösfenyővel és juharokkal lefolytatott kísérleteinek tanulságait. Ezek szerint a felsorolt fajoknak jól szaporítható klónok is vannak. Németországban Degler (1835) lucfenyővel, jegenyefenyővel és juharokkal végzett származási kísérleteket.

Szélesebb körű erdészeti vonatkozású szaporítási kísérletek a századforduló körül elvé-



# 1. Az erdészeti növénynevelés története és célkitűzése

## 1.1 Az erdészeti növénynevelés általános fejlődése

Az erdészeti genetika és nevelés fejlődésében *négy fő időszakot* különböztetünk meg.

**Az első időszak** a XIX. század elejéig tartott. *A fák nevelésének előkészítő munkái* sorolhatók ide. 1664-ben jelent meg az első nyomtatott könyv az erdőről és növényeinek szaporításáról (*Evelyn*, 1664). Az a gondolat, hogy jó anyafák kiválasztásával a fák utódait meg lehet javítani, első ízben a XVIII. században vetődött fel. Az angol *Bradley* 1717-ben írta: „javaslom azoknak a magvaknak a kiválasztását, amelyeket kizárólag a méreteikkel vagy néhány egyéb tulajdonságukkal kitűnt fákról gyűjtenek be” (in: *Bouvarrel, Johnsson*, 1956 nyomán). 1760-ban *Duhamel du Monceau* (in: *Bouvarrel*, 1956) már figyel a egyedi változékonyságra és a környezet egyes tulajdonságokra gyakorolt hatására. Ezzel tulajdonképpen a magszármazás jelentőségére is rámutatott, amit követői figyelembe is vettek. Így pl. dán erdészek a XVIII. században már szelektált fákról gyűjtött erdeifenyő- és vörösfenyőmagot vetettek. Ugyancsak a XVIII. században indítják el Európa-szerte az exóták honosításának fontos munkáját, és kezdik elszaporítani a kiváló növekedésű, nemes nyár spontán hibrideket.

A növények nemiségének és a beporzásnak a felismerése vezetett el az első céltudatos keresztezésekhez, amiket először *Koelreuter* (1761–1766) végzett, elsősorban különféle dohányfajokkal. *Koelreuter* szól a heterózishatásról is. Tulajdonképpen ő tekinthető az erdészeti *nevelés úttörőjének* is, mert elsőként ír az erdei fák keresztezéses nevelésének lehetőségeiről mint nagyobb növekedést előidéző eljárásról.

**A második időszak** a XIX. század és a XX. század legeleje. Ebben az időben még csak *a mezőgazdasági és részben kertészeti nevelés keretében folyt* – többnyire elszigetelten – *erdei fákkal is a munka*, de már elkezdtek az első származási kísérleteket erdeifenyővel és feketefenyővel.

A XIX. század végén és a XX. század legelején közölte az osztrák *Cieslar* (1895) erdeifenyő-, lucfenyő- és vörösfenyő-származási kísérleteinek eredményeit, továbbá a svájci *Engler* (in: *Bouvarrel*, 1956) a különböző magassági övezetekből származó lucfenyővel, jegenyefenyővel, vörösfenyővel és juharokkal lefolytatott kísérleteinek tanulságait. Ezek szerint a felsorolt fafajoknak jól azonosítható klimatikus változataik vannak. Németországban *Dengler* (1885) lucfenyővel, jegenyefenyővel és borókával végzett származási kísérleteket.

Szélesebb körű erdészeti vonatkozású exótatelepítéseket a századforduló körül első-

sorban Németországban *Dengler*, *Münc*h és mások végeztek. Oroszországban is sok exótát, pl. számos szubtrópusi fajt (*Eucalyptus* L'Her., *Bambus* Schreb., *Phyllostachis* Sieb. et Zucc. stb.), Jávában és Ausztráliában *Eucalyptus*t és különféle fenyőket telepítettek be.

*Vilmorin* (1816–1890) mezőgazdasági, főként cukorrépa-nemesítő, előállított jegenyefenyő- (*Abies cephalonica* Loud.  $\times$  *A. pinsapo* Boiss.) hibrideket is. Erdei- és feketefenyővel, valamint az utóbbi kalábriai változatával végzett magszármazási kísérletekkel bizonyította, hogy az erdei fafajokon belül *klimatikus rasszok* vannak. Ezek a habitus, a törzs egyenessége, az ágak alakja stb. tekintetében egymástól eltérnek. Először foglalkozott a hasadási arányok számszerű elemzésével.

*Mendel* (1822–1884) volt az első, aki módszeres kísérletek, statisztikai értékelések alapján megállapította az öröklődés elemi törvényszerűségeit.

*Klotzch* (1854) fajtakeresztezéseket végzett éger- (*Alnus glutinosa*  $\times$  *A. incana*), szil-, tölgyfajok és különféle *Pinusok* között, és felhívta az erdészek figyelmét a hibridek értékes tulajdonságaira.

*Burbank* amerikai kertészeti növény-nemesítő az Angliából behozott diót a kaliforniai fekete dióval keresztezte (1891). *H. de Vries* (1908) sikeresen keresztezte a tengerparti mammutfenyőt [*Sequoia sempervirens* (Lamb) Andl.] az óriás mammutfenyővel (*S. gigantea* Decne).

*Micsurin* (1855–1935), a nagy orosz gyümölcsfanemesítő számos hidegálló gyümölcsfát állított elő. A hibrid szervezetek öröklöttségének fellazítása, a távoli rokon, ill. földrajzilag elkülönült fajok közti keresztezések, ezek irányított nevelése és több nemesítési módszer kidolgozása jellemzi kiváló munkáját.

Megkezdődött az egyedi változékonyságra vonatkozó kutatás is a lucfenyővel. A bükk- és az erdeifenyő-állományokban megfigyeléseket végeztek a csavart növéssel és a fagyrepedéssel kapcsolatosan. Hangsúlyozták, hogy ezektől a hibáktól mentes állományokat kell szaporításra kiválasztani.

Ebben az időszakban alkalmazták első ízben az oltást erdőművelési célokra. *Marrier de Boisdyver* 1840 körül a fontainebleau-i erdőben több mint 10 ezer korzikai feketefenyőt oltott erdeifenyőre egy értékes származás elszaporításának, illetve az erdőtelepítések számára szükséges mag megtermelése céljából. *Bouvarel* (1956) véleménye szerint ez volt a legnagyobb kiterjedésű szabadföldi oltási kísérlet és tulajdonképpen az első magtermelő plantázs is.

**A harmadik időszak** a XX. század elején kezdődik, és zömmel a két világháború közé esik. *Az erdei fák nemesítése ekkor már önálló szakterület.* Egyrészt az öröklékenységre vonatkozó kutatásokat kezdték el, másrészt a telepítések katasztrófájának okait az ismeretlen mag miatt a származás bizonytalan, kedvezőtlen voltára vezették vissza. *Sylen* (1909, in: Nemky szerk., 1968) önbeporzással vizsgálta a lucfenyők elágazódási típusait, összehasonlítva a szabadbeporzású utódokkal. *Andersson* (1906) azt javasolta, hogy a fafajokat egyedkiválasztással kijelölt magfákról nyert maggal szaporítsák, és a jó tulajdonságokat oltással őrizték meg.

*Angliában* elsősorban erdeifenyővel (1907), majd egyéb fenyőkkel (vörösfenyő, duglászfenyő, feketefenyő, jegenyefenyő), tölgyel, bükkel, szilekkel; *Oroszországban* először erdeifenyővel, vörösfenyővel, kocsányos tölgyel, de a legtöbb őshonos fa-

fajjal is; Svédországban főleg fenyőkkel és a lombfák közül nyírral és bükkal; Jugoszláviában juharokkal és kőrisekkel; az USA-ban duglászfenyővel, sárgafenyővel (*Pinus ponderosa* Dougl.) stb. állítottak be származási kísérleteket. Hazánk is bekapcsolódott néhány nemzetközi származási kísérletbe. Az erdőművelésben már a század elején előtérbe került a telepítési anyag származásának és minőségének vizsgálata. Ez az út vezetett – főként a vegetatív úton szaporodó, de a magról szaporítható fajok esetében – a tömegkiválasztástól az egyedi kiválasztáshoz.

Az erdészeti növénynemesítésnek ebben a szakaszában mind nagyobb hangsúlyt kap a vegetatív szaporítás mint nemesítési módszer. Kidolgozták az erdei fák szelekciós és keresztezéses nemesítésének programját. Felfigyeltek a heterózis erdőgazdasági jelentőségére.

Erre az időszakra esett az *első erdészeti genetikai és nemesítési kutatóállomások létesítése*. Ezek az intézetek elméleti genetikai kutatásokat végeztek, és ugyanakkor gyakorlati nemesítési programokat valósítottak meg. Előtérbe került a speciális *erdészeti nemesítési módszerek kidolgozására* irányuló kutatás.

A mind szélesebb körben végzett öröklődési kísérletek igazolták, hogy az erdei fafajok széles genetikai variációjúak, vagyis nagyszámú különféle változatuk létezik. Általában elfogadták azt is, hogy a variációk kialakulásában a mag származási helye meghatározó tényező. Az erdészeti nemesítés követendő útja ezért a legéletképesebb változatok állandó szelektálása, és ez vezet a legjobb örökletességű anyaghoz.

Nagy figyelmet keltett a Nilsson-Ehle (1936) által Svédországban felfedezett triploid rezgőnyár (*Populus tremula* f. *gigas*, Nils.). Ez hívta fel a figyelmet a poliploidias nemesítésre. Münchebergben Wettstein, W. v. (1932) kidolgozta a nyárak ellenőrzött keresztezésére a vízkultúrás üvegházi módszert. Ugyancsak a nyárak nemesítésével ért el Olaszországban Jacometti és Piccarolo, Kanadában Heimburger figyelmet érdemlő eredményeket. Az úttörők között kell megemlíteni a dán Larsen, C. S. nemesítőt is.

Az első önálló intézetet 1925-ben a kaliforniai Placervilleben létesítették. Kezdetben az alapító után „Eddy's Tree Breeding Station”-nak hívták, majd 1932-ben a szövetségi állam vette át az intézetet „Institute of Forest Genetics” (Erdészeti Genetikai Intézet) néven. Az intézet célja eredetileg a gyors növekedésű Pinus-félék fajhibridjeinek az előállítására volt, de munkájuk időközben erősen kiszélesedett.

1924-ben Németországban és 1926-ban Dániában megszervezték az erdei magvak ellenőrzését végző bizottságokat. 1930 és 1940 között számos erdészeti genetikai és nemesítési állomás létesült Svédországban (Stockholm, Ekebo, Brunsberg, Sundmo), Németországban (Waldsierversdorf, Schmalenbeck, Wächtersbach), Dániában, Olaszországban, Angliában, majd a Szovjetunióban, Japánban, Kínában stb.

**A negyedik időszakot** a második világháborútól számítjuk. *Az erdészeti nemesítés robbanásszerű fejlődésnek indul, és megkezdődik a nemesítési eredményeknek a gyakorlati fatermesztésben való alkalmazása.* A várható eredményjavulás reményében, illetve a genetikai-nemesítési kutatások jelentős munkaerő- és műszerigényét ismerve, mindenfelé jelentős anyagi erőket bocsátanak az erdészeti nemesítési kutatások rendelkezésére, nemcsak az államok, de szövetkezetek és magánosok is. Az erdészeti növény-nemesítés céljaira a legjobban erdősült és hatalmas fakészletekkel rendelkező orszá-

gok áldoznak a legtöbbet, és általában ott foglalkoznak legtöbbet az erdei fák nemesítésével (2. táblázat). A Szovjetunióban, az Egyesült Államokban, Kanadában, Svédországban, Finnországban az erdészeti tudományos intézetek és kísérleti állomások egész sorát szervezték meg, amelyek kizárólagos feladatául a különböző fajok nemesítését jelölték meg.

A negyedik időszakban már kialakul a nemesítés *metodikája*, és a módszereket tekintve világszerte a következő szempontokat tartják fontosnak:

- növelik az összehasonlító szabadföldi kísérletek hatásfokát nagy anyagi és szellemi ráfordítással, az erdészeti kutatások jellegzetességeinek megfelelően;
- mind nagyobb mértékben alkalmaznak számítógépeket, és ez lehetővé teszi a kvantitatív genetikai módszerek fokozott érvényesítését az erdészeti nemesítésben; a genetikai paraméterek számítása megoldja a nemesítéssel elérhető eredmény jól közelítő becslését, egyidejűleg új eljárásokat tesz bevezethetőkké a nemesítési tervekben;
- eljárásokat dolgoznak ki az erdei fák genetikai megjavítása gazdaságosságának kiszámítására;
- korszerű berendezésekkel (fitotronok, klímasekrények stb.) a korai értékelések számára szabályozott, egységes környezeti feltételeket valósítanak meg;
- biokémiai és fiziológiai vizsgálatok folynak, amelyek nemcsak a szervekre, hanem a sejtekre és azok részeire is kiterjednek.

Világszerte mindenfelé nagy súlyt fektetnek arra, hogy minél gyorsabban, *üzemi méretekben szaporítsák el a nemesített anyagot*.

A nemesítés nemcsak a jövőbe látó kutatók ügye, hanem termelési tényezővé kezd válni annak a felismerésnek az alapján, hogy a nemesített változatok ígéretesebb módon elégítik ki a feldolgozók és a felhasználók igényeit. Először csak a termelés figyelt fel a nemesítésre, de az ipar is egyre határozottabb követelményeket támaszt, egyre többet kész befektetni, és igényeit is közli.

A nemzetközi intézmények is mind gyakrabban tűzik napirendre az erdészeti genetikát és a növénynemesítést. A seattle-i (1960) V. erdészeti világkongresszus javaslata alapján a FAO, az Erdészeti Kutatóintézetek Nemzetközi Szövetsége (IUFRO) és a svéd kormány támogatásával Stockholmban 1963-ban megrendezte az *erdei fák nemesítésének első világkonferenciáját*. A konferenciának az volt a célja, hogy az erdei fák nemesítési technikájának fejlesztését előmozdítsa, koordinálja és gyorsítsa a nemesített növények elszaporítását, gazdaságos felhasználását az erdőtelepítésekben, továbbá lehetővé tegye a nemesítési célok érvényesülését.

A konferencia résztvevői tájékoztak az erdészeti genetika és nemesítés helyzetéről és távlatairól szerte a világon. A kormányokhoz, a FAO-hoz és IUFRO-hoz intézett ajánlásaikban a kutatások szorosabb koordinálására és a tapasztalatcsere fejlesztésére hívták fel a figyelmet, továbbá programot dolgoztak ki és hagytak jóvá a nemesített mag és csemeteanyag előállítására, hitelesítésére, szétosztására. Ezt követően 1969-ben Washingtonban megrendezték a második világkonferenciát és 1977 márciusában Canberrában (Ausztrália) a harmadikat.



2. táblázat. A nemesítők száma az erdőterülethez viszonyítva néhány országban

Földrész	Ország	Erdész nemesítők száma	Összes terület 1000 ha	1000 ha/nemesítő
Észak-Amerika	Kanada	45	420 328	9 340
	USA	260	292 721	1 126
	Átlag			4 660
Dél-Amerika	Argentína	8	60 000	7 500
	Brazília	34	335 100	9 856
	Chile	2	16 108	8 054
	Venezuela	2	47 970	23 985
	Átlag			10 082
Áfrika	Dél-afrikai Köztársaság	11	3 988	363
	Ghana	2	12 250	6 125
	Kenya	2	2 206	1 103
	Madagaszkár	1	16 732	16 732
	Nigéria	15	31 592	2 106
	Tunézia	1	841	841
	Zambia	3	37 631	12 544
	Átlag			3 257
Európa	Ausztria	7	3 166	452
	Belgium	5	588	118
	Bulgária	13	3 169	244
	Csehszlovákia	33	4 124	125
	Dánia	15	384	26
	Finnország	21	21 157	1 007
	Franciaország	22	11 000	500
	Hollandia	7	242	35
	Jugoszlávia	11	8 688	790
	Lengyelország	28	7 541	269
	Magyarország	17	1 270	75
	Nagy-Britannia	26	1 635	63
	NDK	22	2 680	122
	NSZK	39	6 936	178
	Norvégia	9	8 520	947
	Olaszország	21	6 029	287
	Románia	14	6 204	443
	Spanyolország	12	14 935	1 244
Svájc	2	983	492	
Svédország	40	21 948	549	
Szovjetunió	91	738 117	8 111	
Átlag			1 899	

2. táblázat folytatása

Földrész	Ország	Erdész nemesítők száma	Összes terület 1000 ha	1000 ha/nemesítő
Ázsia	Dél-Korea	29	5 345	184
	Fülöp-szigetek	3	11 914	3 971
	India	15	57 393	3 826
	Japán	76	23 556	310
	Sri Lanka (Ceylon)	3	2 900	967
	Thaiföld	8	28 053	3507
	Törökország	11	10 516	956
	Átlag			930
Csendes-óceáni területek	Ausztrália	30	207 267	6 909
	Új-Zéland	9	6 313	701
	Átlag			5 107
A világon összesen, ill. átlag		1 086	1 591 867	2 387

A madridi VI. (1966), a Buenos Aires-i (1972) VII. és a jakartai (1978) VIII. erdészeti világkongresszusra kitűzött egyik téma is az erdészeti nemesítés és az erdősítési tervek problémája volt.

A IUFRO 1967. évi müncheni XIV., az 1971. évi gainesville-i (USA) XV. és 1976. évi oslói XVI. kongresszusán nemcsak a 22. nemesítési szekció külön ülésein, hanem a közös tanácskozásokon, továbbá az erdőművelési szekció megbeszélésein is sok genetikai és nemesítési probléma került előtérbe. Ezen belül a növényélettani, biokémiai és biofizikai vizsgálatokra fektették a fő súlyt.

A korszerű erdőművelés ma már a vad fajok mellett mind nagyobb mértékben használ az erdőtelepítésekben szelektációs vagy keresztezéses nemesítéssel előállított, fajon belüli és fajok közötti hibrideket, változatokat, klónokat, illetve kiváló származású ültetési anyagot. Ma már majdnem általános az euramerikai nyárok, a feketenyárok és fűzek szelektált klónjainak az alkalmazása. Mind nagyobb teret kapnak a *Larix decidua* × *L. leptolepis*, *Populus tremula* × *termuloides*, *Pinus rigida* × *P. taeda* és egyéb hibridek. Napirenden van a legígéretesebb származások felhasználása.

**Összefoglalva** a következőkben felsoroljuk a genetika és az erdészeti növénynevelés történetének főbb mérföldköveit.

## A genetika néhány fontosabb eseménye

- 1665 *R. Hooke*: mikroszkóp  
1667 *Leeuwenhoek*: a mikroszkóp alkalmazása, ivarsejtek  
1694 *Camerarius*: a növények is rendelkeznek nemi szervekkel  
1727 *Vilmorin*: cukorrépa  
1753 *Linné*: *Species Plantarum*  
1761–1766 *Koelreuter*: 136 mesterséges hibrid  
1812 *Gauss*: a legkisebb négyzetek módszere  
*Laplace*: hibaelmélet  
1831 *Brown*: citológiai tanulmányok  
1835 *Von Mohl*: a sejtek osztódása  
1838–1839 *Schleiden, Schwann*: sejtelmélet: „minden szervezet sejtekből áll”  
1840–1850 *Vilmorin*: utódvizsgálat (búza, zab, cukorrépa)  
1858 *Virchow*: minden sejt sejtből származik  
1859 *Darwin*: *Origin of Species* (A fajok eredete)  
1865–1866 *Mendel*: kísérletek növényhibridekkel  
*Naeckle*: a sejtmag szerepe az öröklésben  
1868 *Darwin*: pangenezis  
1874–1882 *Flemming*: mitózis  
1875 *Strasburg*: kromoszómák  
1878 *Schleider*: sejtmagosztódás, direkt osztódás  
1879 *Fol*: a növények megtermékenyülése  
1883 *Roux*: feltételezte, hogy a kromoszóma kromatinból áll  
*Weismann*: az öröklődést nemi és nem testi sejtek biztosítják  
1892 *Weismann*: meiózis  
1884–1885 *Hertwig, Strasburger, Kolliker, Weismann*: „Sejtmag az alapja az átöröklődésnek”  
1888 *Waldeyer*: elnevezte a kromoszómákat  
1889 *De Vries*: revideálta a pangenezis elméletet  
1900 *De Vries, Correns, Tschermak*: újra felfedezik a Mendel-szabályokat  
1905 *Shull, East*: beltenyésztés kukoricával  
1906 *Bateson*: meghatározza a genetika kifejezést  
1910 *Morgan*: génelmélet  
1911 *Goldschmidt*: Bevezetés az örökléstan tudományába c. könyv  
1916 *Shull*: heterózis  
1919 *Morgan*: az öröklődés fizikai alapjai  
1920 Második nemzetközi genetikai ülés Párizsban: A sejtten összegezése  
1923 *Sax*: génkapcsolódás  
1927 *Stadler*: röntgensugárral előidézett génmutáció növényekben  
1932 *Randolf*: hóvel előidézett mutáció kukoricában  
*Sinnot, Dunn*: a genetika új meghatározása  
1954 *Stadler*: A gén c. könyv  
1962 *Watson, Crick*: a DNS molekuláris szerkezete  
1969 *Korana*: DNS-szintézis

### Az erdészeti nemesítés néhány eseménye

- 1664 *Evelyn* (Anglia): *Silva* c. könyv (az első az erdei növények szaporításáról)  
1717 *Bradley* (Anglia): a magszármaság fontossága  
1760 *Duhamel de Monceau* (Franciaország): a fák változékonysága  
1761–1766 *Koelreuter* (Németország): keresztezések  
1787 *Bursdorf* (Németország): faültetvény magtermesztésre  
1840 *Marrier de Boisdyver* (Franciaország): vegetatív szaporítás  
1840–1850 *Vilmorin* (Franciaország): jegenyefenyő-hibridek

1845	<i>Klotzsch</i> (Németország): <i>Pinus</i> -, tölgy-, szil- és éger-fajkeresztezők
1904	<i>Cieslar</i> (Ausztria): vörösfenyő-származási kísérletek
1905	<i>Engler</i> (Svájc): a fafajok magassági elterjedésén belüli változékonysága
1905	<i>Dengler</i> (Németország): jegenyefenyő-, lucfenyő-származási kísérletek
1906	<i>Andersson</i> (Svédország): vegetatív szaporítás
1909	<i>Johannsen</i> (Svédország): elitállományok
1918	<i>Sylen</i> (Svédország): magplantázások
1922	<i>Fabricius</i> (Ausztria): erdősítés magtermés céljára
1923	<i>Oppermann</i> (Dánia): magonplantázások
1925	Eddy's Tree Breeding Station (Institute of Forest Genetics, USA)
1928	<i>Burger</i> (Svájc): fenyők
	<i>Dengler</i> (Németország): fenyőkeresztezők, törzstípusok
	<i>Bates</i> (USA): plantázások
1930	<i>C. S. Larsen</i> (Dánia): vörösfenyő, éger
	<i>Heikinheimo, Muhle-Larsen</i> (Finnország): nyír, csavaros növekedés
	<i>Nilsson-Ehle, Sylen, Johnsson, Lindquist</i> (Svédország): fenyő, rezgőnyár
1932	Erdészeti Nemesítési Szövetség (Németország)
1936	Erdészeti Nemesítési Társaság (Svédország)
1942	<i>Snow, Duffield</i> : erdészeti nemesítés meghatározása
1963	Erdei fák nemesítésének első világkonferenciája, Stockholm
1969	Erdei fák nemesítésének második világkonferenciája, Washington
1977	Erdei fák nemesítésének harmadik világkonferenciája, Canberra

## 1.2 A magyar erdészeti növénynevelés története

A hazai erdészeti növénynevelés főbb vonalaiban követte az előzőkben ismertetett általános fejlődést.

Az exóta fafajokat hazánkban is először a volt főúri kastélyok parkjaiban és dendrológiai kertjeiben honosították a XVIII. századtól kezdődően. Közülük egyes fafajok annyira meghonosodtak, hogy pl. az akác hazánk jellegzetes fája lett. De meghonosítottnak tekinthető a feketefenyő, a vörös tölgy, a nemes nyárak stb. Viszonylag korán, a XX. század elején kezdődtek el – elsősorban *Roith Gy.* (1914) munkássága révén – a *származási kísérletek* is.

Az erdőgazdálkodás erdőművelési feladatai között nálunk is sokáig a gyérítések során végzett tömegszelekció volt az általános faállomány-nemesítő módszer. Csak később terjedtek el a további nemesítő eljárások: magtermelő állományok kijelölése, magszármazási körzetek elhatárolása, a telepítések ültetési anyagának osztályozása, javafák, illetve „V”-fák kijelölése, egyedkiválasztással szelektált egyedek vegetatív elszaporítása. Az erdőgazdálkodás legfőbb irányító szervei által 1948-tól kiadott ide vonatkozó szakmai útmutatók a legkorszerűbb elveket tartják szem előtt.

A keresztezéses nemesítés Magyarországon az 1920-as években kezdődött. *Tikos B.* feljegyzései szerint ekkor végeztek Debrecen város erdejében akáccal (*Robinia pseudoacacia L.* és *R. pseudoacacia var. monophylla Carr.*) keresztezéseket szárazabb termőhelyre is alkalmas fajta előállítás céljából. Egyidejűleg *Saághy I.*, a Kámoni Arborétum alapítója a *Picea jezoensis Maxim.* és a *P. glauca Voss.* (ajáni lucfenyő × fehér lucfenyő) keresztezéséből előállította a *Picea saághy* Gayer hibrid fenyőt mint kertészeti érdekességet. *Gombócz E.* (1926) 1924-től kezdve végzett rezgőnyár- és

fehérynár-keresztezéseket a szürke nyár származási kérdésének tudományos eldöntése céljából.

Ezeket a kezdeményezéseket nem tekintve, aránylag korán, 1930-ban érlelődött meg a gondolat, hogy nálunk is rendszeresen kell foglalkozni erdészeti növénynemesítéssel. *Fleischmann Rudolf*, a kiváló mezőgazdasági növénynemesítő kiemelkedő tudományos felkészültséggel ekkor fogott hozzá akácnemesítési kísérleteihez. Céljaul egyedi szelektálás, valamint keresztezés révén gyors fejlődésű, nagy növekedési erélyű, bőven és különböző időszakokban virágzó sorozat előállítását tűzte ki. Sajnos azt a fáradozását, hogy az erdészkörok figyelmét az egyéb fafajok nemesítési lehetőségeire is felhívja, nem érte el. Munkája eredményét a második világháború megsemmisítette.

Úttörő munkásságának köszönhető azonban, hogy az erdei fák genetikai és nemesítési kutatása, két évtizedes vajúadás után 1950-ben nálunk is biztos alapokra támaszkodva indulhatott meg az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) keretei között. Ettől kezdve a fejlődés gyors ütemű, és a munka mind több fafajra és nemesítési módszerre terjed ki.

Nagy fahiányunk minél gyorsabb megszüntetése céljából a hatalmas arányú hullámterti erdőtelepítés és országfásítás főképpen a gyors növekedésű nyárakkal indult meg. Ezért természetes, hogy a tervszerű erdészeti növénynemesítés is a nyárfajokkal kezdődött.

1950-ben *Bokor R.* a nyárakkal vegetatív szaporítási kísérleteket kezdett. Erre az időre esik *Koltai Gy.* Kossuth-díjas nyár- és fűztörzsfa-szelekciós munkája, és a nyármagutódpopulációkkal lefolytatott vizsgálatsorozata is. 1951-ben Budakeszin *Kopecky F.* ugyancsak nyárral kezdte el a nemesítómunkát. 1955-ben létesült Sárváron az ERTI mai Észak-dunántúli Kísérleti Állomása, amely azóta elsősorban a nyárak (*Halupa L.*, *Palotás F.*) az erdeifenyő (*Bánó I.*, *Retkes J.*), az akác (*Keresztesi B.*, *Kopecky F.*), a fa alakú füzek (*Kopecky F.*, *Palotás F.*) és a tölgyek (*Harkai L.*) kombinációs nemesítésének központjává fejlődött. Ugyanitt folyik a luc- és duglászfenyő nemesítése is (*Harkai L.*). Sárváron a mutációra és a poliploidiaira való nemesítést is elkezdtek. Ott *Kopecky F.* több, az erdei fák nemesítómunkáját elősegítő hatékonyabb módszert (virágpor-indukciós haploid utódok, virágzásindukciós módszerek) dolgozott ki. Baján *Tóth I.* és *Simon M.* foglalkozik a fa alakú füzekkel. A feketeifenyő nemesítését Budapesten *Szőnyi L.* kezdte el. A lucnemesítés beindítása Mátrafüreden *Izrael G.* nevéhez fűződik, akinek a munkáját eredményesen folytatja az *Újvári házaspár.*

Sopronban, az Erdészeti és Faipari Egyetemen 1954-ben kezdődött a füzek (*Sziklai O.*, *Tompa K.*) nemesítése. Ugyanitt indult meg 1955-ben a tölgyek nemesítése is (*Nemky E.*, *Vancsura R.*). Az Erdészeti Szakközépiskolában *Tuskó L.* 1954 óta nemesíti a vörösfenyőt. Ugyanitt *Jereb O.* néhány évig a lucfenyővel, *Kondor A.* a cserrel foglalkozott.

Fenyőnemesítésünk alapjait Szombathely-Kámonban *Bánó I.* rakta le, aki 1950-ben a magtermelő plantázsok létesítése céljából állított be oltási kísérleteket *Babos I.* kezdeményezésére.

A magyar plantázmunka először klóngyűjteményekre, kísérleti magplantázsokra korlátozódott. Ennek keretében mintegy 20 ha erdeifenyő-, 6 ha vörösfenyő-, 11 ha

Leuce-nyár- és kevés luc-, duglász- és feketefenyő-plantázs létesült. A klónok magtermesztési értékének eredményeire támaszkodó első 50 ha-os nagyüzemi erdeifenyő-5 ha-os vörösfenyő- és néhány ha egyéb fenyőplantázst 1967–1970 között a Szombat-helyi Állami Erdőgazdaság területén, Cikotán telepítették. Ugyancsak klónvizsgálat alapján létesül az utóbbi években üzemi fenyőplantázs az Alföld számára Albertir-sán, az Északi-középhegység részére pedig Hatvanban; előbbi *Marjai Z.*, utóbbi *Bánó I.* és *Varga B.* irányításával.

Nemesítői tevékenység a hazánkban már több évtizede tenyésző exóta fafajok 1950 körül elkezdett tudományos értékelése is, amely munkát *Bánó*, *Barabits*, *Retkes*, *Szönyi*, újabban *Harkai* végezték.

Származási kísérletek is egyre szélesebb körben folynak. *Szönyi L.* irányításával 1970-ig mintegy 100 ha fenyő- (fekete-, luc-, duglászfenyő-) származási kísérletet telepítettek. E munka keretében ültették el 1968 tavaszán, 12 ha-on, Gyöngyössolymoson az 1100 származást tartalmazó nemzetközi lucfenyő-származási kísérletet is. Ennek első 5 éves eredményeit 1972-ben *Ujvári F.* értékelte. 1978–1979-ben *Harkai L.* – *Mátyás Cs.* 100 erdeifenyő származással (70 szovjet, a SZU egész területéről, a többi Nyugat-Európából és a Kárpát-medencéből való) állított be Kerkafalván, Egyházashetyén, Gödöllőn és Recskén kísérletsorozatot. Sopronban *Tuskó L.* 1957-ben vörösfenyővel, 1958–1959-ben az ország 8 erdőgazdaságában *Kopecky* nyárrakkal (ún. populétumok, melyek nemzetközi szinten is úttörő munkák), később *Halupa L.* és *Tóth B.* ugyancsak nyárrakkal, *Tompa K.* 7 kísérleti telepen, *Simon M.* és *Tóth B.* több helyen a füzekkel is beállítottak származási, ill. klónvizsgálati kísérleteket. A kísérletek értékelése máris sok gyakorlati eredményt hozott (*Magyar*, 1964).

Egyre kiterjedtebb az ERTI keretében a lombosfák szelekciós nemesítése is. Elsősorban az akác magyarországi formaváltozatainak kiválasztása és a szelektált változatok üzemi telepítése történt meg *Keresztesi B.* kutatásai alapján és irányításával. De további fafajok (bükk: *Majer A.*, tölgyek: *Mátyás V.*, *Harkai L.*, hársak: *Tompa K.*) szelekciós nemesítése is megkezdődött.

*Mátyás V.* irányításával 1948-tól 11 ezer ha törzskönyvezett magtermelő állomány kijelölése történt meg, amelyből az 1965-ig végrehajtott revízió után kb. 3500 ha maradt (*Mátyás V.*, 1965).

Az erdészeti növénynemesítés egyre eredményesebb munkájának más bizonyítékai is vannak. Az ERTI sárvári Kísérleti Állomása az erdőgazdaságok területén mintegy 120 ha összkiterjedésű populétumban összehasonlító fajtakísérleteket folytat. A kezelésében levő nyár- és fűz-törzsanylepek klóntiszta anyaggal látják el a csemeterketeket. A *Tuskó L.* által Sopronban telepített vörösfenyő-klóngyűjtemény, magtermelő plantázs és kísérleti területek, valamint a *Simon M.*, *Tompa K.*, *Tóth B.* és *Tóth I.* által létesített fűz-törzsanylepek szelektált anyagot adnak a természetőknek, vagyis már közvetlen termelési célt is szolgálnak. Említésre méltó *Trombitás T.* feketefenyő- és duglászfenyő-nemesítő munkája.

Nemesítőink fajta- és klóngyűjteményeiben a következő hazai és külföldi fafajok, fajták, ill. klónok találhatók: nyárok több mint 900, füzek 450, akác 146, vörösfenyő 441, erdeifenyő 668, lucfenyő 200, feketefenyő 221 (*Bánó–Mátyás* 1978). További fafajok gyűjteményeinek az összeállítása is megkezdődött.

A magyar erdészeti növénynemesítés munkája, sikere 1958-tól egy évtizedig össze-

forrott az *MTA Erdészeti Növénynevelési Albizottságának* tevékenységével. Az albizottság 10 tagjának fáradozása az első években az erdészeti nevelés elméleti és gyakorlati kérdéseinek beható tanulmányozására, az ismeretek bővítésére, a rokon területeken működő hazai kutatóintézetek tevékenységének, módszereinek megismerésére irányult. Egyidejűleg megkezdte, folytatta vagy éppen befejezte a törzsfák kiválogatását, a klónvizsgálatokat, a származási kísérleteket, a magplantázsok telepítését, az utódvizsgálatok kivitelezését is. Munkáját mindig összehangolta a nemzetközi javaslatokkal, előírásokkal, számos esetben – ilyenek hiányában – vállalta az úttörő munka nehézségeit is. Az albizottság tevékenységének egyik legfontosabb állomását jelenti az Erdészeti növénynevelés c., 304 oldal terjedelmű egyetemi tankönyv, amely *Nemky E.* szerkesztésében, a Mezőgazdasági Kiadó gondozásában 1968 elején jelent meg.

A magyar erdészeti nevelítők munkájára nemzetközi szinten is felfigyeltek. Ennek egyik eredménye, hogy az ERTI 1964-ben sikeres párhuzamos kísérleteket állíthatott be az NDK akkori graupai Erdészeti Növénynevelési Állomásával az erdefenyő-, lucfenyő-, vörösfenyő- és duglászfenyőoltványok magterméshozama és a termőhely közti korreláció vizsgálatára.

1965-ben a szocialista államok nevelítőinek nemzetközi fóruma tanulmányozta a magyar eredményeket a *bozsoki ülésen* és a hozzá csatlakozó nyugat-dunántúli tanulmányúton. Ugyanabban az évben az IUFRO (Erdészeti Kutatóintézetek Nemzetközi Szövetsége) nevelítési szekciójának 22., zágrábi munkaiülésén ismertették a magyar nevelítők a szelekciós és keresztezéses nevelítés hazai eredményeit. Ezek annyira felkeltették a figyelmet, hogy 1966-ban 14 nemzet 36, 1970-ben 21 ország 105 nevelítő erdésze látogatott el Magyarországra. A FAO megbízásából 1971-ben 15 fejlődő ország 21 küldötte részére 2 hetes FAO-UNDP oktatási központot szerveztünk Sopronban. Ebben az időben *Szőnyi L.* irányításával, a FAO megbízásából a magyar erdészeti fenyőnevelésről film készült.

A magyar erdészeti növénynevelés nagy nemzetközi elismerését jelentette, amikor a IUFRO XIV. müncheni kongresszusa 1967-ben *Szőnyi L.*-t bízta meg a nemzetközi klónvizsgálatok koordinálásával.

Az erdészeti növénynevelés erőteljesen fejlődik, és egyre több segítséget tud adni az erdőgazdasági gyakorlatnak. Jelentősége kiemelkedő, hiszen *a nevelítés területén végzett munka egyike azoknak, amelyek az erdőgazdálkodás gyors fejlesztését eredményezhetik.*

### 1.3 Az erdei fák nevelése és az erdők fatermesének növelése

A FAO adatai szerint a XX. század végére Európában – a Szovjetunió nélkül – 130–160 millió m<sup>3</sup> lesz a becsült fahiány, az 1964. évi 36 millió m<sup>3</sup>-rel szemben. Leginkább a papírfá és a lemezáru iránti igény növekedése várható.

A következő években a természetes erdők egyre kevésbé tudják kielégíteni a faipart, ezért mind gyakrabban beszélnek *a fatermesztés ipari forradalmáról.* Az erdők terü-

letének minden áron való kiterjesztése helyett elsősorban az erdőművelés *intenzív módszereire* fordítanak gondot azért, hogy a faiparnak a megfelelő *menyiségű és minőségű fát gazdaságosan* állíthassák elő. A természetes erdők fatermését mindinkább igyekeznek *faültetvényekkel* kiegészíteni. Ezt az irányzatot az 1967-ben Ausztráliában a faültetvényekről tartott nemzetközi értekezlet *három tényezővel* indokolta:

- a szükségletek túl gyors ütemben fognak növekedni ahhoz, hogy a természetes erdők azokat ki tudják elégíteni;
- az ipar egységes minőségű, nagy mennyiségű faanyagot igényel;
- a szükségletek kielégítésének az is előfeltétele, hogy a fa önköltségi ára mindinkább csökkenjen, ami elsősorban az ültetvényekben lehetséges.

Az intenzív erdőművelést a *technikai tudományos forradalom* lehetővé teszi. Racionális gazdálkodási intézkedésekkel az erdei termőhelyek termőképességét maximálisan ki tudjuk használni. A termőhelyi tényezőket korszerű technológiával (meliorálás – *Tóth B.*, 1972, gondos talajművelés, trágyázás, műtrágyázás, öntözés stb.) módosítani tudjuk, de tartósan csak úgy érhetünk célt, ha a fák örökletes tulajdonságait intenzív nemesítési eljárásokkal megváltoztatjuk. *A termőhelyi tényezők feljavítása igen költséges*, és csak akkor hatásos, ha rövid idő alatt újabb és újabb befektetéseket hajtunk végre, a beavatkozásokat megismételjük. *A nemesítés* ezzel szemben egy generáción belül általában *csak egyszer jelent munkát*, és értéknövelő hatása az állomány egész élete folyamán érvényesül.

Hazánk termőhelyi viszonyai között az agrotechnikai beavatkozásokkal csak kevés helyen, korlátozott mértékben érhetünk el eredményt. Ezzel szemben *a nemesített szaporítóanyagot* csaknem *mindenütt felhasználhatjuk*.

A nemesített szaporítóanyag a termőhely teljesítőképességét jobban hasznosítja, vele több és jobb fát lehet termelni, a károsítóknak jobban ellenálló állományokat lehet létesíteni, mint amilyenre a vad fajok képesek.

A nemesítésnek hozzá kell járulnia az erdőművelés általános célkitűzésének eléréséhez, mégpedig az erdők termőképességének növelésével. Az örökletes tulajdonságok befolyásolása révén javítania kell az erdőgazdaságilag fontos fafajokat, és meg kell alapoznia a korszerű maggazdálkodást. Végül is az a feladata, hogy *általánossá tegye a genetikailag megjavított szaporítóanyag felhasználását az erdőművelésben*.

Jövőbeli faállományaink minőségét, teljesítőképességét és rezisztenciáját ugyanis elsősorban az erdősítéshez felhasznált *szaporítóanyag* (mag, dugvány és csemete) *minősége és genetikai értéke* határozza meg. A szaporítóanyag ezért a fa bővített újratermelésében alapvető termelőeszköz, *a megtermelt faanyag mennyiségének és minőségének közvetlen meghatározója*. Csak megfelelő származású, fajtisza, szelektált és ellenőrzött szaporítóanyagtól várható állományunk feljavulása. Szerte a világon elismerik, hogy a *nemesített, ellenőrzött származású szaporítóanyag felhasználásával az erdőállományok teljesítőképessége* a termőhelytől és fafajtól függően *10–14%-kal növelhető*. Nálunk az 'I–214' olasz nyár fatömegtermelése 30–50%-kal nagyobb a többi nemes nyárakénál, ugyanakkor egészségi állapota, ellenállóképessége is a legkedvezőbb. *A Keresztesi* (1979) által szelektált akácfaajták fatermése 18–32%-kal nagyobb a közönséges akácénál. Több hazai vörös- és feketefenyő származásvizsgálata és utódvizsgálata is bizonyítja, hogy jó származású maggal és a legkiválóbb hib-



ridek alkalmazásával 20–30%-kal, sőt helyenként 90%-kal lehet a fatömeget növelni (Mátyás Cs.—Palotás, 1979). A többletmennyiség árbevételének néhány százaléka elég volna szaporítóanyag-gazdálkodásunk korszerűvé tételére.

Észak-Norvégiában a fajta-összehasonlító kísérletekben azt találták, hogy 11 éves korban a törzsfák szabad beporzású utódai 30%-kal magasabbak voltak az azonos származású, vegyes magtételből eredő fáknál. Svédországban a *Larix* × *eurolepis* hibrid 60–80%-kal haladta meg a szülőket, és ellenállónak bizonyult a *Dasyscypha willkommii* rákkal szemben. Az erdeifenyő fajon belüli keresztezései azt igazolták, hogy a törzsfák keresztezéséből származó utódok teljesítménye meghaladja az átlagfák közötti hibridekét (Ehrenberg, 1958).

A fajhibridek többlet teljesítményének igazolására magyar példa (Tuskó L., 1978) az ún. „kőszegi” spontán *Larix* × *eurolepis* fajhibridek *főlénye*; 10 éves korban a vegyes üzemi magból származó kontrollhoz viszonyítva:

magasságban	30%,
mellmagassági átmérőben	29%,
összes fatömegben	91%.

Hazai vörösfenyő-fatermési táblánk az I. tho.-on 10 éves korra 72 m<sup>3</sup> összes fatömeget ír elő 1 ha-ra. A kísérleti parcellák 1 ha-ra átszámított összes fatömege:

kontroll	66 m <sup>3</sup> ,
fajhibridek	126 m <sup>3</sup> .

*A fatermesztés eredményét* – a termőhely adottságain kívül – *alapvetően a fajta megválasztása és az alkalmazott termelési eljárások határozzák meg. A nagyobb fatermő képességű fajták keresztezéses előállítását, hibridek, klónok szelektálását a faanyagellátásunkkal, ill. annak bővítésével szemben támasztott igények teszik szükségessé.*

Az egyéb termékek nemesítéssel elért fokozásáról a 2.4 fejezetben szólunk.

## 1.4 Az erdészeti növénynemesítés célkitűzései Magyarországon

Az 1950-es évek elején indult hazai erdészeti növénynemesítésnek már beérett gyümölcssei vannak. A nyár- és fűz nemesítésben elért eredményeket a gyakorlatban már évek óta hasznosítják. 1960 óta a nyárerdősítéseket gyakorlatilag teljes egészében nemesített szaporítóanyagból származó ültetési anyaggal végzik. Az erdeifenyő-nemesítés terén elért kutatási eredmények gyakorlati bevezetését igazolja, hogy 1985-ben, a VI. ötéves terv végére, az üzemi magszükséglet mintegy felét az üzemi plantázatok adják. A nemesítési eredmények fokozott népgazdasági hasznosítására jelent meg a 6/1976. (II. 26.) MÉM sz. rendelet *az erdészeti szaporítóanyag termeléséről, forgalmáról és felhasználásáról*. Ez előírja, hogy szaporítóanyagot csak központi és üzemi törzszültetvényekben, valamint csemetekertben szabad termelni, a szabványokban meghatározott előírások szerint. Csemetekertet erdőgazdálkodást folytató szerv

csak az *Országos Vetőmag és Szaporítóanyag Felügyelőség* engedélye alapján létesíthet és tarthat fenn. A szaporítóanyagot származást igazoló okirat kíséretében szabad forgalomba hozni és felhasználni. Erdőfelújítást, erdőtelepítést és fásítást bármilyen pénzügyi forrásból csak abban az esetben szabad elszámolni, ha megvalósításukhoz engedélyezett törzsültetvényből vagy csemetekertből származó – lehetőleg nemesített – szaporítóanyagot használtak fel.

Csupán 17,4%-ban erdőszült országunkban nemcsak az iparifa-százaléknak, hanem *elsősorban magának a fatömegnek a növelése* is fontos, hiszen a fejlődés a mechanikai feldolgozás mellett a kémiai feldolgozás fokozódása felé is mutat. Minden m<sup>3</sup> belsőföldön megtermelt fa segíti a külkereskedelem mérlegét egyensúlyba hozni, és enyhíti a népgazdaság fagondjait. Az erdészeti növény-nemesítés során tehát a *súlypontot* a gyors növekedésű fafajokra, elsősorban a nyárra, a fűzre, valamint a gyorsan növekvő fenyőkre kell helyeznünk, de a többi állományalkotó fő fafaj, az akác (méztermelés), a tölgy és a bükk fatömegének növelését és faminőség-javítását sem szabad figyelmen kívül hagynunk. Számos államban egyes termőhelyeken olyan egyéb fafajt is nemesítenek, mint a szil, a kőris, a juharok, a gesztenye, a dió, a nyír stb. Ezek a kezdeményezések a magyar erdőgazdálkodás számára is iránymutatók. Így indokolt, hogy újabban ismét foglalkozunk pl. a hárssal (*Tompa, 1977*).

A nyárák és a fűzek kivételével a legtöbb fontos erdei fafajunkat csak magról szaporíthatjuk, aminek a korlátai ismereteseek. A nemesítés eredményeinek minél gyorsabb átültetése a gyakorlatba elősegíthető, ha üzemi méretekben megoldjuk a többi fafaj *vegetatív szaporítását* is, továbbá, ha a magtermesztési eljárásokat tökéletesítjük. A szaporítóanyag örökletes tulajdonságai nagymértékben meghatározzák a fatermes mennyiségét és minőségét, ezért *a korszerű magtermesztésnek mindig a nemesítésen kell alapulnia*.

Az elmondottak alapján tehát a nemesítés *fő feladata* a területegységen a maximális faanyag termelésének elősegítése, emellett azonban fontos cél a faanyag minőségének javítása, a betegségekkel szembeni rezisztenciának, a termőhelyállásnak és a magtermés biztonságának növelése. Ezeket a feladatokat szolgálják az utódvizsgálatok és a termesztési kísérletek. A szelektált vagy keresztezés útján létrehozott fajtákat, a termesztés szempontjából számba jöhető erdőgazdasági tájakon utódvizsgálati, ill. termesztési kísérletekbe vonjuk, s ezek eredményétől függően ajánljuk a gyakorlati bevezetést.

*Jövőbeli erdeink minőségének javítása érdekében szükség van:*

- a nemesítők által előállított további új fajták minősítésére, állami elismerésére,
- a külföldi kutatóintézetekben előállított, gyorsan növekvő, ígéretes új fajták átvételére és hazai alkalmazásuk meghatározására (fajtabevezetés),
- a kis fatermő képességű fajták, klónok stb. teremlésből való kizárására, telepítésének tilalmazására,
- a nemesítési munka tovább fokozására.

Nem kis örömmel beszélünk sokszor arról, hogy *hazánk az első állam, amely az erdészeti fajtákat minősíti* és állami felügyelet mellett fokozatosan javítja a jövő erdőállományainak államilag ösztönzött, ellenőrzött mennyiségi és minőségi teljesítményét.

Ennek ellenére el kell ismernünk, hogy az elméleti kutatást és gyakorlati megvalósítást illetően még nagyon sok a teendőnk: pl. milyen tulajdonságok alapján minősítünk, milyen hosszú legyen a bizonyító időszak, milyen többletteljesítmény alapján soroljuk be a fajtát az alapszortimentbe stb.

A jövőt tekintve az erdészet területén is a *kutatócsoportokban* végzett és jól összehangolt kutatás kerül előtérbe. Az intenzív fatermesztés eredményessége céljából elsősorban a termőhelyvizsgálatokkal, a termesztési, a tipológiai és a gépesítési kutatásokkal kell egyeztetni a nemesítési kutatásokat. Az erdészeti növénynemesítés további fejlesztéséhez a genetikai és élettani kutatás összehangolása is szükséges.

Olyan fajtákat kell előállítanunk, amelyek *az intenzív termesztés követelményeit* (jó tápanyag- és vízhasznosítás, ellenállóság, belterjes kultúrákban való termesztethezőség stb.) *és a minőségi igényeket is kielégítik*. Ezek a követelmények szükségessé teszik a nemesítés módszereinek továbbfejlesztését, termesztők, ipari szakemberek, fitopatológusok, entomológusok, biokémikusok, növénygenetikusok, matematikusok és közgazdászok bevonását a nemesítés munkájába, de a nemesítőknek segítséget nyújtó biológiai alapkutatásokat is.

Fontosabb fafajaink nemesítésének céljait és programjait a 7. fejezetben tárgyaljuk.

## 2. Az erdei fák nemesítésének feladatai

### 2.1 Általános megállapítások

*Az erdei fák nemesítőinek minden más növényfaj nemesítésétől eltérő feladatokat kell megoldaniuk. A növénynemesítés alapvető célja új, az eddigieknél jobb változatok – fajták – előállítása, amelyek lehetőleg egységes genotípusokból állnak. A fajta jellemzőinek általában egyértelműen meghatározhatóknak, de egyben sajátosan eltérőknek is kell lenniük. Az erdészeti nemesítésben ezek a követelmények nem mindenben teljesíthetők.*

Az erdészeti növényfajok termesztése nagyon különböző és alig befolyásolható termőhelyi viszonyok között folyik. Ilyen körülmények között *genetikailag egységes fajták termesztése a leszállított változatosság következtében igen kockázatos lehet, pedig a gazdálkodás fő követelménye a termesztés biztonsága.* Csak a genetikai változékonyság teszi lehetővé a különféle környezeti és gazdálkodási viszonyokhoz való nagyobb fokú alkalmazkodóképességet. *A változatosság szükségessége egyúttal mentesíti a nemesítőt az alól, hogy kiválasztott genotípusainak (törzsfáinak, klónjainak) minden tulajdonságát részletesen meghatározza.* Ha kis változatosságú anyagot választana ki, akkor bizonyítania kellene annak minden előnyét az eddig alkalmazott fajtákkal szemben. Ez a munka azonban erdei fák esetében évtizedekig tartana, mivel a fiatal faegyedek tulajdonságaiból nem lehet egyértelműen következtetni a vágásérett fákéra. *A fiatalkori értékelés sokszor nem ad egyértelmű eligazítást a genotípusról, hanem csak valószínűsít.* Ez az erdészeti nemesítés egyik legnagyobb nehézsége.

*Az erdőgazdálkodás a genetikai változatosságot igényli egységes fajták helyett.* Ha sok kiváló genotípust alkalmazunk, az egyes fajták sajátos jó teljesítménye együttesen teszi biztossá az állomány kiemelkedő teljesítményét. Így válik lehetővé, hogy klón- vagy utódvizsgálatok nélkül is elszaporítsuk a fenotípus alapján kiválasztott törzsfák keverékét. Ez természetesen azzal is jár, hogy *az előállított nemesített szaporítóanyagot genetikailag nem ismerjük tökéletesen.*

Az üzemi gazdálkodás körülményei gyakran hátrányosan befolyásolják az erdőállományok genetikai minőségét. Így pl. természetes felújítás esetén a kiemelkedően jó egyedek esetleges kitermelésével az utódállomány minősége leromlik. *Természetes erdők kitermelése értékes génállományt pusztíthat el.* Jelenleg a génrezervátumok létesítésével ellensúlyozzuk ezeket a kedvezőtlen hatásokat.

Az erdészeti nemesítés feladata nemcsak a nemesített szaporítóanyag előállítása. *Foglalkoznia kell minden olyan tevékenységgel, amely erdeink genetikai gazdagságát fenntartja és javítja.* Ma még nagyon keveset tudunk a természetszerű erdők genetikai viszonyairól: ezen a területen nagyon kívánatosnak látszik a nemesítők aktív közre-

működése. Ugyanakkor az erdészeti genetika elméletét és gyakorlatát meg kell ismertetni a gyakorlati erdőgazdálkodást folytató szakemberekkel, akiknek feladata a mesterséges és természetszerű erdők kezelése.

Az erdészeti genetika a fajok alaki sokféleségét, ennek okait, erdőművelési és nemesítési jelentőségét kutatja. Ezenkívül igyekszik tisztázni a nemesítési szempontból értékes egyéb tulajdonságok öröklődési módját.

Nemesítőink feladata, hogy az erdőgazdaság követelményeinek megfelelő nemesítési célokat tűzzenek ki, amit azonban a hosszú termelési időszakra (vágásfordulóra) való tekintettel könnyebb mondani, mint megtenni. Ezenkívül maga a nemesítés is hosszú időtartamú tevékenység. Rendszerint évtizedek szükségesek ahhoz, hogy egy nemesítési program a megkezdéstől eljusson a gyakorlatba való bevezetésig. Ez a tény az objektív nemesítési célkitűzések megjelölésekor nehézséget jelent. Bizonyos jellegek, amelyek genetikai megjavítása ma kívánatosnak látszik, a fa hasznosítása terén esetleg bekövetkező változások miatt néhány évtized alatt elveszíthetik ökonomiai jelentőségüket. Amíg a ma kitűzött feladatok a jövőben esetleg veszíthetnek aktualitásukból, új célok is jelentkezhettek, pl. az erdő és a fásítások növekvő tájkulturális és szociálhigiéniai feladataival vagy az emberi táplálkozással kapcsolatban. Érdekes az erdők megtelése az 1970-es évek energiaválsága idején: az erdő telepítését igénylik, „energiaültetvényekről” hallunk beszélni. Ezekben gyorsan növekvő fajok nagy fatermőképességű klónjai gyorsított eljárással természetbe töltik be a célt: gyarapítják az egyedül újratermelhető alapanyagot, az energiát adó erdőket, azok fakészletét.

Az előre nem látott váratlan változások ellenére a nemesítés bizonyos célkitűzései valószínűleg a jövőben is fontosak lesznek. Ilyen: a fatömeghozam növelése, a fa minőségének javítása, egyéb termékek (méz, gyanta, tannin, virág stb.) előállítás, a károsítókkal szembeni ellenállás fokozása és a fajok alkalmassá tétele a szélsőséges termőhelyek, valamint a termelési rendszerek számára.

A következő fejezetekben ezeket a kérdéseket tárgyaljuk.

## 2.2 A fatermés növelése

Ez a nemesítési cél aligha igényel indoklást. Még ha csak a fa hagyományos felhasználásait tartjuk is szem előtt és új lehetőségeket (pl. faanyag felhasználása a táplálkozás számára!) nem veszünk is figyelembe, Földünk lakosságának gyors növekedésére való tekintettel (2000-re 6–8 milliárd lakost becsülnek) a fatömeg növelése elkerülhetetlen. Ez független attól a ténytől, hogy más alapanyagok a fát a különböző, számunkra hagyományos felhasználási területekről időszakosan vagy átmenetileg kiszorítják. A fának mint energiahordozó nyersanyagnak a jelentősége változatlan marad. Földünk szénbányái, olajkútjai lassan, de biztosan kimerülnek, elapadnak, ugyanakkor az évről évre újratermelődő faanyag „örök” energiaforrás.

Az erdővel borított területek csökkentése némely országban a mezőgazdaság, az ipar és más gazdasági ágazatok fejlesztése miatt elkerülhetetlen. Azok a tájkulturális és szociálhigiéniai feladatok, amelyeket az erdőnek a fejlett országokban el kell látnia, bizonyos esetekben ugyancsak a fatermelés rovására valósíthatók meg. A megmaradó, kizárólag vagy elsősorban a fa előállítását szolgáló erdőterületen a termelést a jövőben

emiatt is fokozni kell, ami olyan feladat, amely *nemesítéssel eredményesebben oldható meg.*

Természetesen az erdőgazdaság rentabilitása szempontjából a nagyobb faanyagtartalékokkal rendelkező országokban sem közömbös, hogy az évi átlagnövedéket pl.  $3 \text{ m}^3/\text{ha}$ -ról  $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ -ra növeljék.

Az említett okokra való tekintettel nem lehet meglepő, hogy fában szegény országok, mint hazánk, a Benelux államok, Dánia, Olaszország, de a fában gazdag országok is az utóbbi évtizedekben egyaránt nagy erőfeszítéseket tesznek azért, hogy a fahozamot a nemesítés segítségével növeljék. Különösen *a trópusokon és szubtrópusokon nőtt meg az érdeklődés* az utóbbi időben ezen termesztési lehetőségek iránt. Itt az erdészeti szempontból számításba jöhető fafajok gyors növekedése viszonylag rövid idő alatt nagy gazdasági nyereséggel is jár.

Az összes biomasszának gazdaságilag csak egy részét, ma még csak a törzs faanyagát hasznosítják. Elsősorban a gazdaságosságot kell növelni, és amennyiben a szárazanyaghozamból indulunk ki, a térfogatsúly vagy fajsúly a fontos. Utóbbi különösen a cellulózipar szempontjából nagy jelentőségű, mert a kihozatal egyebek között attól is függ, hogy a térfogategységre mennyi rost esik.

Fiziológiai szempontból *a fatermés a fotoszintézis által létrehozott szárazanyagot jelenti*, amelyből azonban biotikus és abiotikus tényezők következtében bizonyos veszteségeket kell levonni. A fotoszintézis intenzitása fajonként változik. Így pl. a zöldduglász fotoszintézise erőteljesebb, mint a simafenyőé vagy a lucé; a tölgycsemeték fotoszintézisének intenzitása – kisebb megvilágítás esetében – nagyobb, mint a *Pinus-féléké*. A nyárhibridek és -klónok fotoszintézisének intenzitása is erősen eltér egymástól. Ha ezt a tulajdonságot a nemesítő ismeri, a termőhelyi viszonyok figyelembevételével, a megfelelő fafajok szelekciójával a fatermést fokozhatja.

*A fatermés végső fokon a sejtek megnyílási sebességétől, illetve a sejtfolképződés gyorsaságától függ*, mert tulajdonképpen a sejtfa a faanyag fő alkotórésze. A sejtfolképződés gyorsasága a szénasszimiláció mértékétől és a levélfelülettől függ. Némely fenyőfajnál szoros összefüggést állapítottak meg az összes túsúly és a törzs átmérője között. Így pl. úgy találták, hogy az ugyanolyan korú és törzsátmérőjű jegenyefenyő összes tűfelülete kétszerese a lucfenyőének. Az összes levélfelület megállapítása könnyebb, mint a fotoszintézis intenzitásának a mérése, ezért ezt a mutatót a fafajok gyakorlati kiválasztásakor alkalmazni lehet.

A szelekciónál egyéb tényezőket is figyelembe lehet venni, amelyek befolyásolják a fatermést. Ilyen a levélzet élettartama, asszimilálóképessége, a keskeny korona, a magassági és átmérőbeli növekedés tartama és időszakossága stb.

*A levél élettartama*, pontosabban a klorofillasszimiláció időtartama az évi fatermést befolyásolja. Egyes fajok (*Pinus radiata*, *Eucalyptus* és egyéb gyorsan növő fafajok) a vegetációs idő legnagyobb részében folyamatosan növekednek és levelet hoznak, másoknál (*Quercus*, *Fagus* genus) viszont két vagy több növekedési periódust lehet megállapítani. Vannak olyan fajok is, amelyek magassági növekedése a rügyek kibomlásának és a levelek teljes kifejlődésének időszakára korlátozódik. A származásvizsgálatok bebizonyították, hogy *az egyes ökotípusok növekedési időtartama között jelentős eltérések vannak*, ami jó segítség a nemesítő számára a fatermés szelekcióval való fokozását tekintve (Enescu, 1972).

Nem szabad elfeledni, hogy a fiatalkori gyors növekedés nem jelenti azt, hogy vágáskor is nagy fatömeget termelhetünk ki. Az ifjúkori gyors növekedésnek azonban mindeképpen megvan az az előnye, hogy a vadkárosítások lecsökkenhetnek, az állomány korábban záródik, és az állományápolási költségek kisebbek. A fiatalkori gyors növekedést rendszerint a több és nagyobb levél jellemzi.

A származásvizsgálat segítségével a fatermést nagymértékben fokozhatjuk. Tuskó (1978) szerint a legjobb vörösfenyő-származások fatömege mintegy 20 százalékkal, Szőnyi (1978) szerint a korzikai feketefenyő-változat tisztítási korban kb. 20 százalékos magassági növedéktöbbletet produkált a hazai kontrollhoz képest. Ujvári—Ujváriné (1978) közzétett adatai alapján az erdélyi Kárpátoktól származó lucfenyő-populációk magasságban mintegy 16%-kal haladják meg a legjobb magyarországiakat. Egy 14 éves ausztráliai *Pinus taeda* származási kísérletben az első helyen álló származás 38%-kal haladta meg az utána következőket, és a legjobb populáció fatömege kétszerese volt a leggyengébb származás fatermésének (in: Enescu, 1972).

A fatermést természetesen nemcsak a legjobb populációkkal, hanem a populáción belüli *egyedkiválasztással* lehet különösen fokozni. A genetikai nyereség a fajtól, a kérdéses tulajdonságtól és az alkalmazott nemesítési eljárástól függ. Pl. a *Pinus taeda* természetes állományjaiból a fenotípus alapján kiválasztott törzsfák szabad beporzású utódgenerációja magasságban 3,6%-os többletet adott. A *Pinus elliottii*-nél ez az érték 7,6%, az *Araucaria cunninghamii*-nél pedig 13,0% volt. Utóbbi fajnál az ellenőrzött beporzás 20%-os magassági többletet eredményezett (in: Enescu, 1972). Az idevágó magyar kutatási eredményeket a 7. fejezetben közöljük.

Fatömegekben még nagyobb többletet találtak. Így pl. Ausztráliában a *Pinus elliottii* legjobb utódpopulációja 6 éves korban 39,4%-kal adott többet, mint a leggyengébb. Ültetvényeiben, 15 éves korban megközelítőleg 30% fatömegetöbbletet találtak. Ezek a nemesítési programok az utóbbi időben mindinkább előtérbe kerülnek, mert a legújabb vizsgálatok igazolták, hogy a fatermés 5%-os növelése már fedezi a nemesítési költségeket (in: Enescu, 1972; Davis, 1969; és Shephard—Slee, 1969 nyomán).

A fatermés növelésének fontos eszköze a *keresztelés*. A hibridvigor gyakran jelentkezik a fajok között. Erre jó példa Tuskónak az 1.3 fejezetben közölt *Larix × eurolepis* hibridje. Svédországban a *Populus tremula* és a *P. tremuloides* hibridje 60–160%-kal adott nagyobb fatömeget, mint a *P. tremula* ugyanazon korban, az *Alnus glutinosa* × *A. rubra* pedig közel kétszer akkorát, mint a szülők (Nanson, 1964).

Fajon belüli hibridekkel is fokozható a fatermés. 1948-ban Svédországban kiterjedt kereszteléseket végeztek a *P. tremula* különböző ökotípusai között, amelyek az ország 3 eltérő szélességi fokáról származtak. 10 éves korban valamennyi hibrid jelentős mértékben meghaladta a szülők teljesítményét. A déli származások Svédország középső vidékéről való származásokkal keresztezve magasabbra nőttek a leggyorsabban növő szülőknél (Wright, 1962). Egyes kutatók a lucfenyő-rasszokon belül végrehajtott keresztelésekkel is jó eredményt kaptak. Néhány esetben a visszakeresztelésekkel jobb teljesítményt értek el, mint az  $F_1$  nemzedékkel (Enescu, 1972; Nilsson, 1963 és Slee, 1969 nyomán).

**Összefoglalva:** *a fahozam növelésének nemesítési eljárásai:*

1. származási és természetési kísérletek alapján a termőhelyen *leggyorsabban* növő, ún. intenzív *biotípusok telepítése*; a faj leggyorsabb növekedésű biotípusainak, egyedeinek a kiválasztása vagy a hazai fajoknál gyorsabban növő exóták természetése, továbbá a *keresztzéssel, poliploidia, mutációra nemesítéssel* előállított nagyobb teljesítményű fák felhasználása (2. és 3. kép);
2. olyan változatok kiválasztása, amelyek a *modern agrotechnikai eljárásokat* (talaj-előkészítés, preventív védelmi beavatkozásokkal kombinált melioráció, trágyázás, öntözés stb.) a legjobban meghálálják.

## 2.3 A fa minőségének javítása

A kitermelt fát mechanikai megmunkálással és kémiai feltárással olyan nagy mértékben átalakítják, hogy a fa néhány minőségi jellemzője a felhasználás szempontjából háttérbe szorul. Mégis, bizonyos *külső minőségi jelek*, mint az egyenes, hengeres törzs, ágtisztaság, arányos korona, még a nagy fatömeg előállítását célul tűző erdőgazdaságban is kívánatosak. A törzshengeresség és ágtisztulás, de részben az elágazó-dási típus is öröklődő tulajdonság. A hengeres fák feldolgozása könnyebb, gyorsabb és ezzel olcsóbb is. Egyébként a fa bizonyos ismérvei, pl. az ágasság, a húzott-, ill. nyomottfa hányada (korrelációban az ágassággal, törzsgörbülettel stb.) a fatermékek minőségét közvetlenül is befolyásolják.

Az értékes fűrészrönk- és furnérválasztékok termelése, bizonyos mennyiségben ökonómiailag hosszú távlatra is jelentős marad, ezért *a faanyag minőségi javítására* a nemesítésben állandóan *törekedni kell*. E követelmény az új erdőművelési módszerek, különösen a tágabb ültetési hálózat és a sematikus növénytársaságok miatt növekszik. Különösen a fényigényes fafajoknál, az erdeifenyőnél és vörösfenyőnél fontos, hogy olyan fajtákat nemesítsünk ki, amelyek a *téres állást* lényeges *minőségi romlás nélkül viselik el*. Természetes tulajdonságok, jelen esetben egyes genotípusok téres állással szembeni kedvező reakciójának (a megnövekedett érzékenységnek) felhasználásával fatermesztésünk gazdaságosságát fokozhatjuk.

A fa vázolt külső minőségi jellemzői mellett a nemesítőt egyre inkább érdeklik a különböző *belső tulajdonságok* is, pl. a térfogatsúly. A fa értékesítésének nemzetközi trendje szerint a nemesítő — legalábbis a túlevelűeknél — rendszerint a térfogatsúly növelésére fog törekedni.

Nagy térfogatsúlyú változatok kiválasztása azért is célszerű, mert ez a jelleg további, technikai szempontból fontos tulajdonságokkal (nyomó-, húzó- és hajlítószilárdság) is összefügg. Lehet azonban olyan különleges felhasználási cél is, amikor a nagy térfogatsúly nem kívánatos (pl. repülőmodelleknél használt balsafa).

A fa kémiai feltárása során jelentős mértékben megváltozik a nőtt fa néhány minőségi jellemzője, bár a felhasználás szempontjából mégsem mellékes a fa kémiai összetétele, mert pl. a lignintartalom és az extrakttartalom meghatározza a fa feltárhatóságának módját, az alkalmazható technológiát. Jelentősen eltérő kémiai összetételű fákat együtt fel sem lehet tární nagy gazdasági kár nélkül.



A külső minőségi jelek mellett a belső tulajdonságok, ezek közül is elsősorban a térfogatsúly jelentős mértékben öröklődik, és ezért is nagy jelentőségű a nemesítésben. A térfogatsúlyt nagy extrakttartalmú fák esetében a fa extrakttartalma jelentősen befolyásolja. Ezért összehasonlításra az extraktmentes anyagra vonatkoztatott térfogatsúlyt ajánlatos használni.

A belső tulajdonságok közül még a *rosthosszúságot és -átmérőt*, valamint a *rostok falvastagságát* kell megemlíteni (itt roston egyaránt értjük a lombfák rostjait és a tűlevelelvek tracheidáit). A fa rosthányada és a rostok méretei jelentős mértékben meghatározzák a fa térfogatsúlyát és a belőle készített cellulóz- és papírtermékek minőségét (4. kép).

A *fa cellulóz- és papíripari tulajdonságai* a papírfa és a faköszörület esetében különösen nagy jelentőségűek. A nagy extrakttartalom csökkenti a papíripari kihozatalt (*Halupáné – Szőnyi*, 1974, 1975). Az NSZK-ban termelt lucfenyőből 4,5 m<sup>3</sup> ad egy tonna papírpépet, míg Norvégiában termelt lucfenyőből 5 m<sup>3</sup>-re van ehhez szükség (*Zobel*, 1964). A felsorolt jelek fontossága aszerint változik, hogy mire akarják a fát felhasználni. Minden egyes fafajnál és termelési célnál alapos gazdaságossági számítást kell végezni, és *tartózkodni kell minden általánosítástól*.

Régóta ismeretes, hogy a fa minőségi tulajdonságai az egyes természetes populációkban és a populációkon belül nagyon eltérnek egymástól. Pl. a *Pinus elliotii* fájának sűrűsége a természetes állományokban déltől észak felé, és keletről nyugatra csökken (in: *Enescu*, 1972; *Goddard–Strickland*, 1962 nyomán).

Hasonló változékonyságot találtak az USA-ban a *Pinus taedanál*. Ugyanez az összefüggés áll fenn a tracheidák hosszúságára is. A tengerpartközeli zöldduglásznak hosszabbak a tracheidái, mint a hegyvidékieknek (*Zobel*, 1964).

A származásvizsgálatokban azt találták, hogy az idegen származások fájának minősége nem mindig egyezik meg az előfordulási területen talált minőségével. A Skandináv-félszigeten az NSZK-ból származó lucfenyő fája nehezebb, mint a norvégiai származásé. *Langlet* (1960) vizsgálatai szerint az északi erdeifenyő-származások sűrűbb fát adnak, mint a déliek. A Franciaországban létesített lucfenyő-származási kísérletek 12 éves korban azt bizonyították, hogy a térfogatsúlyban nagyok a genotípusos különbségek az egyes populációk között.

A faminőség genetikai varianciáját és a tulajdonságok *átöröklődési mechanizmusát* ez ideig kevésbé kutatták, de az eredmények elegendők ahhoz, hogy a nemesítési programokhoz alapul szolgáljanak. A *Pinus taedával* és *P. elliottiával* végrehajtott kísérletek igazolták, hogy a nagy térfogatsúlyú fák egymással keresztezve jobb eredményt adnak, mint a nagy térfogatsúlyúak a lazább szövetűekkel. Vagyis ellenőrzött beporzással a térfogatsúlyt javítani lehet. Az említett fafajokkal végrehajtott vizsgálatok azt mutatták, hogy a tracheidák hossza és átmérője, valamint a nyári pászta aránya is erősen öröklődő tulajdonság. Jóllehet a fa térfogatsúlya maga is komplex tulajdonság, aminek az átöröklődése már fiatal korban jól kimutatható, ez a jellemző a korral erősödik. Úgy tűnik, hogy additív tulajdonságról van szó, vagyis a térfogatsúly kiválasztással nagymértékben növelhető. Átlagosan mintegy 2–6%-kal lehet a térfogatsúlyt *selekcióval javítani* (*Zobel*, 1964).

Az erdei- és lucfenyő oltványai és az anyafák térfogatsúlya között a kutatók szoros korrelációt állapítottak meg (*Halupáné – Szőnyi*, 1975, 1976).

A faanyag egyéb tulajdonságainak öröklődését is igazolták a kutatások. Pl. a *Larix × eurolepis* hibrid tavaszi pásztájának tracheidáit az anyafához hasonlóan találták, a nyári fa tracheidái viszont közbenső tulajdonságúak (intermedierek) voltak. A csavart rost domináns tulajdonság. Több kutató szerint a csomoros rost genetikailag még erősebben meghatározott. A papír minőségét befolyásoló rosttulajdonságok is öröklődnek (pl. a *Populus tremuloides* rosthossza). A fehér tölgygel és az akáccal végrehajtott vizsgálatok bizonyítják, hogy a korhadási hajlam, illetve a fa tartóssága ugyancsak öröklődik (Zobel, 1964).

A fa gazdaságilag fontos tulajdonságait azonban a környezeti tényezők is befolyásolják. Így pl. a telepítési hálózat és az erdőművelési beavatkozások nagymértékben befolyásolják a magassági növekedést, ami a fa minőségére és a nyári fa arányára is kihat. A nemesítési programban a termőhelyi és termesztési körülményeket is figyelembe kell tehát venni. Magától értetődik, hogy a környezeti tényezők és az erdőművelési beavatkozások hatása attól függ, hogy milyen tulajdonságot vizsgálunk, milyen korú állományról és milyen termőhelyről van szó. A klón- és utódvizsgálatok igazolták, hogy a törzsegyenesség és az elágazódási szög nemesítéssel sokkal inkább javítható, mint pl. az ágvastagság, amit a termőhelyi tényezők nagyobb mértékben befolyásolnak.

A korszerű kísérleti módszerekkel értékelni lehet a genotípusos tulajdonságokat – a környezeti tényezőkkel összefüggésben. Ahhoz, hogy a genotípus reakcióját az egyes tényezőkre látni lehessen, figyelembe kell venni a termőhelyi tényezőket, az ápolási és az esetleges trágyázási beavatkozásokat, az állományszerkezetet stb. is. Az említett belső jelek kialakulásakor, az eddigi kutatások szerint tehát a genetikai konstitúció is szerepet játszik. Ezeknek a nemesítő által történő megjavítása elvileg lehetséges. Ilyen speciális nemesítési célok kitűzése azonban – a fafelhasználási prognózisok bizonytalansága és a nemesítési programokkal járó nagy ráfordítások miatt – bizonytalan. Kivételt képez a különleges furnéértékkel rendelkező fajták szelekciója, mint amilyen pl. a csomoros nyír, nyár, habos juhar, madárszemű tölgy. Mindebből az tűnik ki, hogy a minőség nem egyértelmű fogalom: egy faanyag az egyik felhasználási célra kiválóan alkalmas lehet, egy másikra éppen kielégítő, a harmadikra azonban használhatatlan.

A nemesítési program kidolgozásakor tehát a fa fontosabb tulajdonságai előtérben állnak, azonban a végleges tervet csak komplex gazdaságossági vizsgálatok alapján lehet összeállítani. A minőséggel kapcsolatban is figyelembe kell venni:

1. a fafelhasználás trendjeit legalább 30 éves időszakra (még a gyorsan növő fenyőfajok esetében is),
2. a kívánatos, ill. a megvalósítható minőségi nemesítési célokat (pl. a 3,2 mm-es rosthosszúság 3,4 mm-re való növelése reális célkitűzés, de milyen költségekkel lehetne elérni pl. 4,0 mm-es rosthosszat?),
3. a kitűzött nemesítési cél megvalósításának költségeit (általában az első lépés mindig a fenotípus alapján való szelekció, majd következnek a bonyolultabb, laboratóriumi analízisek, a faminőség jellemzőinek meghatározásával),
4. az egyes minőségi jelek megjavításával mennyiben javul a fa felhasználási lehetősége,

5. a nemesítési program jövedelmi és ráfordítási oldalait össze kell vetni és mérlegelni kell az egyes *eljárások hasznát*.

A fa minőségét érintő *nemesítési programnak rugalmasnak kell lennie*. A gazdaságossági számítás vegye figyelembe, hogy a növekedés gyors és biztos fokozása, a törzsalak és az ellenállóképesség javítása után a fa minősége legalább olyan maradjon, mint amilyen korábban volt. Ismerünk eseteket, amikor egyes gyors növekedésű származások szaporítóanyagának felhasználásával a faminőség rosszabb lett. Az üzemileg ivaros szaporított fafajok esetében lehetetlen és illuzórikus először a fa minőségét megjavítani, és utána megpróbálkozni a növekedés és alak megjavításával. Sokkal célszerűbb a természetes populációból kizselektálni azokat a faegyedeket, amelyeknek a fenotípusa kiváló, és ugyanakkor a minőségük is jó.

*Sok biztató tényező bizonyítja a faminőség megjavításának lehetőségét*. Először is, valamennyi technológiai tulajdonság tekintetében igen nagy a *változatosság*, még a növekedési és alakbeli jó tulajdonságok alapján kiválasztott törzsfák között is. Másodsorban *a fa minőségi jellegeinek a varianciája* nagyrészt *additív* jellegű, vagyis intenzív nemesítéssel, ivaros szaporítással nagymértékben javítható. Természetesen egyszerűbb az eset, ha vegetatív szaporítás lehetséges. A veszély akkor áll fenn, ha kevés a kiválasztott klón, mert ilyen esetben a nagy kiterjedésű, genetikailag homogén ültetvények a károsítókkal szemben kevésbé ellenállóak.

Ha figyelembe vesszük a faiparnak azt az igényét, hogy egyöntetű méretű és minőségű fa nagy mennyiségben álljon rendelkezésre, *az egységes faminőségre irányuló nemesítés* szükségessége kétségtelenül felmerül. Teljes egyöntetűséget sohasem lehet elérni, de a vegetatív szaporítású fajoknál ez nagymértékben fokozható. Egyes nemesítők kiszámították, hogy *az egységes faminőségre irányuló szelekció költségei többszörösen megnövekedtek*, még akkor is, ha más tulajdonságokat nem sikerült megjavítani.

A fa minőségét meghatározó nemesítés által megváltoztatható ismérvek közül csak a legfontosabbakat említettük. A hangsúly a külső minőségi tulajdonságok javításán van, amelyek azonban részben korrelációban állnak a belsővel.

**Összefoglalva** megállapíthatjuk, hogy az utóbbi évtizedek tapasztalatai szerint a jövőben inkább *nagy tömegű, egységes szövetű, nagy fajsúlyú faanyag* lesz szükség, és az egyéb minőségi jellemzőkkel kevésbé kell törődni. A faanyag korszerű mechanikai megmunkálással farostlemezekké és forgácsolapokká dolgozható fel, vegyi feltárással pedig olyan messzemenően átalakítható, hogy a természetes faminőség sokszor már másodlagos jelentőségűvé válik. Ennek ellenére a *felsorolt általános minőségi követelmények fontosak*, már csak a feldolgozási és szállítási költségek csökkentése miatt is. A minőségi célokat csak bizonyos mértékig lehet erdőművelési és termesztéstechnikai eljárásokkal megvalósítani. Ezek a tulajdonságok *elsősorban a genetikai alkattól függenek*.

*A faminőség javításának módszerei*: egyedi és csoportos kiválasztás, továbbá keresztezés, ritkán mutánsok felkutatása vagy indukálása.

## 2.4 Egyéb termékek növelése

Az erdei melléktermékek növelését a nemesítők rendszerint mellékesen tűzik ki, de azok bizonyos fajoknál néha fő feladatot is alkotnak.

A hazai akáckutatásokkal kapcsolatosan nagy jelentőségű a *méhészeti* szempont. *Keresztesi B.* (1965) későn és hosszan virágzó akácklónok és -fajták szelektálásával, nagyobb nektártartalmú egyedek kiválasztásával a gazdaságilag olyan fontos méz-termelést 74%-kal növelni tudja. A mézhozam értéke egyes fajták esetén a fáéval megegyezik. A Magyarországról exportált kb. 10 000 t méz 80%-a akácméz.

Fontos a *gyantatartalom* növelése is, főleg a fekete- és erdeifenyőnél. A gyantahozam az egyes származások, ill. családok között valamennyi fafajon belül nagyon eltérő lehet. Így pl. az USA-ban a *Pinus elliottii* Engelman F<sub>1</sub> generációjából olyan nagy gyantatartalmú törzsfákat szelektáltak, amelyekkel iparigyanta-termelő ültetvényeket létesíthettek (*Squillace–Harrington*, 1968; 1. ábra). Érdemes megemlíteni, hogy az USA-ban 1972/73-ban kb. 400 000 tonna gyantát termeltek (*Dorman*, 1976).

Különleges nemesítési cél pl. az USA északi, illetve Kanada déli részén az *Acer saccharum* szelektációja a cukornedvhozam, ill. szörpgyártási céllal.

A *tanninanyagok* mennyiségét a fa átmérője, a kéregvastagság és a taninnszázalék határozza meg. Az USA-ban az *Acacia mearnsii* tannintartalmát fenotípusos kiválasztással, a kéreg vizsgálata segítségével fokozni tudják. A legnagyobb tannintartalmú egyedek vagy családok nem feltétlenül a leggyorsabban növvő egyedek közül kerültek ki (in: *Enescu*, 1972; *Nixon*, 1970 nyomán).

Hasonlóan említhető a parafatermelés is.

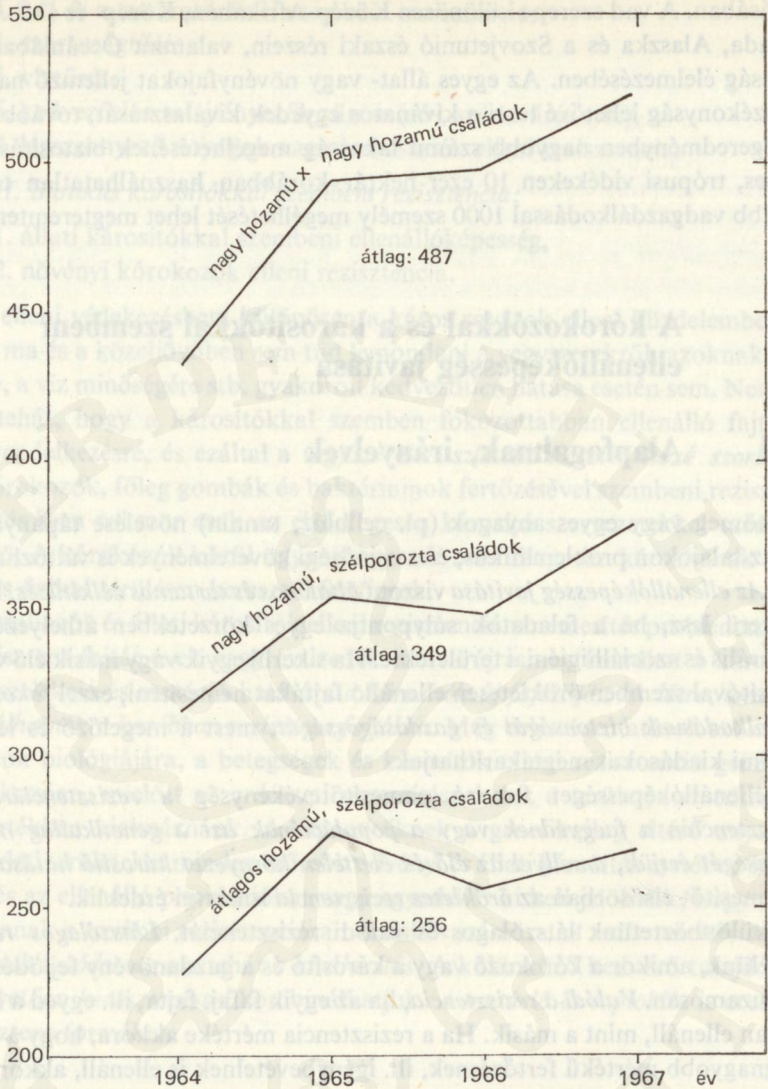
A ritkán termő és a későn termőre forduló fajoknál a nemesítés célja lehet a *gyakoribb magtermés* (tölgyek, bükk). Ezt korán termőre forduló és gyakran, bőven termő egyedek kiválasztásával érhetjük el.

Meg kell említeni az erdei fák formagazdagságának fontosságát *tájalakítási, díszítési* szempontból. Az eltérő alakok, különböző színek, a kora tavaszi virágzás, az őszi lombszíneződés, a törzs és az ágak egyedi változatai, a gyümölcsstermés, a vadeleség, a kéreg színe és textúrája stb. mind lehet nemesítési cél (5. kép). Pl. a *Picea pungens* legszebb tűjű egyedei egymással keresztezve megtartották ezt a fontos dekoratív tulajdonságukat. Az ERTI kutatói Kámonban a díszítőértékű kertészeti tűlevelű változatokból több százat gyűjtöttek egy génbankba.

A mezővédő erdősávok létesítésénél is fontos szerepet játszhat az erdészeti nemesítés, amikor megfelelő koronalakú és -sűrűségű egyedeket választunk ki.

A 2.1 fejezetben említett „*energiaerdők*” fontosságát talán a következő adat bizonyítja legjobban: az Európa területére eső napfény 2 nyár alatt annyi energiának felel meg, mint a világ jelenlegi fel nem használt és ismert energiakészlete (*McFarlane*, 1974). Nem látszik tehát lehetetlennek, hogy a jövőben olyan erdősítéseket létesítsünk, amelyeknek fajtái – a nemesített kukorica, búza példájára – hatásosabban alakítják át a napenergiát, mint a természetben előforduló elődeik.

Egy másik és ugyancsak fontos szempont az *élelem termelése* az erdőkben. Ennek fontosságát jellemzi, hogy a jakartai VIII. erdészeti világkongresszus a végső hét zárójavaslatok között ötödik helyen említi az erdők használatát élelem előállítására bizonyos világrészekben. Így pl. az Amazonas mentén 218, Thaiföldön 168, gyümölcsöt



1. ábra. A *Pinus elliottii* Engelm. családok átlagos gyantatermése változik a szülők fenotípusa szerint. A nagy hozamú szülők ellenőrzött beporzásával közel kétszer annyi gyantát kapnak, mint az átlagos hozamú, szélporozta családoktól

termő fajt határoztak meg. Japánban pl. a tölgyerdőkben mesterségesen termesztik a gombát (*Lentinus edulis*), ami lényeges jövedelmet jelent a tulajdonosnak. Az utóbbi időben hazánkban is előtérbe került a laskagombafélék, a nagyobb C-vitamin-tartalmú *Rosa rugosa* stb. termesztése.

Koreában tetraploid akácokat állítottak elő, amelyeknek levelei háromszor nagyobbak és 1,4-szer több fehérjét tartalmaznak, mint a diploidok. Ennek következtében állati takarmányozásra igen alkalmasak (*Hyun, 1974*).

A flóra mellett a faunának is nagy szerepe van az élelem előállításában: különféle vad, madár, hal, rovar és egyéb állatfaj sok esetben nagyon fontos a lakosság fehérje-

ellátásában. A vad szerepe különösen Közép-Afrikában, Közép- és Dél-Amerikában, Kanada, Alaszka és a Szovjetunió északi részein, valamint Óceániában lényeges a lakosság élelmezésében. Az egyes állat- vagy növényfajokat jellemző nagy genetikai változékonyság lehetővé teszi a kívánatos egyedek kiválasztását, továbbszaporítását, és végeredményben nagyobb számú lakosság megélhetésének biztosítását. Így pl. a nedves, trópusi vidékeken 10 ezer hektár korábban használhatatlan területen észszerűbb vadgazdálkodással 1000 személy megélhetését lehet megteremteni.

## 2.5 A kórokozókkal és a károsítókkal szembeni ellenállóképesség javítása

### 2.51 Alapfogalmak, irányelvek

A fatömeg vagy egyes anyagok (pl. cellulóz, tannin) növelése tápanyagszegény és száraz talajokon problematikus, és a minőségi követelmények is változhatnak a jövőben. *Az ellenállóképesség javítása viszont általános és tartamos célkitűzés.* Még akkor is időszerű lesz, ha a feladatok súlypontja egyes körzetekben áthelyeződnek a tájkulturális és szociálhigiéniai területekre. Ha sikerül egyik vagy másik élő vagy élettelen károsítóval szemben örökletesen ellenálló fajtákat nemesíteni, ezzel *fokozhatjuk erdőgazdálkodásunk biztonságát és gazdaságosságát*, mert a megelőző és leküzdő erdővédelmi kiadásokat megtakaríthatjuk.

Az ellenállóképességet fokozó nemesítőtevékenység a *rezisztenciára nemesítés. Rezisztencián a faegyednek vagy a populációnak azt a genetikailag meghatározott képességét értjük, amellyel az élő és élettelen környezet károsító hatásainak ellenáll.* A nemesítőt elsősorban az *örökletes rezisztencia* ismérvei érdeklik.

Megkülönböztetünk látszólagos és valódi rezisztenciát. *Látszólagos rezisztenciáról* beszélünk, amikor a kórokozó vagy a károsító és a gazdanövény fejlődése nem halad párhuzamosan. *Valódi a rezisztencia*, ha az egyik fafaj, fajta, ill. egyed a károsítóknak jobban ellenáll, mint a másik. Ha a rezisztencia mértéke akkora, hogy a növényegyed a legnagyobb mértékű fertőzésnek, ill. igénybevételnek is ellenáll, akkor *teljes rezisztenciáról* beszélünk (a legkritább esetben fordul elő). Ha a károsítás mértéke a fertőzés, ill. az igénybevétel erősségének megfelelően változik, *viszonylagos rezisztenciával* van dolgunk.

Megkülönböztetünk *kémiai rezisztenciát*, amikor a növény különféle, az állatot mérgező vagy számára kellemetlen ízű anyagot — alkaloidát, keserűanyagot, glikozidát, éterikus olajat, terpentint stb. — termel, és *mechanikai rezisztenciát*, amikor a növény kemény kérget, tövist, tüskét fejleszt.

A kedvezőtlen hatásokat élettelen és élő természeti tényezők válthatják ki. Az ezekkel szembeni rezisztencia is többféle lehet.

#### *1. Abiotikus tényezőkkel szembeni rezisztencia:*

1. fagyrezisztencia,
2. télállóság,

3. hó- és zuzmaratöréssel szembeni rezisztencia,
4. szárazságtűrés,
5. víztűrés,
6. kedvezőtlen talajtényezők tűrése (só-, szódatűrés stb.),
7. légszennyező anyagok vagy immissziók elleni rezisztencia.

## II. Biotikus károsítókkal szembeni rezisztencia:

1. állati károsítókkal szembeni ellenállóképesség,
2. növényi kórokozók elleni rezisztencia.

A károsítók elleni védekezésben, különösen a káros rovarok elleni küzdelemben az erdővédelem ma és a közeljövőben sem tud lemondani a vegyszerekről, azoknak más szervezetre, a víz minőségére stb. gyakorolt kedvezőtlen hatása esetén sem. Nemesítési feladat tehát, hogy a károsítókkal szemben fokozottabban ellenálló fajtákat bocsássunk rendelkezésre, és ezáltal a *vegyszereket szűkebb keretek közé szorítsuk*. A növényi kórokozók, főleg gombák és baktériumok fertőzésével szembeni rezisztenciára nemesítés igen sokszor csak az elsődlegesen károsító szervezetekkel szemben érvényesíthető. A kórokozók közül ugyanis egyesek másodlagosan károsítanak vagy mechanikai és fizikai sérülésen keresztül fertőznek.

A növényi kórokozók és állati károsítók elleni rezisztenciára nemesítés problematikus, mert egy rezisztens fajtát évek vagy évtizedek múlva újra megtámadhat a károsító. Természetes szelekció és mutáció hatására *a károsítók új fajtái jönnek létre, amelyek veszélyessé válhatnak a korábban rezisztens fajtákra*. Még beható kutatások szükségesek a károsítók biológiájára, a betegségek és károsítók elleni rezisztencia genetikai okaira vonatkozóan, mielőtt az erdészeti nemesítésnek ezt a területét az eddignél nagyobb mértékben kiaknáznánk. A nemesítőknek a genetikailag eltérő anyaggal létesített kísérleti területeket minden erősebb növényi és állati károsítás esetében át kell vizsgálniuk, és az ellenálló populációkat vagy egyedeket ki kell jelölniük, hogy alapanyagot kapjanak a további rezisztenciára nemesítés számára. *A rezisztenciára nemesítés legfontosabb módszere ma tehát a kiválasztás*. A különböző kedvező tulajdonságokat ezt követően *keresztezéssel* kombinálhatjuk. *A mutáció és a ploidia* is eredményezhet rezisztens formákat.

## 2.52 Abiotikus tényezőkkel szembeni ellenállóképesség

Nagy ökonómiai haszon érhető el fagyálló alakok szelektálásával. *A kései fagyok elleni rezisztencia* növelésével, elsősorban a kocsányos tölgy, a lucfenyő, de még a viszonylag érzéketlen erdeifenyő (jórészt azért, mert nagy tarvágásokban telepítik) és különböző más fafajok esetében (bükk, kőris, akác, cser, dió) is jelentékeny növedékiesés kerülhető el.

Különböző külföldi fafajok, elsősorban a duglászfenyő nyílt területen telepítése a hazai éghajlati adottságok mellett akkor kecsegtet eredménnyel, ha *a korai és a téli fagyoknak ellenálló* populációkat használunk fel. Ezek ősszel korábban fejezik be a vegetációjukat.

A faggyal szembeni rezisztencia gyors növelése csak ellenőrizhető környezetben lehetséges, amit napjainkban különleges klímaberendezésekkel, klímaszekrényekkel vagy modern fitotronokkal érnek el. Sok esetben a szabadföldi kísérletekben szerzett megfigyelések is nagyon hasznosnak bizonyulnak.

Ha ökonómiai megfontolásokból nagy hozamú hazai fajokat természetes elterjedési területükön kívül telepítünk (pl. egyes nyárfajtákat vagy a lucfenyőt a két középhegyiség alacsonyabb dombvidékein), csak akkor várhatunk életképes állományokat, ha *szárazságtűrésre* szelektált populációkat használunk fel. A szárazságtűrésre való nemesítés első lépése azoknak a származásoknak a kiválasztása, amelyek előfordulási helyükön valódi rezisztenciát mutatnak. Ezután következik a szabad beporzásból, majd az ellenőrzött beporzásból származó utódok vizsgálata, amelyek segítségével meg lehet határozni az ellenálló egyedeket vagy családokat.

A nemesítők mind jobban felfigyelnek a *talaj túlzott tömörségét és sótartalmát elviselő* formákra, valamint az ipari üzemek talajt, vizet és levegőt szennyező anyagaival – *az immissziókkal* – szemben rezisztens fajtákra, az urbanizációs károsítások által kiváltott ún. *stresszhatás* vizsgálatára. Ilyenkor elsősorban azt kell meghatározni, hogy az egyes fajok, ill. azok egyedei mennyire tűrik az említett szennyeződések. Ezeket a *rezisztens egyedeket kell* azután *oltással vagy dugványozással elszaporítani*. Sok esetben önálló cél az ilyen rezisztencia növelése, hiszen az európai országokban több százezer hektár az ipari üzemek immisszióival károsított erdők területe. Elsősorban a kén-dioxid- és fluortartalmú gázok károsak, s ezekre legérzékenyebbek a fenyőfélék. A legyengült fákat a rovarok vagy a betegségek is könnyebben megtámadják. Magyarországon ezt a kérdést Papp (1962) vizsgálta.

A nemesítési program kidolgozásakor szem előtt kell tartanunk, hogy *nincsen az immisszióknak abszolút ellenálló fajfaj*. Valamennyi erdei fa kipusztul, ha hosszú ideig érik az immissziók. Vagyis, csak viszonylagos rezisztenciáról beszélhetünk, ami a korral és az ökológiai körülményekkel változik.

Az immissziók elleni rezisztenciára nemesítés során más gazdaságilag fontos jellegeket is szem előtt kell tartani annak érdekében, hogy a légszennyezett vidékek számára nemesített fajtákat akkor is eredményesen alkalmazhassuk, ha a károsítás csökken vagy megszűnik.

Először a *Larix* genuson belül találtak genetikailag igazoltan immissziótűrő egyedeket. A kéndioxid-hatásnak mesterségesen kitett fajok, alfajok, rasszok és változatok eltérően viselkedtek. (A *L. leptolepis* határozottan ellenállóbbnak bizonyult, mint a *L. decidua*.) A *Larix leptolepis* × *L. decidua* is ellenállóbb volt, mint a tiszta *Larix decidua* faj. A rezisztenciavizsgálatok azt mutatták, hogy az erdefenyőnél több az immisszióknak ellenálló változat, mint a lucfenyőnél (Rohmeder–Schönbach, 1959). A kérdéscsoporthoz tartozik a *száraz, erős szeleknek ellenálló formák, fajok kiválasztása*, amelyeknek elsősorban a védősávokban van nagy jelentőségük. Így pl. a kanadai prérin a Szovjetunióból származó erdefenyő-populációk ellenállóbbnak mutatkoztak, mint a többi származás. Ugyanerre a területre a *Caragana arborescens* kontinentális klímát tűrő változatainak a szelekcióját is programra tűzték. Az erdősávokba szánt fák rezisztenciakérdéséhez a *gyökérzeti típus* vizsgálata is hozzá tartozik. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a szélnek ellenálló éger-, illetve lucfenyőváltozatok gyökérrendszere is különböző.



## 2.53 Növényi kórokozókkal szembeni ellenállóképesség

A gombákkal, baktériumokkal és vírusokkal szembeni ellenállás növelése is fontos feladat, hiszen az okozott károk erősen csökkentik a fatermést, sőt némely esetben az egész erdőállományt tönkreteszik.

Az erdészeti genetikai kutatások igazolták, hogy lehetséges a különböző betegségeket okozó gombákkal, baktériumokkal és vírusokkal szembeni rezisztenciára nemesítés. A gyakorlati hasznosítás azonban csak néhány esetben adott. Gondosan meg kell vizsgálni, nem célszerűbb-e más eljárások, pl. kémiai és egyéb védekezőszerek használata. A nemesítési programok gondos ökonómiai elemzésének követelménye általános érvényű, és különösen fontos a növényi és állati károsítók elleni rezisztenciára nemesítés esetében. Így pl. nem gazdaságos a csíranövényeket károsító gombák elleni rezisztencianemesítés megkezdése, mert ezek ellen gyorsabban és olcsóbban védekezhetünk megfelelő vegyszerekkel. Nehezebb a döntés, ha pl. arról van szó, hogy nemesítsünk-e állományban a *Lophodermium pinastri*, *Cronartium asclepiadeum* (syn. *Cr. flaccidum*), *Melampsora pinitorqua* stb. elleni rezisztenciára. Minthogy ezeknél a vegyszeres védekezés eddig alig adott valami eredményt, nem marad más választás, mint a rezisztenciára nemesítés.

Kultúrnyárainkat (a *Leuce* szekció néhány fajtától eltekintve) kizárólag vegetatív úton szaporítjuk. A szaporításnak ez a módja ugyan nagy előnyt jelent a nemesítőnek, ugyanakkor azonban nagy veszélyeket is rejt magában, amelyek a klón genetikai homogenitásából fakadnak. Az alkalmazott egyklónú kultúrnyárfajtáknál valamennyi növényegyedet azonos környezeti viszonyok között, azonos mértékben veszélyeztetik az újonnan fellépő élősködő gombák, baktériumok stb. A kéreg- és levélkárosítókkal szemben nagymértékben rezisztens fajták előállítására ezért az egész nyárnemesítés, de az egyéb fafajok nemesítésének is egyik problémája (Gergác, 1975).

A származási vizsgálatokkal megállapították, hogy az erdeifenyő areájának keleti és északi részéből származó populációk ellenállóbbak a *Lophodermium pinastri* szemben, mint a déli származások. Németországban a finn erdeifenyő-származások ellenállóbbnak bizonyultak, mint a hazaiak (Dengler, 1955).

A *Rhabdocline pseudotsugae* és a *Phaeocryptopus gäumannii* Európában is erősen támadja a duglászfenyőt, de a tengerparti származásúak ellenállóbbak, mint a hegyvidékről behozott populációk.

A *Populus deltoides* levelén a *Melampsora* gombára fogékonyság domináns öröklődésű. Az euramerikai nyárak és fűzek *Dotichiza populae* törzskárosítójával kapcsolatosan ugyanez a helyzet. A *Populus tremula* × *P. tremuloides* hibridet a *Valsa nivea* erősen támadja, jóllehet a parazita csak a *P. tremulának* a szaprofitája. A biokémiai vizsgálat a hibrid kérgében szacharózt mutatott ki, ami a szülőkből hiányzik.

Európában a gesztenyetermesztést régóta veszélyezteti, Amerikában pedig majdnem lehetetlenné tette az *Endothia parasitica* gomba. Megállapították, hogy a *Castanea dentata*, *C. crenata* és *C. mollissima*, továbbá a *C. pumila* és *C. sengvini* közötti hibrideknek nagyobb az ellenállóképességük, mint a szülőké. A vizsgálatok igazolták, hogy a *C. sativa* és *C. mollissima* klónjai közül számos teljesen rezisztens a gombával szemben.

Ismeretes, hogy a *Scolytus* ssp. *Hylorgopinus rufipes* rovar által terjesztett *Ceratocystis*

ulmi nevű gomba az utóbbi évtizedekben Európában, Amerikában, és részben Ázsiában is nagymértékben pusztította a szilfajokat. A gomba ellen eddig minden kémiai szer hatástalan maradt, így a rezisztenciára nemesítés az egyedüli fegyver. Az eddigi kutatások szerint az *Ulmus hollandica* × *U. carpinifolia* × *U. pumila* hibrid és még néhány klón rezisztens (in: *Enescu* 1972; *Arisumi–Higgins*, 1961 nyomán).

Az öttűs fenyőket erősen károsítja a simafenyő-héjzrosda (*Cronartium ribicola*). A *Pinus strobus* és *P. monticola* megtizedelt állományaiban az USA-ban néhány ellenálló egyedet találtak, s ezekből eltelepítették az első olyan magplantázásokat, amelyekből az említett gombának ellenálló magot remélnek. Az ellenállóképességet az említett két fenyőfaj rezisztens fenotípusainak a keresztezésével is növelik (in: *Enescu*, 1972; *Callahan*, 1966 nyomán).

Európában az erdefenyőt nagyban károsítja a *Cronartium flaccidum* (syn: *Peridermium pini*), azonban az egyes egyedek, ill. származások a gombának eltérő módon állnak ellen, amit a rezisztenciára nemesítésben figyelembe kell venni. Hasonló a helyzet a *Melampsora pinitorqua* gombával is.

A *Dasyscypha wilkommii* elsősorban az európai vörösfenyőfajokat támadja. A *Larix leptolepis* × *L. decidua* keresztezésével nyert hibridek ellenállnak a ráknak.

Az ellenállóképesség javítása csak úgy lehetséges, ha jól ismerjük a károsító szervezet és a gazdanövény közti kapcsolatokat, a parazita biológiáját. A betegségekkel szembeni rezisztenciát ugyanis egyrészt a gazdanövény és a parazita genotípusa, másrészt a környezeti körülmények határozzák meg. A kérdés vizsgálata csak a szakterület specialistáinak (genetikusok, fitopatológusok, entomológusok, fiziológusok stb.) széles körű együttműködésével lehetséges.

A gombák, baktériumok vagy vírus által okozott betegségeket először természetes körülmények között, az állományban kell vizsgálni ahhoz, hogy a rezisztenciára vonatkozóan adatokat nyerjünk. A kutatás második lépése a rezisztens fenotípusok kiválasztása és az ellenállóképesség vizsgálata klónkísérletekben vagy fajta-összehasonlító kísérletekben, utóvizsgálatokban. Itt mesterséges (provokatív) fertőzéseket kell végrehajtani, majd a rezisztens törzsfákat ki kell válogatni és vegetatív úton kell elszaporítani, illetve klónplantázásokat kell létesíteni.

Ha fajok között keresztezünk a rezisztencia növelése céljából, figyelembe kell venni, hogy a hibrid kondíciója befolyásolja a rezisztens gének hatásfokát. Egyes esetben a fajhibridek rezisztenciája recesszív (*Pinus griffithii* × *P. strobus*), máskor domináns (*Larix decidua* × *L. leptolepis*). A reciprok keresztezések újabb lehetőséget nyújtanak a betegségekkel szembeni ellenállás fokozására. Az ilyen irányú nemesítési munka hatásfokát természetesen nagymértékben befolyásolja a vegetatív szaporítási módszerek tökéletesítése (*Kleinschmit*, 1961).

## 2.54 Állati károsítókkal szembeni ellenállóképesség

A rovarok erdeinkben mindig jelen vannak, de tevékenységük csak bizonyos határon túl bontja meg az erdő egyensúlyát.

A rovarokkal szemben — azonos környezetben — eltérő módon fellépő rezisztencia okai a következők:

- egyes fák nem kedvezőek a rovarpeték elhelyezésére, nem nyújtanak védelmet vagy táplálékot;
- egyes fák toxikus (antibiotikus) vegyületeket tartalmaznak, és ennek következtében nem felelnek meg a rovar biológiájának (*antibiózis*);
- egyes rezisztens fák eltűrik a károsítás olyan mértékét, amelytől a többiek elpusztulnak, ill. erősen károsodnak.

*Az erdei fák a rovarkárosítást tekintve is nagyon változékonyak.* Ez a változékonyág nemcsak a fajok között, hanem ugyanazon fajon vagy származáson belül, vagy egyes egyedek tekintetében is nagyon eltérő.

A rovarok a fák növekedését a levélfelület károsításával vagy a sejtmedvek fogyasztásával gátolják. A rovarkárosítás következtében egyes kórokozó gombák, baktériumok vagy vírusok is nagyobb mértékben lépnek fel. A fiatal, erőteljes növekedésű egyedeket általában kevésbé károsítják a rovarok, mint az idős fákat.

Az akác és a nyár esetében számos adatot találunk az irodalomban, amelyek egyes klónok ellenállóképességét bizonyítják (*Gergác, 1978; Keresztesi, 1978*). A *Pinus strobus* egyes populációi ellenállóbbak a *Pissodes strobival* szemben, mint a többiek. Az elterjedési terület északi részén több a rezisztens egyed, ill. klón, mint a déli területeken. A vékonyabb kérgű és rövidebb csúcshajtású simafenyők kevésbé érzékenyek az említett rovarral szemben. *Heimburger (1963, in: Enescu, 1972)* azt találta, hogy a keskeny koronájú és lassú növekedésű egyedek rovarinvázió esetében is ellenállóbbak. Az északabbra vitt egyedek kevésbé ellenálló, mint az őshonos populációk. A rovarok okozta kár nagyobb volt, ha az egyedeket a *Cronartium ribicola* gomba is károsította.

Egyes duglászfenyő-populációk teljesen rezisztensek a *Chermes cooleyivel* szemben, és ezt a tulajdonságukat oltványklónjaik erősen változó környezeti körülmények között is megtartották. Egyfajta *Chermes* megtámadja a *Larix deciduát*, de nem károsítja a *Larix leptolepist* (*Larsen, 1956*).

Ismeretes, hogy a *Pinus*-féléket – különösen az areán kívül telepített erdeifenyőt – nagymértékben megtámadja a *Ryacionia buoliana*, főleg meleg és száraz júliusi időjárás esetén. Egyes populációk azonban rezisztensek, és különösen sok a rezisztens feketefenyő-populáció. A *Pinus resinosa* viszont kifejezetten érzékeny.

*A fák rezisztenciáját a rovarokkal szemben több lépcsőben lehet javítani.* Először is tanulmányozni kell a fajok közötti és a fajon belüli változékonyágot. Ezután következik a rezisztensnek tűnő populációk vagy egyedek kiválasztása. Némely esetben az ún. *indirekt szelekció* mutatkozik eredményesnek. Ennek az a lényege, hogy ha egy A-val jelölt jellegzetességet kell megjavítani, a szelekciót egy olyan B jelleg szerint kell végeznünk, amely A-val korrelációban van. Az ilyen szelekció különösen akkor eredményes, ha a B jelleg meghatározása és mérése kevesebb munkával, költséggel jár, mint az A jellegé, továbbá abban az igen kedvező esetben, amikor a B jelleg szerinti szelekciót fiatalabb korban lehet végrehajtani, és a B utódai, valamint a környezet között szorosabb a kapcsolat, mint A esetében.

*Természetesen a rovarrezisztenciára nemesítés módszere is változik, az illető fafaj üzemi szaporítása szerint.* A vegetatív módon szaporított fajoknál a szelekciós munka leegyszerűsödik. Ha üzemi magról szaporítják a fajt – pl. a simafenyőnek a

*Pissodes strobival* szembeni ellenállóképességét akarjuk növelni két generációban —, a következő lépésekkel juthatunk eredményre:

1. a rezisztens egyedek fenotípusos szelekciója,
2. az általános átörökítőképeség megállapítása keresztezéssel, az anyai utódvizsgálatok segítségével, és
3. a speciális átörökítő hajlam meghatározása mindkét szülő keresztezésével végrehajtott utódvizsgálattal.

Természetesen ekkor csak néhány szülőt vonunk be a vizsgálatba.

Másik, ugyancsak sokat ígérő megoldás a *fajhibridizáció*, beleértve a visszakeresztezéseket is.

Természetesen a rovarokkal szembeni ellenállóképesség javítása is csak a genetikusok, entomológusok, fiziológusok és gyakorlati szakemberek szoros együttműködésével lehetséges, továbbá szükség van az egyes kutatóállomások közötti, valamint nemzetközi együttműködésre is.

A rezisztenciára nemesítést ma többnyire a *nagy teljesítményű*, de betegségekkel vagy károsításokkal szemben többnyire *érzékeny fajták és a rezisztens alakok kombinálásával* végezzük. Az alap a rezisztens egyedek, populációk szelektálása.

# 3. Nemesítési módszerek nagy változékonyság esetén

## 3.1 Alapelvek, a módszert befolyásoló tényezők

Gyakorlati módszertani szempontokat figyelembe véve, *a nemesítési eljárásokat 5 csoportra oszthatjuk:*

1. az értékes egyedek és populációk kiválasztása (szelekciós nemesítés),
2. fajok közötti vagy fajon belüli keresztezés,
3. poliploidia és mutációra nemesítés,
4. behozott (exóta) fajfajok vizsgálata,
5. a nemesítési eredmények ellenőrzése.

*Csupán a kiválasztást lehet önmagában végezni. A többi esetben a nemesítési célt a meglévő vagy új örökletes anyag kombinációjával igyekszünk elérni, de a hibrid-sokaságból, a poliploidokból vagy mutánsokból ki kell választani azokat az egyedeket, amelyek a nemesítés célját leginkább kielégítik. A kiválasztás tehát gyakran a fajok közötti vagy fajon belüli keresztezéssel kell egybekapcsolni azért, hogy a genetikai nyereségek egymást kiegészítsék. A jelenlegi időszakban, amikor az erdészeti növény-nemesítés elsősorban nagyon változékonny vad fajokkal dolgozik, a kiválasztás a legfontosabb nemesítő eljárás, és ettől várhatjuk gyakorlati szempontból a legtöbb eredményt.*

Módszertani szempontból valamennyi nemesítési eljárásban közös, hogy a nemesített anyag genetikai értékét modern kísérleti technikával létesített összehasonlító ültetvényekben vizsgáljuk és azokat matematikai-statisztikai módszerekkel értékeljük. *A nemesítési módszer megválasztását a fajok biológiai tulajdonságai, a nemesítési célok, a megjavítani tervezett jellegek változékonysága, a faj areája, kora, a rendelkezésre álló anyagi és szellemi erők szabják meg.*

*Elsősorban azoknak a fajoknak a nemesítését tűzzük ki célul, amelyeket mesterségesen újítunk fel.*

A nemesítésbe vont *faj biológiai tulajdonságai* nagymértékben meghatározzák a nemesítési módszert. Elsősorban a szaporodást kell figyelembe venni, mert a populáció genetikai struktúrájának módosítása (pl. kiválasztással), a mutáció, valamint a poliploidia révén nyert génkombinációk ebben a folyamatban adódnak tovább. Ilyen szempontból különbséget kell tenni a nemesítéskor alkalmazott szaporítás és a gyakorlati célt szolgáló, üzemi szaporítás között. A fák nemesítésekor is meghatározó az ivaros vagy a vegetatív szaporítási mód. Pl. ha az illető faj könnyen szaporítható dugvánnyal, az egész nemesítési és szaporítási eljárásban *a klónszelekcióra és a klónvizsgálatra* fogjuk a súlyt fektetni.

A kölcsönösen megporzó növények ivaros utódai heterozigóták: azokat *családnak* mondjuk. Egyetlen önmegporzó növény utódait *vonálnak* nevezzük; ebben az esetben az egymás után következő generációkban genetikai szempontból azonos egyedek vannak jelen. Ezekre a szempontokra a nemesítési eljárás kiválasztásakor figyelemmel kell lenni.

A *nemesítés időtartamát* többek között az ivarérettségi kor és a virágzás, terméskötés időszakossága szabja meg. Korán virágot hozó fajnál (pl. akác) már az induláskor genotípusos kiválasztást lehet végrehajtani, és függetlenül az elfogadott nemesítési eljárástól az eredményeket a gyakorlatban viszonylag rövid idő alatt hasznosítani lehet.

A *faj élettartama*, ill. a vágáskor *is megszabja a nemesítés stratégiáját*, különösen abban az esetben, ha a fatermés növelése a cél. A rövid vágásfordulójú faj (pl. nyár, fűz, eukaliptusz) esetében a származás- vagy utódvizsgálat rövid ideig tart, és a fatermésre nézve már 10–15 év alatt végleges eredményt kapunk. Ezzel szemben az erdeifenyőnél 30–40 év és a tölgy esetében 60–80 év után kapunk megbízható eredményt.

A nemesítési módszert az is meghatározza, hogy hány tulajdonság, ill. jellegzetesség alapján végezzük a kiválasztást. Ezért a figyelembe vett *jellegzetességeket és tulajdonságokat* gazdasági jelentőségük, az öröklékenység és a tulajdonságok változékonysága szerint *rangsorolni kell*. A kiválasztás által elért genetikai nyereség annál nagyobb, minél nagyobb a faj egyedi változékonysága a fajon belül. Ilyen információt ad az *örökölhetőség értéke* is. Erre az egyes szerzők eltérő eredményeket közölnek. Az eltérés oka az, hogy a számítási módszer a populációtól vagy az összehasonlító ültetvény tulajdonságaitól függően eltérő adatokat ad. Ezért az egyes szerzők eredményeit megfelelő körültekintéssel kell értékelni.

Az *egyidejűleg több tulajdonság megjavítását* célzó nemesítési munkának is az az elsődendő célja, hogy az állomány a területegységen maximális termést adjon. Egyébként a nemesítő ritkán tűz ki egyetlen célt nemesítési programjában. Gazdaságossági szempontból sem célszerű, ill. lehetetlen egyetlen jelleg szerint végezni a nemesítőmunkát, hiszen a faegyed értéke számos tulajdonságtól függ. *A fákat mint egységet kell tehát tekinteni*.

Az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer az ún. *lépcsős (tandem-) szelekció*, amelynek során előbb az egyik jelleg szerint szelektálunk, majd következik a másik jelleg, és így folytatjuk a munkát, amíg a kívánt nemesítési feladatot teljesítjük. A hosszú élettartam, ill. az egymás után lassan következő generációk korlátozzák ennek a módszernek az alkalmazását. Mégis így kell eljárunk, ha egyetlen tényező (pl. a rezisztencia hiánya) lehetetlenné teszi a fafaj gazdasági felhasználását.

Másik eljárás, amikor *a szelekciót több jellegzetesség egyidejű figyelembevételével végezzük*, mindegyikre megszabva egy nemesítési szintet.

Legeredményesebb a *szelekciós index* alkalmazása, amely lehetővé teszi az egyedek érték szerinti rangsorolását. A szelekciós index több tulajdonság összevont értékének komplex mutatója. Meghatározásához szükség van az indexbe beépített valamennyi jellegzetességre vonatkozó fenotípusos és genotípusos variancia és kovariancia meghatározására. Minden tulajdonságot súlyozunk, általában gazdaságossági nézőpontból, tehát ökonómiai súllyal. Az index meghatározásának modern biometriai mód-

szereti a diszkriminanciafüggvényen alapulnak, ami lehetővé teszi a nemesített anyag örökletes tulajdonságainak messzemenő figyelembevételét a szelekciós munkában. A szelekciós index szerint végzett kiválasztás hatékonyabb, mint a tandem szelekció és a több tulajdonság szerinti egyidejű, de független szelekciós határokat megadó szelekció.

A szelekciós eljárástól függetlenül szükség van az öröklékenységre vonatkozó szabatos információkra, az egyes jellegzetességek gazdaságosságának és összefüggéseinek vizsgálatára. Ha a több jellegre irányuló nemesítőmunkát eredményesen akarjuk folytatni, fokozni kell az idevágó *kutatómunkát*.

*A nemesítési módszerek a kvantitatív genetikai törvényeken alapulnak, és az állományok genetikai összetételétől, valamint biológiai tulajdonságaitól függően sajátos nemesítési módszereket kell kidolgozni. A nemesítés irányítása és a genetikai nyereség érdekében az alap kutatásokban genetikai paramétereket kell meghatározni. Mégpedig:*

- *elemezni kell a szelekciós indexet – amint említettük –, ami lehetővé teszi a két vagy több tulajdonság szerinti egyidejű szelekciót, továbbá megszabja a szelekció folytatásának a módját az elkövetkező generációkban;*
- *meg kell határozni az örökölhetőség értékeit azokra a fontosabb tulajdonságokra vonatkozóan, amelyeket az egyedszelekciónál figyelembe veszünk;*
- *vizsgálni kell a fenotípus és genotípus közötti korrelációkat; a tulajdonságkapcsolatok tisztázásához és abból a célból, hogy a fiatalkori – időskori összefüggéseket megismerjük (korai értékelés).*

Megnehezíti a nemesítési munkát az a sajnálatos körülmény, hogy keveset tudunk az erdei fák fizioológiájáról. Az erre irányuló kutatásoknak elsősorban két irányban kell folyniuk: először is vizsgálni kell azoknak a jellegeknek a fizioológiáját, amelyek alapján a szelekciót végezzük (csak így hajtható végre az indirekt szelekció), másodsorban kutatásokat kell végezni a genetikailag megjavított anyag szaporodásbiológiájára vonatkozóan (virágzásindukálás, vegetatív szaporítás stb.).

A részleteket tekintve különösen a *növekedés és a fejlődés fizioológiájára* kell figyelmet fordítani, és meg kell ismerni:

- a különböző „genetikai elemek” (ezen a vizsgált egységet, a variánst, származást, utódot, klónt stb. értjük) *termo- és fotoperiodikus reakcióját* az egyes termo- és fotoperiódusok időszakában,
- az elágazási típusokat, a törzs viselkedését, *fitotropizmusát* ahhoz, hogy a korai értékelés során ezt a tulajdonságot felhasználhassuk,
- a rügyek és a magvak *nyugalmi állapotát*, azoknak a kapcsolatát a külső ökológiai tényezőkkel, a *serkentő, ill. inhibitor anyagokat*, amelyekkel a nyugalmi állapotokat szabályozhatjuk,
- a fenyőfélék fiatal egyedeinek *virágzásindukálási módszereit*, miáltal sok időt nyerünk a nemesítőmunkában,
- a korszerű és gazdaságos *vegetatív szaporítást* dugványozással és oltásokkal (ezeket a módszereket az üzemi méretekben való alkalmazás végett szabványosítani kell),
- a magvak és a fiatal csemeték jellegzetességeit, elsősorban *fizioológiai és biokémiai ismérvek* segítségével, hogy bármikor be tudjuk azonosítani a termesztésbe vont genetikai elemeket.

*Az alkalmazott kutatásoknak és a gyakorlati nemesítési munkának* elsősorban a következőkre kell irányulniuk:

- *származásvizsgálatok és az értékes populációk szelekciója* abból a célból, hogy a különböző földrajzi előfordulások fenotipikus változékonyságának genetikai és ökológiai okait felderítsük;
- *az értékes fák (törzsfák) szelekciója, klónvizsgálata és keresztezése*, összekapcsolva ezt a munkát az utóvizsgálatokkal; az utóbbi az ún. *elitfák* kijelölését teszi lehetővé

a genotípus és a környezet kapcsolatát taglaló főbb genetikai paraméterek segítségével;

– erdőgazdasági szempontból a *poliploidia*ra és *mutáció*ra nemesítés is értékes új alakokat, fajtákat eredményezhet, bár a módszer eredményességét előre nem lehet megítélni;

– *honosítási, fajtabevezetési* munkát kell végezni, hogy a helyi flórát gazdagítsuk, új termőhelyálló fajtákat találjunk, fokozzuk az állományok fajtagazdagságát az erdő sokcélú feladatainak kielégítésére, növeljük a fatermést és szélsőséges termőhelyekre is alkalmas formákat honosítsunk meg;

– a korszerű *maggyártás* gyakorlati problémáinak a megoldására is törekedni kell, vagyis keressük a gyors és olcsó maggyűjtési technológiákat, a mag kezelésének, tárolásának, feldolgozásának hatékony eljárásait, hogy a nemesített anyagot minél hamarabb és minél gyorsabban adhassuk át a gyakorlati termesztésnek;

– keresni kell azokat a *természeti eljárásokat*, amelyek segítségével a nemesített növényanyag javított tulajdonságai fokozottan hasznosíthatók a termelési cél elérése végett.

Nem túlzás, ha azt állítjuk, hogy *az erdészeti növényemesítési kutatásoknak elsőbbséget kell adni hazánkban*, és ezekben nemcsak a tudományos célokat, hanem elsősorban a gyakorlati fatermesztés céljait kell szem előtt tartani. *Tevékenységünket a legértékesebb fajok erdőgazdaságilag fontos tulajdonságainak megjavítására kell összpontosítanunk.*

Hallgatóinktól a genetikai alapok ismeretét feltételezzük. Az egyes fejezetekben ezért csupán utalunk az örökléstani alapismeretekre, és részletesebben az erdészeti növény-nemesítés szempontjából elsősorban eredményt ígérő – az előzőkben felsorolt – eljárásokat tárgyaljuk. A fejlődéssel lépést tartó erdőmérnöknek ismernie kell a *kísérletezés metodikáját* is, ezért az ezzel kapcsolatos alapelveket is tartalmazza a könyv.

A nemesítés általában természetesen előforduló vagy telepített fajok egyedeivel, csoportjaival vagy populációival folyik. A módszer megválasztása és az eredmény nagymértékben függ a kiindulási anyagtól. Az erdészeti növény-nemesítő többnyire vad fajokkal dolgozik, amelyek az adaptív tulajdonságok, jellegek tekintetében nagyon változatosak.

Az egész szerves világ különböző megjelenési formák áttekinthetetlen tömegét tárja elénk. Az állat- és növényvilágot bizonyos kategóriákba sorolják be azért, hogy bizonyos áttekintést kapjunk a formák tömegében. Ezek közül a nemesítésben elsősorban a nemet (*genus*), a fajt (*species*) és az alfajt (*subspecies*) kell említenünk. Sokszor már egy alfajnak a fajtól való elhatárolása is nehézségeket okoz. Mégis, a rendszer legalacsonyabb egysége sem homogén. Pl. minden lucfenyőnek más megjelenési formája még akkor is, ha az összehasonlított lucfenyők pl. ugyanannak az anyaállománynak az utódai, és ugyanabban a vető-, ill. iskolázóágyban vagy állományban nevelkedtek. A nemesítőt a legalacsonyabb rendszertani kategórián belüli változatoság érdekli leginkább.

*Változékonyság (variabilitás)* az élőlények azon általános képessége, hogy külső (*fenotípusos*) vagy belső (*genotípusos*) hatásokra megváltoznak, *változatosságot (variáció)* eredményeznek. Minden genetikai változékonyság végső forrása a *mutáció*, amely azonban egy adott populációba néha más populációból közvetve (*génáramlás, keresztezés*) jut be. E változékonysági lehetőségeket szinte a végtelenségig fo-



kozhatja a *rekombináció*. A genetikai változékonyságnak két típusát különböztetik meg: 1. *szabad genetikai* változékonyság, amely a fenotípusban is manifesztálódik, s ezáltal a szelekció hatásainak is ki van téve; 2. *potenciális* vagy *rejtett genetikai* változékonyság, amely nem manifesztálódott ugyan, de későbbi generációkban érvényesülhet, így a populáció megváltozási képlékenységét (flexibilitását) fokozza. A fajon belüli *változatosság jelentkezhet: élettani eltérésekben* (gyorsabb anyagforgalom, erőteljesebb növekedés stb.), eltérő *ökológiai igényekben, anatómiai és morfológiai* jellegekben, a károsítók és károsítások elleni különféle *rezisztenciaképességben* stb.

A *vadon tenyésztő növények s erdei fajfajaink* is éppen ezért rendkívül nagy élettani, ökológiai és morfológiai változatosságot mutatnak: egyedileg *heterozigóták és populációjuk* is rendkívül *heterogén*. Viszont *alkalmazkodóképességük* emiatt rendszerint igen *széles*. Ha ehhez még hozzávesszük az egyedfejlődés során fenotipikusan jelentkező alkalmazkodásbeli változások, a modifikációk megjelenését, az élővilág nagy változatossága könnyen megérthető.

A genetikai variációt több fajfajnál tanulmányozták, és főleg a *Pinus*-féléknél elemezték azt közelebbről. Így pl. a magassági növekedést a *Pinus ponderosa* (Callahan-Hasel, 1961), a *P. silvestris* (Wright, 1963; Mátyás Cs., 1975), *P. eliottii* (Barber, 1964), a *P. taeda* (Stonecypher, 1966), a *P. patula* (Armitage-Burrows, 1966), a *P. monticola* (Hannover-Barnes, 1969), *P. strobus* (Wright, 1970) és a *P. resinosa* (Fowler és Lester, 1970), a faminőséget a *P. radiata* (Nichols-Dadswell-Fielding, 1964; Szőnyi, 1978; Halupáné-Szőnyi, 1974, 1975), a rovarrezisztenciát a *P. banksiana* (King-Nienstaedt, 1965) esetében tanulmányozták. A *Pinus*okon kívül még főleg a következő fenyőknél számították általában a genetikai variációt ( $V_A$ ): *Pseudotsuga menziesii* (Campbell, 1964; Sziklai, 1964), *Picea abies* (Lacaze-Arbez, 1971), *Cryptomeria* (Toda, 1961).

A lombfák közül a nyárákat tanulmányozták a legintenzívebben (Schreiner, 1945; Heimburger, 1936; Koltay-Kopecky, 1954; Zsuffa, 1968; Piccarollo, 1951; Hattemer, 1966; Wilcox-Farmer, 1967; Keresztes et al., 1978; Tóth B. 1975 stb.). Továbbá Majer (1964, *Fagus sylvatica*), Mátyás V. (1961, *Fagus sylvatica*; 1970, 1971, 1973, 1975 *Quercus* genus), Kriebel (1969, *Acer saccharum*), Funk (1970, *Juglans nigra*), Tigerstedt (1966, *Betula verrucosa*), Kellison (1970, *Liriodendron tulipifera*), Kriebel (1965, *Quercus rubra*), Webb (1970, *Platanus occidentalis*), Wilcox (1970, *Liquidambar styraciflua*), Grisjuk (1959, *Gleditsia triacanthos*), valamint az eukaliptuszok különböző fajtáinak tanulmányozását tekintve Eldridge (1966), Moffett-Nixon (1963), Palmberg (1979) nevét említhetjük.

Említésre méltó a következő tulajdonságok genetikai variációinak kutatása: gyökérnövekedés (Wilcox-Farmer, 1968), törzsalak (Ehrenberg, 1961), koronaalak (Barber, 1961), águtalajosság (Strickland-Goddard, 1966), magalak (Kraus, 1967), levélforma (Kellison, 1970), fagyállóság (Rudolph-Nienstaedt, 1962; Dietrichson, 1962), rovarrezisztencia (Wright, 1963), gombakárosítás (Bingham és mtsai 1969; King-Nienstaedt, 1965), gyökeresedési képesség (Muzik-Cruzado, 1958), oltásképesség (Hanover, 1962), gyantahozam (Squillace, 1966), gumihozam (Burkill, 1959), tápanyagfelvétel (Walker-Hatcher, 1965), fotoszintézis és légzés (Ledig-Perry, 1967).

A variáció lehet *folytonos (kontinuus)* vagy *nem folytonos (diszkontinuus)*. Kontinuusan változik pl. a duglászfenyő ezermagtömege (3. táblázat), valamint a korai és a téli fagyokkal szemben való rezisztenciája is. Szigorú tél után pl. a duglászfenyőcsemetepopulációban tavasszal a teljesen károsodásmentes csemetéktől a barnult tűvégeket

3. táblázat. A duglászfenyő ezermagtömegének kontinuum változása Kanada különböző magszármaszási övezeteiben (Sziklai, 1973)

Mag-szár-mazási övezet	Átlagos szélességi fok	Ezermagtömeg (g)
1a	49,0°	9,5
1aa	47,3°	9,7
1b	44,4°	11,7
1c	41,0°	16,1
2a	49,3°	8,2
2b	47,6°	9,9
2c	45,8°	10,9
2d	43,7°	10,9
2e	40,3°	12,9
3a	50,0°	9,5
3b	49,8°	9,8
3c	48,8°	10,4
3d	44,2°	12,2
3e	43,7°	16,9
4	50,8°	9,8
5a	51,4°	10,5
5b	47,8°	12,5
6	53,1°	9,0
7a	50,9°	9,4
7b	48,2°	11,5

vagy megbarnult hajtásokat mutató csemetéken keresztül a teljesen elszíneződött csemetéig valamennyi átmenetet megtaláljuk. A tavaszi fakadás és az ezzel összefüggésben levő kései fagyok okozta károk tekintetében viszont — úgy látszik — diszkontinuum variációkkal van dolgunk (Schönbach, 1973).

Az irodalomban részletesen leírták, és különbözőképpen magyarázzák a *lucfenyő* szemmel jól megkülönböztethető *elágazási típusait*: a fésűs, a keféss és a lemezes luc-típusokat (2. ábra). Ezeket gyakorlatilag a faj egész elterjedési területén, ugyanabban a populációban, gyakran egymás mellett megtaláljuk. Bár a három fő típus mellett közbenső típusok is előfordulnak, nyilvánvalóan diszkontinuum variációról, a polimorfizmus egy példájáról van szó.

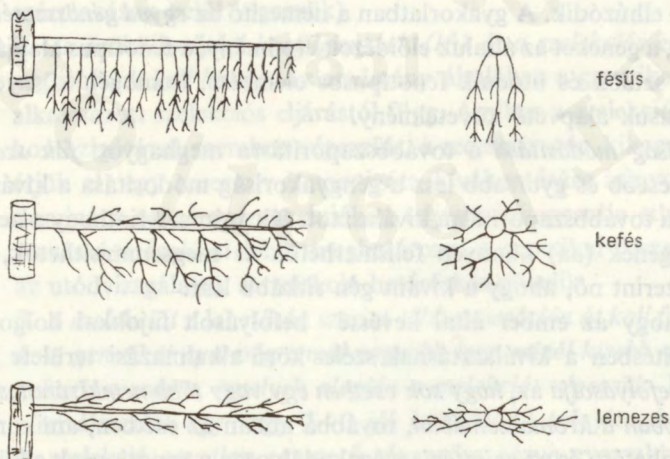
Ezzel kapcsolatban újabban Alexandrov (in: Tompa, 1977) a Rhodope-hegység autochton populációiban végzett nagyon beható elemzéseket. Eszerint a különböző luc-típusok gyakorisága a magassági fekvés szerint változik. Így pl. a fésűs lucok részaránya 1000 m-en 82%, de 2000 m-en csak 1,8%; a lemezes luc aránya 1400 m-en

3,5%, 2150 m-en 79,2%. A kefécs luc kb. 1600 m-en 74,1%-nak talált aránya a legmagasabb; alacsonyabb (1000 m-en 18%), valamint magasabb fekvések felé (2000 m-en 9,9%) egyaránt csökken. Vagyis a fésűs luc az alacsonyabban fekvő hegyvidéki termőhelyek ökológiai viszonyaihoz, a lemezes luc a magas övezetek környezeti viszonyaihoz alkalmazkodott jobban. A kefécs lucok, a fésűs és lemezes luc koronaszerkezetéhez többé-kevésbé hasonló átmeneti alakjaikkal (heterozigóták?) az alacsony és magas fekvésű termőhelyek között fordulnak elő leggyakrabban.

A fenyőtű színpolimorfizmusára a zöld, a szürke és a kék duglászfenyőt említhetjük. Mindhárom alakot ugyanabban a populációban is megtaláljuk, de az egyes populációkban eltérő gyakorisággal. Minthogy a zöldtűs formák többnyire a téli fagy iránt érzékenyek, a szürke és kék tűjűek a téli fagygal szemben ellenállóak, érthető az eloszlási görbe. A zöldek a Csendes-óceán partvidékén, a szürkék és kékek az elterjedési terület kontinentális részein és a hegységekben fordulnak elő nagyobb gyakorisággal.

A polimorfizmusra figyelmet kell fordítani, mert az egyes bélyegek részben adaptív jellegekkel korrelálnak, részben közvetlen szelekciós értékük van. Így pl. a Szovjetunióban úgy találták, hogy az erdefenyő vörös tobozpikkelyei több sugárzó hő képesek összegyűjteni, mint a világos színűek. A tobozok és magok fejlődése szempontjából ennek a ténynek, a sugárzó hő időjárástól függő eltérései miatt, jelentősége lehet (Prokazin, 1959).

Amikor egy bizonyos fajjal nemesítési módszerét igyekszünk megválasztani egy adott országban, igen fontos a genetikai variáció ismerete. Nemcsak az átlagértékek fontosak, hanem a szélsőségek is. Ha a populációkban a változékonyság igen nagy, akkor a hagyományos nemesítési módszerek alkalmazása a legajánlatosabb. Ez esetben a kívánatos egyedek kiválasztása, azok keresztezése és az utódok ellenőrzése a legbiztosabb út a sikerhez. Olyan esetben viszont, amikor a változékonyság kismértékű, mint pl. a *Pinus resinosa* esetében, ajánlatos mesterségesen – mutációra, poliploidia nemesítéssel – növelni a változékonyságot, és csak ezután alkalmazzuk a már említett hagyományos eljárásokat.



2. ábra. A lucfenyő másod- és harmadrendű ágainak állása

## 3.2 A kiválasztás

### 3.21 Fogalmak, célkitűzések

A *kiválasztás* (szelekció) olyan eljárások összessége, amelyek során a gazdasági vagy egyéb céljainknak legmegfelelőbb állományokat (populációkat) vagy egyedeket válogatjuk ki és természetjük tovább. Az eljárás kizárja a nemkívánatos egyedek továbbszaporítását.

A kiválasztástól elkülönítjük a *kiválasztódás* (kiválás) fogalmát, amely a természet erőinek spontán hatására bekövetkező szelektálódást jelent. Az erdőművelésben használják a *kiválogatás* kifejezést is. Ez is emberi tevékenységet, de mérlegeléssel egybekötött, többször ismételt kiválasztást jelent (pl. válogató gyérités).

Mai kultúrnövényeink legnagyobb részét az „egyszerű” kiválasztónemesítésnek köszönhetjük. Az eljárás ma is eredményt ígérő, különösen akkor, ha olyan populációban hajtjuk végre, amelynek genetikai variabilitását az ember eddig nem vagy csak kis mértékben korlátozta.

*A kiválasztás genetikai hatását tekintve két körülményt kell hangsúlyozni:*

- a kiválasztás következtében *nem nyerünk új géneket*; a módszer csak azt teszi lehetővé, hogy az utódok bizonyos kívánatos fenotípusokból álljanak, és ezáltal a szülőkből jelenlevő kiváló gének relatív gyakorisága növekedjék;
- a kiválasztás elsődleges hatása *a géngyakoriság befolyásolása*, egyes genotípusok előfordulásának módosítása, amelyek *állandóak maradnak* és a kiválasztás megszűnése után is *irreverzibilisek*.

A kiválasztás az egyedekre hat, és ezért nem mindig azonos a szerepe a géngyakoriság módosításában. Így, ha egy domináns (A) gén szelekciójára irányul a munka, mivel a heterozigóta (Aa) ugyanúgy viselkedik, mint a homozigóta (AA), az ellentétes allélt (aa) kétszeres gyakorisággal zárjuk ki. A kiválasztás hatásfoka azonban csökken és a szelekció elhúzódik. A gyakorlatban a nemesítő az *egyed génösszetételét indirekt módon elemzi*, a géneket az általuk előidézett eredmény, a fenotípus alapján határozza meg, ezért a szülők és utódaik fenotípusos elemzése, homogén környezetben való összehasonlításuk alapvető követelmény.

*A géngyakoriság módosítása* a továbbszaporításra meghagyott *fák számától függ*. Annál erőteljesebb és gyorsabb lesz a géngyakoriság módosítása a kívánt irányban, minél kisebb a továbbszaporításra kiválasztott fák száma. Minthogy a nemkívánatos, homozigóta gének (aa) könnyen felismerhetők és megsemmisíthetők, a szelekció hatásfoka aszerint nő, ahogy a kívánt gén ritkább lesz.

Említettük, hogy az ember által kevésbé befolyásolt fajokkal dolgozó erdészeti növénynemesítésben a kiválasztásnak széles körű alkalmazási területe van. *Hatásfokát mégis befolyásolja az, hogy sok esetben egy vagy több nemkívánatos gén kapcsolódik ugyanabban a kromoszómában, továbbá abban az esetben, amikor a nem allél gének kölcsönhatása és az episztázis megakadályozza a genotípusok elkülönítését, ill. egyes gének hatásfokát csökkenti vagy megszünteti.*

*Az erdei fák kiválasztásos nemesítése, a mezőgazdasági növények vagy háziállatok nemesítésével összehasonlítva lassúbb, mert*

1. a fák időszakosan virágoznak,
2. az ivarérettség idősebb korban következik be, és
3. a generációk lassabban követik egymást,
4. hosszú élettartam következtében a kiválasztott egyedre bizonyos külső tényezők hosszú ideig hatnak,
5. a környezeti tényezőknek nagy szerepük van a fenotípus kialakításában.

*Ezért az erdész nemesítő költséges kísérleti technikát alkalmaz és munkaigényes matematikai számításokat kénytelen végezni. Ugyanezen okok miatt a tulajdonságok megjavítása csak hosszabb idő alatt és nehezebben lehetséges. Nyilvánvalóan nagy jelentőségűek azok a kutatások, amelyek az időtényezők legyőzésére irányulnak (virágzás- és termésstimulálás, korai értékelés).*

Másrészt, az erdei fák egyes tulajdonságai előnyt is jelentenek, mert pl. a vegetatív szaporítású kiválasztott anyag eredeti formájában tetszőleges ideig, gyakorlatilag korlátlanul fenntartható. Így az erdei fák kiválasztása lépcsőn való felhaladáshoz hasonlítható. A lépcsőfokokon meg lehet kissé állni és megújult erővel lehet a nemesítési programot továbbvinni.

Az erdei fák egyik nagy előnye, hogy egy-egy magtermő évben ugyanaz az egyed hatalmas mennyiségű virágot és termést ad, különösen az apró magot termő fák. Következésképp az utóvizsgálatokat nagyszámú egyeddel hajthatjuk végre. Az is említésre méltó, hogy a faegyedek számos jól elkülöníthető tulajdonságban különböznek egymástól.

**A kiválasztásos nemesítésnél a következő alapelveket kell figyelembe venni:**

1. A különböző származások fatermése egymástól gyakran 25–50%-kal is különbözik, ezért a legjobb származások a legbiztosabb kiindulási alapok (általában a fák kiválasztását egy értékes rasszon, ökotípuson vagy származáson belül végezzük).
2. Az örökölhetőségi koefficiensnek ( $h^2$ ) és a szelekciós eltérésnek minél nagyobbak kell lennie. Az eredmény általában a genetikai alaptól és az alkalmazott szelekciós eljárástól függ. Amikor a szelekciót egy recesszív homozigótával szemben végezzük, a recesszív gén kikapcsolását lassan érjük el; egy recesszív homozigóta kiválasztására irányuló nemesítés a domináns gént egy generációban teljesen kikapcsolja stb. Csak a származáskutatásokkal lehet meghatározni a genetikai összetételt, továbbá az utóvizsgálatok a szelekció hatásfokát növelik.
3. A szelekciót a lehetőség szerint több generáción át kell folytatni.
4. A genetikai nyereség annál nagyobb lesz, minél kisebb azoknak a jellegeknek a száma, amelyek alapján a szelekciót végezzük. Ezért ajánlatos a kiválasztást egy vagy 2–3 jól átöröklődő tulajdonságra korlátozni. A szelekció egyetlen egyszerű tényezőre nézve gyorsabb és könnyebb, mint ha egy olyan komplex jelleget veszünk figyelembe, mint a növekedés.

Ilyenkor tudni kell, hogy a kiválasztott jelleg milyen egyéb tulajdonságokkal korrelál, és a szelekciót rendszerint *indirekt* módon kell folytatni. A szelekciót azonban a jövő számára végezzük, emiatt helyesebb több tulajdonság alapján végezni a kiválasztást. Így a rezisztenciára és (generatív úton szaporított fajoknál) a fertilitásra, egyéb fontos tulajdonságok – mint a nagy növedék, finomágúság stb. – mellett minden körülmények között tekintettel kell lenni. Ez néhány problémát vet fel. *A több tulajdonságra való kiválasztás engedményeket követel.* A legmagasabb és legvastagabb fák ritkán legjobbak egyúttal pl. a fűrészipar szempontjából is. Könnyű belátni, hogy a *szelekciós intenzitás – és ezzel együtt az elérendő genetikai nyereség az egyes jellegek tekintetében – a kiválasztási ismérvek számának szaporodásával csökken.*

*A szelekciós indexek az egyes tulajdonságok erdőgazdasági és ökonómiai jelentőségét figyelembe veszik.*

5. A mesterséges kiválasztásnak *nem kell a kiválasztóaszt követnie*, mert a természetben sokszor a faj fennmaradása szempontjából értékes, bőhön-cösödő, bőven termő egyedek érvényesülnek, amelyek mai megítélésünk szerint rendszerint nem felelnek meg gazdasági céljainknak.

6. A nemesített populációkban *az önbeporzást lehetőleg mellőzni kell*, vagyis a szelektált egyedekből egy kötelező minimális számot kell tartani. Így pl. a magplántázásba legalább 20–25 klón oltványait (de jobb 50–100-at) kell elhelyeznünk.

7. A kiválasztásos nemesítés *azoknál a fajoknál nagyon eredményes, amelyeket rendszeresen mesterségesen újítunk fel.* A természetesen újuló állományokban sokkal inkább a genetikai elveken nyugvó, *intenzív erdőművelés* javasolható, mint a szorosan vett genetikai szelekció.

**A kiválasztás célkitűzései** a nemesítés általános célkitűzéseivel egyeznek. Vagyis a munka a növekedés fokozására, a törzs- és a koronaalak javítására, a korai vagy későn fakadásra, a faminőség javítására, a károsítókkal szembeni ellenállóképesség növelésére, a bő magtermésre vagy az erdőművelési beavatkozások tűrésére, elmaradásuk elviselésére irányulhat.

A fenotípusos és genotípusos szelekció alkalmazását az dönti el, hogy a fenotípus és a genotípus között milyen korreláció létezik, továbbá az, hogy a kérdéses jellegzetesség genetikailag milyen mértékben öröklődik.

## 3.22 Kiindulási alapanyag

Mint a korábbi fejezetekben említettük, a nemesítő lehetőleg *természetes populációkban* végzi a kiválasztást, amelyek az evolúciós folyamat során a természetes szelekció révén jellegzetes környezeti feltételekhez alkalmazkodtak, amelyekről tehát tudjuk, hogy bizonyos alkalmazkodóképességgel rendelkeznek. Mesterséges populációknál, amelyek gyakran különböző származású genotípusok többé-kevésbé heterogén ke-

verékei, ez az eset nem áll fenn, hacsak nem igazolható a természetes populációktól való származás.

A nemesítő elsősorban akkor folyadódik a természetes populációkhoz, ha előtérben áll a tartamosság, mint pl. magasabb hegyvidéki termőhelyeken. Alacsonyabb fekvésekben, síkságon ez nem áll fenn olyan mértékben. A nemesítőnek itt szabadabb keze van. Adott esetben tehát *nem őshonos populációkban is végezhet kiválasztást*, amennyiben ezek valamilyen erdőgazdasági jelleg tekintetében a honosakkal szemben fölényben vannak, eléggé alkalmazkodtak a termőhelyhez, idegen környezetben való további termesztésük tehát kockázat nélkül vállalható. Bizonyos határok között ez áll a kelet-európai erdeifenyőre, a szudéta-vidéki és tátrai vörösfenyőre, a közép-kárpáti térség lucfenyőire, amelyek természetes előfordulási területükön és azon kívül is kitűnnek nagy teljesítményükkel, minőségükkel és rezisztenciájukkal.

A nemesítő számára a kiindulási anyag megválasztásakor a *származási kísérletek* eddigi eredményei szolgálhatnak mértékül. A különböző származások és szubpopulációk között fennálló teljesítmény-, minőségi és rezisztenciakülönbségek bámulatosan nagyok. *Az idegen származást bizonyos esetekben a honossal szemben előnyben kell részesíteni.* Így pl. a skandináv országokban a közép-európai lucfenyő viszonylag hosszú vegetációs időszakhoz alkalmazkodott, és hozam tekintetében fölényben van a dél- és közép-svédországi honos lucfenyővel szemben. Ilyen esetben *eltolási effektusról* beszélhetünk, amelyet dél–északi irányú áthelyezéskor a nyárnál és fűznél is megfigyeltek.

A kiindulási anyag megválasztásakor arra is ügyelni kell, hogy egyes esetekben a természetes honos populáció olyan környezethez alkalmazkodott, amely talán már nem is létezik. Erdészeti rendszabályok, elsősorban az állományok nagy tarvágások formájában való kitermelése következtében a helyi klimatikus viszonyok többé-kevésbé megváltoznak; pl. növekszik a csemeték fagyveszélyeztetettsége. Idegen, fagyállóbb populációkkal ilyenkor jobb erdősírtési eredményt érhetünk el, mint az őshonosokkal.

### 3.23 A szelekció eredményét befolyásoló tényezők

Általában *tömeg- és egyedkiválasztást* különböztetünk meg. Amíg utóbbinál a kiválasztott egyed örökletes értékét az utódok tulajdonságai alapján bíráljuk el, a tömegkiválasztás a családselekció alapján történik. Ebben az esetben feltételezzük, hogy a fenotípus kifejezője a megfelelő genetikai adottságnak. Ez a feltételezés csak kevés olyan alkalmazkodóképes minőségi jellegnél állja meg a helyét, amelyet recesszív gének vezérelnek. Ha domináns öröklődési folyamattal állunk szemben, mint tudjuk, egy és ugyanazon fenotípus mögött különböző genotípusok rejtőzhetnek. *A nemesítőnek elsősorban a kvantitatív jellegek komplex okok következtében fellépő variációival van dolga*, úgyhogy a fenotípus alapján való megítélés jelentős bizonytalanság jár együtt. Azért, hogy az adott jellegekre irányuló kiválasztás eredményeit becslőni tudjuk, a következőkben meg kell ismernünk a kvantitatív genetika legfontosabb tényezőit.

### 3.231 A fenotípus elemzése

Egy jelleg *fenotípusos értékét* ( $P$ ) mint a *genotípusos érték* ( $G$ ) és a *környezethatás* ( $E$ ) összegét foghatjuk fel:

$$P = G + E.$$

A genotípus és a környezet között kölcsönhatások állhatnak fenn, ha különböző genotípusok különböző környezethatásokra eltérően reagálnak (pl.  $x$  termőhelyen az  $A$  genotípus fölényben lehet a  $B$  genotípussal szemben,  $y$  termőhelyen ezzel szemben a  $B$  lehet fölényben az  $A$ -val szemben).

Ezért az írásmód:

$$P = G + E + (GE).$$

A fenotípus, genotípus, környezet és kölcsönhatások statisztikai számítási értékei a megfelelő *varianciák* ( $V$ ):

$$V_P = V_G + V_E + V_{GE}.$$

A gének eltérő hatás módjának megfelelően a genotipikus érték ( $G$ ) az additív komponensből ( $A$ ), a dominanciakomponensből ( $D$ ) és az episztatikus komponensből ( $I$ ) tevődik össze, tehát:

$$G = A + D + I.$$

*Additív génhatáson* értjük valamennyi allél gén hatásának összegét, amely ugyanahhoz a lokuszhoz tartozik. Ezt az összefüggést egy megszerkesztett, erősen leegyszerűsített példán mutatjuk be. Tegyük fel, hogy a lucfenyőcsemeték magassági növekedése egy lokusztól függ — a valóságban sok lokuszról van szó — és azt az  $A_1$  és  $A_2$  allélek vezérlik, amelyek géneffektusai,  $\alpha_1$  és  $\alpha_2$  bizonyos körülmények között (a csemeték kora, ökológiai viszonyok stb.) a populáció átlagával szemben 3, ill. 7 cm többletnövekedést eredményeznének. Ez esetben az  $A_1A_2$  homozigóta genotípusok  $2\alpha_1$  géneffektussal 6 cm többletnövekedést hoznának, és az  $A_2A_2$  genotípusok a  $2\alpha_2$  effektussal 14 cm-t. Ha az  $A_1A_2$  heterozigóta genotípusokban a géneffektusok  $\alpha_1 + \alpha_2 = 10$  cm-t adnak, additív génhatással állunk szemben.

Azonban a genotípusos érték nem ritkán eltér a géneffektusok összegétől. Ha példánkban az  $A_1A_2$  heterozigóták számára 13 cm-es értéket állapítottunk volna meg, a különbség 13 cm —  $(\alpha_1 + \alpha_2) = 3$  cm csak *dominanciára*, tehát a két allél,  $A_1$  és  $A_2$  kölcsönhatására volna visszavezethető. A dominanciától függő eltérések egyaránt lehetnek pozitívak és negatívak, és nagyságuk is különböző lehet (*Schönbach*, 1973). Ha egy kvantitatív jelleget több lokusz vezérel — amint ez rendszerint van — nem tételezhetjük fel minden további nélkül, hogy az egyes lokuszok hatásai összegeződnek. Ahogy az egy lokuszhoz tartozó allélek között kölcsönhatások (dominanciaeltérések) állhatnak fenn, ugyanúgy a különböző lokuszok alléljei is befolyásolják egymást. Ennek az interakciónak a hatása az episztatikus eltérés. Minthogy az egyes gének hatását gyakorlatilag csak ritkán lehetséges elemezni, a dominancia és episztatizis nem választható szét. Ezeket mint *nem additív* génhatásokat foglaljuk össze.



A génhatásnak egy additív és nem additív komponensre való bontása nagy gyakorlati jelentőségű, mert a kiválasztásos nemesítésben, *generatív szaporításkor csak az additív hatások hasznosíthatók*, mivel ezek az utódgenerációkban megmaradnak. A *nem additív komponensek megtartása ezzel szemben csak a populációk* (pl. származások) teljes *utántelepítése útján*, a genotípuskombinációknak az eredetihez hű reprodukálásával *vagy vegetatív szaporítással lehetséges*.

### 3.232 Örökölhetőség (heritabilitás)

Az additív génhatás, a dominancia és az episztázis által előidézett *variációk* statisztika kifejezése a  $V_A$ ,  $V_D$  és  $V_I$ .

Ebből következik, hogy  $V_G = V_A + V_D + V_I$ .

*Ezeknek az értékeknek egymáshoz és a  $V_P$  fenotípusos variációhoz való viszonya felvilágosítást ad bizonyos nemesítési eljárások lehetőségeire, és ezen túlmenően arra, hogy egyáltalában érdemes-e egy bizonyos jelleget nemesítés útján megjavítani.*

A  $V_G/V_P$  hányadost ( $h_G^2$ ) *tágabb értelemben vett örökölhetőségnek* (heritabilitás), a  $V_A/V_P$  hányadost ( $h_A^2$ ) pedig *szűkebb értelemben vett örökölhetőségnek* (öröklékenység, heritabilitás) nevezzük.

A heritabilitásértékek 0 és 1 között mozognak. A 0-hoz közel fekvő érték azt jelenti, hogy a szóban forgó jelleg megjelenése elsősorban a környezet hatására vezethető vissza. Ebben az esetben a nemesítési eljárások nem kecsegtetnek eredménnyel, azok csak  $h^2$ -nek 0,3-nál nagyobb értékei esetében *kifizetődőek*.

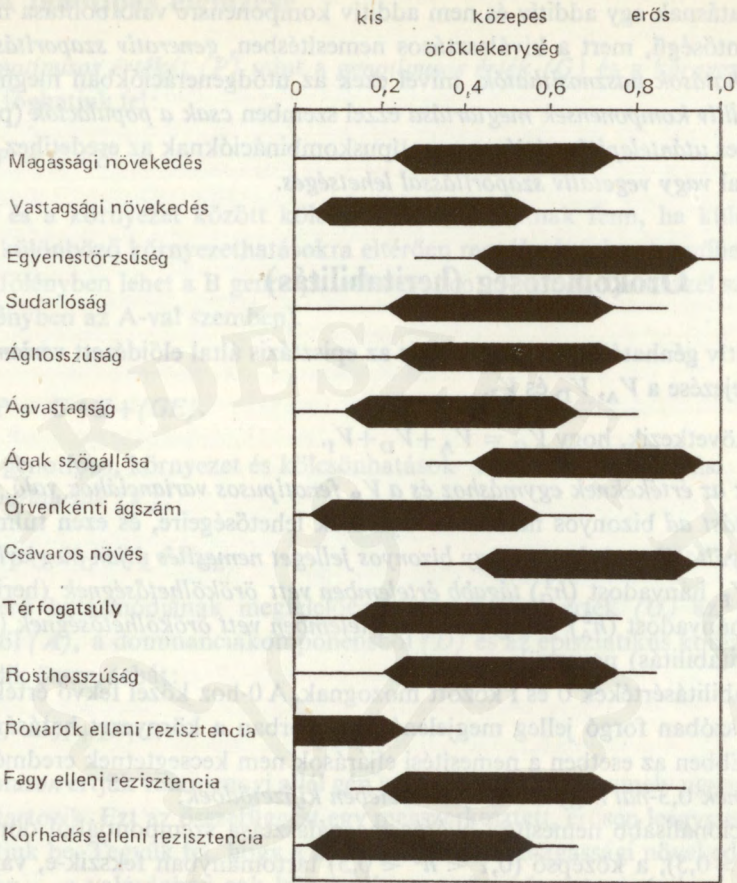
A legracionálisabb nemesítési eljárás megválasztása szempontjából döntő, hogy  $h^2$  a felső ( $>0,5$ ), a középső ( $0,1 < h^2 < 0,5$ ) tartományban fekszik-e, vagy mekkora a különbség  $h_A^2$  és  $h_G^2$  között. Ha  $h_A^2$  meghaladja a 0,5-öt, már a fenotípus alapján végzett tömegkiválasztástól nagy szelekciós nyereséget várhatunk.

Közepes  $h^2$ -értékeknél, mint ahogy ilyeneket erdei fafajaink több jellegénél találtak (3. ábra), a nemesítési eljárásokat utódellenőrzésekre kell alapozni, amelyek segítségével a gén- és környezethatások különválaszthatók (1. a 3.5 fejezetet).

### 3.233 Szelekciós intenzitás, szelekciós különbség, genetikai nyereség

Egy fenotípusos kiválasztás sikere nemcsak a heritabilitástól ( $h_A^2$ -től) függ, hanem a *szelekciós intenzitástól* ( $i$ -től) is.

A gyakorlatban a kiválasztás előtt rendszerint határértéket állapítunk meg a jelleg, pl. a famagasság, az ágak vastagsága, a fagyállóság foka stb. tekintetében, és csak a határérték feletti egyedeket választjuk ki. A határértéket *szelekciós pontnak* nevezzük. Ha ez közel van a szóban forgó bélyegnek a populációt jellemző variációs szélesség felső határához, akkor csak a populáció csekély része kerül kiválasztásra, a szelekciós intenzitás tehát nagy.



3. ábra. Az erdei fák egyes fontosabb jellegeinek szűkebb értelemben vett öröklékenysége ( $h^2$ , Schönbach után)

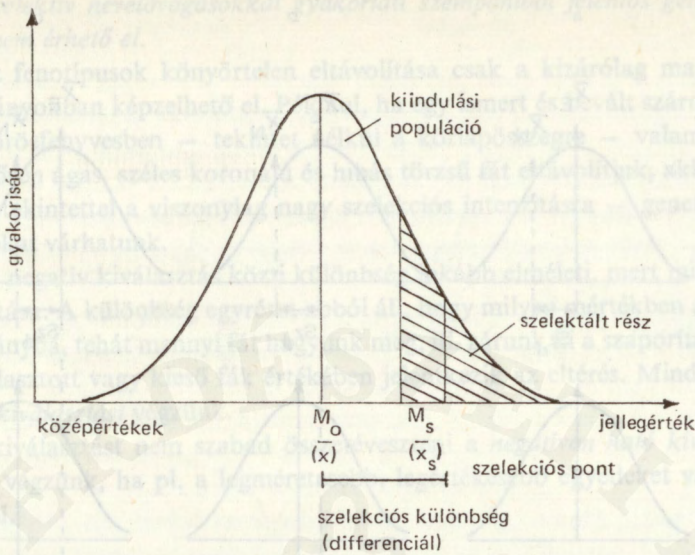
A szelekciós intenzitás gyakorlatilag a szelektált egyedek száma az alappopuláció összes egyedének százalékában kifejezve.

A populáció kiválasztott részének átlaga a szelekciós intenzitás nagysága szerint kisebb-nagyobb mértékben eltér az egész populáció átlagától. Minél kevesebb fa kerül kiválasztásra, annál nagyobb lesz az ún. szelekciós különbség (differenciál,  $S_d$ ): a szelektált egyedek fenotípusos középértéke ( $M_S$ ) és a szelektálás előtti alappopuláció fenotípusos középértéke ( $M_O$ ) közötti különbség, vagyis  $S = M_S - M_O$  (4. ábra).

A szelekciós intenzitás értékét a jobb összehasonlíthatóság érdekében többnyire nem abszolút értelemben adjuk meg, hanem mint a jelleg szórására vonatkoztatott viszony-számot. A szelekciós különbséget elosztjuk a szórással és ezzel egységesítjük:  $i = \frac{S}{\sigma_P}$ ,

ahol  $\sigma_P$  az alappopuláció fenotípusos szórása.

Tehát, ha a jellegvariánsok (famagasságok stb.) – legalább megközelítően – megfelelnek a szabályos eloszlásnak, a szelekciós különbséget a szelekciós intenzitás segítségével határozhatjuk meg:  $S = i\sigma_P$



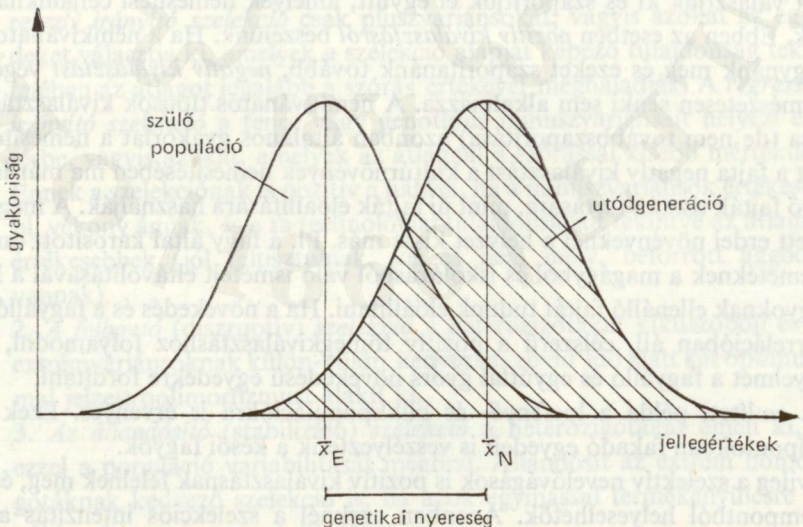
4. ábra. Szelektációs pont és szelektációs különbség

Megfelelő szabványosított értékek táblázatosan rendelkezésre állnak (*Rasch* és mások).

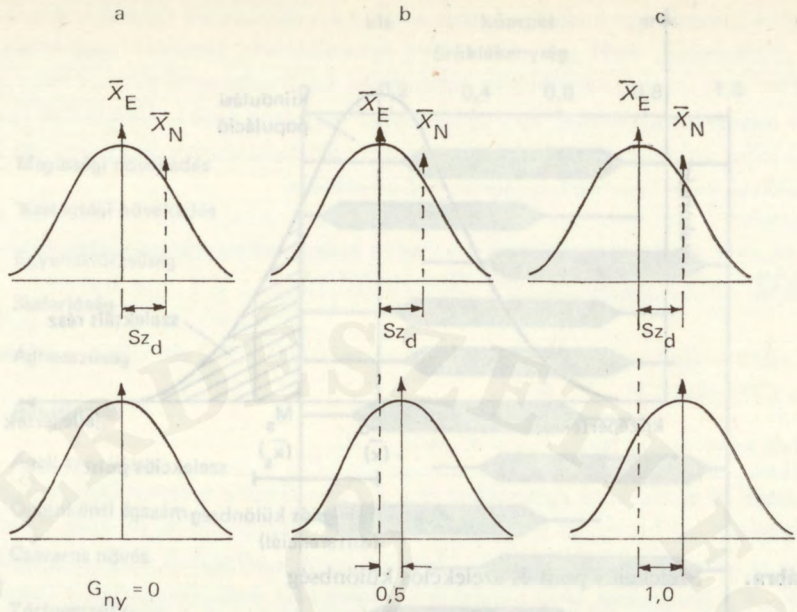
A kiválasztás eredménye az utódgeneráció átlagának és a szülők átlagának különbségében jut kifejezésre (5. ábra). Ez a *genetikai (szelektációs) nyereség (haladás,  $\Delta G_{ny}$ )* a *heritabilitás és szelektációs különbség szorzata*.

$$\Delta G = i \sigma_p \cdot h_A^2$$

Három  $h_A^2$  értéket feltételezve, azonos  $S$  esetén a genetikai nyereséget a 6. ábrán mutatjuk be.



5. ábra. Genetikai nyereség



6. ábra. A genetikai nyereség ( $G_{ny}$ ) változása: a)  $h_A^2 = 0$ , b)  $h_A^2 = 0,5$ , c)  $h_A^2 = 1,0$

A genetikai nyereség kizárólag a nemesítőeljárástól függ. Ha tehát utódellenőrzések révén a  $h_A^2$  becsült értéke ismeretes, a genetikai nyereség egy adott szelekciós különbség esetén megközelítve előre megmondható.

### 3.24 A szelekció módszerei

A kiválasztás legegyszerűbb módja az, amikor egy populációnak azokat a fenotípusait választjuk ki és szaporítjuk el együtt, amelyek nemesítési céljainknak megfelelnek. Ebben az esetben *pozitív kiválasztásról* beszélünk. Ha a nemkívánatos típusokat hagynánk meg és ezeket szaporítanánk tovább, *negatív kiválasztást* végeznénk. Ezt természetesen senki sem alkalmazza. A nemkívánatos típusok kiválasztása, eltávolítása (de nem továbbszaporítása) azonban általános gyakorlat a nemesítésben.

Ezt a fajta negatív kiválasztást a kultúrnövények nemesítésében ma már inkább meglévő fajták tisztán tartására, mint új fajták előállítására használják. A még nem nemesített erdei növényeknél a helyzet kissé más. Pl. a fagy által károsított duglászfenyő-csemetéknek a magágyból és iskolázásból való ismételt eltávolításával a korai és téli fagyoknak ellenálló fajtát tudunk előállítani. Ha a növekedés és a fagyállóság negatív korrelációban áll, célszerű a pozitív tömegkiválasztáshoz folyamodni, és ennél a figyelmet a fagyálló és egyúttal gyors növekedésű egyedekre fordítani.

Az említett példa a lucfenyő- és bükkpopulációkra is érvényes. Ezek különböző időpontokban fakadó egyedeit is veszélyeztetik a késői fagyok.

Elvileg a szelektív nevelővágások is pozitív kiválasztásnak felelnek meg, és nemesítési szempontból helyeselhetők. Azonban ezeknél a szelekciós intenzitás alacsony, és főleg erdőművelési megfontolástól függ, ezért elmarad a nemesítő célkitűzései mögött.

*Kizárólag szelektív nevelővágásokkal gyakorlati szempontból jelentős genetikai nyereség tehát nem érhető el.*

Nem kívánt fenotípusok könyörtelen eltávolítása csak a kizárólag magtermelésre szánt állományokban képzelhető el. Például, ha egy ismert és bevált származásokból álló öreg vörösfenyvesben – tekintet nélkül a körlapösszegre – valamennyi még meglevő, erősen ágas, széles koronájú és hibás törzsű fát eltávolítjuk, akkor az állománytól – tekintettel a viszonylag nagy szelekciós intenzitásra – genetikailag feljavult utódokat várhatunk.

A pozitív és negatív kiválasztás közti különbség inkább elméleti, mert mindkettőnek pozitív a hatása. A különbség egyrészt abból áll, hogy milyen mértékben avatkozunk be az állományba, tehát mennyi fát hagyunk meg, ill. zárunk ki a szaporításból. Másrészt a kiválasztott vagy kieső fák értékében jelentkezik az eltérés. Mindkét esetben *fenotípusos kiválasztást* végzünk.

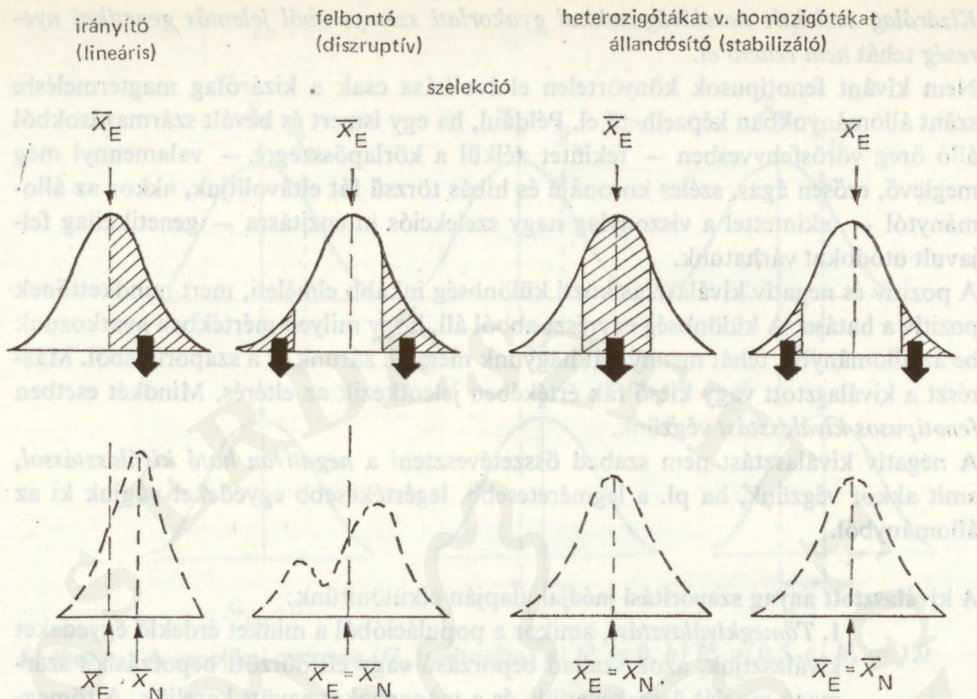
A negatív kiválasztást nem szabad összetéveszteni a *negatívan ható kiválasztással*, amit akkor végzünk, ha pl. a legméretesebb, legértékesebb egyedeket vágjuk ki az állományból.

**A kiválasztott anyag szaporítási módjai alapján elkülönítünk:**

1. *Tömegkiválasztást*, amikor a populációból a minket érdeklő egyedeket kiválasztjuk, azok szabad beporzású vagy ellenőrzött beporzásból származó magját összekeverjük, és a magoncokat együtt kezeljük. A tömegkiválasztást végrehajthatjuk egy alkalommal, de több generáción át is folytathatjuk.
2. *Az egyedkiválasztás* az értékes fák utódainak elkülönített szaporítását jelenti. Ezért család- vagy vonalszelekciónak is mondjuk.

**A szelekciós eljárás alapján három fő típust** különítünk el (*Györffy, 1961*):

1. *Az irányító* (lineáris) *szelekció* a recesszív homozigótákat lassan, a dominánsokat pedig egy nemzedék alatt kizárja a populációból. *A progresszív irányító szelekció* csak pluszvariánsokat, vagyis azokat az egyedeket választja ki, amelyek a szelekció alapját képező tulajdonság tekintetében az átlagot legalább a szórás értékével meghaladják. *A regresszív irányító szelekció* a feno- vagy genotípus minuszvariánsait helyezi előtérbe, vagyis azokat, amelyek az átlagnál a szórással kisebb mértékűek. Ennek a szelekciónak is pozitív a hatása, ha a mínuszvariánsok értékesek, pl. vékony ágúak, és a fa technológiai tulajdonságait tekintve az átlagnál értékesebbek (jól feltisztulnak, kis és nem mély, beforrott ággöcsei vannak).
2. *A felbontó* (diszruptív) *szelekció* a heterozigótákat kiküszöböli és az extrémvariánsoknak külön-külön kedvezve, rövid idő alatt két optimummal jelzett polimorfizmust alakít ki.
3. *Az állandósító* (stabilizáló) *szelekció* a heterozigótákat emeli ki, és ezzel a populáció variabilitását megőrzi. Állandósít az extrém homozigótáknak kedvező szelekció is, ha azok egymással termékenyülésre továbbra is megmaradnak (7. ábra).



7. ábra. A szelekció három fő típusa (a kiindulási populáció átlaga –  $\bar{X}_E$  – a szelektált, egyedekből álló utódnemzedékben a szelekció típusa szerint vagy különbözik, vagy megegyezik a szelektált populáció átlagával:  $\bar{X}_N$ , alsó sor)

### 3.25 Tömegkiválasztás

#### 3.251 Tömegkiválasztás állományokban

A tisztítások és gyéritések során szokás szerint eltávolítjuk az állományból a kevésbé értékes egyedeket, és megfelelő növtér biztosításával elősegítjük az egészséges, jó törzsalakú, jól növekedő egyedek fejlődését. *A pozitív tömegszelekciót jelentő erdőművelési beavatkozásoknak mérsékelt a javító hatásuk*, elsősorban azért, mert a nemkívánatos tulajdonságok megítélése az erdőművelő felfogásától függ, és másodsorban azért, mert ezt a szelekciót az egész vágásforduló folyamán azonos elvek alapján és azonos módszerekkel hajtják végre. Meg kell jegyezni továbbá, hogy a nagy területekre kiterjedő erdőművelési eljárásokat általában nem úgy végzik, hogy megakadályozzák a környező, ápolóvágásban nem részesült állományokból a pollen beszóródását.

Genetikai szempontból az erdőművelési beavatkozások hatása attól függ, hogy milyen a kivágás alapjául szolgáló jelleg, ill. a visszamaradó fák variációja, de legfőképpen attól, hogy van-e az állományban megfelelő számú, kiváló tulajdonságú faegyed. A nagyobbrészt közepes és kis értékű egyedekből álló állományból az erdő-

művelő hiába távolítja el a leggyengébbeket, mert a visszamaradó fák átlagos értéke ezáltal alig javul.

Az erdőművelési gyakorlatban sokszor előfordul, hogy azonnali eredményre törekedve az állományból akaratlanul is a legjobb fiatal fákat távolítják el, miáltal az elkövetkező generációk teljesítményét csökkentik. Hasonló helyzet állhat elő a természetes felújító vágások alkalmával is, amikor az első belenyúláskor (előkészítő és vetővágáskor), gazdaságosságra törekedve a legértékesebb egyedeket veszik ki, és a felújulás a közepes, esetleg gyengébb visszahagyott fákról történik.

A *Schädelin-féle* és az ahhoz hasonló nevelővágások *pozitív tömegszelekciónak* tekinthetők, mert a legjobb fákat tartják meg a jövő számára. A siker attól függ, hogy valóban a legértékesebb genotípusokat választják-e ki. Ez a munka a törzs alakját tekintve eredményes, de eléggé kétséges a növekedést illetően. Az ígéretes fák kiválasztása általában nehézségekbe ütközik, mert viszonylag fiatal korban kell dönteni, amikor a jellegek teljességükben még nem mutatkoznak meg. A korról a kiválasztott fák értéke változhat, és a környezeti hatás is erősen érvényesülhet.

Az erdőnevelési eljárásokat racionalizálni szándékozó, *ritkább belenyúlásokkal dolgozó legújabb irányzatok genetikai hátrányaira is rá kell mutatni*. Ha ritkábban végzünk ápolóvágásokat, kevésbé van lehetőségünk a legjobb feno-, ill. genotípusok fenntartására.

## 3.252 Származáskutatás

### 3.2521 A származáskutatás jelentősége és célja

A „származás” szót általában egy mag- vagy csemetetétel földrajzi származási helyének vagy magának a szaporítóanyag-tételnek a megjelölésére használják. Helyesebb a kifejezésnek kimondottan biológiai jelentéstartalmat tulajdonítani. Ilyen értelemben *a származás nagyjából a helyi populációval egyenértékű, része az alfajnak, az ökotípusnak vagy a változatnak (Callaham, 1964)*. A származáskutatás tulajdonképpen a faj tartományán belüli *genetikai és környezeti variáció kutatása*. Így a származás kifejezés sokkal pontosabb, mint a rassz, változat stb. eléggé széles megjelölése. A származások jellegzetességei eléggé stabilak és elkülöníthetők ahhoz, hogy üzemi termesztési értéküket határozottan osztályozhassuk. Egyes esetekben ezek a származásbélyegek már a magvak vagy a fiatal csemeték jellegzetességei alapján felismerhetők.

Az erdei fák földrajzi változatosságával kapcsolatos megfigyelések irányították rá először a figyelmet a magszármazás kérdésére az erdőtelepítésekben. A származás figyelmen kívül hagyásának káros következményei voltak. Erre klasszikus példa a Magyarországra betelepített dél-franciaországi erdeifenyő, továbbá az USA-ban az 1930-as évek táján a termőhelynek nem megfelelő, ismeretlen származású erdeifenyőmaggal létesített erdők ezer hektárai. Ezek az állományok ma görbe, értéktelen egyedekből állnak. Hasonló példa Új-Zélandban 30 ezer hektáron *Pinus ponderosa*

Dougl. néven telepített *P. scopulorum* Engelm. változat, mely a faj északi csenevész állományairól való.

A legjobb származás meghatározásának nagy a gyakorlati jelentősége. A hosszú időtartamú származási kísérletek bizonyítják, hogy az egyes ökotípusok közötti differencia gyakran 25–50%-ot is elér, továbbá, hogy nem mindig a helyi származás a legproduktívabb. A gyöngyössolymosi lucfenyőkísérletben 5 éves korban 38 külföldi származás jobb teljesítményt nyújtott a hazaiaknál, és a legjobb, a Keleti-Kárpátokból való származás 16% magassági többlettel tűnik ki. A belgiumi égerszármazási kísérletekben a legjobb és a legrosszabb származás közti különbség a 300%-ot is elérte.

A jó származású magból, ill. dugványból nőtt állományoknak a helyi átlagos ültetési anyagból fejlődött állományokkal szembeni növekedési előnyét számos hazai példa is meggyőzően bizonyítja. Ezzel kapcsolatban elsősorban a tölgyekkel (*Balsay*, 1961), a vörösfenyővel (*Tuskó L.*, 1962), a bükkal (*Mátyás V.*, 1961, *Majer A.*, 1964), a nyárrakkal (*Kopecky F.*, 1956), a fűzekkel (*Tompa K.*, 1960) tett hasonló megfigyelésekről tudunk. Ezek igazolják, hogy a fajokon belül létező alfajok, ökotípusok, változatok, fajták és klónok helyes alkalmazásával nagymértékben fokozhatjuk erdeink fatermelő képességét.

Bár általában az őshonos fafajok hasznosítják legjobban a termőhelyeket, igen sok esetben egyes idegen származások jobb minőségű, nagyobb fatömeget adnak, nagyobb ellenállóképességgel tűnnek ki.

*Származási kísérletekbe* egy-egy fafajnak azok a származásai kerülnek, amelyek valamely erdőgazdasági tájcsoporthoz vagy annak különleges termőhelycsoportjához ígéretesnek mutatkoznak. Erre a célra az illető fafaj areájának minden lényegesebb faj alatti egységét (alfaj, ökotípus, változat stb.) kísérletbe kívánatos vonni.

A nemzetközi származási kísérletek *feladata* annak tisztázása, hogy az egyes fafajok különböző származási eredeti elterjedési területükön vagy azon kívül milyen mértékben alkalmasak erdőgazdasági felhasználásra. A gazdaságilag fontos, őshonos fafajokkal kisebb tájak keretében beállított származási kísérletek viszont lehetőséget adnak az ország szabatos *telepítési körzetekre* osztására. Sajnos, egyelőre kevés körzetesítési javaslatot tehetünk, mert alig rendelkezünk olyan származási kísérletekkel, amelyek biztos alapot adnának ehhez. Átmenetileg indirekt módszert alkalmazunk. Ez a földrajzi tájak elkülönítését és a megfelelő földrajzi fajták megállapítását jelenti.

A származási kísérletek legnyilvánvalóbb és legfontosabb *haszna* az, hogy olyan *magforrásokat* tárjanak fel, amelyek jól alkalmazkodó, kiválóan növekedő fákat adnak az újraerdősítéshez. De a származáskutatás nagyon fontos a fajokon belüli és fajok közötti *hibridek előállítás*a szempontjából is. A földrajzi különbségek ismeretében az erdész nemesítő kiválaszthatja a megfelelő származást és céltudatosan irányíthatja a faj, illetve a fajták hibridizációját. A fajhibridizáció a származás problémáját nem kerülheti el.

A származáskutatásnak tehát elsősorban gyakorlati célja van: *elkülöníteni azokat a populációkat vagy származásokat, amelyek egy adott vidék termőhelyéhez jól alkalmazkodó és ott nagy fatermést adó erdőket szolgáltatnak.* A maximális produktivitást nyújtó származás(ok) megállapítása hosszú időt vesz igénybe. Egy nagy areájú faj



esetében gyakorlatilag végtelen variáns lehetséges, ha valamennyi lehetséges származást és telepítési helyet figyelembe veszünk. Valószínűleg sohasem lehet megtalálni az optimális magforrást, de egy vagy két vizsgálati periódus alatt *a megfelelő származásokat fel lehet deríteni.*

Bizonyos származásvizsgálatokban fontos tényező pl. a fagyűrész, életképes mag nyérése stb. is.

A származásvizsgálatnak egyben *tudományos célja* is van: a különböző földrajzi származású populációk fenotípusos változékonyságának felbontása két komponensre, mégpedig genetikai és a környezettől függő variabilitásra. Ily módon meg lehet állapítani a fajok általános genetikai változékonyságának jellegét, hogy azt a környezeti változékonysággal vagy az evolúcióval összevethessük. Ilyen vizsgálatokat csak jól képzett tudományos munkatársak folytathatnak le, és ezekhez a vizsgálatokhoz általában laboratóriumokra, klímaházakra vagy üvegházakra van szükség. A variabilitásvizsgálat tehát már inkább az alapkutatással foglalkozók munkaterülete, mint a nemesítőké.

A siker érdekében szükség van az eddigi származásvizsgálatok eredményeinek figyelembevételére, valamint nemzetközi méretű új kutatásokra, mert enélkül az erdőtelepítések nagy beruházásai nem fognak maximális értékkel megtérülni. Nem túlzás, ha azt mondjuk, hogy *a származáskutatást kell erdeink feljavítását célzó bármely program legelső feladatául megjelölnünk.*

### 3.2522 Az eddigi származási kísérletek főbb tanulságai

Az első származási kísérleteket Franciaországban *Vilmorin* 1823–1832-ig, majd Oroszországban *Turszkij* 1877–1891-ig, Norvégiában *Glöersen* 1880-tól, Dániában *Rostrup* 1882-ben, Svédországban *Kjellberg* 1884-ben, Ausztriában *Cieslar* 1893–1986-ig, Svájcban *Engler* 1900-ban, Magyarországon 1909-ben *Roth* (1914) létesítette (*Tompa–Tuskó*, 1967).

Ezt követően – de különösen az utóbbi évtizedekben – szerte a világon mindenütt, ahol az erdészeti növény-nemesítést felkarolták, olyan kiterjedt származáskutatás indult meg, hogy annak még vázlatos ismertetésére sincs lehetőségünk, így csupán a másfél százados *származási kísérletek fontosabb következtetéseit* ismertetjük.

1. *A természetes kiválasztódás* vezérszerepet játszik a termőhelyálló fajták és típusok keletkezésében. Ezért egyedüli helyes út ezekből kiindulni, amikor egy adott termőhelyen tartósan akarunk nagy és jó minőségű fatömeget termelni.
2. Ez ideig elsősorban az erdei-, a vörös- és a lucfenyővel kapcsolatban igazolták, hogy elterjedési területük egyes vidékein természetes szelekció révén *ökotípusok alakultak ki*, amelyek eltérő termőhelyre telepítve megváltozott növekedéssel reagáltak.
3. Az egyes fajták és típusok gazdasági értékeléséhez különböző termőhelyeken minél szélesebb körű *származási ültetvényeket* kell létesítenünk.

4. Az egyes típusok elkülönítéséhez nem elég csak a morfológiai eltérésekre ügyelnünk, ezenkívül a növekedést, a fenofázisokat (korai vagy késői fakadást, a tűk, levelek színeződését és hullását, az évi hajtások időbeli vagy késői befásodását), a rezisztenciát stb. is figyelembe kell vennünk.

5. A különböző származások magukon viselik az anyaállományok bélyegeit. A különböző kísérletekben növekedésük jellege egyforma és nagyrészt független a telepítési hely viszonyaitól.

6. Az egyes erdei-, vörös- és lucfenyőtípusok származási helyeinek földrajzi szélességi foka, tengerszint feletti magassága és a fák magassága, átmérője között minden életkorban korreláció áll fenn. Az idegen származás annál kevésbé felel meg, minél nagyobb az éghajlati különbség a származási és a telepítési hely között.

7. Az enyhébb éghajlatról származó típusok fiatal korukban gyorsabban növekednek, mint az északi típusok. Előbbieket ezért a gyorsabban növekedők közé sorolhatjuk.

A sík vidéki származások a hegyvidéken — bár kezdetben gyorsabban növekednek — a korai és a késői fagyok miatt később visszamaradnak vagy elpusztulnak.

8. Az északi és a magashegységi származások alacsonyabb helyekre telepítve korábban fakadnak, és vegetációjukat korábban fejezik be. Lassabban növekednek, és sokat szenvednek a késői fagyoktól.

A hegyvidéki típusok növekedésmenete az északi típusokéhoz áll közel. A tengerszint feletti magasság főképpen a vegetációs periódus megrövidülésében jut kifejezésre. Főképpen a hideg hegyi klímából (130 napnál rövidebb vegetációs idővel) származó típusok növekednek lassabban, mint az ugyanolyan földrajzi szélességről származó egyéb klímájú dombvidéki vagy sík vidéki típusok.

9. A földrajzi szélesség befolyása főképpen a naphossz és a vegetációs időszak hosszúsága révén, ill. az évi növekedési ritmusban érvényesül. Az egyes földrajzi szélességekben azok a típusok vagy fajták értékesek, amelyeknek a napi és az évi növekedési ritmusa (fotoperiodizmus) az adott termőhely naphosszának és vegetációs periódusának megfelel. Az átvitt típusok megtartják fotoperiodizmusukat, és ez az új termőhelyi viszonyok között is visszatükröződik a növekedésben és a fatömegtermelésben.

10. Vannak nagy területekre alkalmas és ott kiváló növekedést mutató univerzális rasszok is. Ilyen a szudéta vörösfenyő, a keletporosz luc- és erdeifenyő.

11. A nagy areájú fajoknál a földrajzilag elkülönült populációk közötti genetikai különbségek nagyobbak, mint az ugyanazon populáció egyedei közötti eltérések. Ugyanazon a fajon belül a klimatikus ökotípusok világosabban elkülönülnek, mint az edafikus ökotípusok. Ez elsősorban a gének folytonos kicserélődésével, kombinálódásával magyarázható.

12. A variációtípusnak nagy a jelentősége a szaporítóanyag felhasználási körzeteinek a meghatározásában. (Pl. Svédországban az erdeifenyő

magját északi irányban csak 2° távolságig, déli irányban 2° 30'-nyi távolságig szabad felhasználni, továbbá a begyűjtés helyénél csak 200 m-rel magasabbra és 300 m-rel alacsonyabbra szabad elvinni.)

### 3.2523 A származáskutatás módszerei

#### 3.25231 A kutatás szakaszai

A származáskutatás *bioszisztematikai* (kísérleti taxonómiai) vizsgálatokkal kezdődik. A bioszisztematika a fajon belüli és a fajok közötti variációk átfogó tudománya. Igen nagyszámú vizsgálati anyag begyűjtését igényli. Gondos mintavétellel a faj teljes areáját fel kell tární. Állományonként általában 10–30 anyafát kell kiválasztani.

A származási kísérletek előkészítésében, összehangolásában, az állományok, az anyafák kijelölésében, a magbegyűjtésben stb. az egyre szélesebb körben kibontakozó nemzetközi együttműködés nélkülözhetetlen. Ha modern laboratóriummal rendelkezünk, viszonylag rövid idő, 3–5 év leforgása alatt nagyon értékes bioszisztematikai kutatásokat folytathatunk le, aránylag csekély ráfordítással. Hangsúlyoznunk kell azonban azt, hogy fontosabb a fáknek az új környezetben mutatott növekedése, mint az anyaállomány általános képe, ahonnan a magot gyűjtötték (pl. Nyugat-Európában kiváló állományokat telepítettek a *Pinus contorta* Washington környéki rosszabb állományairól származó maggal; ezzel szemben Nagy-Britannia óceáni klímájában és Amerikában az Oregon- és a Sziklás-hegység övezetében a fenotípusosan jobb *Pinus contorta*-állományokról begyűjtött magvak rosszabb eredményt adtak (Callahan, 1964).

A bioszisztematikai kutatások elvégzése után következik a *szabadföldi származási kísérletek* beállítása a jellegzetes termőhelyeken, a legjobbnak ígérkező vagy legtipikusabb származásokkal.

A származási kísérleteket általában *két szakaszba* (kategóriába) soroljuk. A *besorolás* a következő tényezőktől függ:

1. a kiválasztott fafajra vonatkozó ismeretek szintje,
2. a faj természetes változékonyságának amplitúdója,
3. a faj felhasználási területének termőhelyi változatossága,
4. a faj fontossága az ország erdőgazdálkodásában,
5. a származásvizsgálatokra rendelkezésre álló terület, hitel és egyéb eszközök,
6. a vizsgálatok célja.

Ezek a tényezők természetesen függenek egymástól. Pl., ha egy fajra vonatkozó általános ismereteink még hiányosak, a természetes variabilitás amplitúdóját nem ismerjük. Hasonlóképpen, a fafaj gazdasági jelentősége megszabja a származáskutatásra fordítható összeget.

*A származásvizsgálatok legtöbbje hosszú időtartamú:* ezek a kísérleti területek legtöbbször túléltek azokat, akik létesítették őket. Ezért is *világosan kell megszabni a célt*, és okmányolni minden kezdeti és időközi adatot. Fel kell sorolni az igazolásra váró hipotéziseket, és meg kell szabni a statisztikai elrendezés és kiértékelés módszereit. A kísérleteket időbeli és térbeli ismétlésekkel kell megtervezni. Másrészt arra kell törekedni, hogy azok a lehetőség szerinti legnagyobb határfokúak legyenek: minimális idő, pénz és terület felhasználásával maximális információt kell szolgáltatniuk. Mindig meg kell vizsgálni a *korai diagnózis* lehetőségét is.

A szabadföldi származási kísérletek *első szakaszának* gyakorlati célja a faj általános variabilitásának felderítése. A vizsgált származások száma a faj variabilitásától és areájának ökológiai gradiensétől függ. A *Picea abies*re vonatkozó kutatások azt igazolták, hogy a faj variabilitását a pleisztocén végén fennmaradt három nagy populáció határozza meg; ebből következően a variabilitása számottevő. Ezért nagyszámú mintát kell gyűjteni az Alpokban, Kelet- és Észak-Európában. A *Picea sitchensis* észak—déli irányban több mint 3200 km távolságban előfordul, de ezen belül 80 km-nél nagyobb szélességben nem terjed el, és a magassági előfordulása sem haladja meg a 300 m-t. A *ATSuga heterophylla* észak—déli előfordulása ehhez hasonló, azonban a földrajzi hosszúságbeli és tengerszint feletti elterjedése nagyobb mértékű. Első esetben úgy járunk el, hogy az anyag begyűjtésekor csak a földrajzi szélességet vesszük figyelembe, és eltekintünk a magasságirányú, illetve a földrajzi hosszúság szerinti előfordulástól. Második esetben a kelet—nyugati magassági és klimatikus különbségek arra készítetnek, hogy ebben az irányban a minták számát növeljük (*Callaham*, 1964). A származási kísérletek első szakasza általában lehetővé teszi, hogy elkülönítsük azokat a nagy tájakat, ahol elfogadható származások találhatóak. Másrészt szükséges adatokat szolgáltat a második kísérleti szakasz beállításához. Az első ütemben *kizárjuk a nemkívánatos magbehozatali tájakat, és meghatározhatjuk azokat a származásokat, amelyek a második kísérleti sorozatban eredménnyel kecsegtetnek*. Ezek az első kísérletek általában egyszerűbbek és rövid időtartamúak. Nem lényeges, hogy olyan nagy kísérleti parcellákat tervezzünk, amelyek egészen a vágásforduló végéig szolgáltatnak fatömegadatokat. Az egyes fák utódait nem kell külön kezelni és az anyafákat megjelölni. Másrészt ezek a bevezető kísérletek adják az első értékes információkat a faj érzékenységre a rovarokkal és a betegségekkel szemben, és értékes adatokat szolgáltatnak a faj és a származások hibridizációjára vonatkozóan.

A kísérletek *második szakaszának* gyakorlati feladata, hogy megtaláljuk a legnagyobb teljesítményű származást és hogy elkülönítsük az altájakat. Ezeknek a vizsgálatoknak az a céljuk, hogy viszonylag kis eltéréseket is kimutassunk az egyes számba jöhető származásokon belül. Ennek ellenére nem szükséges túlságosan részletes kutatás, mert a *végző cél az, hogy a legjobb származáson belül utódvizsgálattal meghatározzuk a legkiválóbb egyed*. Másrészt erre a kísérleti szakaszra az a jellemző, hogy a származások közti differenciát a vágásforduló nagy részét felölelő periódusban kimutatjuk. Ennek érdekében a parcellák területét a lehetőség szerinti legnagyobbnak vesszük. Már csak az ígéretes származásokkal, kevés ismétléssel dolgozunk, és egyszerű véletlenblokk-elrendezést, latin négyzetet vagy latin téglát alkalmazunk. *A kísérlet tehát csak segítő eljárás* céljaink megalapozott teljesítéséhez. Nem szabad haboznunk egyes szakaszainak lezárását illetően, ha a további munkához szükséges információt megkaptuk.

A kísérletek tárgyalt két szakaszát rugalmasan kell kezelni. Többféle megoldás lehetséges: a két szakaszt le lehet folytatni egymás után, de kombinálni is lehet azokat. Esetleg az egyik ki is ejthető. Ha egy hasonló éghajlatú szomszédos országban valamelyik szakaszt már elvégezték, nem okos dolog mindent előlről kezdeni. Némely esetben a korábbi eredmények lehetővé teszik, hogy egy bizonyos származás fontosságát gyorsan feltárjuk, ill. mindjárt a kísérlet második szakaszát állítsuk be.

*A származáskutatás gyakorlati célja az, hogy a legjobb származások magját gyűjtsük be. Erre három lehetőségünk van:*

1. *Az eredeti magforrásokat megóvjuk.* Baj azonban, hogy az esetek többségében a maggyűjtést az állomány kezelője nem ellenőrizheti.
2. *Az összehasonlító kísérleti parcellák telepítésével egy időben valamennyi magforrással, 5–10 ha-os izolált táblákban magonplantázst létesítünk.* Ez a viszonylag nem nagy területigény feleslegessé teszi, hogy a begyűjtés eredeti helyére a későbbi maggyűjtések alkalmával visszatérjünk. Továbbá az így nyert állományban elkezdhetjük az egyedi szelekciót. Végül lehetővé válik, hogy a helyi körülményekhez már alkalmazkodott állomány magját gyűjtsük be.
3. *Az egyes származásokon belül kijelölt törzsfák oltványaival klónplantázst létesítünk.* Ezzel az utódvizsgálat lehetőségét is megteremtjük. Az utódvizsgálat céljára telepített állományt azonban nem szabad termelési célú magnyerés számára igénybe venni.

### **3.25232 Az anyaállományok kiválasztása és a mag begyűjtése**

A származási kísérlet *első szakaszának* a faj egész elterjedési területéről származó *nagyszámú mintát kell magában foglalnia.* A mintavétel sűrűsége az area kiterjedésétől, a genetikai változékonyságtól és a kutatásra fordított anyagi eszközöktől függ. A magforrások száma ne legyen ötnél kevesebb, de lehetőleg 20–30 olyan helyről nyerjük a magot, amelyek az elterjedési területen jól szét vannak szórva. Mintavételkor vegyük figyelembe a helyi ökológiai viszonyokra vonatkozó valamennyi információs forrást, és az átlagos, valamint extrém viszonyokat ne hagyjuk figyelmen kívül. A magforrások kijelölésekor a vidék éghajlatára vonatkozó adatok nélkülözhetetlenek. Megjegyezzük, hogy néhány faj egyes származásai az éghajlati tényezőkkel szemben nagymértékű plaszticitást mutatnak. Célszerű ezért a termőhely minél több jellemzőjére adatokat szerezni.

A 4. táblázatban közöljük a fontosabb fajoknak azokat a származásait, ahonnan hazai származási kísérleteinkhez a mag beszerzését, és ahol a származási kísérletek létesítését javasoljuk.

A kísérlet első szakaszának a segítségével *elkülönítjük a legfontosabb tájakat, amelyeket azután a második szakaszban részletesebben tanulmányozunk.* (Utóbbiba ezenkívül a faj elterjedési területének további tájairól is kívánatos néhány származást bevonni.) Ebben a második szakaszban az állományokat különösen gondosan kell kiválasztani, és a maggyűjtést szigorúan ellenőrizni kell.

4. táblázat. A hazai származási kísérletek főbb magbeszerzési és telepítési helyei

Fafaj	A származások száma		A magbeszerzés helye		A kitelepítés
	1	2	3	4	
Erdéifenyő ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	25 – 20		<p><i>Külöld:</i> 1. Jugoszláviai dombvidék, 2. Bulgáriai dombvidék, 3. D.-Kárpátok (Románia), 4. É.-Kárpátok é. dombvidéke (Lengyelország), 5. Alpesi dombvidék, 6. Belorusszia ny. része, 7. Baksir ASZSZK (Ufától ÉNy-ra), 8. ÉK-Lengyelország, 9. NDK-ból Rostock, Neubrandenburg, Frankfurt-(Oder), Magdeburg vidéke, 10. É- és D-Svédország.</p> <p><i>Magyarország (továbbiakban Mo.):</i></p> <p>1. Pornó – szentpéterfai dombv. (Pornóapáti), 2. Kemencesalja (serei talajok), 3. K-Zalai-dombság (Iharos), 4. Zselic, 5. Fenyőfő, bakonyszentlászlói homok, 6. Bükk.</p>	<p>1. Kemencesalja 2. Göcsej vagy Őrség 3. Bakony 4. Mátra 5. Bükk 6. Zselic 7. Somogyi dombvidék 8. Kisalföldi homok 9. D. – T. közli homokhát (Kerekegyháza) 10. Gödöllői homok 11. Nyírség</p>	
Vörösfenyő ( <i>Larix decidua</i> Mill.)	25 – 30		<p><i>Külöld:</i> Az 1959-i hannoversch-mündeni értekezleten elfogadott származások:</p> <p>1. Alpok (francia és olasz DNY.-Alpok, Belső-Alpok, DK.-Alpok), Semmering környéke, 2. Szudéták (Rudna nad Moravou, Zabreh-Dubocko), 3. Kárpátok (Cierny Váh), 4. Lengyelo. (Góra Chtemowa, Blizyn, Mata Wies), 5. Japán (L. lept. Gord.)</p> <p>Továbbá: K.-Kárpátok (Ceahlau), D.-Kárpátok (Zaganul-Teleajen, Bucegi, Lotru), Bihar (Trascau-Vidolm).</p> <p><i>Mo.:</i> 1. Soproni-hegység, 2. Felső-Őrség (Szentgotthárd), 3. Bakony, 4. Börzsöny, 5. Bükk.</p>	<p>1. Soproni-hegység 2. Felső-Őrség (Szentgotthárd) 3. Bakony (Zirc) 4. Börzsöny (Diósjenő) 5. Bükk (Jillafüred)</p>	

<p>Duglászfenyő (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) Mírbel Franco)</p>	<p>25 – 30</p>	<p><b>Külföld:</b> Az IUFRO 22. szekciója révén biztosított mag, ill. a Közép-Európában 1962-ben kísérletbe vont származások jönnek elsősorban számitásba, kiegészítve a meglévő legjobb európai származásokkal. <b>Mo.:</b> 1. Zempléni-hegység (Háromhuta), 2. K-Zalai-dombság (Ihatos).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Göcsej v. Őrség</li> <li>2. Bakony (Farkasgyepű)</li> <li>3. Zempléni-hegység</li> <li>4. Mátra</li> <li>5. Gödöllői homok</li> </ol>
<p>Lucfenyő (<i>Picea abies</i> L. Karst.)</p>	<p>25 – 60</p>	<p><b>Külföld:</b> A Schmalenbeckben 1964-ben elvetett nemzetközi IUFRO származási kísérlet anyaga: elsősorban a K.-Kárpátok, Bihar (Románia), az Erdős-Kárpátok ék. része (SZU), továbbá Szudéták, Cseh—Morva-dombság, Ny.-Kárpátok, Szlovák hegyvidék (Csehszlovákia), Besztkédek, ÉK-Lengyelország, Bajor-Alpok (Westterhof, NSZK), K.-Alpok (Ausztria), Érc-hegység (Thüringia, NDK) <b>Mo.:</b> 1. Soproni-hegység, 2. Kőszegi-hegység, 3. Őrség, 4. Bakony, 5. Zempléni-hegység, 6. Göcsej.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Göcsej</li> <li>2. Bakony (Farkasgyepű)</li> <li>3. Mátra</li> <li>4. Gödöllői-dombság</li> </ol>
<p>Feketefenyő (<i>Pinus nigra</i> Arn.)</p>	<p>25 – 30</p>	<p><b>Külföld:</b> Krim (SZU), Damogled (Románia), Darsunbey-Balukcsir (Törökország), Isztria-félsziget, Krstot, Gradiski Andek, Silegarnik, Popova Lívada (Jugoszlávia), Gutenstein (Ausztria), St. Guilhem (Franciaország). 3 – 4 korzikai származás, továbbá olasz és spanyol származás. <b>Mo.:</b> 1. D. – T. közti homokhátság (Kunadacs, Kerekegyháza, Isaszeg, Ásotthalom, Tompa), 2. Nyírség (Tiborszállás, Ricsika, Baktalórántháza), 3. Tengelic homok, 4. Tolnai-Hegyhát (Tamási), 5. Mecsek (Hetvehely), 6. Pilis (Pilisvörösvár), 7. Bakonyalja (Diszel), 8. Soproni-hegység, 9. Zemplén-hegység (Boldogkőváralja)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bakonyalja (Diszel)</li> <li>2. Vasi-Hegyhát (Dabronc)</li> <li>3. Pilis</li> <li>4. Mátra (M.-füred)</li> <li>5. D. – T. közti homokhátság (Ásotthalom, Kiskunhalas)</li> <li>6. Gödöllői homok (Gödöllő)</li> <li>7. Nyírség</li> <li>8. Tornaikarszt</li> </ol>

4. táblázat folytatása

Fafaj	A származások száma		A magbeszerzés helye		A kiteleptés
	1	2	3	4	
Simafenyő ( <i>Pinus strobus</i> L.)		20–25	Külföld: 1. Az USA k. államaiból (5 származás), 2. A legjobb európai származások (10 származás). Mo.: 1. Őrség (Nádasd), 2. K-Zalai-dombság (Súrd)		1. K-Zalai-dombság 2. Bakony (Farkasgyepű) 3. Mátra (Galya-tető) 4. Zempléni-hegység
Nyárak ( <i>Populus alba</i> L., <i>P. tremula</i> L., <i>P. tremuloides</i> Michx., <i>P. grandidentata</i> Michx.)		10–12	Külföld: Az USA-ból és Kanadából fajonként 10–12 származás (populáció vizsgálat, illetve keresztezési alapanyag nyerése céljából). Mo.: 1. Kisalföldi homok, 2. Somogyi homok, 3. D. – T. közti homokkhat, 4. Nyírség, 5. Zempléni-hegység.		1. Hanság 2. Kemenesalja 3. Vasi-Hegyhát 4. Kisalföldi homok 5. Somogyi homok 6. Gödöllői homok 7. D. – T. közti homokkhat 8. Nyírség
Közönséges nyír ( <i>Betula pendula</i> Roth)		18–20	Külföld: D-Finnország (Vanaja, Punkaharju), Szovjetunio (Szibéria), NDK (Sauten), Lengyelország. Mo.: 1. Soproni-hegység, 2. Hanság, 3. K-Zalai-dombság (Iharos), 4. D. – T. közti homokkhat, 5. Nyírség (Bátorliget), 6. Zempléni-hegység.		1. Soproni-hegység 2. Hanság 3. Balatoni berkek 4. Somogyi homok D. – T. közti homokkhat 6. Zempléni-hegység



Mézőgás éger <i>Alnus glutinosa</i> L.)	18 – 20	<p><b>Külföld:</b> D-Finnország (Vanaja, Punkaharju), D-Svédország (Lund), Szovjetunió, NDK, Lengyelország, Románia, Jugoszlávia.</p> <p><b>Mo.:</b> Sík vidékről: Hanság, balatoni berkek, somogyi, nyírségi származások; hegyvidékről: Soproni-hegység, Bakony, Mátra.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hanság</li> <li>2. Balatoni berkek</li> <li>3. Somogyi homok</li> <li>4. D. – T. közti homokhát</li> </ol>
Vöröstölgy ( <i>Quercus rubra</i> L.)	20	<p><b>Külföld:</b> 1. Az USA-ból (kb. 5 szárm.) 2. A legjobb európai származások (kb. 5 szárm.)</p> <p><b>Mo.:</b> 1. Pótharasz, 2. Rétság, 3. Székelyszabar, 4. Sente, 5. Szomód, 6. Lábod, 7. Sárvár, 8. Nyírség</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Órség</li> <li>2. Göcsej</li> <li>3. Déli pannon hát</li> <li>4. Mecsek</li> <li>5. Cserhát</li> <li>6. Gödöllői-dombság</li> </ol>
Kocsányos tölgy ( <i>Quercus robur</i> L.)	30	<p><b>Külföld:</b> 1. Szlavónia, 2. Románia, 3. Bulgária, 4. Olaszország, 5. Franciaország.</p> <p><b>Mo.:</b> A tengerszint feletti magasság szerint elkülönített (síksági, domb- és hegyvidéki) származások (a legjobb MÁ-okról).</p>	<p>Mind a hat erdőgazdasági táj-csoporton, legalább 10 helyen</p>
Kocsánytalan tölgy ( <i>Quercus petraea</i> Liebl.)	30	<p><b>Külföld:</b> 1. Románia, 2. Bulgária, 3. Jugoszlávia, 4. Olaszország, 5. Franciaország.</p> <p><b>Mo.:</b> Ny- és D-Dunántúlon, valamint a Dunántúli- és az Északi-középhegységben kijelölt legjobb MÁ-okról kell a magot gyűjteni.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Órség</li> <li>2. Göcsej</li> <li>3. Északi és déli pannon hát</li> <li>4. Bakony</li> <li>5. Vértes</li> <li>6. Cserhát</li> <li>7. Mátra</li> <li>8. Bükk</li> <li>9. Zempléni-hegység</li> </ol>

4. táblázat folytatása

A származások száma	A megszerzés helye	A kitelepítés
2	3	4
<p>20</p> <p>Csertőlyg (<i>Quercus cerris</i> L.)</p>	<p><i>Külföld:</i> 1. Jugoszlávia, 2. Bulgária, 3. Görögország, 4. Törökország, 5. Olaszország, 6. Franciaország, 7. Spanyolország. <i>Mo.:</i> A Dunántúli- és az Északi-középhegység legjobb állományaitban kell a származásokat kiválasztani. A síkságokat külön kell kezelni.</p>	<p>1. Északi és déli pannon hát 2. Baranyai-, Somogyi-, Tolnai-dombvidék 3. Mecsek 4. Villányi-hegység 5. Vértés 6. Pilis 7. Cserhát</p>
<p>20</p> <p>Molyhóstőlyg (<i>Quercus pubescens</i> Willd.)</p>	<p><i>Külföld:</i> 1. Jugoszlávia, 2. Bulgária, 3. Görögország, 4. Törökország, 5. Olaszország, 6. Franciaország. <i>Mo.:</i> 1. Villányi-hegység, 2. Gerecse–Pilis–Budai-hegység, 3. Bakonyalja, 4. Magas-Bakony, 5. Börzsöny, 6. Cserhát, 7. Mátra, 8. Bükk, 9. Borsodi domb-ság, 10. Torna-karszt.</p>	<p>1. Mecsek 2. Bakony 3. Vértés 4. Pilis 5. Cserhát 6. Mátra 7. Bükk 8. Zempléni-hegység</p>
<p>20</p> <p>Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.)</p>	<p><i>Külföld:</i> 1. É.-Kárpátok (Csehszlovákia), 2. K.-Kárpátok (Románia), 3. D.-Kárpátok, 4. Jugoszlávia (Bosznia), 5. Dk.-Alpok (Ausztria), 6. NDK, 7. Görögország, 8. Olaszország, 9. Spanyolország (Pireneusok), 10. Franciaország, 11. NSZK.</p>	<p>1. Órség 2. Vas megyei dombvidék 3. Göcsej 4. Mecsek</p>

	20	<p><i>Mo.</i>: 1. Kőszegi-hegység, 2. Zala (Vétem), 3. Zselic, 4. Mecsek, 5. Magas-Bakony, 6. Vértes (Pátrácos), 7. Börzsöny, 8. Mátra, 9. Bükk (Ósbükk), 10. Zempléni-hegység.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Bakony</li> <li>6. Börzsöny</li> <li>7. Mátra</li> <li>8. Bükk</li> <li>9. Zempléni-hegység</li> </ol>
<p><b>Magaskőrís</b> (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)</p>	20	<p><i>Külföld</i>: 1. Jugoszlávia, 2. Bulgária, 3. Olaszország, 4. D-Franciaország, 5. Románia, 6. Csehszlovákia, 7. Ausztria, 8. Lengyelország, 9. Svájc, 10. D-Finnország, 11. D-Svédország.</p> <p><i>Mo.</i>: Hegyvidéki sziklaerdőkből (Bakony, Kőrös-hegy), patak menti előfordulásokból (Bakony, Gerence-völgy), Duna-ártérről (Baja)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kisalföld</li> <li>2. Ny-Dunántúl</li> <li>3. D-dunántúli hegyek</li> <li>4. Bakony</li> <li>5. Duna-ártér</li> <li>6. Bükk</li> <li>7. Zempléni-hegység</li> <li>8. Nyírség</li> </ol>
<p><b>Gyertyán</b> (<i>Carpinus betulus</i> L.)</p>	20	<p><i>Külföld</i>: 1. Románia, 2. Csehszlovákia, 3. NSZK, 4. NDK, 5. SZU, 6. Jugoszlávia, 7. Bulgária, 8. Görögország, 9. Olaszország, 10. Franciaország.</p> <p><i>Mo.</i>: 1. Soproni-hegység, 2. Vasi-Hegyhát (Farkaserdő), 3. Göcsej, 4. Bakony, 5. Börzsöny, 6. D. – T. közti homokhát (Kunpeszér), 7. Bükk, 8. Zempléni-hegység.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Őrség</li> <li>2. Vas megyei dombvidék</li> <li>3. Göcsej</li> <li>4. Mecsek</li> <li>5. Bakony</li> <li>6. Börzsöny</li> <li>7. Mátra</li> <li>8. Bükk</li> <li>9. Zempléni-hegység</li> </ol>
<p><b>Kislevelű hárs</b> (<i>Tilia cordata</i> Mill.)</p>	20	<p><i>Külföld</i>: 1. Szovjetunió, 2. D-Finnország, 3. D-Svédország, 4. Lengyelország, 5. NSZK, 6. NDK, 7. Csehszlovákia, 8. Ausztria, 9. Svájc, 10. Olaszország, 11. Jugoszlávia, 12. Bulgária, 13. Románia.</p> <p><i>Mo.</i>: Mint gyertyán (D. – T. köze kivételével)</p>	<p>Mint a bükk és a gyertyán</p>

## 4. táblázat folytatása

Fafaj	A származások száma		A magbeszerzés helye		A kiteleptítés
	1	2	3	4	
Nagylevelű hárs ( <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.)	20		Külföld: 1. Jugoszlávia, 2. Románia, 3. Bulgária, 4. Görögország, 5. Törökország, 6. Olaszország, 7. Franciaország, 8. Spanyolország, 9. Ausztria. Mo.: A legjobb hazai 10 származás.	Mint a bükk és a gyertyán	
Ezüsthárs ( <i>Tilia argentea</i> Desf.)	20		Külföld: 1. Jugoszlávia, 2. Bulgária, 3. Románia, 4. Görögország, 5. Törökország. Mo.: 1. Zselic, 2. Mecsek, 3. Villányi-hegység, 4. Tolnai löszhát, 5. Nyírség	1. Zselic 2. Mecsek 3. Villányi-hegység 4. Tolnai löszhát 5. Nyírség	
Szilfafélék ( <i>Ulmus minor</i> Mill., <i>U. scabra</i> Mill., <i>U. laevis</i> Pall.)	20		Külföld: 1. Síkságon: mezei, vénicszil; sziken az <i>Ulmus pumilla</i> származások. A SZU-ból a szilfavésznek ellenálló <i>U. propinqua</i> Kridz. 2. Domb- és hegyvidéken: a hegyiszil származások (Törökö., Urál, Kaukázus, Korea-Ulmus Laciniaata vagy <i>U. nikkensis</i> ). Mo.: A legjobb hazai 10 származás.	Mind a hat erdőgazdasági tájcsoporton legalább 10 helyen	
Akác ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	20		Külföld: Az USA-ból legjobb 6–8 származás és Romániából 2–3 származás (Pénzesdomb). Mo.: Közönséges, kiskunsági, császártöltési, nyírségi, fagyűrő, jászkiseri, folyton virágzó, rózsaszín AC, pénzesdombi, Appalachia, árboc és zalai akácshármazások.	1. D. – T. közí homokhát 2. Nyírség 3. Somogyi homok 4. Kisalföldi homok 5. Cserhát	

A származáskutatás számára a mintavétel egysége az *állomány*. Az állomány *kiterjedésének* és abban a fák darabszámának megfelelőnek kell lennie ahhoz, hogy a kedvezőtlen önbeporzást lehetőleg kizárjuk. Az állomány legyen elkülönítve minden rossz minőségű állománytól és a közel rokon fajoktól, ill. változatoktól. Az állománynak olyan *korúnak* kell lennie, hogy a törzsalakot meg lehessen ítélni, és hogy megfelelő mennyiségű magot szolgáltatson. A túl koros állományokat ki kell zárni, mert azok rendszerint túl apró, gyenge csírázóképeségű magot szolgáltatnak, és ez az utódok fenotípusos viselkedésére több éven át hatással lehet. Ezért az ilyen korai diagnózisból hibás következtetések származhatnak.

Általában *átlagos állományok* kiválasztása a célszerű. Ha pluszállományokkal dolgozunk, azokat különálló kísérletekben kell felhasználni. A legtöbb származási kísérletben lehetetlen és nem is kívánatos az egyes fákról begyűjtött magot elkülönítetten kezelni. Erre a részletesebb, második fokozatú vizsgálatokban van szükség, amikor a jó származások kiváló egyedeit jelöljük ki. Minden részletadatot szabványosított kartonon kell feljegyezniünk.

A gyűjtést *bő magtermő években* kell végezni, amikor a faj egész elterjedési területén jó magtermés jelentkezik. Gyenge magtermő évben nagyobb a lehetőség az öntermékenyülésre, és a gyűjtési költségek is sokkal nagyobbak. Emellett az a veszély is fennáll, hogy egyes érdekes származásokból egyáltalán nem tudunk magot nyerni. Ritkán adódik arra lehetőség, hogy ugyanazon évben a faj egész elterjedési területéről begyűjtsük a magot. *Sok faj magját* azonban évekig *tárolhatjuk* hűtőkamrában, ami lehetővé teszi a teljes gyűjtemény összeállítását. Ennek a módszernek nagy *hátránya*, hogy a különböző származások magja a tárolással szemben különbözőképpen viselkedik. De a *csírázóképeséget* nagymértékben *egyöntetűvé tehetjük*, ha a *magkészletet* rövid vagy hosszabb ideig *előkezeljük*. A legjobb módszert előzetesen ki kell dolgozni. A különböző években begyűjtött magvak genetikai értelemben nem azonosak. Ezt nem szabad figyelmen kívül hagyni.

A gyűjtést a *kimagasló és uralkodó fákra* kell összpontosítani (törzsfa, javafa, átlagfa sorrendben). Az a célszerű, hogy átlós irányban az állomány néhány fajáról gyűjtsük be a magot, vagy *véletlenszerűen jelöljük ki a fákat*. A gyűjtésre kiszemelt fák száma az állomány fáinak összdarabszámától függ. Elméletileg a mintavétel sűrűségének az állományon belüli természetes változékonysághoz kellene igazodnia. A nagyobb variabilitású állományokban több fát kell kijelölni. Gyakorlatilag mintegy tucatnyi fáról gyűjtik be a termést, de célszerűbb *20–30 fáról nyerni a magot*. Minél nagyobb a gyűjtésre kijelölt fák száma, annál valószínűbb, hogy a minta a származás genetikai átlagát fogja képviselni.

A begyűjtésre kiszemelt *fákat meg kell jelölni*. Célszerű volna minden fáról azonos mennyiségű életképes magot begyűjteni, miáltal a származást jól reprezentáló magkészletet nyernénk. De a mag- és toboz mennyiség, valamint a csírázóképeség egyedenként változik, így a legjobb megoldás az, ha *minden fáról egyenlő mennyiségű tobozt, ill. magot gyűjtünk be*.

### 3.25233 A szabadföldi kísérletek tervezésének általános irányelvei

A nemesítési kísérletek létesítését, kezelését és elemzését a 3.4 fejezetben ismertetjük részletesen. Itt csak a származási kísérletek tervezésével kapcsolatos speciális irányelvekre térünk ki.

Egy származás gazdasági értékét a területegységen termelt fatömeg mennyisége és minősége fejezi ki. A költségek és az árak időben és térben változnak. A minőség — amitől a faanyag ára függ — ugyancsak nagyon változik térben és időben. Ebből következik, hogy a különböző származások értékének pénzbeli összehasonlítása erősen komplex probléma. Nagyon nehéz tehát a különböző származásokat gazdasági értékük szerint osztályozni.

Valószínűleg az a legjobb megoldás, ha olyan *indexeket* dolgozunk ki, amelyek lehetőleg a termelés valamennyi összetevőjét figyelembe veszik.

A kísérleti elrendezés kiválasztásakor kompromisszumos megoldásra készítenek a következő adottságok: az egyes származásokból rendelkezésre álló növényszám, a szükséges ismétlések száma a megfelelő pontosság érdekében (ez a kutató elhatározásától függ), a termőhelyek száma és a termőhelyenként rendelkezésre álló terület, az anyagi lehetőségek és a munkaerő, ami a kísérletek telepítésére, fenntartására és a mérések rendelkezésére áll. A statisztikai elrendezést illetően kívánatos jól képzett *specialistának* a segítségét igénybe venni. A segédkönyvek általában négyzetes vagy téglalap alakú, szabályos területeket javasonak, de az erdőben rendszerint előnyösebb kevésbé szabályos területet kiválasztani azért, hogy a sziklás, köves területek részeit, a kiegyenlítetlen vízellátottságú vagy mocsaras foltokat stb. elkerüljük. A cél ugyanis az, hogy blokkon belül a feltételek a lehető legegységesebbek legyenek. Az első szakaszban igen nagyszámú származást hasonlítunk össze, amihez rendszerint inkomplett blokk elrendezés vagy rácskísérlet szükséges.

Az ültetési anyag nevelését tekintve, nemzetközi kísérletekhez néha lehetetlen valamennyi csemetét egy központi csemetekertben előállítani, majd azokat szétszállítani az egyes országokba, mert a kiviteli előírások túl szigorúak. Kivételként említhetjük az IPTNS (International Provenance Trial Norway Spruce) lucfenyő-származási kísérletét (Szőnyi—Ujvári, 1970). Gyakoribb megoldás az, amikor a csemetéket a részt vevő országok csemetekertjeiben nevelik meg. Ez esetben bizonyos biztosíték van a károsodások ellen. Általában kisebb a távolság a csemetekert és a kiültetés helye között, és jobban meg lehet osztani a munkát az egyes csemetekerti szakemberek között. Ellenben az a hátrány jelentkezik, hogy a különböző csemetekertek eltérő idő alatt nevelik meg a csemetét. Az egyik csemetekertben nevelt növényeket nem lehet a másik hiányainak pótlására felhasználni anélkül, hogy ezzel hibaforrást ne idéznénk elő. A csemetekerti kísérleteket négyszeres ismétlésben állítjuk be. Célszerű a csemetéket is kísérlet keretében nevelni, amely igen értékes előzetes információkat adhat.

A csemetekerti magvetés előtt két fontos dologban kell döntenünk:

1. Valamennyi származás azonos előkezelést vagy eltérő előkezelést kapjon-e? Egy példát idézünk: ha valamennyi származást azonos sűrűséggel vetünk el, a jobb csírázóképeségű mag túl sűrű vetést ad, amit pl. a

*Bothrytis* károsíthat. Célszerűbb tehát azonos számú életképes magot vetni az egységnyi területre, hogy egyöntetűbb csemeteállományt kapjunk.

2. *Átvigyük-e a szabad területre a csemetekertben jelentkező növekedési differenciát, vagy kísérljük meg a kiültetés előtt kiegyenlíteni azt?* Szélsőséges esetben ez azt jelenti, hogy a legrosszabb származások még egy további évig a csemetekertben maradnak. Ennek a jövőre nézve fontos kihatásai lehetnek, mert a kiültetés helyének termőhelyi viszonyai lényegesen változhatnak. Általában *valamennyi származást ugyanabban az évben ajánlatos kiültetni*, még akkor is, ha a legméretesebb csemetéjű származások túlságosan fejlettek és a legrosszabb származások csemetéi túlságosan gyengék (6–7. kép). Meg lehet oldani — kedvezőbben — ezt a problémát úgy is, hogy *megosztjuk a kísérletet*, vagyis a lassú növekedésű származásokat egy vagy két évvel később, elkülönített kísérletben használjuk fel.

A kísérletre szánt *csemetekerti tábláknak* minden tekintetben (talaj, lejtés, klíma, elővetemény, trágyázás stb.) *homogéneknak kell lenniük*. A talajban mutatkozó különbségek csökkenthetők tőzeg vagy homok adagolásával, esetleg komposzttal. A kísérlet folyamán a *kezelések a lehető legeggyöntetűbbek legyenek*. Kerülni kell a hibaforrást, és a kezelést (öntözés, árnyékolás, vegyszerezés, trágyázás) nem szabad úgy alkalmazni, hogy általa növeljük a származások közti különbségeket.

A telepítést a hazai általános erdészeti gyakorlatnál gondosabban, lehetőleg intenzív módszerrel előállított csemeteanyaggal végezzük. Lehetőleg iskolázott csemetétet ültessünk ki.

*Iskolázáshoz* minden származás csemetéit egy helyre gyűjtjük, és az ismétléseket összekeverjük, a fejletlenekeket kiszórjuk. Egy másik megoldás az, hogy minden egyes csemetétételt elkülönítetten emelünk ki, és az iskolázást a magvetéssel megegyező kísérleti elrendezés szerint végezzük. Az első eljárás esetén homogénebb csemetekészletet kapunk a szabadföldi kísérlet számára, a második eljárásnak pedig az az előnye, hogy ugyanarra az anyagra vonatkozóan különböző növekedési szakaszokban nyerünk megfigyelési adatokat.

*Ha a magvetés törzsenként történt, akkor a telepítéshez a legjobb csemetétet használjuk fel.*

Akármilyen válogatási módszert is alkalmazunk, a műveletet a lehető leggyorsabban kell végezni, és az iskolázás alkalmával kétszeresen is ellenőrizni kell az egyes származásokat azonosság szerint. A vetéshez hasonlóan az iskolázást is blokkonként kell végezni. Az iskolázott csemeték egy részét a szabadföldi kísérlet pótlására kell tartálékolni.

*A szabadföldi kísérlet elrendezése* elsősorban a kísérlet időtartamától függ. Közepes és hosszú időtartamú kísérletekben (a 2. szakaszban) 3–4 ismétlést (sorozatot) alkalmazunk, 0,04–0,09 ha (20×20 m–30×30 m) parcellamérettel. A pótlásra *szánt tartalékot egyidejűleg az utolsó ismétlésben* vagy a szegélyen ültetjük ki. Felhívjuk a figyelmet az *elrendezéssel kapcsolatos néhány elvre (Tompa–Tuskó, 1967)*:

1. A kísérleteket *nagyobb területekre jellemző termőhelyeken kell létesítenünk*. Minden egyes kísérleti terület részletes talajvizsgálatát végezzük el és szerezzük be az időjárás-törzsértékeket.
2. A *kísérleti egységek szükséges számát* azok a tájak szabják meg, ahol a kérdéses faj nagy jelentőségű. A kísérletsorozat kudarcának elkerülésére 20–30%-kal több ültetvényt létesítünk, amint amennyire a termőhelyek figyelembevételével valóban szükség van.
3. Elméletileg a kísérleteket a statisztikai követelményeknek megfelelően, tetszőleges formában és terjedelemben kell beállítani. A kivétel során azonban gyakran a *kiindulási anyaghoz kell igazodnunk*, továbbá a rendelkezésre álló feltételek és a kísérleti parcellák nagysága szabja meg a kísérlet módszerét. Csak a legfontosabb tényezőket és a lehető legegyszerűbb kísérletben célszerű vizsgálni.
4. Az ültetési hálózat általában  $2 \times 2$  m, nyáraknál, fűzeknél  $4 \times 4$  m– $6 \times 6$  m. Ha sok a csemete, az erdei-, a luc- és a feketefenyő, valamint a tölgy hálózatát  $2 \times 1$  m-esre vegyük.

*A kísérletek megtervezésekor általában kompromisszumos döntést kell hoznunk az elméleti követelmények és a gyakorlati lehetőségek között.*

### 3.25234 A származási kísérletekben végzett adatfelvétel

A származási kísérlet minden stádiumában fontos, hogy különböző információkat adó *méréseket* végezzünk. A *csemetekerti kísérletben* megállapítjuk, hogy melyek azok a származások, amelyek megfelelő csemetanyagot szolgáltatnak, megállapíthatjuk a genetikai változékonyságot és korai diagnózist készíthetünk, amelyből a későbbi növekedésre, hozamra és minőségre következtethetünk.

Az első felvétellel tulajdonképpen a *kelési erélyt* határozzuk meg. Az első csemete megjelenésétől kezdve időszakosan megszámláljuk a kikelt csemetéket. Ezeknek az utolsó számláláskor nyert darabszámát összehasonlítjuk a vegetációs periódus végén megmaradt csemeteszámmal, a *növénytársalékkal* (csemetekihozatali százalékkal). A differencia, a *kiveszési százalék* éghajlati kárnak és különféle rovar és betegség, károsításának tudható be. Bizonyos fokú pusztulást okozhat egyes származásoknál a nagymértékű önbeporzás is.

A *vegetációs idő hossza* az egyes származásoknál eltérő lehet. Ezt úgy vizsgálhatjuk, hogy szabályos időközökben megmérjük a kikelt csemeték magasságát, vagy megállapítjuk a csúcsrügyet fejlesztett egyedek százalékát, ami a nyugalmi időszak kezdetét jelenti. A *fenológiai viselkedést* az iskolázás számottevően megzavarja, ill. módosítja. Jobb tehát, ha a fenológiai megfigyeléseket az iskolázás utáni második évben végezzük. A megfigyelések a rügyfakadás és a növekedés megszűnésének (lombfák esetében a levélhullásnak), a János-napi hajtások fejlesztésének időpontjára vonatkoznak.

A rügyfakadásra vonatkozó megfigyelésekkel kapcsolatban helyes, ha a megfigyelőknek fényképet adunk, amelyeken az egyes fokozatoknak (fenofázisoknak) megfelelő állapot világosan látható.



Az éghajlat, rovar vagy betegség *károsításával* kapcsolatosan legelőször is az okot kell feljegyezni, majd meg kell számlálni a károsított egyedeket, ill. minden parcellán belül meg kell határozni a károsítás mértékét, egy minél objektívebb skála szerint.

A további hasznos jellegek között mérhetjük a *morfológiai jellemzőket*: ágak, gyökök, levelek, rügyek, légzőnyílások, az ágak szöge és száma, növekedési típus stb. Fontos feljegyezni a villás növésű, gyenge gyökérzetű egyedeket. A felsorolt adatokat származásonként, a csemetekertből történő elszállításakor vezetjük be a nyilvántartásba. Kívánatos, hogy *minél előbb rendelkezésre álljon a kiültetésre alkalmas számú csemete*, hogy legyen bőven idő a fajta-összehasonlító kísérlet megtervezésére.

Néha célszerű a csemetéket előre kiemelni és hűtőkamrában tárolni, különösen akkor, ha a kiemelés és a csemeték osztályozása az ültetés időpontjában kedvezőtlen körülmények között volna elvégezhető.

A szabadföldi kísérletekben *a méréseket és megfigyeléseket a kísérleti tervben előírt szabályos időközökben kell végezni*. Ezeket az időpontokat a fák növekedésmenetéhez szabják. Pl. Európában a legtöbb fafajnál a telepítés utáni 1., 3., 6., 10., 15. és 20. évben vált be az adatfelvétel. Az *Eucalyptus* vagy a *Pinus radiata* esetében valószínűleg más előírás a helyes. Ha az ültetvény idősebb és abban gyérítene, célszerűbb a méréseket és megfigyeléseket az egyes gyérítések előtt elvégezni.

Igen nagyszámú jellegzetesség van, amit meg lehet mérni, ill. figyelni. A hangsúlyt azokra kell fektetni, amelyek általános jelentősége nagyobb. A jellegzetességek fontossága a kísérlet idő artamától függ.

Szükség szerint a következő *megfigyeléseket és méréseket kívánatos elvégezni*:

*Fatermelési adatok*: megmaradás, magasság, átmérő, fatömeg.

*Növekedés*: szárazanyag-tartalom megállapítása.

*Morfológia*: a törzs függőlegessége, egyenessége vagy ormossága, villásodása; gyökérterpesz; a korona hossza, átmérője, alakja; a kéreg szövete, vastagsága és színe; az ágak száma, átmérője, hossza, szöge és típusa; a gallyak színe, alkata, szőrössége; a tük hossza, szélessége, alakja és színe; a toboz hossza, szélessége, alakja és színe.

*Fiziológia*: fototropizmus, fenológia, fotoszintézis, lélegzés, virágzás, János-napi hajtások.

*Technológia*: a faanyag technológiai tulajdonságai és anatómiája, a rost és a faköszörület minőségi jellemzői.

*Ellenállóképesség*: a biotikus és abiotikus, humán vagy urbán környezeti tényezőkkel szembeni rezisztencia.

*Kémia*: extrakt- és cellulóztartalom, a tápanyagok hasznosítása, terpen-tinkézés stb.

Ha a parcella kicsi, a legjobb megoldás az, ha *közvetlenül magát a jelleget mérjük*, vagyis valamennyi faegyed adatát felvesszük. Ha nagy kiterjedésű parcellákról van szó, kb. 30 db-ból álló mintát veszünk, ill. az összdarabszám bizonyos százalékát mérjük. Vannak esetek, amikor nem tudjuk közvetlenül a jellegzetességet megállapítani, hanem azt *számítás* vagy *osztályozás* útján nyerjük, és erre szubjektív *skálát* alkalmazunk. *Osztályozni* szokás, ha többé-kevésbé folytonos tulajdonságról van szó,

amit nehéz objektíven feljegyezni (ill. nem áll rendelkezésre megfelelő skála – pl. a lombszínéződésnél). Fontos, hogy a mérések és megfigyelések módszerét egységesítsük annak érdekében, hogy valamennyi kísérletre vonatkozóan homogén eredményeket kapjunk, függetlenül attól, hogy ki végzi a felvételt.

Néha időt nyerünk, ha valamennyi faegyeden egy időben végzünk el többféle mérést és megfigyelést. Ez lehetővé teszi, hogy a különböző jellegek egyedi értékeit összehasonlítsuk és átlagokat képezzünk, illetve a varianciát megállapítsuk. Az ágak hossza pl. kevésbé érdekes, mint a fák magasságának és az ágak hosszának az aránya. Az adatok begyűjtési módja attól függ, hogy milyen módon tervezzük azokat értékelni. Gépi adatfeldolgozással sok időt takarítunk meg, csökkentjük a számításban a hibalehetőséget és meggyorsíthatjuk a kiértékelést. Jó példa erre a IPTNS-kísérlet 1972. évi értékelése.

Az állományok származására, genetikai struktúrájára vonatkozó kísérletek mélyreható változást fognak hozni az erdőművelésben. Segítséggükkel áttérhetünk a faj alatti egységekkel való munkára és nagymértékben növelhetjük a fatermést.

### 3.253 Magosztályozás és a minőségi mutatók megállapítása

A mezőgazdasággal szemben az erdőgazdálkodásban a *magnagság csak akkor képezheti a szelekció tárgyát, ha ez a tulajdonság gyorsabb növekedéssel vagy nagyobb rezisztenciával párosul.*

Az erdészeti magismeretben kezdettől fogva jelentőséget tulajdonítottak a mag származásának, minőségének, egészségi állapotának, és igen sok szerző foglalkozott a mag fejlettségével és a belőle keletkezett faegyedre való befolyásával.

Mérhetjük a mag hosszát, vastagságát, szélességét és súlyát; vizsgálhatjuk a csírázási erélyét, százalékat stb. Kutathatjuk az adatok összefüggését a termő fák korával, a termőhellyel, a kitettséggel, tengerszint feletti magassággal, a termésnek a koronában való elhelyezkedésével, különböző termőévek időjárásával stb.; felhasználhatjuk azokat a műtrágyázási hatás kiderítésére stb. A végcél a mag hatásának a megállapítása az utódra.

Hazánkban Mátyás V. (1954) mutatott rá az egyes termőhelyek magtermésének súlykülönbségeire. Így pl. homoktalajokon az erdeifenyő magjának ezermagtömege 5–9 g, ugyanakkor kötött talajon 4,0–7,6 g között változott. A feketefenyő ezermagtömege homoktalajon 17–28 g, kötött talajon 15–28 g volt. Ezek szerint homoki területen a mag súlyosabb.

Több szerző megállapításai szerint fenyőknél a korona alsó régiójában súlyosabbak a magvak. Közismert, hogy a legfejlettebb magvak a toboz középső részében vannak. Így ugyanazon az egyeden, sőt a termésen belül is változik a mag súlya.

Több kutatás igazolta, hogy a nagyobb termésekből és magvakból nagyobb növény-százalékot, ellenállóbb és gyorsabban növekedő csemetéket kapunk, mint az aprókból. A lucfenyőnél ez a különbség 2–4 évig, a nagy magvúaknál (tölgy, gesztenye) viszont 8–50 évig fennmaradhat. A kisebb magvakból származó egyedek csak ezután hozzák be a lemaradást. A gyorsabb vagy lassúbb növekedést ettől kezdve az öröklékenység

befolyásolja. Az első évek különböző növekedése rendszerint a magban levő eltérő tápanyagmennyiségnek és a változó környezeti feltételeknek a következménye. A kérdés *gyakorlati jelentősége* az, hogy nagyobb maggal a csemetetermelés időszaka lerövidül, és a csemetések záródása is hamarabb következik be. Így a fiatalosoknak kevesebb ápolásra van szükségük.

*Genetikai szempontból* csak egy fán belül ajánlatos az apróbb mag eltávolítása vagy csak kivételesen kiegyensúlyozott, homogén populációknál, igen egyöntetű fajváltozatoknál. A nagyobb termés vagy mag különösen a kiválasztott *törzsfák esetében nagy jelentőségű*. Ha a nagyobb ezermagtömegű vetőmag alkalmazásakor csak egy környezeti tényező fokozásáról is van szó, az erdő produktivitása ezzel mégis növelhető. Például a nagy ezermagtömegű vetőmagból nevelt 3 éves lucfenyőcsemeték a kis ezermagtömegű vetőmagból nevelt 4 éves lucfenyőcsemetékkel egyenlő magasságúak, és ugyanolyan jól fejlettek. Tehát nagy ezermagtömegű magvak vetésével a csemetekertben egyévi termelési költséget megtakaríthatunk. A zürichi Technikai Főiskola tangazdaságában *Leibundgut* professzor szívesen mutat a látogatóknak egy jó alakú, erős növekedésű, nagy termésű tölgyet, amelynek makkját azért gyűjti be és veti el rendszeresen, mert ez a vetőmag az első években nagyon erőteljes, gyors növekedésű csemetét szolgáltat (in: *Rohmeder—Schönbach*, 1959).

Megfontolásra készítet azonban, hogy *a tömegegységben (kg) kis szemnagyság esetén több termés, ill. mag van*, mint nagy szemnagyság esetén. Továbbá az is meggondolandó, hogy az átlagon aluli ezermagtömegű fák esetleg más jó tulajdonságokkal (alak, ellenállóképesség, növekedés) tűnhetnek ki, és hogy ezeket a tulajdonságokat elvesztenénk, ha csak nagy szemű vetőmagot használnánk. Pl. a tölgy kis méretű makkot termő ökotípusa éppen a szárazságtűrő változat lehet. Ha a magvak súlya szerinti szabványosítással mellőznénk a könnyebb, apróbb magvakat, esetleg felmerülhet annak a veszélye, hogy kizárnánk olyan ökotípusokat, amelyek bizonyos környezeti körülményekhez alkalmazkodtak és amelyek akár gazdasági, akár erdőművelési szempontból rendkívül értékesek lehetnek.

*A nagy ezermagtömeg szerinti kiválasztás gazdasági okokból*, az említett ellenvetések ellenére *sem vethető el egészen*.

Hazai vonatkozásban *Magyar* (1931) úttörő kísérletei 1930–1931-ben már bebizonyították, hogy a nagy makkok kelése nemcsak erőteljesebb, gyorsabb, hanem a csemete növekedésére is kihat. 1930-ban, amikor elegendő csapadék volt, a különbség nem volt olyan feltűnő, de 1931-ben az aszályos tavasz és nyár folyamán kétségtelenül bebizonyosodott, hogy a csemeték további növekedésére is döntő a makk nagyságától függő tartalék tápanyag mennyisége. A csemeték előnye a következő évben is megfigyelhető volt.

Ez a megállapítás tehát elsősorban az Alföldön döntő jelentőségű, mert ott a korán fellépő nyári szárazság feltétlen nagyobb kárt tesz az apró makkból keletkezett csemetékben. *Nemky* (1956) is megállapította, hogy a kis és nagy makkból keletkezett csemeték között jelentős méretbeli különbségek lehetnek mind törzssátmérő, mind szárhosszúság szempontjából.

Akácmmaggal végzett igen érdekes kísérleteket *Páris* (1959). 15 hazai és 8 külföldi, lényegesen eltérő termőhelyről származó magmintából azt a következtetést vonta le, hogy az akácmag súlya északról dél felé haladva nő (17–30 g ezermagtömegű). A hazai

közeli tájegységek között azonban az ezermagtömeg az elkülönítésre nem alkalmas. A fontosabb tápanyagok (P, N, K) mennyisége és a szárazanyag-tartalom északról dél felé haladva szintén nő. A N mennyiségének az emelkedése különösen feltűnő; a magyarországi magvakban kétszerese a németországi magokénak (1, 19, illetve 2,61 %). A déli származású magból kelt csemeték is nagyobbak. A nukleinfoszforsav-tartalom alapján a hazai tájegységek rangsorolásához adatokat lehet kapni.

A legtöbb országban a szabványok magukban foglalják a magvak minimális kötelező minőségi ismérveit és az osztályozást. *A legfontosabb osztályozási alap a csírázási erély és a maximális csírázóképeség.* Ha az osztályozás matematikai statisztikai alapokon történt (átlag, szórás, variációs koefficiens számítás) és több év nagy vizsgálati anyagát öleli fel az ország egész területéről, ennek a munkának *pozitív tömegszelektációs jelentőségét* nem lehet eléggé alá húzni.

A csírázóképeség alapján megállapított minőségi mutatókat a fajok virágzás- és terméshatásának, elsősorban a pollentermelésnek és a megtermékenyítésnek az ismeretében kell megállapítani. Ismeretes, hogy gyengébb virágzás évében gyakoribb az önmegtermékenyülés vagy a léha mag. Ráadásul kevesebb lehet az értékes magfák pollentermése, vagyis a nyert magtétel genetikai értéke kisebb. Ebből következik, hogy ezekhez a vizsgálatokhoz *csak a bő magtermő évek magteteleit ajánlatos felhasználni.*

*Végeredményben megállapítható, hogy a nagy ezermagtömeg alapján történő kiválasztás nem lehet az egyedüli főcél. Ha azonban a kiválasztott fák sok más kívánatos jó tulajdonságuk mellett, mint a nagy fatermés, a jó alak és a betegségekkel szembeni ellenálóképesség, még átlagon felüli ezermagtömegű magot is teremnek, akkor ezt kiegyesítő jó tulajdonságnak vesszük.*

A nagy ezermagtömegre való nemesítés mint *pozitív tömegkiválasztás* hajtható végre, ha szitasorozattal csak a legnagyobb és a legnehezebb magvakat választjuk ki és használjuk fel. *Negatív tömegkiválasztást* jelent, ha a legkisebb magszemeket ejtjük ki a vetésből. A tömegkiválasztásnál hatásosabb és ajánlatosabb eljárás, ha a nagy ezermagtömeg szerinti kiválasztást az *egyedkiválasztáskor* alkalmazzuk, mert ilyenkor a többi gazdaságilag fontos öröklődő tulajdonságra is tekintettel lehetünk.

### 3.254 A csemeték osztályozása a csemetekertben

*Amikor a csemetekertben a nemkívánatos egyedeket eltávolítjuk a csemetepopulációból, negatív tömegkiválasztást végzünk.* Így pl. a lucnál kiselejtezzük a csúcsrügyet nem fejlesztő, bokrosodásra hajlamos egyedeket, a több oldalágra bomló, seprűs csemetéket vagy az oldalhajtás nélküli, ún. kígyótipusokat (10. kép). A bükk- és a kőris-állományokban is kidobjuk a villás vagy fagykárosított egyedeket. Az erdeifenyő-, nyír- és egyéb fajok két-három éves csemetéin az elágazódás jellegét ugyancsak meghatározhatjuk. *Lindquist, B. (1954)* egy példát említ svéd csemetekertből, ahol az egyik széles koronájú erdeifenyő- anyafáról származó 1+1 éves iskolázott erdeifenyő-csemeték 90–100%-a erős oldalágakat nevelt, viszont a keskeny koronájú anyafák utódai között az ilyen csemeték száma alig érte el a 10–35%-ot. A seprűkoronájú

erdeifenyőtörzsek utódai már egyéves korban is túlságosan sok oldalágat fejlesztettek, hároméves korukra pedig legtöbbjükön az alsó ágörvek rendellenesen alakultak ki, és ezeken 30-nál is több oldalágat lehetett megszámlálni. *Majer A. (1964)* szerint a bakonyi bükkcsemeték 30–40%-a villás és seprűs, és főképpen az ikerrügyű fácskák fejlődtek ilyenre. A halmozott rügy különösen jó fiatalkori ismertetőjele a bükk villásodásának.

Keskeny koronájú, finom ágú, ill. széles koronájú, vastag águ erdeifenyő-egyedekkel elvégzett svédországi ellenőrzött keresztezések, de szabad beporzásból származó utódok németek által végrehajtott vizsgálata is igazolja, hogy *a lényeges morfológiai tulajdonságok*, mint pl. az örvenkénti ágszám, az ágaknak a törzssel bezárt szöge stb. *öröklődik, és a hasonlóság már hároméves korban is igazolható.* A növekedés szerinti kiválasztás már sokkal problematikusabb, mivel a magassági növekedést a magban levő tápanyagtartalék, továbbá az ugyanazon az ágyáson belül is változó talajviszonyok, növőtér stb. befolyásolja, és *az öröklékeny növekedési energia rendszerint az első években még nem jelentkezik.*

*A csemeték méret szerinti osztályozása pozitív tömegkiválasztási tevékenység.* Ezt a munkát régóta végzi a gyakorlat. Az azonos termőhelyen és azonos termesztéstechnikával előállított, ugyanolyan korú magágyi vagy iskolázott csemetéket a törzshossz, a gyökfőátmérő, a gyökérzet típusa vagy más jelleg alapján osztályozzuk. Az említett tényezők közül kétségtelenül a magassági növekedés mérhető a legkönnyebben. A gyorsan növő lombfák klónozott, nagy ültetési anyagának átmérő, illetve terület vagy hossz szerinti két-három méretosztályba való sorolása *termesztéstechnikai és gazdasági okokból* indokolt. Hasonlóképpen helyeselhető a faiskolákban az az eljárás is, hogy ültetési anyagukat a morfológiai ismérvek alapján két minőségi osztályba csoportosítják.

A leghosszabb csemeték kiválasztása a csemetekertben jó nemesítési hatást eredményezhet. *Egyszeri kiválasztással a magassági teljesítmény 5–10%-os megjavítását is elérhetjük.* Ha ehhez ugyanilyen vastagságbeli többlet is hozzájön, az összes növedéktöbblet 10–20%-ra emelkedhet. Még nem modhatjuk ki általános törvényként azonban, hogy az első két-három évtized többleteljesítménye a további élet alatt is megmarad.

A csemeték növekedésbeli eltéréseinek környezeti okait megfelelő intézkedésekkel csökkenthetjük. A talaj fizikai és kémiai tulajdonságait a felső talajréteg gondos megmunkálásával és összekeverésével nagyrészt egységessé tehetjük. Ha a magvakat korszerű vetőgéppel egyenlő távolságra vetjük és iskolázáskor az előírt hálózatot megtartjuk, minden növény egyforma növőtérhez jut. A magvak osztályozásával a tartalék tápanyagban jelentkező nagyobb különbségeket kiegyenlíthetjük. Ha mindezek ellenére egyes csemeték növekedése jelentősen különbözik a többitől, ez a kérdéses egyedek örökletes tulajdonságaival magyarázható.

Az első évek erőteljes növekedése a következő években mérséklődik, ill. a fordított eset is előfordulhat (*átváltás!*). *Langner (1958)* rámutat, hogy a növekedésben mutatózó átváltás a kezdeti sikert könnyen kudarcá változtathatja. Példa erre egy ismeretlen származású, fiatal korban jól növő *Pinus banksiana* nagymértékű telepítése Európa-szerte a századforduló idején, amely később csődöt mondott. Ugyanez történt egy tűhullással szemben ellenálló, gyors növésű erdeifenyő-származással is, amelyet

Németországban szívesen telepítettek, de a szép fiatalosokból csak sínylődő, rontott erdők lettek.

Említett szerző szerint csak *bizonyos előfeltételek mellett jelent a legnagyobb növényeknek a mag- vagy iskolázóágásban történő kiválasztása genetikai szelekciót*. Ez annál valószínűtlenebb, minél egyenletesebb volt az anyaállomány. A természetes előfordulási területek szélein, *távol a tulajdonképpeni géncentrumoktól, ahol a szélsőséges klímaviszonyok és esetleg sok évezredes beltenyésztés következtében már egy bizonyos homozigózis tételezhető fel, kevés kilátás van csemetekerti kiválasztásra*. Ez a helyzet a fatenyészet határán vagy a messze északon található luc- és erdefenyő-állományok esetében, amelyeknek genetikai konstitúciója már nagyon egységesnek mondható. Itt mégis jelentősége van a gyakorlati erdőtelepítés szempontjából a fiatalon gyorsan növő egyedek kiemelésének, mert ezáltal a telepítés sikerét növelhetjük ezeken a szélsőséges termőhelyeken.

Különösen sikeres a csemetekerti kiválasztás, ha olyan spontán keletkezett fajhibriddek is akadnak a táblában, amelyeknek fölénye szembeszökő. Ilyen esetről számol be *Tuskó L.* (1966), aki Kőszegen egy magánvilla kertjében egy *Larix decidua* Mill. és egy *L. leptolepis* Gord. kereszteződéséből keletkezett hibrid csemetéket emelt ki és ültetett el egy *L. leptolepis* származási kísérlet részeként. A hibridek 10 éves kori többlételesítményét az 1.3 fejezetben közöltük.

Hasonlóan előnyösen választhatjuk ki csemetekertben az akác (példa erre a jászkiséri fagyfűró fajta), a lucfenyő, tölgy, bükk későn hajtó egyedeit kései fagyoktól veszélyeztetett területek erdősítésére. Pozitív kiválasztási ténykedés az is, amikor betegséggel súlyosan károsított csemetekerti táblából az egészségesen megmaradt egyedeket kiválogatjuk.

Ezzel kapcsolatban rá kell mutatni, hogy *a csemetetermelésben a kiválasztó természeti erdőt védő intézkedésekkel gyengítjük*, illetve sokszor teljesen megszüntetjük. Így a késői fagy ellen gyékénytakarással vagy mesterséges ködképzéssel, füstöléssel védekezünk, a vízhiányt öntözéssel csökkentjük, a fenyő tűhullását vegyszerrel akadályozzuk meg. A természetnek tisztában kell lennie azzal, hogy nemesítési céljaink eléréséhez mennyire kapcsolhatja ki a természetes kiválasztó tényezőket. A fiatalkori veszélyek (csemetedőlés, tűhullás stb.) elleni védekezés magától értetődik, de például a kései faggal szemben ellenálló fajták kinemesítésekor a fagyhatást nem zárhatjuk ki, sőt igyekszünk a fiatal csemetéket fagyzugos helyen felnevelni.

A 30-as évek elejétől kezdve számos kísérletet folytattak (*Fabricius L., Münch E., Rohmeder, E., Schmitt P.* stb.) osztályozott csemetékkel, amelyeket 1968-ban *Nanson, A.* összefoglaló tanulmányban értékelt. Szerző a következő általános megállapításokat teszi:

1. A csemetekertben elvégzett osztályozásnak a legtöbb esetben *pozitív hatása van az elkövetkező 5–20 év teljesítményére*. A csemeték súlya jelentősebb, mint a magasságuk. A nagyobb csemeték általában jobban megeredtek. A lehetséges nyereség annál kifejezettebb, minél nagyobb a kiindulási anyag genetikai változékonysága.
2. *A csemeteosztályozás hatása erősen függ a szelekció intenzitásától*. Az eredmény annál jobb, minél inkább eltérnek a kiválasztott egyedek

a matematikai átlagtól (szerző táblázatot állított össze az osztályozással elérhető genetikai nyereség becsléséhez, ill. kiszámításához).

3. A csemetekerti *tömegszelekció eredményesebb, ha azt idősebb korban hajtjuk végre*, amikor az egyes egyedek genetikai potenciálja jobban kifejezésre jut. A nevelőágy talajának homogenitása nagymértékben befolyásolja a kiválasztást. A talajbeli differenciák elfedhetik a genetikai különbségeket és az osztályozás gazdaságosságát veszélyeztetik, vagyis az osztályozást az egyes egyöntetű nevelőágakban külön-külön kell elvégezni.

4. A tömegszelekcióra *a csemetekerti és a kiültetési hely termőhelyi tényezői közti különbségnek is hatása van*. Ha nagyok ezek a különbségek, a szelekcióval elérhető nyereség eltűnhet.

A csemeték tömegszelekciójának előnye sűrű kiültetés esetén nagymértékben csökken. Tágabb hálózat alkalmazásakor – és ez újabban az irányzat – a csemeteosztályozás helyettesíti a fiatalosban végbemenő kisebb mértékű természetes szelekciót.

5. *A csemeteosztályozásnak csak akkor van pozitív hatása, ha a kiemelt, nem megfelelő csemetéket megsemmisítjük*. Azok elkülönített felhasználása károsabb, mintha osztályozatlan csemetéket használtunk volna a telepítéseinkben.

Az összefoglalt kísérleti eredmények aláhúzzák a szaporítóanyag<sup>1</sup>szabványosításának fontosságát, és meggyőzhetnek bennünket arról, hogy *csak megfelelő minőségű csemetéket szabad felhasználnunk* erdősítéseinkben.

### 3.255 A magtermelő állományok és átalakításuk mag-, ill. génrezervációkká

*A magtermelő állományokat és azokban a magfákat külső bélyegek alapján választjuk ki, tehát fenotípus szerinti tömegkiválasztást végzünk*. Megkülönböztetünk utódvizsgálattal nem ellenőrzött magtermelő állományt vagy *fenotípus alapján kijelölt magtermelő állományt*, valamint *elit magtermelő állományt*, amelynek jó átörökítő képességét az utódvizsgálatok bizonyították. Minthogy az utódvizsgálatok hosszú időt igényelnek, gyakorlatilag *az egyes természeti tájakon helyszíni vizsgálatok alapján legkiválóbbnak talált állományokat tekintjük magtermelő állományoknak*.

Az extenzív erdőművelést mindinkább felváltó belterjesebb erdőgazdálkodás folyamán a természetes felújítások csökkennek, és a mesterséges erdőfelújítások, erdőtelepítések, fásítások területe növekszik. Ezzel együtt természetesen *egyre több magra lesz szükség, és nagyobb lesz a magvak genetikai értékével szemben támasztott követelmény*. A fejlett erdőgazdálkodással rendelkező országokban mind jobban felismerik az értékes, nemesített vetőmag előállításának fontosságát.

A probléma megoldásában a *magtermelő állományok nem veszítenek jelentőségükből*. Azokat világszerte igyekeznek *mag-, ill. génrezervációkká átalakítani*. Ez azt jelenti,

hogy a magtermelő állományokból a nemkívánatos egyedeket eltávolítják, és a visszamaradókat úgy ápolják, hogy azok minél gyakrabban, minél nagyobb mennyiségben adjanak jó minőségű magot.

A magtermelő állományoknak mag-, ill. génrezervációkká való átalakítása a következő célt szolgálja:

- erdeink értékes génkészletének megőrzése,
- valóban nagy értékű, jó csírázási erélyű és maximális csírázóképes mag nyerése,
- a magtermelés kis erdőterületre való koncentrálása, ahol a munkaszervezési és ellenőrzési munkák megkönnyíthetők.

Ezeket a célokat a *magtermelő állományok és az ún. magfák gondos kiválasztásával, az állományok bőséges virágzását elősegítő megbontásával, a lehető legjobb víz- és tápanyagellátással, valamint az állati és növényi károsítók leküzdésével* lehet elérni. A bőséges virágzást és terméskötést tekintve a kijelölt és törzskönyvezett *magtermelő állományok szerkezete rendszerint nem optimális*. Tudott dolog továbbá, hogy a legjobb magtermelő állományokban is vannak rossz minőségű egyedek, amelyek a beporzásban részt vesznek, és az állománytól nyert mag átlagos genetikai értékét rontják. A közelben is lehetnek olyan rossz minőségű állományok, amelyekről nem kívánatos pollen száll a kijelölt magtermelő állományra. *A magrezervációvá való átlakítás 3 fő műveletből áll:*

1. a magfák kiválasztása,
2. az állomány gyéritése,
3. idegen pollentől való elszigetelés.

1. Az átalakítási munkák egy időben pozitív és negatív tömegszelekciót jelentenek. A *genetikai nyereség* a szelekció alapját képező jelleg öröklődésétől, a jelleg változékonyságától és a szelekció intenzitásától függ. A genetikai nyereség annál nagyobb, minél intenzívebb a szelekció, vagyis a területegységen minél kevesebb magfát jelölünk ki. Egy bizonyos minimális számú magfára azonban feltétlenül szükség van a kölcsönös beporzás lehetővé tételéhez, ill. az önbeporzás elkerüléséhez.

*Magfának* rendszerint azokat az uralkodó szintbeli faegyedeket *jelöljük ki*, amelyek a legméretesebbek, jó törzsalakúak és jó minőségű ipari fát szolgáltatnak. Különösen a jó ágtszűlásra, az arányos koronára, a sűrű és egészséges lombzatra, a közel vízszintesen álló és vékony ágakra kell figyelmet fordítani. Fontos szempont a klímarezisztencia is. Kétlaki fajok esetében a nőegyedeknek az állomány fáinak legalább 2/3-át kell kitenniük, természetesen egyenletes területi megoszlásban.

2. A magrezervációk kialakításának második műveletét a *gyéritések* adják. A legtöbb faj számára a *60%-os sűrűség az optimális*. (A lucosokban 80% a kedvező sűrűség, a szélállóság és a rendszerint nagy lejtők miatt.) A gyéritést fokozatosan kell végrehajtani. Legelőször is a beteg fákat kell eltávolítani. Második belenyúláskor az uralkodó szintben levő, de magfának ki nem jelölt egyedek következzenek. Az elegyes álló-



mányokból azokat az idegen fajú egyedeket vesszük ki először, amelyek a magfákat elnyomással fenyegetik, ill. a korábban kilombosodó fajokat vágjuk ki legelőször. Így pl. a kocsánytalan tölgy magrezervációból legelőször a rezgő nyárat és a nyírt távolítjuk el, amelynek korai lombozata a tölgyek pollenszóródását akadályozza. A vörösfenyő magrezervációból először a bükköt, tölgyet és az idegen fenyőféléket vágjuk ki. Kb. a 3. évben következik a magfaként ki nem jelölt, *Kraft szerinti* II–III. osztályú fák kitermelése. Az elegyes állományokban általában a kérdéses fafaj magfának ki nem jelölt valamennyi egyedét el kell távolítani.

Első belenyúláskor a kiváló állományok sűrűségét mintegy 20%-kal, a közepesekét kb. 10%-kal csökkentjük. Általános szabály, hogy *a második belenyúlás még akkor történjen, mielőtt az első belenyúlás hatása megszűnnék*. A bőséges virágzásnak és terméskötésnek kedvező sűrűséget folyamatosan fenn kell tartani.

3. A nemkívánatos pollentől való *izolálást* illetően a kutatások azt igazolták, hogy bár a pollen nagy távolságra elrepül, még sincs szükség túl nagy távolságra. A hozott pollen ugyanis összehasonlíthatatlanul kevesebb, mint ami helyben terem. A megfelelő elszigetelés végett általában a következő *intézkedésekre* van szükség:

- a magrezerváció minimális területe legalább 3–5 ha legyen;
- a magrezerváció és az azonos fajú, értéktelen pollenforrás közti távolság – a fafajtól, a nemkívánatos pollenforrás kiterjedésétől, a terepviszonyoktól függően – 300–1000 m legyen;
- lehetőleg minél hamarabb ki kell termelni a közeli értéktelen állományokat, amelyek a magrezervációt veszélyeztetik;
- ha nem lehet megfelelő idegen fajú izolációs sávot hagyni, a fafajnak 300–500 m távolságban levő valamennyi, nemkívánatos egyedét ki kell vágni;
- a rovarbeporzású fajoknál az izolációs távolság a beporzást végző rovarok röptávolságával egyezik meg (méheknél legalább 3 km).

A szelekcióval és ápolóvágásokkal kialakított magrezervációkban *termésfokozó talajművelést és egyéb agrotechnikai beavatkozásokat* (trágyázás, műtrágyázás, öntözés stb. *Mátyás V.*, 1960) kell végrehajtani. Az intenzív beavatkozások mértéke a faj erdőművelési és gazdasági jelentőségétől, a magtermelés koncentrálási céljaitól stb. függ. A nemesítőknak folyamatosan gondoskodniuk kell a magrezervációk *ivaros utóvizsgálatáról*.

A legjobb magrezervációkról (génrezervációkról) és törzsfákról származó maggal az eredeti állomány termőhelyével megegyező területen *utódállományokat* kell telepíteni, hogy génállományukat folyamatosan fenntarthassuk. A magtermelő állományok a magyar erdők kiváló tulajdonságú, örökletes anyagának utolsó biztosítékai, a *jövő minőségi maggazdálkodásának bázisai*. A felszabadulás utáni első évtizedben összesen kijelölt 11 ezer ha magtermelő állomány revíziója után mindössze 600 ha fenyő-, 1500 ha tölgy, 500 ha bükk és kb. 900 ha egyéb állományunk maradt, ami az összes erdőterületnek csak 0,23%-a (*Mátyás Cs.*–*Palotás*, 1979).

Az értékes génkészlet megőrzése céljából, legalább 18%-ra, 10–15 ezer ha-ra kellene felemelni a magrezervációkat. További értékes erdefenyő-állományokat kellene felkutatni az Őrségben, a Nyírségben, a Duna–Tisza közén. A feketefenyő magtermelő állományait elsősorban a Duna–Tisza közén a Dunántúli-középhegység kopár területein kellene növelni. A Börzsönyben, a Bakonyban további vörösfenyő-állományok kijelölése volna kívánatos. Valamennyi szlavontölgyesünket mag-, ill. génrezervációként kellene fenntartani a Balaton környékén, az Alföldön és a Mátrában. A Tolnai-Hegyhát vidékén a molyhos tölgy, középhegységeinkben és Somogyban a jobb cserállományok, a Börzsönyben, a Mátrában, a Bükkben a legszebb bükkasszociációk szorulnának védelemre. Gondoskodni kellene az értékes elegyfák, a hársak, a juharok, a kőrisek, a szilek, a cseresznye fennmaradásáról. Sokszor egy-egy tájban ma már csupán néhány *ősi fából álló csoport* képviseli az eredeti helyi ökotípust. Ezek fenntartásának nagy a tudományos és gyakorlati jelentősége. Szükség van az utolsó öreg *tanúfák* meghagyására, vagy elpusztulásuk előtti átoltásukra, továbbszaporításukra (15. kép). A további *nemesítési munka is számot tart a legkiválóbb állományok* megkímélt területeire. Itt vannak a törzsfák, itt találhatóak a legkülönbözőbb változatok és természetes hibridek, amelyek a nemesítés céljára a jövőben is nélkülözhetetlenek (*Mátyás V.*, 1965).

A mag-, ill. génrezervációkról *új törzskönyveket, kartotékokat* kell felfektetni, és ki kell dolgozni fajonként azok *kezelési* utasítását. Esetenként *tájvédelmi körzetté* kell nyilvánítani a legjobb génrezervációkat felölelő területeket, mint ahogy ennek néhány örvendetes példáját már említhetjük (pl. a zselicségi ezüsthársas-tölgyesek (16. kép) védetté nyilvánítása). A probléma megoldásának egyik kulcskérdését a *megfelelő anyagi ösztönzők* képezik. Csak így lehet elérni, hogy az erdőgazdaságok folyamatosan jobb származási, jobb minőségű magot és dugványt termeljenek, valamint vetésre, telepítésre csakis ilyen szaporítóanyagot használjanak fel.

Magától értetődik, hogy valamennyi fafajunk közül a *gyorsan növő* nemesítése és *szaporítóanyag-ellátása a legelőrehaladottabb*. A nyár, a fűz, az erdei- és a lucfenyő, sőt az akác nemesítési és szaporítóanyag-termesztése is eléggé megnyugtatóan rendezett. Viszont az ország erdőállományának mintegy 44%-át kitevő *Quercus* nemzetség és a 9%-ot jelentő bükk, valamint a *többi lombosfafaj maggazdálkodása*, nemesítése még a *kezdet kezdetén tart*. Pedig ezek a fajok együttvéve az ország erdőterületének kb. 70%-át alkotják.

Mint ismeretes, tölgy- és bükkplantázsumk nincsen, ill. ilyenek létesítése nagy nehézséget jelent. Általában 8–10 évenként hoznak bő termést, de magjuk készletezésére sajnos nincs lehetőség. A makk nagy kritikus nedvességtartalma több éves hűtőtárolást nem tesz lehetővé. A bőséges termés évében az évi szükséglet 4–5-szörösét kell vetni, amelyet a következő évekre gyökéralávágással, átiskolázással tartalékolhatunk. Több országban folynak kísérletek a tölgycesmete hosszabb hűtőházi tárolására.

*Az üzemi gyakorlat* sajnos a *magtermelő állományok kezelésére mint génrezervátumokra sem fordít gondot*. Bár a termést a kijelölt állományok egy részében begyűjtik, de azt általában összekeverik az egyéb nemkívánatos állományokból származó készletekkel. *Minél előbb át kell térnünk a minőségi maggazdálkodásra*. Állományaink nemesítése céljából legalább a jobb termőhelyeken feltétlenül minőségi magot kell használni. Legjobb állományaink további felkutatása, kijelölése, kezelésük megállapítása, onnan

a mag begyűjtése, korszerű feldolgozása, az abból nevelt kiváló csemetepopulációk felhasználása az erdősítésekben *erdőgazdálkodásunk fejlesztésének nélkülözhetetlen feltétele*.

Ezzel párhuzamosan természetesen tovább kell folytatni a fenyőkkel a *magtermelő plantázások* üzemi telepítését és számos egyéb fafajjal a kísérletezést. Egyidejűleg *folytatni szükséges* a génrezervációkban a legkiválóbb egyedek, *a törzsfák felkutatását*, azok fenntartását és utódaik elszaporítását. Fontos kutatási feladat a kiváló állományok faj-, változat-, forma- és hibridalakjainak meghatározása. A kiváló minőségű és továbbszaporításra alkalmas, gyors növekedésű, ellenálló ökotípusok továbbtermesztése, a származási kérdések tudományos alapon való tisztázása az állományok további degradációját akadályozza meg.

## 3.26 Egyedkiválasztás (a törzsfák kiválasztása)

### 3.261 Az egyedkiválasztás meghatározása, feladata

A szelekciónak ez a formája *törzsfák* (pluszfák) legjobb fenotípusainak egy vagy több lépcsőben történő *kiválasztását*, *a törzsfák vegetatív vagy generatív elszaporítását*, *azok plantázásokban való keresztezését és utódvizsgálatát* (genetikai értékének ellenőrzését) *jelentő komplex nemesítési módszer*.

A felsorolt munkaszakaszokat tekintve, időnyerés céljából célszerű a plantázásokat a törzsfák utódvizsgálatát megelőzően vagy azzal egyidejűleg létesíteni. Amikor a kiválasztott törzsfák oltványaiból azonnal plantázst létesítünk, feltételezzük, hogy a kijelölés alapját adó jó tulajdonságok genotípusosak, azok az utódoknak átadódnak és függetlenek a környezeti feltételektől. *Ezt a feltevést számos utódvizsgálati kutatás igazolta* (Bouvarrel, 1957; Ruden, 1965). A törzsfák utódai a kísérleti ültetvényekben mindig jobbak voltak az átlagos vagy minuszfáknál vagy a kereskedelmi magtétélekből származó utódoknál. *Az elitplantázások az utódvizsgálat lefolytatása után létesülnek*, illetve a fenotípus vagy a klónvizsgálat alapján létesített plantázásokat utólag átalakítják elitplantázssokká.

Régen az igények elsősorban a vastag, egyenes, jó növéssű faegyedekre irányultak, ezért legtöbbször az ilyeneket vágták ki. Ennek az évszázadokig folyt negatív kiválogatásnak az lett a következménye, hogy erdeinkben a lassan növvő, gyengébb minőségű anyag maradt vissza, vagyis erdeink leromlottak. Ezért kell napjainkban kiemelkedő gonddal óvnunk megmaradt, nagy örökletes értékű állományainkat, és a közvetlen elszaporítás, ill. a nemesítés számára *fel kell kutatnunk* az egyes fajok elterjedési területének *legkiválóbb egyedeit*, *a törzsfákat*.

A törzsfák kiválasztása olyan *egyedkiválogatás*, amelynek az állományon belül létező nagyfokú egyedi változékonyság az alapja. Ez a genotípusos változékonyság az erdei állományok heterozigózisának a következménye.

A gyakorlatilag kevésbé fontos jellegek egyéb lényeges tulajdonságokkal állhatnak *korrelációban*. Pl. a kefésluc általában gyorsabban nő mind magasságban, mind át-

mérőben a lemezslucnál. Hasonlóan jelentősek azok a kapcsolatok, amelyek ugyanazon egyed fiatalkori és érettkori jellegzetességei között fennállnak.

A kiválasztott fák fenotípusos előnye valóban többlet, amely a környezeti tényezőktől függetlenül átadódik az utódoknak. Lehetséges azonban, hogy a kiválasztott egyed ezt a látszólagos pluszt bizonyos kedvező mikroklímatis adottságoknak köszönheti. Hogy ezt a lehetőséget kiszűrjük, sok állományból nagyszámú fenotípust kell kiválasztani.

Hasonlóképpen az is lehetséges, hogy a jó gének kedvező kombinációja a rossz környezeti körülmények miatt nem tud megfelelően kifejezésre jutni. A klóngyűjteményeknek többek között az is a célja, hogy ezeket a latens lehetőségeket felszínre hozza.

Az egyedkiválogatás fontosságát az erdei fák nemesítésében már a második világháború előtt felismerték, amikor Németországban, majd Dániában és Svédországban kiváló alakú faegyedeket szelektáltak. A mostani, negyedik szakaszban az egyedkiválogatás vezérszerepet játszik az erdei fák nemesítésében. Az egyedszelekció közvetlen célja az erdei fák nagyobb teljesítményű fajtáinak ellenőrzött előállítása.

*Egyedkiválogatást végezhetünk:*

1. a faj természetes elterjedési területén,
2. a faj areáján kívül telepített állományokban,
3. származási kísérletben,
4. klónvizsgálati, ivaros utódvizsgálati anyagban.

Az egyedszelekció célját is általában gyakorlati feladatok szabják meg. Ezeknek a feladatoknak a megállapításakor figyelembe kell venni, hogy a kiválasztás eredményeit az üzemi termesztésben a faj biológiai tulajdonságaitól, az alkalmazott nemesítési módszertől, a kiválasztási jelleg örökölhetőségétől, a rendelkezésre álló anyagi eszközöktől stb. függően csak hosszabb vagy rövidebb idő elmúltával lehet hasznosítani. A jelenlegi fafelhasználás, ill. faigény fontos, de nehéz megmondani, hogy néhány évtized múlva — elsősorban az ipar — milyen faanyagot igényel. Ezért az egyedkiválasztás célját is nagy általánosságban szabják meg, kivéve néhány olyan esetet, amikor egy meghatározott cél érdekében történik a nemesítés. Az étkezési gesztenye és az öttűs fenyőek esetében a kiválasztás fő ismérve a betegségekkel szembeni ellenállóképesség. Ha a fatenyészet határán is élni képes fajták előállítása a cél, akkor a figyelmet a vegetációs időszak megrövidítésére, a kisebb hőigényre, a faggyal, hóval és széllel szembeni ellenállóképesség növelésére kell fordítani.

Mindig szem előtt kell tartani, hogy milyen éghajlatú tájak és termőhelyek számára akarunk anyagot nemesíteni. Egy nemesített fajta maximális teljesítményét a legjobb termőhelyeken fejti ki, amelyek rendszerint a kiválasztási hely legjobb termőhelyfoltjaival esnek egybe (ez alól a fajok közötti hibridek, a mutánsok, vagy a poliploidok rendszerint kivételek). Ezért hazánk nagyon változatos éghajlati és talajviszonyai miatt az a kívánatos, hogy valamennyi erdőgazdasági táj számára külön végezzük a kiválasztást. Az eredeti tájon kívül való telepítés kockázattal jár, hacsak a huzamosabb ideje folytatott származási kísérletek erre nem jogosítanak fel. Általában a termelt magot csak az eredeti tájban szabad felhasználni — legfeljebb nagyon hasonló termőhelyű tájakon —, még akkor is, ha idegen pollentől való izolálás vagy egyéb okok

miatt a plantázst a kiválasztási tájon kívül létesítjük. Ez alól a szabály alól kivételt képeznek a nagy ökológiai amplitúdójú fajok, de ezek is csak megfelelő kísérleti bizonyítékok birtokában használhatók a kiválasztási helytől eltérő tájakon.

Az egyedkiválasztást végző nemesítő számára nagyon fontos, hogy legalább nagy vonalakban ismerje, milyen *technológiát alkalmaznak* majd e nemesített anyag gyakorlati termesztésbe vonása alkalmával (a mezőgazdaságban pl. a gabonafélék általánosan bevezetett kombájnos aratása miatt nagy súlyt fektetnek a dőléssel szembeni ellenállóképességre). Kétségtelen, hogy a jövőben az erdőgazdálkodásban is szélesebb körben alkalmazzák a műtrágyákat és a többi belterjes talajművelési és -ápolási módszert. Olyan fajtákat kell tehát előállítani, amelyek az *intenzív agrotechnikát a legnagyobb mértékben meghálálják*, vagy pl. ha a gyakorlati termesztésben gazdaságos gépi nyesést irányoznak elő, akkor a kiindulási anyag szelekciójakor nem kell olyan nagy súlyt fektetni az ágak átmérőjére, az ágtszűrűsége és a törzsek egyenességére.

Nagy általánosságban az erdei fák egyedszelekciójának is azok a *feladatai*, mint amelyeket a 2. fejezetben részleteztünk.

*Az egyéb termékek előállításával* kapcsolatban (itt kiegészítésképpen említjük), hogy a gyantatermelés genetikailag meghatározott tulajdonság (*Prokazin*, 1959). Azok az erdefenyő-formák adnak sok gyantát, amelyeknek zöldesszürke színű tobozuk van, és a toboz apofízise majdnem lapos. A kevés gyantát termő alakoknak sötét kávébarna színű a tobozuk, és az apofízisük domború.

*A fa minőségét* tekintve érdekesek azok a változások, amelyek a fákban bekövetkeznek, ha eredeti termőhelyükről elvisszük őket. Az erdei- és lucfenyő Földközi-tenger környéki származásai Norvégiában keskenyebb nyári pásztát fejlesztenek, mint a helyi származás. Azt is megállapították, hogy a tracheidák hosszának és szélességének, valamint a sűrűségnek az öröklékenysége jó.

### 3.262 A törzsfák kiválasztásának ismérvei

*A törzsfák kiválogatása irányulhat:*

1. a génállomány megőrzésére,
2. a klónos elszaporításra (nyár, fűz),
3. családtenyésztésre,
4. magplantázst létesítésére,
5. nemesítéshez kiindulási anyagként (klónvizsgálat, keresztezés stb.).

**A génállomány megőrzése** céljából végzett tömegszelekció *eltér a többi szelekciótól*. A génállomány egy populáció géneinek összessége. A populációban a különböző gének meghatározott gyakorisággal fordulnak elő. A fajajok nemesítése természetes génállományukra épül. Jelenleg azonban egyrészt számos jelleg jövőbeli gazdasági jelentőségét nem ismerjük, másrészt mivel a mesterséges kiválasztás szűkíti az eredeti génállományt, elengedhetetlenül fontos *a természetes erdők génállományának megőr-*

*zése.* Ezt a témát a 3.255 alfejezetben érintettük. Célunk ez esetben elsődlegesen nem a nemesítés, hanem az erdők genetikai sokrétűségének lehető legteljesebb fenntartása a későbbi nemesítői munka számára.

A génállományt — amint az említett alfejezetekben tárgyaltuk — *magrezervációk útján és célszerűen megválasztott törzsfák* révén őrizhetjük meg.

Egy populáció genetikai összetételének teljes megismerése lehetetlen. A génállományt elsősorban *olyan gazdaságilag jelentős jellegek* fenotípusos megnyilvánulásán célszerű tanulmányozni, *amelyek öröklődési foka nagy.*

Szelektálhatjuk a klimatikus és az ökológiai rasszok képviselőit; ezek hiányában a legjobb, ill. a szélsőséges viszonyok között felnőtt populációkat és egyedeket. A nagyobb elterjedési terület általában változatosabb termőhelyet, nagyobb genetikai differenciálódást jelent, tehát több populációmintára van szükségünk. Tulajdonképpen minden elképzelhető termőhelyről kellene törzsfák, ez azonban gyakorlatilag kivihetetlen. Ha egyetlen egyedet választunk ki, az az adott jellegben a variációsorozat átlagához álljon közel. Helyesebb azonban 3 egyed kiválasztása a gyakorisági sorozat középső és két szélső szakaszából. Az egyes fák nagyfokú heterozigótasága miatt 10–15 faegyed — ezeket *populációt jellemző fák*nak mondhatjuk — generatív utódai már megfelelően képviselik a populációt.

*A populáció genetikai változatosságát képviselő fák csemetéit helytelen szelektálni.* Belőlük a szükséges ültetési anyagot csak véletlen mintavétel útján emelhetjük ki.

Az említett további 4 nemesítési célnél a törzsfákkal szemben támasztott igényünk már nemcsak az, hogy megbízhatóan reprezentálják azt a populációt, amelyből származnak, hanem az is, hogy *fenotípusosan olyan kiváló egyedek legyenek, amelyek jelen és jövőbeli gazdasági céljainknak a legjobban megfelelnek, környezetük azonos korú és fajú egyedek egy vagy több tulajdonságban felül is múlják, és egyéb tulajdonságaik is legalább átlagosak.*

Tágabb értelemben törzsfának nevezünk minden olyan faegyedet, amelyet valamilyen nemesítési célra kijelölünk (törzskönyvezünk), illetve felhasználunk. Az utódvizsgálat alapján is kiválónak bizonyult törzsfát *elitfának* mondjuk.

**Klónos elszaporítás** esetében eljárásunk lényege az, hogy egy természetes vagy mesterséges populációból, spontán vagy ellenőrzött keresztezési anyagból kiválasztjuk, egybevetjük és vegetatív úton elszaporítjuk a nemesítési céloknak legjobban megfelelő növényeket (vagy azok vegetatív utódait). A *klónkiválasztás* elsősorban a nyár-, fűz- és akác nemesítés terén hozott és ígér rövid úton kiemelkedő eredményeket.

Különösen értékes, szelektált klónok üzemi elszaporítása gazdaságos lehet oltványok útján is. Így szaporítják pl. a hollandok a szilfavésznek ellenálló szilket és a kiváló „Doorenbos-körist”.

**A családtenyésztés lényegesebb lépései a következők:**

1. *Kiválasztjuk egy értékes őshonos állomány kb. 50 legszebb fáját.* Majd ezek szabad beporzásból származó, fánként elkülönítve kezelt utódait 3–4 ismételten kiültetjük.

2. Az utódok közül 10–30 évi megfigyelés alapján kiválasztjuk a nemesítési céljainknak legjobban megfelelő utódpopulációkat, családokat. *A legjobb családok legjobb egyedének szabad beporzásból származó utódait elkülönítve, 3–4 ismétlésben újra kiültetjük.*

3. Az egész eljárást még egyszer megismételve újra felderítjük a legjobb családokat és ezek legkiválóbb egyedeiből magplántázst létesítünk, ügyelve arra, hogy a közeli rokonok a plantázspan ne kerüljenek egymás mellé.

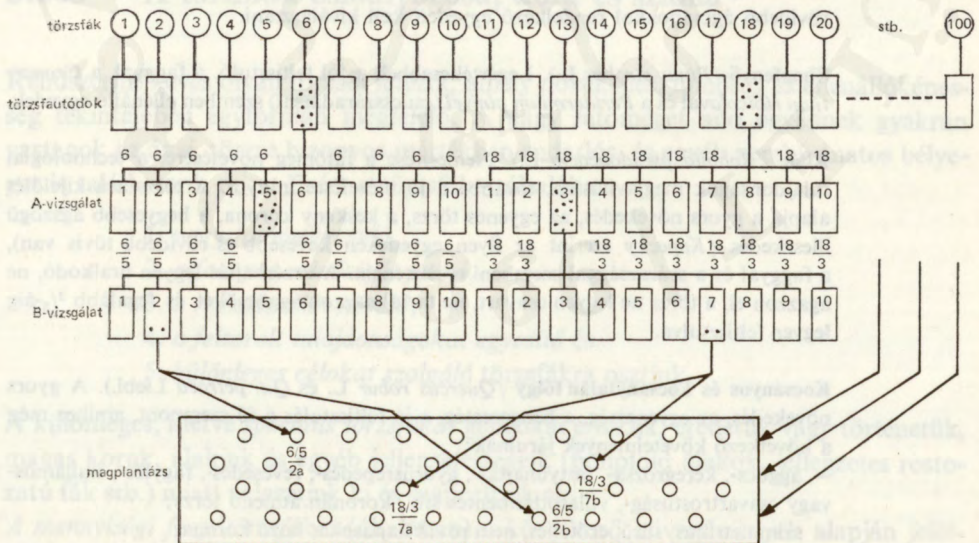
Sajnos az erdei fák esetében ez a módszer igen hosszú időt – 30–100 évet – igényel, ezért egymagában ritkán alkalmazzák, bár a gyorsabb eredményt ígérő módszerek mellett is kétségtelenül megvan a létjogosultsága (8. ábra). Legtöbbször a kiváló törzsfák is csak részben elégítik ki közvetlenül gazdasági igényeinket, ezért a keresztezés és kiválogatás feladata, hogy igyekezzék több egyed, származás, faj kedvező tulajdonságait megfelelően egyesíteni.

A törzsfák kiválogatásának vannak általános, és az egyes fajokhoz kötött speciális szelekciós irányelvei. Az általános irányelveket a feladatokkal kapcsolatosan már érintettük. Az általános követelményeket a következő fejezetben foglaljuk össze. Itt csak néhány fafaj kiválasztásának az általános nemesítési céltől függő, speciális ismervét említjük.

**Erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.).** Az ideális erdeifenyő-törzsfakoronája keskeny, kihegyesedő, rövid és vékony ágú, és az ágak többé-kevésbé vízszintesen helyezkednek el. Minél inkább vízszintesek az oldalágak, a korona a törzsnek annál kisebb részét foglalja el. A gallyakat sűrű, sárgászöld színű tűk borítják. Az ilyen korona a hó- és zuzmára-, valamint széltörésnek sokkal jobban ellenáll, és a törzs feltisztulása is kedvezőbb. (16. kép.)

A fatömeget fokozó törzsfák néhány tulajdonságban eltérhetnek az előzőktől.

Az erdeifenyőnél különösen figyelembe kell venni, hogy milyen talajon áll az állomány.



8. ábra. A családselekción végrehajtásának vázlata (Rohmeder–Schönbach után)

Agyagtalajon vastagabb ágazatú, mint homoktalajon.

A széles kéregcserepű törzsek általában gyorsabb növekedésűek és fájuk jobb minőségű. Ennek ellenére a kéregforma másodlagos fontosságú: az egyéb jellegzetességeknek a kéreggel való korrelálását hazánkban is szabatos vizsgálatokkal kell tisztázni. A hosszú, keskeny, vöröses kéregcserepeiről felismerhető var. *kienitz* Seitz erdeifenyő változat értékesebb, mert fája jobb minőségű.

Az erdeifenyő érzékeny fototropikus reakcióját ismerve, *nem szabad* a hézagok irányába kihajló törzseket kiválasztani. A villás egyedek és fekete göcsösök sem jöhetnek számításba.

**Vörösfenyő** (*Larix decidua* Mill.). A hangsúly a törzs egyenességére, hengerességére és a jó feltisztulásra esik (a vörösfenyőnél tudvalevőleg gyakori a kard alakú növés!). Az ágak közel vízszintesen álljanak, és a korona legyen kúp alakú. A *Dasyscypha Willkommii*-val szembeni ellenállóképesség ugyancsak lényeges.

**Lucfenyő** [*Picea abies* (L.) Karst.]. A korona, a kéreg, a tobozok színe, a tobozpikkelyek alakja stb. tekintetében olyan nagy az egyedi változatosság, hogy a variabilitás és az egyes jellegzetességek közötti korreláció megállapítása végett szabatos kiválasztást lehet végezni. Lombfakadás tekintetében kedvezőbbek a későn fakadó egyedek, kevésbé érzékenyek az aszálykárokra és a hőtörésre. *Münch, E.* (1949) szerint a két típus eltérő években hoz tobozokat, vagyis a mag nem származik a két típus kereszteződéséből.

Nálunk a széles nyári pásztás egyedek sűrűbb szövetűek és nagyobb a cellulóztartalmuk.

**Zöldduglász** (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb. Franco). Nagy az elterjedési területe, ezért a fontos jellegek tekintetében nagyon változatos. Hazánkban a változatosságot az szabja meg, hogy állományaink az area melyik vidékéről származnak. A korai és késői fagyokkal, téli hideggel, betegségekkel (*Rhabdocline pseudotsugae*, *Phaeocryptopus gäumannii*, *Gilletella colley*) szemben ellenálló, gyors növekedésű egyedeket válasszuk ki. Egyes szerzők azt találták, hogy a gyorsan növő egyedeknek rövidebbek az ágaik, vagyis az ágak hossza és a gyökfő átmérője között szoros korreláció van.

**Feketefenyő** (*Pinus nigra* var. *nigra* Arn.). Vékony ágú, jól feltisztult és a lehető leg-rövidebb ágcsapokkal rendelkező egyedek kell kiválasztani.

**Símafenyő** (*Pinus strobus* L.). Legértékesebbek a jól feltisztuló, a faggyal, a *Cronartium ribicolavale* és a *Peridermium pinivale* (csúcscsáradással) szemben ellenálló egyedek.

**Akác** (*Robinia pseudoacacia* L.). Nemesítése a fatömeg növelésére, a technológiai tulajdonságok megjavítására, továbbá a jó mézelésre irányul. A törzsfává kijelölés alapja a gyors növekedés, az egyenes törzs, a keskeny korona, a hegyesebb ágcsögű illeszkedés (*Kopecky* szerint az ilyen egyedeken kevesebb és rövidebb tövis van), a faggyal és a szárazsággal szembeni rezisztencia. A vezérhajtás legyen uralkodó, ne ágazzon el, a törzs ne legyen csavart, ne tartalmazzon ággöcsöket és legalább  $\frac{2}{3}$ -áig legyen feltisztulva.

**Kocsányos és kocsánytalan tölgy** (*Quercus robur* L. és *Qu. petraea* Liebl.). A gyors növekedés, az egyenesség, a hengeresség, a jó feltisztulás a fő szempont, amihez még a következő követelmények járulnak:

- ággöcs-, kéregrózsa-, fattyúhajtás-, gyűrűsrepedés-, revesedés-, fagyléc-, hullámos- vagy csavartrostúság-, villásodásmentes stb., koronán átmenő törzs;
- szimmetrikus, sűrű, erőteljes, nem rövid hajtásokat hozó korona;
- finom, vízszintes ágak;



- egyenletes évgyűrűfejlés (azok ne haladják meg a 3 mm-t);
- tökéletes egészségi állapot.

A későn fakadó egyedeket előnyben kell részesíteni, mert ezeket a *Tortrix viridana* és a kései fagy kevésbé károsítja.

**Bükk** (*Fagus sylvatica* L.). Olyan törzseket kell kiválasztani, amelyek sokféle ipari felhasználásra (furnér, fűrészrönk, szerhasáb, farost stb.) alkalmasak. Gyors növekedésű, vastag őszi pásztajú egyedeket kell kiválasztani; ezek sok faanyagot adnak és nagyobb a cellulóztartalmuk. Hámzásra a vastag, hengeres, göcsmentes, egyenes, széles évgyűrűjű fák alkalmasak.

A törzsnek a koronán átmenőnek kell lennie, az oldalágak legyenek vékonyak, vízszintesek vagy közel vízszintesek. Sohase jelöljünk ki törzsfának seprűs koronájú fákat. A fagyléces, héjaszások, csavart növesű, villás koronájú és „kínai bajuszos” kérgű egyedeket ki kell zárni a törzsfák közül. Csak a sima és egyenletesen színeződött kérgű törzsek jöhetnek számításba.

**Mézgás éger** (*Alnus glutinosa* Gaertn.). Csak a magról kelt, egyenes, a koronán átfutó törzsű, szimmetrikus koronájú egyedeket jelöljük ki.

**Magaskőrös** (*Fraxinus excelsior* L.). A kései fagy és a *Prays curtisellus* károsítása következtében gyakori a villásodása. Ezeket a törzseket, valamint a fagyléces, héjaszások, álgesztes egyedeket nem szabad törzsfának kijelölni. A fa színe világossárga legyen. Kijelöléskor a különböző ökotípusokat is figyelembe kell venni. Nem szabad elfelejteni, hogy a kőrös néha kétlaki. Egyformán kell kijelölni hím- és nőivarú egyedeket. A hímegyedek gyorsabb növekedésűek.

**Nagylevelű, kislevelű és ezüsthárs** (*Tilia platyphyllos* Scop., *T. cordata* Mill. és *T. argentea* Dest.). A fő kijelölési szempont a gyors növekedés, az egyenes, jól feltisztuló, vékony ágú, koronán átfutó, fattyúhajtások nélküli törzs. A seprűs koronájú törzset itt is ki kell zárni (40. kép).

### 3.263 A törzsfák osztályozása, kora és száma

Rendszerint kevés olyan törzsfá létezik, amely növekedés, minőség és ellenállóképesség tekintetében egyformán megfelelő. A nagy fatömeget adó egyednek gyakran vastagok az ágai, törzse bizonyos mértékben sudarlós, és egyéb nemkívánatos bélyeget is találhatunk rajta. Ezért a törzsfákat általában

1. nagy fatömeget adó,
2. a faanyag minőségét javító,
3. a rezisztenciát növelő,
4. a felsorolt tulajdonságokat egyesítő és
5. különleges célokat szolgáló törzsfákra osztjuk.

A különleges, illetve *speciális törzsfákat* genetikai értékük, eredetük vagy történetük, magas koruk, alakjuk és egyéb jellegzetességeik (poliploid alakok, jellegzetes rostopátú fák stb.) miatt választjuk ki és szaporítjuk el.

*A mennyiségi fenyőtörzsfákat* (általában) a következő követelmények alapján jelöljük ki:

- az azonos fajú, korú fáknál nagyobb magasság és átmérő,
- nem nagyon vastag ágak,
- legalább a törzshossz egyharmadáig feltisztulás,
- hengeres, egyenes, göcs-, fagyléc-, csavarodásmentes törzs, amelynek kéregcserepek nélküli törzsrésze sima,
- arányos korona,
- teljes egészség.

*A minőségi fenyőtörzsfáknak a következő követelményeket kell kielégíteniük:*

- vékony ágak,
- minél nagyobb ágilleszkedési szög,
- ágörvenként kevés ág,
- keskeny korona, rövid ágak,
- legalább a törzshossz feléig feltisztulás,
- hengeres, kör keresztmetszetű, egyenes, függőleges, göcs, fagyrepedés és csavarodás nélküli, sima kérgű törzs,
- teljes egészség,
- erőteljes átmérő- és magasságbeli növekedés.

*A mennyiségi lombtörzsfáknak a következő követelményeket kell kielégíteniük:*

- átmérőben és magasságban a szomszédokat meghaladó méret,
- egyenes és hengeres törzs,
- nem nagyon vastag ágak, amelyeknek illeszkedési szöge minél közelebb áll a 90°-hoz,
- jó ágfeltisztulás, fekete göcsök nélkül,
- jól benőtt ággöcsök,
- fattyajtás nélküli törzs,
- a korona hossza és a törzs hossza közötti kedvező arány,
- teljes egészség.

*A minőségi lombtörzsfáknak a következő feltételeket kell teljesíteniük:*

- a függőleges, egyenes, hengeres törzs,
- a szomszédokhoz képest nagyobb átmérő és magasság,
- vékony ágak,
- jó ágtisztulás, fekete göcsök nélkül,
- az ághelyek legyenek jól beforrva,
- jó koronaalak,
- minél inkább vízszintes ágak,
- teljes egészség.

*A törzsfáknak magtermő korúaknak kell lenniük. A kijelölés alsó korhatára:*

nyár, fűz	15 év,
akác	20 év,
nyír és éger	30 év,
duglász-, sima-, vörösfenyő, vöröstölgy	50 év,
erdei-, feketefenyő, hárs, kőris	60 év,
luc-, jegenyefenyő, bükk, kocsányos és kocsánytalan tölgy	80 év.

A megadott évszámok tájékoztató jellegűek. A körülményektől függően fiatalabb fákat is ki lehet jelölni.

A felső korhatár — elsősorban technikai okokból — az előregedéstől függ. Túl öreg, gyengén növekvő, nagyon rövid hajtású egyedeket nem kívánatos kijelölni, mert ezekről nehéz az oltás és az oltványok kisebb százalékban erednek meg. Ráadásul ritkán, kevés és rossz minőségű magot teremnek.

A kijelölendő *törzsfák számát* — ahol egyáltalán törzsfá kijelölésére lehetőség van — egyrészt az előfordulási hely termőhelyi változatai, másrészt a szomszéd beporzás elkerülésének szükségessége szabja meg.

Általában egy 2 hektáros plantázs számára 20 klónt vagy családost szoktunk kijelölni, illetve ennyi törzsfáról gyűjtünk oltógallyakat vagy magot, 4–5 hektáros plantázs számára pedig 30–40 klónra vagy családra van szükség ahhoz, hogy a plantázsban az önbeporzást elkerüljük.

A törzsfák számának megállapításakor figyelembe kell venni azokat a vidékeket is, amelyek számára a plantázsnak magot kell szolgáltatnia. *Egy plantázs létesítéséhez szükséges törzsfák számát* az önbeporzás kizárásán kívül az is *meghatározza*, hogy

- mennyi oltógallyat lehet egy egyedről begyűjteni,
- hogyan lehet az oltásokat időben és térben megszervezni,
- a magas fák megmászására milyen gyűjtési eszközök állnak rendelkezésre,
- 30-nál több törzsfá esetén az utódvizsgálat lefolytatása áthidalhatatlan nehézségekbe ütközik.

Hazánkban 1950-től napjainkig *a következő fajokból jelöltek ki törzsfákat (Keresztesi–Solymosi, 1978 és Halmágyi–Keresztesi, 1975):*

Erdeifenyő	556 db	Akác	75 db
Lucfenyő	237 db	Nyárok	220 db
Vörösfenyő	192 db	Fűzek	51 db
Feketefenyő	128 db	Tölgy	98 db
Duglászfenyő	40 db	Összes lombosfa	<hr/> 444 db
Simafenyő	1 db		
Összes fenyő	<hr/> 1154 db		

Az adatok nem tartalmazzák a külföldi származású törzsfákat.

### 3.264 A törzsfák kijelölése, fenntartása, védelme

Lehetőleg *minden termőhelyen válasszunk ki törzsfákat* azért, hogy indokolatlanul ne korlátozzuk a rendelkezésre álló génállományt.

Ha a genotípust gondosan megvizsgáljuk, sok esetben elkülöníthetők a környezetnek és a genetikai alapnak tulajdonítható jó tulajdonságok. *A fenotípus helyes megítélése* azonban csak *egykorú állományokban lehetséges. Vegyes korú állományokban*

a fák egyedfejlődése még akkor is nagyon különböző, amikor a termőhely erősen homogén. Vagyis a környezeti tényező hatását nehéz megítélni.

Hazai viszonylatban elsősorban az értékes természetes állományokban kell törzsfákat felkutatnunk. De törzsfákat kell kijelölnünk a nagy produktívitású mesterséges állományokban is.

A meghonosodott fajoknál (duglász-, sima-, vörösfenyő, vöröstölgy stb.) a legnagyobb teljesítőképességű, érett korú, a telepítés helyével megegyező termőhelyű állományokból választjuk ki a törzsfákat.

A kiválogatás ideje a lombfák és a vörösfenyő esetében — hacsak nem szabadállású a fa — elsősorban a lombtalan állapot. Ilyenkor nem takar a lombzat és ezért a törzs- és koronaalak gondosabban elbírálható.

A törzsfák kijelölési szempontjait, nyilvántartását hazánkban Tuskó L. dolgozta ki az MTA Erdészeti Növénynevelési Albizottsága közreműködésével. A törzsfák kiválogatását és megjelölését — a területet jól ismerő szakemberek előzetes meghallgatása után — a kérdéses fafaj nevelésével foglalkozó kutató végzi. Az előzetes kijelöléskor egy egyszerűbb felvételi, ill. értékelőlapot töltünk ki (l. a törzsfafelvételi, ill. -értékelő lapokat).

A véglegesen kijelölt törzsfajele: két egymástól 30 cm-re elhelyezett, 4 cm széles krómsárga olajfestékgyűrű közé a hegy felőli, ill. a K-i oldalon feltüntetett 15–20 cm magas krómsárga olajfestéssel írt törzsszám (az alsó gyűrű magassága a talajtól: 150 cm).

Az üzemtervek készítése során bejegyzik a törzsfajele adatait.

A törzsfák fenntartása és különleges védelme a tulajdonos feladata. Ajánlatos azokat az illetékes kutató előírásai szerint kezelni. A törzsfákat körülvevő állomány kitermelése esetén a törzsfák körül legalább famagasságnyi sugarú körben továbbra is védőállományt kívánatos fenntartani.

A törzsfákról magot, oltógallyat stb. csak az illetékes kutató tudtával és előzetes engedélyével szabad szedni.

Ha a törzsfajele a gondos védelem ellenére is súlyosabb sérülést szenved (pl. koronatorés, villámcsapás) vagy elpusztul (pl. kiszárad, kidől), ezt az illetékes erdőgazdaság haladéktalanul jelenteni tartozik az ERTI-nek, amely tájékoztatja a kutatót. A kutató intézkedéséig a sérült vagy elpusztult törzsfajele a helyszínen kell hagyni.

A véglegesen kijelölt törzsfajelekről az illetékes kutató a 105. oldalon bemutatott törzsfajelelapot tölti ki.

A Scheele-rendszerű (1954) szegélylyukkártyás törzsfajelelapok lehetővé teszik a törzsfajele a környező állomány gyorsabb, teljes részletességű leírását: a törzsfajele, a róla készült oltványok, az utódnemzedékek morfológiai, anatómiai és fiziológiai tulajdonságainak egybevetését, ezáltal lehetővé válik a genetikai ellenőrzés és a statisztikai értékelés.

# Törzsfafelvételi lap

## Magyarországi

Fafaj: ..... Törzsszám: .....

Felvétel kelte: ..... Felvevő neve: .....

Felvétel helye (megye, eg., község, dűlő, tag, erdőrészlet): .....

Földrajzi koordináták: .....

Tengerszint feletti magasság: .....

Talaj és állománytípus: .....

### A törzsfa

helyzete<sup>1</sup>: .....

eredete<sup>2</sup>: .....

kora: .....

magassága: .....

ágtiszta törzshossza: .....

elhalt ágas része: .....

az élő korona hossza: .....

mellmagassági átmérője: .....

koronaátmérője: .....

törzse<sup>3</sup>: .....

kérge<sup>4</sup>: .....

koronája<sup>5</sup>: .....

ágai<sup>6</sup>: .....

Megjegyzés (pl. felvételkor ki kellett termelni): .....

### Magyarázat:

<sup>1</sup> Egyedülálló, fasorban, parkban, állományban.

<sup>2</sup> Mag (természetes, vetés, ültetés), dugvány, sarj.

<sup>3</sup> Egyenes, enyhén görbe (görbület .... m magasságban), természetesen ágtiszta, nyesett, hengeres, göcsmentes, végigmenő törzs stb.

<sup>4</sup> Finom, közepes, durva, pikkelyes, cserepes, foszlányos, táblás, ..... színű stb.

<sup>5</sup> Laza, közepes, tömött, arányos, terebélyes, keskeny, jegeny, zászlós, nyomott stb.

<sup>6</sup> Finom, közepes, durva, hegyesszögű, felhajló, vízszintes, lehajló, lecsüngő stb.

Minden törzsfáról 3 példányt kell beküldeni az Erdészeti Tudományos Intézetnek.

Hátlapon vázlat

# Törzsfafelvételi lap

Kanadai

Maggyűjtési

övezet

--	--	--	--

Törzsszám

Faj

Szám

--	--	--	--	--

Felvétel dátuma: .....

Fafaj: ..... Helyi szám: .....

Legközelebbi földrajzi támpont: .....

Szervezet: ..... Ország rész: ..... Tartomány/állam: .....

Szélességi fok: ..... Hosszúsági fok: ..... Tengerszint feletti  
..... magasság: ..... m

## Áz állomány leírása

Fafajösszetétel: ..... Korosztály: .....

Növénytársulás (termőhely típus): . Termőhelyi osztály: .....

Kitettség: ..... Lejtés: .....

Talajtípus: .....

Kormegoszlás: azonos ..... kétkorú ..... többkorú .....

Keletkezés: tűz..... széldöntés..... rovarkárosítás.....  
kitermelés.....

ültetett ..... ismeretlen .....

Az állomány sűrűsége: hézagos..... közepes..... sűrű.....

Fő fafaj növekedése: kiváló..... jó..... csökkenő.....  
megállapodott.....

Vízgazdálkodási fokozat: vizes..... nedves..... szivárgó víz...  
..... száraz..... ismeretlen.....

# A törzsfa (anyafa) és a környező uralkodó fák adatai

I. táblázat

Tulajdonság	Törzsfa	Uralkodó 1.	Uralkodó 2.	Uralkodó 3.	A három uralkodó fa átlaga
Kor					
Mellmagassági átmérő (kéregben, cm)					
Kétszeres kéregvastagság (cm)					
Kéreg nélküli mellmagassági átmérő (cm)					
Magasság					
Fatömeg					
Törzsalak					
Ágszög					
Toboztermés					
Fajsúly					

## Osztályozási rendszer

II. táblázat

Érték	Törzsalak	Ágszög	Toboztermés
5	egyenes	—	—
4	görbület közel a talajhoz	0° – 30°	bőséges
3	görbület egy síkban	31° – 60°	közepes
2	görbület két síkban	61° – 90°	kevés
1	egy vagy több elágazás	lehajló	nincs termés

# Törzsfáértékelő lap

Pl. *Pinus contorta* var. *latifolia*

(Brit-Kolumbiai Egyetem Erdészeti Fakultás, Vancouver)

A fa száma: ..... A kiválasztás ideje: .....  
 Helye: ..... A döntés ideje: .....  
 Szélességi fok: ..... Hosszúsági fok: .....  
 Tengerszint feletti magasság: ..... Kitettség: .....  
 Vízgzálkodási fokozat: ..... Állománysűrűség: .....  
 Erdőtípus: .....  
 Az állomány állapota: .....

III. táblázat

Tulajdonság	Kiválasztott fa (x)	Közeli uralkodó fák				$x - \bar{x}$	z értéke
		1	2	3	$\bar{x}$		
Kor (év)							
Magasság (m)							
Ágtiszta törzshossz (m)							
Mellmagassági átmérő kéregben (cm)							
Kétszeres kéregvastagság (cm)							
Kéreg nélküli mellmagassági átmérő (cm)							
Fatömeg (vastag) (m <sup>3</sup> )							
Törzsalak							
Koronaalak							
Ágvastagság							
Toboztermés							
Rozsda jelenléte							

Megjegyzés:  $z = \frac{x - \bar{x}}{S_d / \sqrt{n}}$



51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Fajfaj .....   **számú TÖRZSFA** ..... A felvételi kelte .....

1. Ország .....
2. Megye .....
3. Erdőgazdasági táj .....
4. Erdőgazdaság .....
5. Község .....
6. Dűlő .....
7. Kataszt. térkép parcellaszáma .....
8. Az üzemterv kelte .....
9. Tag, erdőrészlet .....

- Az állomány leírása**
22. Erdőtípus .....
  23. Kor ..... év ..... évben .....
  24. Származás .....  
 őshonos .....  
 bizonytalan .....  
 behozott .....  
 .....ból.

- A törzsfa leírása**
30. Kor ..... év ..... évben .....
  31. Magasság ..... m .....
  32. Ágtiszta törzshossz ..... m .....
  33. Elhált ágas rész ..... m .....
  34. Élő koronahossz ..... m .....
  35. Mellmag. átmérő ..... cm .....
  36. Koronáátmérő ..... m .....
  37. Összes fatömeg ..... m<sup>3</sup> .....
  38. Vastag fatömeg ..... m<sup>3</sup> .....
  39. Vékony fatömeg ..... m<sup>3</sup> .....

- 10. A törzsfa helyzete**
- Egyedülálló .....
- fásorban .....
- parkban .....
- .....
- állományban .....
11. Tengerszint feletti magasság .....
  12. Völgy feletti magasság .....
  13. Kitétség .....

- 25. Eredet**
- természetes .....
- magvetés .....
- erdősítés magcsemetével .....
- újraerdősítés magcsemetével .....
- dugvány .....
- sarj .....

- 40. A törzsfa helyzete az állományban**
- saját csoportban .....
- idegen csoportban .....
- kimagasló .....
- uralkodó .....
- elmaradó .....
- a ..... koronaszintben .....
- 41. Eredet**
- természetes .....
- magvetés .....
- erdősítés magcsemetével .....
- újraerdősítés magcsemetével .....
- dugvány .....
- sarj .....

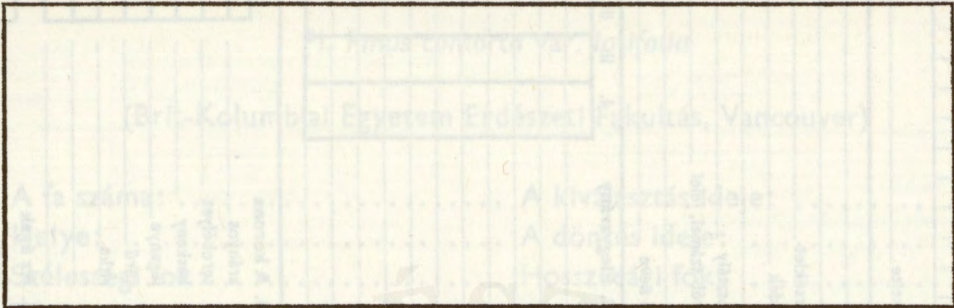
14. Hajlásszög .....
15. Anyaközet .....
16. Évi átl. hőmérséklet .....
17. Évi átl. csapadék .....
18. Talajtípus .....
19. Termőhelyi osztály .....
20. A törzsfa egyéb számai, jelei .....
21. A felvételező neve .....

- 27. Növekedés**
- jó .....
- közepes .....
- rossz .....
- 28. Záródás**
- egyszintű állomány .....
- kétszintű állomány .....
- többszintű állomány .....
- Záródás szintenként .....
- I. II. III.

- 42. A törzs**
- egyenes .....
- enyhén görbe .....
- görbület ..... m magasságban .....
- ágtiszta, természetes úton .....
- ágtiszta, nyeses következtében .....
- hengeres .....
- végigmenő törzs .....
- göcsmentes .....
- 43. A kéreg**
- finom .....
- közepes .....
- durva .....

- 44. A korona**
- arányos .....
- terebélyes .....
- keskeny .....
- jegenye .....
- sűrű .....
- ritka .....
- 45. Az ágak**
- finom .....
- közepes .....
- durva .....

46. Fénykép



47. A törzsfifa egybevetése szomszédjaival



20 x 20 m

Jelmagyarázat

.....	.....
.....	.....
.....	.....

48. Fenológia

A megfigyelés éve  
rügyfakadás .....  
lombosodás kezdete .....  
virágzás kezdete .....  
virágzás teljes .....  
virágzás vége .....  
levél-tűhullás kezdete .....  
levél-tűhullás vége .....  
termésérés .....  
terméshullás .....

	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	átlag
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

49. Üzemterkép-kivonat vagy kat. térkép-vázlat



50. Jegyzet

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

## A<sup>1</sup> különböző tulajdonságok számszerű értékelése

Vízgazdálkodási fokozat:	5. vizes 4. nedves 3. üde 2. száraz 1. igen száraz
Törzsalak:	5. egyenes 4. görbület közel a talajhoz 3. görbület a mellmagasság fölött 2. görbület egy síkban 1. görbület két síkban 0. villás
Koronaalak:	5. nagyon keskeny 4. keskeny 3. közepes 2. széles 1. terebélyes
Ágvastagság:	5. vékony 3. közepes 1. vastag
Toboztermés a kiválasztás évében:	4. bőséges 3. közepes 2. kevés 1. nincs termés
Rozsdagomba jelenléte:	4. nincs 3. kevés 2. közepes 1. gyakori

## Tájékoztató az erdei fák törzslapjának kitöltéséhez

1. A törzslapokat fajonként elkülönítve gyűjtjük. A törzslap első oldalán az 1—100-ig terjedő számsor számait a törzsfa törzsszámaig vágjuk le.
2. A fajaj rovatában a fajaj pontos megnevezése mellett fel kell tüntetni a változatot, a gazdasági fajtát, hibrid esetén a szülőfajokat.
3. A 20. szám alatt bel- és külföldi intézetek, intézmények stb. adatait tüntetjük fel, pl. Erdészeti és Faipari Egyetem (EFE) 50. törzsfája.
4. Az állomány és a törzsfa leírása során általában a megfelelő négyzet átlós áthúzásával végezzük az adatfelvételt.
5. A 28. szám alatt a „záródás szintenként” három négyzetébe számokkal írjuk be a záródás viszonyszámait.  
Szintekre csak az állományt alkotó fajajokból kialakult szinteket kell előjegyezni. Tehát pl. egy cserjeszinttel bíró állomány csak egy szintnek számít.  
A záródás megállapítása a próbatér 20×20 m területéhez viszonyítva történik. Ki kell számítani az egyes szintekben a próbatéren álló törzsek koronaátmérőjéhez tartozó területeket. Ezek összege mint százalékérték kerül a számításba. Összeg a  $20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$ . Számítandó a százalékkláb. Ez lesz a záródás százalékban kifejezett értéke. Ez szintenként számítandó.
6. A 29. szám alatt az elegyarány viszonyszámait ugyancsak a számokkal írjuk be a fajnak és a koronaszintnek megfelelő négyzetekbe.  
Tekintettel arra, hogy itt a 20×20-as területen a törzseket számláljuk meg, az elegyarány szintenként és fajonként az összes darabszám és az egyes fajajok darabszámának összevetéséből számítjuk.  
Előbb beírjuk az első szint fajajait — az elegyarány csökkenő sorrendjében — majd a második szintet ugyanígy és így tovább.  
A cserjeszintben szereplő cserjéket csak felsoroljuk.

7. „A törzsfá leírása” egyes rovataiban feltüntetett hibák mértéke természetesen csak olyan lehet, ami még nem zárja ki a törzskönyvezést.

8. A 44. szám alatt a koronára vonatkozó egyéb észrevételeinket (gömb alakú, parabola alakú, harang alakú, orsó alakú, zászlós hiányos stb.) az üres sorokba írjuk. Ugyanígy járunk el a 45. szám alatt (felálló, felhajló, merőleges, lehajló, lecsüngő stb.).

9. A 46. szám alatt (fénykép) a jellegzetes fajtól, fajtától való eltérés esetén az eltérő részek (levél, virág, termés stb.) fényképét is csatoljuk.

10. A 47. szám alatti felső négyzetbe a törzsfá körül felvett  $20 \times 20$  m-es próbatér felülnézete (koronavetületek), az alsóba függőleges metszete kerül. A koronák vetületeiben az egyes fák sorszámát, magasságát és mellmagassági átmérőjét jegyezzük fel. A jelmagyarázat kis téglalapjaiban tetszőlegesen jelöljük az egyes fafajokat, nevük rövidítését a jelölés után írva.

A törzsfá körüli egyedek felvételét az É-i oldalon kell kezdeni és helyüket ( $\times$  jellel a sorszámmal) az óramutató járásával egyezően haladva kell feltüntetni a 47. mező felső négyzetébe.

11. A 48. szám alatt az első sor kis téglalapjába a megfigyelés évszámait, a többibe pedig a megfigyelés hónapját (I—XII.) és napját (1—31.) írjuk.

12. Az üzemi térkép kivonatán (49. sz.) vagy annak hiányában a kataszteri térképvázlaton tüntetjük fel a törzsfának a legközelebbi törésponthoz, fix ponthoz stb. viszonyított helyzetét, távolságát, összrendezőit.

13. Az 50. szám alatt a törzsfá olyan különleges tulajdonságait írjuk le, mint pl. későn fakadás, ivari rendellenesség, ellenállóképesség és élő és élettelen környezet bizonyos kártevőseivel szemben, fahibák (göcsösség, terpeszesség, sérülések stb.), a tipikus fajtól eltérő morfológiai jegyek stb.

Itt kell feljegyeznünk időrendi sorrendben minden, a törzsfával kapcsolatos további adatot is. Pl. 1968. január 20. oltógallyszedés vagy 1968. IV. hó 6. 2 éves iskolázott alanya 500 db szabdföldi oltvány készült kecskeláb ékezőssel stb.

Ha feljegyzéseink számára az 50. szám alatt nincs elég hely, akkor csatoljunk pótlapot a kartonhoz.

## 3.3 Keresztezés

### 3.31 Fogalmak, alapelvek, célkitűzések

*Keresztezésről* (hibridálás, hibridogámia) akkor beszélünk, ha megtermékenyüléskor genotípusukban eltérő szülők gamétái egyesülnek, ami hibrid utódot eredményez. Ha az egyesülő ivarsejtek eltérő fajhoz vagy nemhez tartoznak, a nyert utódot újabban basztardnak mondják. A hibrid és basztard kifejezés sok tekintetben fedi egymást. A szülőkomponensek genetikai különbsége egészen a biotípus mértékéig jelentkezhethet. A természetben gyakran találkozunk fajok, sőt nemek közötti hibridekkel (*Cupressus*  $\times$  *Chamaecyparis*). A legtöbb *Abies*, *Acer*, *Picea*, *Pinus* és *Quercus* ismert természetes hibridjét parkokban vagy arborétumokban izolált fákról gyűjtött magból nevelték (elsősorban olyan fajokról, amelyeknél önbeporzás igen ritkán fordul elő). Természetes hibridek rendszerint az  $F_1$  generációban jelentkeznek kis számban, majd eltűnnek.

Elsősorban a *Populus*, a *Pinus* és a *Picea* természetes hibridjeinek tanulmányozása adott nagy lendületet a keresztezési munkáknak. A természetes kereszteződés az evolúcióban az *introgresszió* révén nagy szerepet játszott.

A skandináv államok és a Szovjetunió északi részén a lucpopulációk rendszerint a *Picea abies* és *P. obovata* közötti intermedier típusok. Az USA középső részén a délkeleti államaiban gyakoriak a hibridek az *Aesculus glabra*  $\times$  *Ae. pavia*, *Ae. glabra*  $\times$  *Ae. octandra* fajok között. A *Populus deltoides* Európába való behozatalával, a *P.*

*nigrával* való kereszteződéseiből olyan sok hibrid származott, ill. olyan erőteljes volt a génkicserélődés, hogy ma már alig találni Európában tiszta feketenyár-fajt.

Wright (1964) a következő három magyarázatát adja annak, hogy egyes esetekben csak néhány izolált hibrid fordul elő, más esetben pedig tömegesek a hibridpopulációk vagy az introgressziók:

1. A hibridek gyakorisága csekély, mert nincs kedvező feltétel a kereszteződésre (ez az eset pl. a *Pinus strobus* és *P. griffithii*nél, amelyek areája egymástól nagyon messze esik — Észak-Amerika, ill. Ázsia —, ugyanakkor ezek Észak-Olaszországban természetve számos hibridet adtak). Hasonlóképpen korlátozó tényező lehet a virágzás eltérő időpontja (pl. az *Acer rubrum* és az *A. saccharinum* esetében).
2. Korlátozó tényező lehet az a körülmény is, hogy a keletkezett hibridek sterilek.
3. Bizonyos, megfelelő intenzitású természetes szelekciós forma (pl. amelyik a heterozigóták ellen irányul) következtében is eltűnhetnek a hibridek.

Egyes esetekben a természetben előálló nagy tömegű hibrid kiváló alapja lehet a szelekciós programnak (pl. az USA Michigan államának déli részén a *Pinus thunbergii* és *P. densiflora* hibridjei).

Az ember által végzett keresztezést *ellenőrzött vagy irányított mesterséges keresztezésnek* mondjuk. A keresztezéses nemesítés egyik fő célja a kedvező tulajdonságok kombinációja, amelyek két vagy több fajban vagy rasszban, vagy egy faj két eltérő egyedében jelentkeznek, és amely tulajdonságok a mendeli törvények szerint öröklődnek. (Pl. az amerikai gesztenye gyorsan nő, szép törzsű fát ad, de nagyon érzékeny az *Endothia parasitica*val szemben, ezért a ráknak ellenálló kínai gesztenyével kívánatos keresztezni.)

Egy növényi (vagy állati) genus különböző fajainak keresztezése bizonyos esetekben olyan hibrideket (basztardokat) ad, amelyek növekedési teljesítményükkel és vitalitásukkal mindkét szülőfajt felülműlják. Az ilyeneket *luxuriáló hibrideknek* nevezzük. Ott, ahol a fajok elterjedési területei érintkeznek vagy átfedik egymást, és ahol különböző fajokat erdészeti kultúrákban és parkokban egymás mellé ültettek, mindig előfordulhatnak természetes hibridek. Példaként említjük a szibériai és a dahuriai vörösfenyő Bajkál-tó mellett felfedezett gyors növéssű hibridjeit, a dunkeldi (Skócia) 1900 körül talált európai és japán vörösfenyő közötti luxuriáló basztardokat, valamint a nagyszámú természetes nyárhibridet.

Néha egy faj különböző fajtáinak keresztezése is hibridfölny keletkezéséhez vezet, amint azt a Szovjetunióban a különböző erdeifenyő-származások hibridjeivel végzett vizsgálatok kimutatták (Jablokov, 1965).

A faj- és fajtahibridek luxuriálása elvileg ugyanazokon az okokon alapszik, mint a mezőgazdasági növényeknél, pl. a kukoricánál termelési célra régóta hasznosított heterózis. Az eredetileg Shull (1911, in: Nemky szerk., 1968) által megalkotott „heterózis” fogalom a heterozigóta genotípusoknak a megfelelő homozigótákkal szemben fennálló fölnyét jelenti. A keresztezés másik fontos célja tehát a *heterozis*hatás elérése.

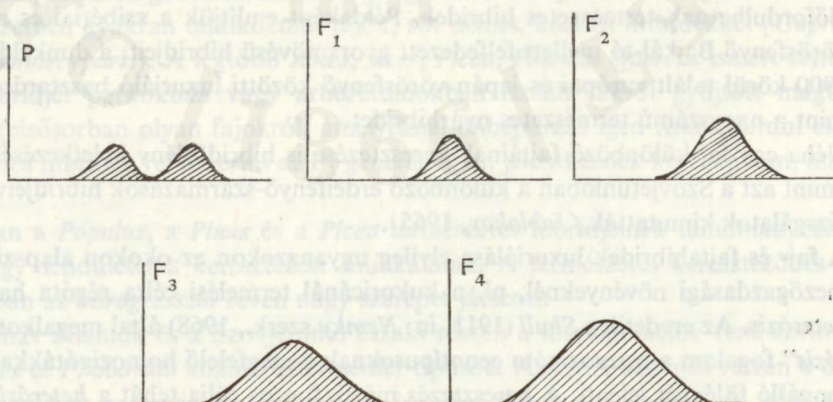
*Heterózishatásnak* nevezzük azt a tapasztalati tényt, hogy az  $F_1$  hibridek egy vagy több jellegben (növekedésben, életképességben, ellenállóképességben, alkalmazkodásban stb.) felülmúlják a szülőket. Akkor következik be tehát, ha a szülőket helyesen választjuk meg, és így már az  $F_1$ -ben életerősebb, a szülőknél jobb utódot kapunk. A heterózis végeredménye a *hibridfőlény* (hibridvigor), a hibridek fenotípusbeli főlénye.

A gyakorlat által hasznosított és a termőképességgel kapcsolatos tulajdonságkomplexumoknak megfelelően szomatikus, reprodukzív és adaptív heterózist különböztetünk meg. A *szomatikus heterózis* a vegetatív szervek gyorsabb növekedésében, erőteljesebb súlygyarapodásában nyilvánul meg. A *reprodukzív heterózis* a nagyobb termésben jelentkezik. Az *adaptív heterózis* pedig a hibridek fagy- és szárazságtűrésében, fagyállóságának növekedésében, termőhelyállóságában és más értékes gazdasági tulajdonságban jut kifejezésre. Vagyis az adaptív heterózis általában nagyobb alkalmazkodóképességben nyilvánul meg. Gyengébb termőhelyen viszonylag nagyobb a szülőkkel szemben a hibridfőlény, mint jó termőhelyeken. Igen jó példa erre Langer (1957) klasszikus vörösfenyő-kísérlete.

A heterózistól a legtöbb szakíró elkülöníti a transzgresszió jelenségét. *Transzgresszió*nak nevezik (9. ábra), ha a hibridpopuláció egymást követő utódnemzedékeiben a kvantitatív tulajdonságok növekednek, míg a heterózishatás az  $F_1$  generációban lép fel a legnagyobb mértékben, az  $F_2$ -ben és a következőkben pedig csökkenő tendenciájú. A heterózis magot tehát mindig újból kell előállítanunk bizonyos szülők felhasználásával, vagy a heterózisos egyedet vegetatív úton kell szaporítanunk.

Heterozigóta szülők keresztezésekor, az eredmény nagymértékben a szerencsés véletlentől függ, legalább is a keresztezési partnereket illetően. *Fajtakeresztezés*kor már az is eredmény, ha az utódnemzedék a létrehozásához felhasznált szülőket csak kis mértékben is felülmúlja. Folyamatos kiválasztással és ismételt keresztezéssel ezt az eredményt tovább javíthatjuk. Természetesen itt is mérvadó az a nemesítési alapelv, hogy már a kiindulási anyag előállításához is olyan szülőket válasszunk, amelyeknek utódnemzedékeiben a kívánatos típusok megfelelő számban megtalálhatók.

Ügyeljünk arra, hogy a keresztezésekben ne használjunk azonos fenotípusú szülőket, mert ezek utódnemzedékeiben fenyeget a csökkent életképesség veszélye. *Keresztezési*



9. ábra. Transzgresszív hasadás keresztezésekben (Poehlman után)

*partnerekül csak a kombinálható tulajdonságban eltérő egyedeket válasszunk.* Ezáltal ugyanis csökkentjük az utódnemzedékek áttekinthetetlenségének lehetőségét.

A *hibridvígór* a keresztezés típusa (fajok közötti vagy fajon belüli keresztezés), a megtermékenyítés (önmegporzás vagy idegenmegporzás) és az egyedi változékonyság szerint eltérő lehet. A heterózist sokféleképpen magyarázzák (dominancia, génkapcsolódás, stimulálás stb.), azonban sem magát a mechanizmust, sem azt a módszert nem tisztázták, hogy hogyan lehet a jelenséget az utógenerációkban rögzíteni. Vitathatatlan viszont, hogy a fatermesztés növelésének olyan módszere, amelyet minél szélesebb körben hasznosítani kell.

A megfelelő szülők felhasználásával végzett keresztezéssel olyan populációkat állíthatunk elő, amelyekből értékes, a meglévőknél jobb, új kombinációkat válogathatunk ki. A keresztezéses nemesítés tehát lehetővé teszi, hogy az új nemesített fajtákban *rekombinálódás* révén génfelhalmozódást idézzünk elő. A keresztezéses nemesítés egyúttal mindig *kombinációs nemesítés* is, mert a különböző szülők génjeiben lokalizált tulajdonságokat tervszerűen egyesítjük az új genotípusokban. Természetesen ez nem könnyű feladat, mert a nemesítőnek többnyire kvantitatív tulajdonságokkal van dolga, amelyeket a tényezők nagy száma határoz meg. Öröklésmenetük tehát nehezen követhető.

Az első keresztezésekről az 1.1 alfejezetben szóltunk. A keresztezéses nemesítésnek olyan tudatosan előállított hibridekre kell irányulnia, amilyenek a természetben nem alakulhattak ki, részint a földrajzi elterjedés, részint a különböző időszakban bekövetkező virágzás miatt, vagy mert a kereszteződésben nemkívánatos egyedek is részt vehettek.

Ellentétben az 1–2 éves mezőgazdasági növényekkel, az erdei fák zöme több évtized után fordul termőre. Ezért az erdészet nem követheti teljesen a mezőgazdasági növény nemesítés módszereit, mert nemcsak céljai mások, hanem a fák tenyészideje is tetemesen hosszabb. Míg a mezőgazdasági és kertészeti nemesítés a kiegyenlítetttségre törekszik, és a nemesített fajta minden egyedétől megkívánja, hogy kiváló legyen — hiszen majdnem minden egyed fennmarad a letermelésig és így kihat a termés mennyiségére —, addig az *erdőgazdálkodás nem törekedhet örökletesen nagy mértékben egyöntetű állományok kialakítására.* Ehhez egyrészt igen hosszú idő kellene, másrészt nem is előnyös, mert környezeti változások esetén a mezőgazdaság csak egy évet veszít, az erdőgazdálkodás több évtizedet is. Tehát az erdészeti nemesítésben a genetikai állandósultságra törekvő, *több nemzedéken át folytatott kombinációs nemesítésről,* a visszakereszteзésekhez szükséges igen hosszú időtartam miatt, *csak kivételesen, korai virágzásra indukálható fajok esetében lehet szó.*

Az ivartalan úton könnyen és gazdaságos módon szaporítható fajok esetében már az  $F_1$ -ben elérhetünk megfelelő eredményt. Az új, nemesített *hibridpopulációból kiválasztott fajta ugyanis vegetatív úton úgyszólván korlátlan számban szaporítható* anélkül, hogy a hibridpopuláció jó tulajdonságai genetikailag is állandósultak volna.

Az üzemileg kizárólag *magról szaporítható fajok kombinációs nemesítése* esetében az  $F_2$  nemzedékben az öröklés törvényeinek megfelelően hasadás következik be. Az  $F_1$  nemzedék magját tehát — ha az a kiindulási anyagnál rosszabb utódnemzedéket ad — nem szabad elvetnünk. A vetőmagot a hibrid kukoricához hasonlóan az *ismert genotípusú szülőkből újra elő kell állítanunk,* miután utódnemzedéküket alapos vizs-

gálatnak vetettük alá. Az így termesztett mag nem tartogat számunkra semmiféle kellemetlen meglepetést.

*Az erdei fák keresztezéses nemesítésekor a nemesítés céljainak megfelelő tulajdonságú törzsfákat keresztezzük egymással olyan utódok létrehozása végett, amelyek a szülőök értékes tulajdonságait egyesítik magukban.* A nemesítés céljait és a szülői tulajdonságokat szem előtt tartva, a szülőök kiválasztásában akkor járunk el helyesen, ha az egyiket az őshonos, vagy legalábbis meghonosodott, a kontinentális klímánkhoz alkalmazkodott és napszakainkhoz adaptálódott fafajok közül választjuk ki, míg a másik szülő földrajzilag távolabbi, főként délibb származású, tulajdonságaiban is eltérő faj vagy fajta legyen. Természetesen néha választhatjuk mindkét szülőt is a hazai tájfajták közül, vagy egyes speciális esetben két idegen származású faj vagy fajta keresztezését is figyelembe vehetjük, mert ezek is adhatnak egy adott termőhely viszonyai közé jól beillő kombinációkat.

A hibridizációs programokban mindig szerepeljen *a természetben fellépő hibridek vizsgálata*. A mesterséges hibridizációnál nem kell arra törekedni, hogy az egész  $F_1$  nemzedék nagyobb teljesítményt nyújtson a szülőknél, mert a nagyszámú hibrid között mindig akad néhány heterózisos, amely a fatermesztésben hasznosítható. Azt is figyelembe kell venni, hogy a hibridvigor az area bizonyos részén hiányozhat, máshol viszont nagy hatásfokkal jelentkezhet.

### 3.32 A keresztezéses nemesítés munkaszakaszai

A fajok közötti és a fajon belüli keresztezésnek *három lépcsőfoka* van (Wright, 1964).

1. *A fajok közötti hibridizáció lehetőségeinek megállapítása.* A figyelmet a genuson belüli keresztezésekre kell fordítani. A számításba vehető kombinációknál nem elég csak a növekedést figyelembe venni, hanem a genus rendszertanát is alaposan tanulmányozni kell. Az *Acer*, a *Fraxinus*, a *Larix*, a *Pinus* és a *Picea* genusnál rendszerint az egymáshoz morfológiájukban hasonló fajok között sikerül a keresztezés. A morfológiai, fiziológiai hasonlóság mellett a földrajzi előfordulás is fontos. A földrajzilag azonos termőhelyen növő fafajok egymással rendszerint nem kereszteződnek. A szomszédos termőhelyeken előforduló fajoknál gyakoribb a kereszteződés.

A kb. 10 fajt magában foglaló *Larix* genus fajai egymással könnyen keresztezhetőek, mert eltérő az areájuk. Az Észak-Amerika északi részén és Ázsia északkeleti részén a *Picea* genusnak kb. 5 faja fordul elő különböző areával, amelyek egymással jól kereszteződnek, viszont a Japánban egymás mellett élő 5 *Picea* faj egymással nem hibridizálódik, de egy azok közül a kontinentális fajokkal keresztezhető.

A fajok közötti hibridizáció szerepe tehát fajok szerint változik. A *Robinia*, a *Castanea* és a *Populus* (kivéve a *P. tremula*) genushoz tartozó fajoknál, a viszonylag rövid időtartamú bírálat miatt nagy jelentőséget tulajdonítanak a módszernek. A *Picea* és *Pinus* genusokhoz tartozó egyes



fajoknál a hibridizációt a származáskutatás és az egyedszelekció kiegészítő eljárásaként alkalmazzák. Némely esetben csak speciálistechnika alkalmazásával sikeres a keresztezés.

2. *A nyert hibridek értékelése összehasonlító ültetvényekben.* A természetes vagy a mesterséges hibridizáció lehetőségeit legelőször is szabatos tenyészkerti vizsgálattal kell kipróbálni. Az ellenőrzött keresztezések alkalmával hibákat is követhetünk el (komponensek rossz azonosítása, jelzőlapok összekeverése vagy izolálási hiba), amelynek folytán akkor is nyerhetünk magot, ha a keresztezés lehetetlen. Csak ismétléses kísérletekkel lehet tehát a hibridek megbízhatóságát igazolni, ill. a hímvirú szülőt azonosítani. A vizsgálat rövid idő, 2–3 vagy több év alatt lefolytatható. Az apát anatómiai-morfológiai és biokémiai módszerrel azonosítjuk. A végleges bírálat szabadföldi összehasonlító ültetvényekben történik, amelyeket ott létesítünk, ahol a hibridet fel akarjuk használni. A nyert hibrideket a két szülővel ellenőrzött beporzással nyert, azonos korú csemeték segítségével hasonlítjuk össze. Pontosabb összehasonlítást tesz lehetővé a szülők önbeporzásos utódaival való összehasonlítása. A szabatos kísérletekben meghatározott időszakokban végzett mérések lehetővé teszik az értékes hibridek szelektálását (természetesen nem minden hibrid lesz alkalmas a tömeges továbbszaporításra).

3. *Az értékes hibridek tömeges elszaporítása* a keresztezéses nemesítés utolsó munkaszakasza. A feladat a vegetatív úton könnyen szaporítható fajok esetén nem jelent nehézséget (*Populus*, *Salix*). A többi fajnál azonban nem ilyen egyszerű a szaporítás; főképpen a fenyőknél adódnak nehézségek.

A rezgő nyár magja hamar beérik (2–3 hét alatt). Így célszerű az anyafát úgy ledönteni, hogy megfelelő nagyságú kambiumot nem vágunk át, ezért a gyökérzet részben ellátja tápanyagokkal a koronát. A nőbarkákat a ledöntött fán az előre begyűjtött és megfelelően tárolt pollennel beporozzuk, amitől rövid idő alatt igen sok hibrid magot nyerünk. A *Populus* és a *Salix* genusnál másik jó megoldás az, ha izolálófülkékben az anya virágzóképes hajtásait előre becserepezett, ill. elültetett alanyokra oltjuk. A módszer néhány fenyőfajnál és az 1 év alatt magot érlelő lombfáknál is alkalmazható (*Cryptomeria japonica*, *Sequoia sempervirens*).

A nyugat-európai országokban széleskörűen alkalmazzák – mint említettük – a *Larix* × *eurolepis* hibrid magot adó, ún. hibridplantázst (Adersson, 1963).

A hibridek tömeges előállításának általános eljárása a nagy tömegben végzett ellenőrzött beporzás. Így pl. a placerville-i és a dél-koreai nemesítőállomáson évente 10 ezer számban végzik a zacskózásokat, és nyerik a nagy tömegű *Pinus rigida* × *P. taeda* hibrid magot. Meg kell azonban állapítani, hogy a nagyon munkaigényes eljárást folyamatosan tökéletesíteni kell, és a nővirágok izolálását, valamint a hímvirágok kasztrálását gazdaságosabb módszerekkel kell megoldani. Ki kell hasz-

nálni a *protoginiát* (hímelőzés). Megjegyezzük, az ún. „*pollenhígítási*” eljárás [a pollen összekeverése korpafű- (*Lycopodium*-) pollennel vagy hintőporral] olcsóbbá teszi a mesterséges tömeges beporzást. Tovább kell folytatni a virágzásbiológiai kutatásokat és a részben vagy teljesen *steril klónok szelekcióját, az összeférhetetlenségi vizsgálatokat* stb. Meg kell állapítani, hogy melyek azok a *legjobb szülők*, amelyek sok magot termelnek.

A genetikai inkompatibilitás esetében nagy izolálózacsokk alkalmazásával csökkenteni lehet a költségeket. Azt is bebizonyították, hogy egyes visszakeresztezésekből sokkal több magot lehet nyerni, mint a szülők közvetlen keresztezésével (*Hyun, 1974*).

### 3.33 Keresztezési módszerek

Sokféle keresztezési módszer ismeretes.

A beporzás módja szerint elkülönítünk:

1. *Szabad beporzást*, amikor a beporzást természetes tényező (szél, rovar, madár stb.) végzi, és a nemesítő csak a természetes izolálásról és arról gondoskodik, hogy a hímivarú szülő a nőivarú közelébe kerüljön. A hímnős, idegenbeporzású növény porzóit el kell távolítani, az egyivarú, egylaki fajoknál a hímvirágokat meg kell semmisíteni, a kétlaki fajoknál a hímivarú fákat ki kell vágni az állományból. A szabad beporzásnak tipikus esetei a különböző magplántások.
2. *Félig szabad beporzást* jelent, amikor egyes oltványokat vagy magoncokat teljesen tüllel vagy egyéb textíliával vonunk be, és a hímvirágokat kasztráljuk, majd az egész fát beporozzuk az apa pollenjével.
3. *Ellenőrzött beporzásról* akkor beszélünk, amikor a mesterséges beporzás alkalmával mind az apa, mind az anya ismert.

A komponensek száma szerint a fajok közötti és a fajon belüli hibridizáció esetén a keresztezési módokat a következő módon csoportosíthatjuk:

1. *Egyszerű keresztezés*, amikor két fajt vagy rasszot egymással keresztezzük:  $A \text{♀} \times B \text{♂}$ .  
A kultúrnövények keresztezésekor két beltenyésztett származéksor – vonal – közötti keresztezés egyszerű keresztezés.
2. *Kétszülős keresztezés*, amikor minden szülő csak egyszer szerepel mint női vagy mint hím partner a keresztezésben:  $A \text{♀} \times B \text{♂}$ ,  $C \text{♀} \times D \text{♂}$ .
3. *Kétszeres keresztezés* esetén az első munkamenetben két egyszerű keresztezést végzünk, majd az  $F_1$  hibrideket egymással keresztezzük:  $(A \times B) \text{♀} \times (C \times D) \text{♂}$ .
4. *Visszakeresztezés vagy ismételt keresztezés* (back-cross) az  $F_1$  hibrid-egyedeknek a szülőitípusok egyikével való megtermékenyítése  $(A \times B) \text{♀} \times$

$\times A \sigma$ . Ezzel a keresztezéssel fenntartjuk az eredeti genotípust, amelyikbe új, értékes tulajdonságokat viszünk át. A visszakeresztezésből eredő nemzedékek jelölése:  $B_1, B_2$  stb.

5. *A reciprok keresztezés* olyan egyszerű keresztezés, amikor egyidejűleg ugyanazokkal a szülőkkel ellenkező irányban is végrehajtjuk a keresztezést:  $A \text{♀} \times B \text{♂}$  és  $B \text{♀} \times A \text{♂}$ . A nyert hibridek nem egyeznek meg egymással.

6. *Rákereszteztést* (top-cross) végzünk, amikor egy fajtát, törzset, egyedet több más fajtaival stb. sorban keresztezünk:  $B \text{♀} \times A \text{♂}$ ;  $C \text{♀} \times A \text{♂}$ ;  $D \text{♀} \times A \text{♂}$ . Segítségével az általános kombinációs képességet határozzuk meg. A hímivarú egyedek, amellyel a többit keresztezzük, a *teszterek*. A kultúrnövények keresztezésekor rákeresztezés az, amikor egy beltenyésztett származéksort keresztezünk egy teljesítményéről ismert kereskedelmi fajtaival.

7. *A diallél keresztezés* lényege, hogy több szülőt minden lehetséges kombinációban, ill. reciprok irányban is keresztezünk. Egy adott törzscsoporton belül a kombinációk száma a következő képlettel számítható ki:

$$K = n \frac{(n-1)}{2}, \text{ ahol } n = \text{a keresztezni kívánt törzsfák száma.}$$

Ha reciprok keresztezési lehetőségeket is figyelembe veszünk, a képlet a következőképpen változik:  $K = n(n-1)$ . Csak kevés számú szülőkomponens esetén alkalmazható.

8. *Tömeges (pollenkeverékes) keresztezés* (poly-cross) történik, amikor a terepen véletlen elrendezésben kiültetett szülőkomponensek egymással szabadon kereszteződnek, vagy amikor a nőegedet több apától gyűjtött pollenkeverékkel porozzuk be.

A klón- és magonplantázsokban bekövetkező keresztezésekre jellemző.

9. *Komplex keresztezés* esetén egy  $F_1$ -beli kettős hibridet egy egyszerű hibriddel kombinálunk:  $[(A \times B) \times (C \times D)] \times (E \times F)$ , vagy pedig két kettős hibridet keresztezünk egymással.

**A szülőkomponensek rokonsági foka** szerint megkülönböztetünk *közeli keresztezést, ill. fajtakereszteztést és távoli keresztezést, ill. fajkereszteztést*. Az elsőt fajon belüli keresztezésnek, a másodikat fajok közötti keresztezésnek is mondjuk. Vagyis lehet egymással keresztezni alfajokat, földrajzi rasszokat vagy ökotípusokat, morfológiai formákat és eltérő fajokhoz vagy nemekhez tartozó egyedeket.

A távoli keresztezés sikeres pl. faggyal, szárazsággal, betegséggel szembeni rezisztencia esetében. A távoli keresztezésekkel sok esetben olyan heterogén hibrid anyagot nyerünk, amely kiváló kiindulást jelent a további kiválasztási vagy keresztezési munkához. Elsősorban azok között a fajok között sikeres a kereszteződés, amelyek sejttaniilag nem különböznek erősen egymástól. Ezzel a keresztezési eljárással nagyon alkalmazkodó *allopoliploid* alakokat nyerhetünk. Az ilyen hibridek sokszor *sterilek*, amit

azonban reciprok keresztezéssel, pollenkeveréssel, a bibe stimulálásával stb. le-  
küzdhetünk.

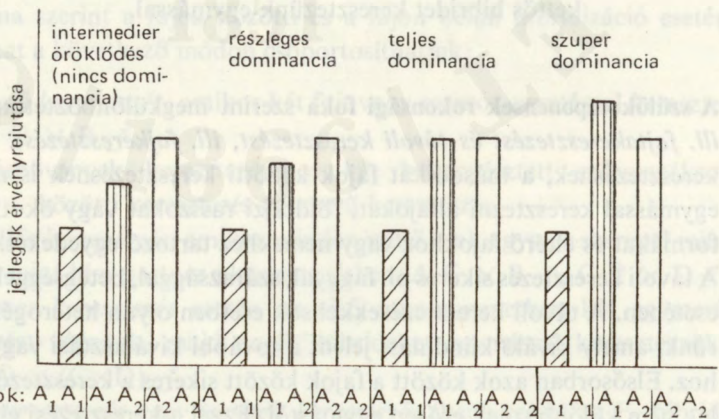
A hibridekben a tulajdonságok egyszerűen kombinálódhatnak, ill. összegeződhetnek  
és erősödhetnek.

**A tulajdonságok kombinálódását** tekintve a következő *keresztezéses nemesítési mód-  
szereket* különböztetjük meg (Rohmeder – Schönbach, 1959):

1. *Kombinációs nemesítés* (elsősorban fajkeresztezéseknél, bár tulajdon-  
képpen mindenkor különböző örökletes tulajdonságok kombinációjáról  
van szó). A hasznos tulajdonságok kombinálására törekszünk. A gyors  
növekedést a faminóséggel, a papíripari értéket az ellenállóképességgel  
stb. igyekszünk társítani. Minthogy homozigóta szülők keresztezésekor  
a kívánt jellegek csak az F<sub>2</sub>- generációban jelennek meg és maradnak fenn,  
ezt az eljárást a későn termőre forduló fajoknál nehéz alkalmazni.  
A korán virágzó fajoknál az eredményt a termés stimulálásával gyorsítani  
lehet. A hosszú idő miatt, amely erdei fánál a vetőmag csírázásától a  
virágzásig és termésérlelésig eltelik, arra törekszünk, hogy a nemesítési  
célt már az F<sub>1</sub>-ben elérjük. Ez akkor sikerül, ha az egyesíteni kívánt  
mindkét jelleg domináns. A teljes dominancia különleges eset, a kereszte-  
zés terméke tökéletes dominancia; de intermedier átöröklésnél is  
(10. ábra) gyakorlati jelentőségű lehet (Schönbach, 1973).

Heterozigóta szülők keresztezésekor tehát (az idegenbeporzóknál) már  
az F<sub>1</sub>-ben is értékes alakok hasadhatnak ki. A vegetatíván könnyen szapo-  
rítható fajoknál ezek klónozással könnyen elszaporíthatók. A későn  
virágzó fajoknál az F<sub>1</sub> értékes alakjai nehezen hasznosíthatók. A korán  
termőre forduló fajok esetében a megfelelő alakok egymással keresztez-  
hetők.

A rendszertanilag egymáshoz közelebb álló fajok közötti keresztezés álta-  
lában könnyebben sikerül, mint a távoli rokonok közötti. Egyes nemzet-  
ségekben a fajcsoportok közötti keresztezés is aránylag könnyű, míg



10. ábra. Egy allélpárnál lehetséges dominanciafokok (Schönbach után)

másoknál csak igen nehezen vagy egyáltalán nem sikerül. A fajok közötti keresztezések sikerét igen sok tényező befolyásolja. A külső tényezők közül a hőmérséklet és a levegő páratartalma befolyásolja elsősorban az eredményt. A keresztezés időpontjában mind a bibének, mind a virágpor-nak azonos ivarérettségi stádiumban kell lennie. A sikertelenség oka igen gyakran az, hogy a pollentömlő valamilyen oknál fogva nem tud a bibén kicsírázni, vagy növekedése nem megfelelő. Ha a pollent adó szülő bibeszála rövidebb, mint az anyáé, eredményt hozhat az anyafaj bibeszálának megkurtítása és a bibeszálcsontk beporzása. *Micsurin* (1929, in: *Nemky szerk.*, 1968), eredményt ért el úgy is, hogy az idegen fajú pollenhez kevés saját fajú pollent kevert.

Sok távoli faj keresztezése esetében nem mindegy, hogy azt milyen irányban végezzük. Néha az egyszerű fajkeresztesítés lényegesen eredményesebb, mint a reciprok. Itt az okot elsősorban az élettani, a genetikai és a fajok plazmakülönbözőségeiben kell keresnünk.

A hibridek fölénye a különféle növényekben eltérően nyilvánulhat meg, lehet a mag, a levél, a termet, a gyökérzet, a termés méretbeli vagy ezek számbeli gyarapodása, aminek az erdei fák esetében *fatömegnövekedés* lehet az eredménye. A szervek, részek méretének és számának gyarapodásában, a növekedés és fejlődés gyorsulásában megnyilvánuló hibridfölny tehát hasonlít a környezeti körülmények megjavításával (pl. jobb tápanyagellátással) elérhető eredményhez.

A fajhibridek növekedésbeli fölénye életük folyamán előbb vagy utóbb eltűnhet. A fokozott fiatalkori növekedés azonban a gyors növésű fajok esetében (nyár, fűz, akác) óriási jelentőségű, mert fajhibridjeik felhasználását teszi lehetővé. Hibridfölnyüket tehát gazdaságosan hasznosítható.

A fajhibridek fölnyét a környezeti tényezők erősen befolyásolják. Gyakori eset, hogy egy ugyanazon fajhibrid bizonyos termőhelyen nem különbözik a szülőknél, míg más környezetben hibridfölnyt mutat. Ezt úgy is kifejezhetjük, hogy a hibridek fölénye a szülőkkel szemben néha a jobb *termőhelyállóságban*, ill. nagyobb igénytelenségben is megnyilvánulhat.

Számos növény fajhibridjénél csökkent megtermékenyülőképességet vagy néha teljes sterilitást figyeltek meg.

**2. Transzgressziós nemesítés (fajta keresztezés).** Transzgresszióknak nevezük azt a jelenséget, amikor az egyes fajta keresztezésekből származó utódnemzedékekben, a heterozigóta fajok esetében kivételesen már az  $F_1$ -ben, *de többnyire csak a hasadó populációkban ( $F_2$ ,  $B_1$ ) vagy a későbbi nemzedékek egyes egyedeiben teljesítménynövekedés mutatkozik meg.* Ez a keresztezési szülőket vagy az  $F_1$  hibridpopulációt szélsőségesen felülmúló fenotípusos kialakulás a polimer gének fokozó és kiegészítő hatására vezethető vissza.

Amennyiben a nemesítési cél komplex tulajdonságokon alapszik, mint pl. a növekedési erély, a fagy- és termőhelyállóság stb., a kombinációs nemesítést a transzgresszió fellépése reményében végezhetjük. Ennek előfeltétele kizárólag a különböző allélek kiegészítő hatásmódja. Minthogy

a transzgressziók létrejöttek a genetikai alapok bizonyos különbözősége az előfeltétele, eredményt többnyire csak a nem közel rokon szülőfajták, ill. földrajzilag távol eső alakok keresztezése útján érhetünk el. *Kopecky* (1956) fekete nyárrakkal végzett kísérletei szerint a déli fajtáknak az északi származásúakkal való keresztezése esetén a transzgresszió az utódnemzedék hosszabb tenyészidőszakában is megnyilvánult.

Transzgressziós jelenséget figyeltek meg pl. a különböző származású svédországi rezgő nyárok keresztezése alkalmával, mint ahogy azt a 2.2 fejezetben említettük. Németországban a keleti és a nyugati rezgőnyár-származások keresztezésével nagyobb sikert értek el, mint az északi és déli kombinációkkal. A fajon belül az eltérő földrajzi változatok sikeresen keresztezhetők a transzgresszió reményében.

3. *Beltenyésztéses nemesítés.* A keresztezéses nemesítés az idegenmegporzó erdei fák esetében rendszerint csak többé-kevésbé homozigóta keresztezési partnerek esetén kecsegtet eredménnyel. A homozigóta állapot pedig csak *beltenyésztés* (önbeporzás) útján vagy *közel rokon tenyészszettel* (többszöri testvérmegporzással) érhető el. Minthogy azonban az ilyen beltenyésztett származéksorok között végzett keresztezésnek többnyire heterózis az eredménye, valamennyi fajon belül végzett keresztezés beltenyésztéshez, ill. a heteróznemesítés módszeréhez vezet.

*A beltenyésztéses heteróznemesítésnél* a keresztezést a kiválasztott két fajta több generáción keresztül végzett beltenyésztése előzi meg. Itt természetesen a szükséges származéksorok előállítására már hosszabb időt igényel. A beltenyésztés szükséges rossz. Eredménye gyenge csemete, rossz növekedés, leromlás. Ugyanakkor azonban, ha elegendő számú az  $I_1$ , úgy annak elemzése során felszínre kerülhet sok rejtett jó tulajdonság is (vagyis luxuriáló egyedek jelenhetnek meg). A különféle kedvező tulajdonságokat, amelyeket az egyes beltenyésztett származéksorokban elkülönítettünk, keresztezéssel összekapcsolhatjuk és új, nagy teljesítményű heteróznemesítést hozhatunk létre.

A hibrid kukoricák előállításához hasonlóan, az erdei fáknál is eredményes lehet ez a módszer. Sajnos, az erdei fáknál ez ideig kevés kutatási eredmény van a homozigózzal kapcsolatban. Svéd kísérletekben a lucfenyő önbeporzásból származó egyedei mintegy 50%-kal maradtak vissza növekedésükben a szabad beporzású fákhöz viszonyítva, és egyöntetűen seprűs alakúak voltak (*Ehrenberg*, 1961).

Az önmeddőség, ill. fertilitás fajonként változik. Az erdeifenyők önbeporzásából a kísérletekben több léha mag származott, az utódok növekedése és törzsalakja gyenge volt. Az önbeporzású selejtfák teljesítménye 25%-kal, az önbeporzású pluszfák teljesítménye pedig 14%-kal esett vissza.

Gyakorlati szempontból, ha megfelelő az önmeddőség, a beltenyésztés gyors genetikai analízist ad; a nemesítési anyag gyors szelekcióját teszi lehetővé.

A mezőgazdasági kultúrnövényeknél a beltenyésztett vonalak hosszú

sorát lehet létrehozni. Bebizonyosodott azonban, hogy a beltenyésztést nem kell a *beltenyésztési minimumig* (homozigóta állapotig) folytatni, mert már az  $I_1$  és  $I_2$  nemzedék keresztezésével is elérhetjük a termesztési célt. *A korán virágzó akácnál, égernél, nyírnél, rezgő nyárnál stb. a beltenyésztés nemesítés nagyon ígéretes.* Kétlaki vagy teljesen steril fajoknál az önmegporzás nem lehetséges, ezeknél testvérbeporzást alkalmazhatunk.

## 3.34 Keresztezési technika

### 3.341 A szülőkomponensek kiválasztása

Az ellenőrzött keresztezéseket nagyon ritkán nemek, gyakrabban fajok vagy rasszok között hajtjuk végre. A keresztezéses nemesítési programban *a szülőpartnerek kiválasztása a nemesítés céljától függ.* Ebben a tekintetben a következő fontosabb esetek állhatnak fenn (Enescu, 1972):

1. A szülőket a *növekedés* gyorsasága, ill. a fatermés alapján választjuk ki.
2. A szülőket a *fa minősége* alapján választjuk meg aszerint, hogy papíripari, lemezgyártási vagy fűrészipari stb. felhasználás-e a cél.
3. A szülőket a *fejlődés* — korai vagy késői fakadás, ill. virágzás és rügykialakítás — alapján választjuk meg. A vegetációs idő hossza ugyanis döntő lehet a teljesítmény vagy egyes károsítókkal szembeni ellenállás tekintetében.
4. A kombinálandó alakokat *fiziológiai és biokémiai tulajdonságok* alapján választhatjuk ki, amelyek meghatározzák a késői és a korai faggyal, a betegségekkel és rovarokkal szembeni rezisztenciát, a gyanta-, a tannin-termelést stb.
5. A szülőket *ökológiai igényeik* szerint is kiválaszthatjuk, ha bizonyos adott termőhely számára alkalmas hibrideket akarunk előállítani (természetesen a növekedési erélyt és a fa minőségét ilyenkor sem szabad szem elől téveszteni).
6. A szülők, partnerek megválasztási szempontja a *kombinálódóképesség* is lehet, pl. amikor diállal keresztezéseket tervezünk, a legnagyobb kombinálódóképességű komponenseket választjuk ki.
7. *Homozigózis* alapján akkor választjuk ki a szülőket, amikor az idegen- vagy önbeporzó partnereknek a nemesítés célját szolgáló tulajdonságokat homozigóta állapotban kell tartalmazniuk.
8. A szülőkomponenseket aszerint is megválaszthatjuk, hogy *az  $F_1$  hibridek hogyan viselkednek rákeresztetés vagy visszakeresztetés esetében.*

Természetesen a szülőformák kiválasztása az említett szempontok szerint csak a tulajdonságvitel genetikai törvényeinek ismeretében történhet. Rendszerint arra törekszünk, hogy egyetlen munkafázissal vagy egymást követő beavatkozásokkal két

vagy több kedvező tulajdonságot vigyünk át. Így pl. a fatermelést a gyors vágásérrettiséggel, a gyors magassági növekedést a törzs egyenességével, a heterózishatást az ellenállóképességgel, a sok fatermést a jó minőségű fatermeléssel kapcsoljuk össze stb. További ilyen, a munka eredményességét növelő szempont az, hogy termékeny szülőket válasszunk ki. Pl. a *Fraxinus americana* esetében 10 szülő közül csak egy fa magtermő, életképes nőgyed.

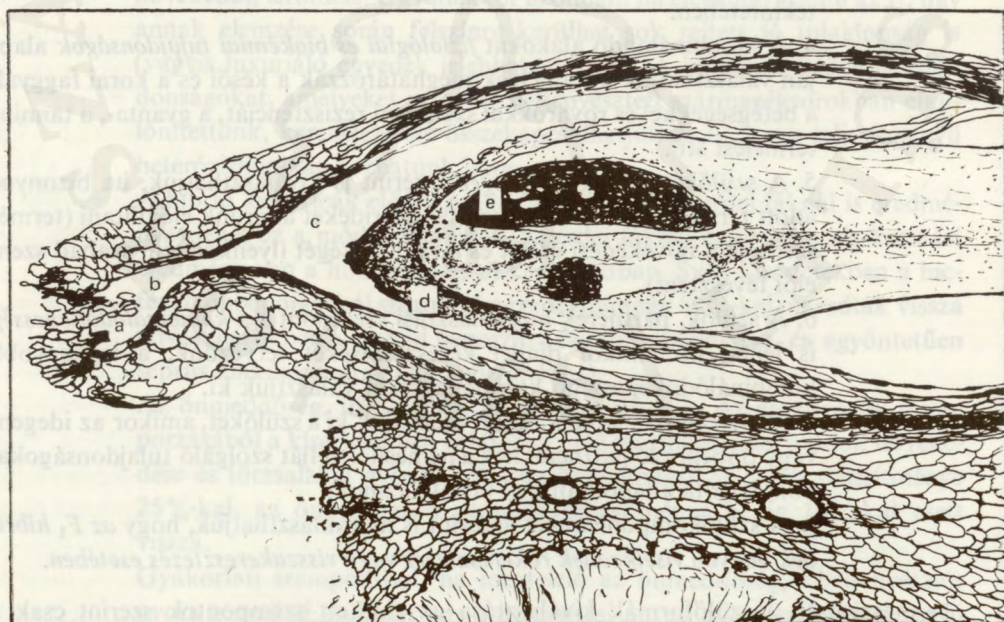
A legkorszerűbb erdészeti nemesítési intézetekben számítógépekkel állapítják meg a legkedvezőbb kombinációkat.

### 3.342 A keresztezés végrehajtása

Az erdei fák eredményes keresztezésének előfeltétele a nemesítendő faj virágzásbiológiájának és szaporodásának, ill. szaporíthatóságának alapos ismerete. A bibe ivarérettségének, a pollen és mag tárolásának, a virágpor és mag csírázási körülményeinek, repülésének, a megtermékenyülés viszonyainak ismerete éppúgy fontos, mint a vegetatív szaporításban, ill. az utódpopulációk felnevelésében való jártasság (11., 12., 13. kép, 11. ábra).

Mint hogy a keresztezés csak kivételes esetben végezhető a törzsfákon, az erdész nemesítőnek a virágokat olyan közelségbe kell hoznia, hogy munkáját könnyen és kellő biztonsággal végezhesse.

Az ellenőrzött keresztezéseket szabadon álló fákon, oltványokon vagy levágott ágakon végezzük. Utóbbiak vízkultúrákban állhatnak, de végezhetjük meggyökeresedett gallyakon is a munkát.



11. ábra. A duglászfenő magrügyének keresztmetszete a beporzás idején: a) virágpor, b) mikropile, c) pollenkamra, d) nucellusz, e) archegonium



A szabadon álló fákon a munkavégzés számos technikai problémát vet fel (költséges fém- vagy faállványzatok, létrák stb., 15., 17., 18. kép). Az alacsony oltványokon sokkal könnyebb a keresztezések elvégzése, és a termőhelytől függően valamennyi kombináció kipróbálható. A bõ magtermõ rezgõ nyárból, égerbõl, szilbõl, akácból legtöbbször elég egyetlen oltvány, a többi fafajnál a klón több oltványára van szükség. A keresztezési technikát a következõ fõbb *munkafázisokra* tagolhatjuk: a virág vagy virágzat elõkészítése a keresztezéshez, a kasztrálás, az elszigetelés (izolálás), a beporzás és a virágok utókezelése.

**Elõkészítés.** A keresztezés sikerét és a munkát nagymértékben elõsegíti, ha az ágakon vagy a virágzaton csak annyi virágot hagyunk meg, amennyit könnyen kasztrálhatunk, izolálhatunk és beporozhatunk.

**Kasztrálásnak** azt a munkafolyamatot nevezzük, amikor a hímnõs virágokból a porzókat, vált ivarú fafajok esetében a hím virágokat (hím barkákat) még a pollenérés bekövetkezése elõtt eltávolítjuk. A váltivarú fafajok kasztrálása esetén valamennyi hím virágzatot el kell távolítanunk, ha azok az izolált ágakon vannak. Ezeknek a fafajoknak tömeges kasztrálása is végrehajtható az elkülönült hím virágzat folytán. A szélporozta fafajok mesterséges beporzásához, ha azt kiterjedten végezzük, nagy mennyiségû virágpor szükséges (14. kép).

Nyáarak, füzek *pollentermelését* aránylag könnyen, vízkultúrában végezhetjük. A virágpor-keveredés megakadályozására a nõivarú gallyak hajtásakor tárgyalt szemponatok a mérvadók.

A túlevelűek virágporát általában úgy gyűjtik be, hogy a hímvirágos ágrészeket szobában vagy növényházban pergamenre vagy celofánra helyezik, és a kihullatott virágport összegyűjtik. A virágport begyűjtése után száraz helyen és szobahõmérsékleten 24 órán keresztül celofánlapon vékony rétegben szikkasztják, majd fiolákba öntve gumidugóval légmentesen lezárják és hûtõszekrényben tárolják.

A pollen mesterséges környezetben — megfelelő koncentrációjú és összetételû közegben — könnyen és gyorsan hajt tömlõt. Tehát a kihajtási százalék megállapítása és a tömlõ növekedésének mérése aránylag könnyen elvégezhetõ.

**Keresztezés növényházban.** A rezgõ nyár, éger és szil oltványainak becserpezésével, azok többszöri átültetésével számos keresztezési kombinációt lehet végrehajtani. Legegyszerűbb a munka a nyáarak és a füzek esetében, amelyeknél kb. 1 m hosszú, vizesedénybe helyezett hajtásokon végezhetjük a keresztezéseket. (*Wettstein* által 1930-ban kidolgozott *vízkultúrás módszer*.) A Leuce-nyáarak egyetlen ága 2–3 hét alatt kb. 1 ha ültetvény létesítésére elegendõ magot terem. A könnyen gyökeresedõ gallyakat tözegszubsztrátumba is átültethetjük, és azokkal a munkát a következõ években is tovább folytathatjuk.

Az ablaktált gallyakon a 3 hétnél hosszabb idõ alatt magot érlelõ *Aigeiros*-nyáarak és faalakú füzek keresztezése ajánlatos.

Nyáarak és füzek keresztezésére igen jó eredménnyel alkalmazhatók a vízkultúrákban meggyökeresedett, idõs gallyak becserpezésével elõállított *törpefák*. Ezek több éven át virágoznak és ismételten felhasználhatók. Könnyû kezelhetőségük mellett nagy elõnyük, hogy rajtuk még a távoli keresztezések is eredményesen végezhetõk.

Igen jól bevált a *Kopecky F.* (1962, in: *Nemky* szerk. 1968) által kidolgozott módszer.

Ennek lényege, hogy előhajtattott alanyra kecskeláb oltással 1–2 virágrügyes ágrészletünk.

A nemkívánatos idegenmegporzás kiküszöbölésére a keresztezést korszerűen olyan egymástól üveggel elszigetelt kabinokban végezzük, amelyeket megfelelően kondicionálni is tudunk.

A vízkultúra és a vegetatív szaporítás technikai sarkpontjai a keresztezéses nemesítésnek. Nem okoz nehézséget pl. az, hogy valamelyik keresztezési partner Szibériában, a másik Észak-Amerikában áll. A kívánt pollen vagy a szükséges virágos ágak, ill. oltógallyak egy kis gondossággal repülőpostával szállíthatók anélkül, hogy a nemesítési anyag vitalitása kárt szenvedne.

Keresztezésből származó csemeték tömeges előállítására minden olyan fajnál nehézségek nélkül megvalósítható, amely nagyobb technikai ráfordítás nélkül autovegetatív úton szaporítható. Ez elsősorban az *Aigeiros* és *Tacamahaca* szekciók nyárfajtáira és azok keresztezéseire áll, és ezért érthető, hogy a nevezett fajoknál már megtörtént az első lépés a vadnövénytől a kultúrnövényhez.

A keresztezéses nemesítésben rejlő lehetőségeket ez ideig még megközelítően sem használták ki. Biztos azonban, hogy az óriási faj- és fajtatartálékokkal rendelkező Szovjetunióval való szorosabb együttműködés az erdei fák nemesítésének ezen a területén is új sikerekhez vezet.

**Keresztezés szabadban.** Olyan fajok keresztezése, amelyek hosszabb időt (több hónapot, ill. évet) igényelnek magjuk beérleléséhez, *törzsfákon* vagy ültetvényszerűen telepített *oltványaikon* lehetséges. Előbbinek nagy előnye, hogy a keresztezési munka azonnal megkezdhető természetes viszonyok között, a fák koronájában. A módszer hátránya azonban a keresztezés helyének szétszórtsága, kedvezőtlen körülményei, továbbá a tetemes költség, amibe az állványzat építése, a tűzoltólétra vagy egyéb, mászást megkönnyítő berendezés beszerzése, szállítása, továbbá a keresztezés munkáját végző személyzet utaztatása kerül.

Az elmondottak mérlegelése után a kutatók többsége inkább a törzsfákról készített *oltványokkal telepített ültetvények* létesítését választja, annak ellenére, hogy ez esetben néhány évet várniuk kell az oltványok termőrefordulásáig.

Szabadföldi keresztezési kísérletben a nővirágokat úgy kell *elszigetelnünk* a külvilágtól, hogy sem a szél, sem a rovarok által szállított virágpór ne juthasson a bibére. Erre a célra különféle anyagokból készített zacskókat használunk, amelyek nagysága attól függően változik, hogy egy virágot, virágzatot, esetleg ágat kívánunk-e izolálni. A jól szigetelő zacskó a nemkívánatos virágpórt távol tartja, átengedi a fényt, a kedvezőtlen időjárási tényezőkkel szemben ellenálló, lehetővé teszi a gázcserét, valamint a bezacskózott virág, illetve virágzat fejlődésének ellenőrzését és lehetőleg nem drága anyagból készül.

A mesterséges *beporzást* a különféle fafajok természetének megfelelően végezzük. Rovarporozta fafajok esetében elegendő, ha kézzel, ecsettel vagy csipesszel visszük a tapadó virágpórt a bibére. Az anemofil fafajok beporzásához lényegesen több virágpór szükséges, amelyet vagy ecset, vagy szórószerkezet segítségével juttatunk a bibére. Valamennyi munkafolyamatot, a felhasznált szülők adataival egyetemben, jegyzőkönyvben is rögzítenünk kell.

Minthogy az izolálózacskók, különösen a levegőtlenek hátrányosan befolyásolják a megtermékenyült magház fejlődését, azokat az idegenbeporzás veszélyének elmúltával el kell távolítani. Ez kb. a megporzástól számított 2 hét.

### 3.35 A keresztezéses nemesítés néhány eredménye

A fajkereszteзések eddig nyert gyakorlati eredményei sokat ígérőek. A hibridek analízisének elméleti szempontból is széles alkalmazása van az erdészeti genetikai kutatásokban. A gyakorlati eredmények között említjük a Pinus-félék fajhibridjeit (*P. rigida* × *P. radiata*, *P. rigida* × *P. elliotii*, *P. rigida* × *P. taeda*, *P. nigra* × *P. resinosa* stb.), a vörösfenyőhibrideket (*Larix europaea* × *L. leptolepis*), a lucfenyőhibrideket (*Picea glauca* × *P. engelmannii*, *P. glauca* × *P. jezoensis*), a jegenyefenyő-hibrideket (*Abies concolor* × *A. grandis*, *A. pinsapo* × *A. numidica*), a nyárhibrideket (*Populus* × *euramericana*), tölgyhibrideket (*Quercus robur* × *Q. macranthera*), szelídgesztenye- (*Castanea dentata* × *C. mollissima*), a kőris-, a juhar- és egyéb hibrideket (Wright, 1962, Enescu, 1972).

Különböző fafajok keresztezése révén gyakran több feladat egyszerre oldható meg: több gazdasági jelleg kombinációja és luxuriáló basztardok előállítása. Példa erre a nyárnemesítésben az eurázsiai kontinensen széles körben elterjedt rezgő nyár (*Populus tremula* L.) és az amerikai rezgő nyár (*P. tremuloides* Michx.) keresztezése. A rezgőnyár-hibrid Közép- és Észak-Európában megfigyelt többletteljesítménye a honos fajjal szemben több okra vezethető vissza. A heterózis mellett ebben az esetben a más összefüggésben említett eltolási effektus is hat, amely azáltal jött létre, hogy sok esetben olyan észak-amerikai nyárat használtak a keresztezéshez, amelyek az európai telepítési helyekhez viszonyítva délebbi szélességekből származtak. A rezgőnyár-hibrid a vegetációs idő hosszát tekintve kb. a két faj között foglal helyet, és már ezért is gyorsabban nő, mint a honos faj. Ezenkívül a hibrid rezgő nyár rezisztens a *Populus tremula* L. fiatalkori növekedését erősen befolyásoló gomba, a *Fusicladium radiosum* (Lib.) Lind. ellen.

A vörösfenyő-fajhibridek (*Larix* × *eurolepis*) magassági növekedésének fölénye irodalmi adatok szerint, a felhasznált keresztezési partnerek genetikai alkatától függően 10 és 60% van. Arra a kérdésre, hogy a többletteljesítmény megmarad-e, ill. meddig tart, pozitív választ adhatunk. A skót spontán vörösfenyő-hibridek a szülőfajokkal szemben fennálló fölényüket legalább 60 éves korukig megtartották. Beszámolnak továbbá olyan hibridvörösfenyő-telepítési kísérletekről, amelyekben a fatermes egy 25 éves időszakban az európai vörösfenyőnél 40%-kal, a japán vörösfenyőnél 20%-kal volt több (Tuskó, 1962).

A hibrid rezgő nyárhoz hasonlóan, az eddigi kutatási eredmények szerint a hibrid vörösfenyők is jobban nőttek kedvezőtlen termőhelyeken, mint a szülőfajok. Ez különösen a kevés csapadékú időszakok átvészelésére és viszonylag száraz talajon való növekedésre vonatkozik. Az alkalmazkodásban mutatkozó „heterózis” úgy látszik fajok közötti hibrideknél gyakoribb jelenség, mert bizonyos Pinus-basztardoknál is megfigyelték.

*Fajtakeresztezéseket* eddig csak csekély terjedelemben végeztek. Azt, hogy ezekkel is érhetőek el eredmények, bizonyítják az erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.) fajtahibridjei, valamint az NDK-ban, Graupában végrehajtott keresztezések gyorsan növény, de fagyérzékeny zöld duglászfenyők és lassan növény, de fagyálló, a szárazföld belsejében honos származások között. A hibridek lényegesen fagyállóbbak, mint a parti duglászfenyők, és olyan gyors növekedésűek, mint azok. Néhány utódgeneráció felül is múlja a szülőket.

A faj- és fajtakeresztezések  $F_1$  utódgenerációja, vagy az  $F_1$  visszakeresztése a szülők valamelyikével, rendszerint jelentékeny variációt mutat, de gyakran tartalmaz a gyakorlati telepítéshez elegendő számú, a nemesítési célnak megfelelő egyedet.

**Összefoglalva** megállapíthatjuk, hogy a fajon belüli és fajok közötti *hibridizáció célja ellenőrzött mesterséges beporzással vagy szabad beporzással értékes hibridek nyerése és ezeknek tömeges termesztése.*

Plantázások esetében is keletkezhetnek értékes hibridek. Ilyenkor a plantázsmag azonos fajhoz tartozó, de különböző földrajzi származású egyedek közötti vagy különböző fajok közötti (hibridizációs plantázs) szabad beporzás eredménye.

Az ellenőrzött *keresztzések főbb céljai:*

1. új kiindulási anyag előállítása a szelekcióhoz,
2. bizonyos gazdaságilag fontos jellegeknek, amelyek különböző fajtákban vagy fajokban vannak meg, az utódokban való egyesítése,
3. különleges hatások (heterózis, luxuria) elérése, amelyek serkentően hatnak az utódok életképességére és teljesítményére.

### 3.4 A nemesítési kísérletek tervezése, létesítése és elemzése

#### 3.4.1 A kísérletek célja, jelentősége

Nemcsak az erdészeti növény-nemesítők, de a többi erdész kutató és a gyakorlati szakemberek tekintélyes része is új eljárások bevezetésén, kedvezőbb termelési eredmények elérésén fáradozik. *A magasabb termelési színvonal elérése nem képzelhető el kísérletek elvégzése nélkül.*

A kísérleti eredmények átültetése a gyakorlatba a fejlődéssel lépést tartó erdőmérnököktől is igényli a kísérletek végrehajtása és értékelése során alkalmazható főbb módszerek elvi ismeretét. A tudomány az erdőgazdasági üzemek számára folyamatosan új fajtakat és termelési módszereket javasol. Azok használhatóságát a helyi erdőgazdaság szakemberének helyes kiválasztás és üzemi kipróbálás útján kell eldönteni, mert a *természeti adottságok nagyfokú különbözősége miatt nem lehet egységes fajtakat és termelési előírásokat adni.* Az üzemi adaptációs kísérleteknél a kísérleti eredmény megbízhatósága és pontossága a termelőtevékenység szempontjából legalább olyan fontos, mint a kutatók kisparcellás kísérletei.

*A kísérletezésnek 3 szakasza van:*

1. tervezés,
2. a kísérlet kivitele,
3. értékelés.

Valamennyi szakasz egyforma jelentőségű. Bármelyik elhanyagolása vagy felületes elvégzése a másik kettő eredményességét veszélyezteti. Az ellentmondó kísérleti eredmények sokszor nem is a változó körülményekből, hanem a hibás kísérleti technikából adódnak. *A lelkiismeretlen munkával nyert eredmények csak félrevezetnek és rontják a tudomány hitelét.*

Természetesen vannak olyan nemesítési kísérletek is bőven, amelyek nem, vagy csak a kísérleti folyamat egy bizonyos szakaszában igényelnek területet. A kísérletezés alapelveit azonban mindig figyelembe kell venni.

Ismeretes, hogy a *kísérletek eredményei* ma már a *szignifikanciaszint*, vagyis a *hibák mértékének feltüntetése nélkül nem meggyőzőek*. A tervezéstől az értékelésig arra kell törekedni, hogy az előadódható hibák mértékét a legkisebbre szorítsuk. A kísérletek gyakorlati végrehajtásakor elkövetett hibák utólag már nagyon ritkán korrigálhatók. Ha egy kezelést nem előírászerűen végzünk, a hibát már semmilyen eljárással nem lehet kijavítani.

### 3.42 A kísérletek tervezése

A kísérletek tervezése során először is *világosan és pontosan meg kell fogalmazni a kérdést, amit a kísérletben a természethez intézünk*. El kell döntenünk, hogy milyen és hány kezeléssel kaphatunk kielégítő választ a feltett kérdésre. Ezután meg kell állapítani, hogy milyen irányú (egyszerű vagy több tényezős), milyen elrendezésű, hány ismétléses (sorozatos) kísérletet és mekkora parcellákon végezzünk (ha szabadföldi kísérletről van szó). Ehhez a kutatónak ismernie kell a szóba jöhető kísérleti elrendezések előnyeit, hátrányait, kiértékelésük módját. A *terv* általában a következő adatokat, *munkarészeket* tartalmazza (Tompa, in: Nemky szerk., 1968):

1. a kísérlet szabatos megnevezése, helye, a kivitel éve, a kísérleti tábla, erdőrészlet neve, jele és fontosabb agrotechnikai (mezőgazdasági előhasználat, trágyázás, talajművelés stb.) adatai; a kísérlet tartama (rövid, közepes, hosszú);
2. a kezelések felsorolása és pontos leírása; az azokhoz szükséges különböző telepítési anyag, trágya, védőszer stb. adatok 1 hektárra és a parcellára (világos táblázatban);
3. a kísérleti elrendezés, az ismétlések (sorozatok) száma, nettó-bruttó parcellaméret, sor- és tőtávolság (ill. a telepítési növényanyag mennyisége) megadása, indoklása;
4. a kísérlet tervrajza, a parcellák, utak, szegélyek pontos méreteivel;
5. a kísérlet munkálatainak (talaj-előkészítés, ültetés, vetés, ápolás, növényvédelem) kb. időpontja, eszköze és anyagszükséglete;

6. a kísérlettel kapcsolatos *felvételezések és vizsgálatok időpontja, módja és száma*; a felvételre kerülő konkrét adatok megjelölése és ezekhez kellő számú üres felvételi lap csatolása.

A tervet úgy kell elkészíteni, hogy a kísérlet a kutató megkérdezése nélkül is tökéletesen végrehajtható, azonosítható legyen.

A nemesítési kísérletek metodikája elvben azonos, akár származásvizsgálatot, akár ivaros utóvizsgálatot vagy klónvizsgálatot akarunk lefolytatni. A statisztikai értékelhetőség épp olyan fontos követelmény a klónvizsgálatoknál és plantázsoknál is, mint bármelyik erdészeti természetstéchnikai kísérletnél.

A feladat nehezebb, mint a mezőgazdaságban. Az erdőgazdaságban nem egy vagy néhány év termését kell bírálni. A megfigyelést addig kell folytatni, amíg a véghasználati fatömeg megközelítő pontossággal becsülhető: pl. egy 20 éves állományról nehéz kellő biztonsággal előre megmondani, hogy mit fog hozni 80 éves korában. Sőt a 40 éves korban végzett előbecslés adatai is eltérhetnek a 40 évvel későbbi tényszámoktól.

*Nincsen általános érvényű kísérleti metodika.* Ezt mindig a megvizsgálandó probléma természetének megfelelően kell megválasztani. Változó lesz a módszerünk ezen felül a megvizsgálandó fajok és a termőhely szerint is. *Vannak* azonban bizonyos *alapelvek*, amelyekhez tartanunk kell magunkat, ha hasznos információkat akarunk nyerni.

### 3.421 Módszertani alapfogalmak

Minden szabadföldi kísérlet összehasonlító kísérlet. Két vagy több származást, fajtát, agrotechnikai eljárást stb. vagy ezek kombinációit hasonlítjuk össze. Ahány eljárást, fajtát stb. vagy ahány kombinációt hasonlítunk össze, annyi „kezelés” a kísérlet. A kezelés kísérletezési műszó, ilyen értelemben kell használni.

A *kontroll* az a kezelés, amelyhez a többit hasonlítjuk. Származási kísérletekben például a helyi őshonos származás lehet a kontroll kezelés, kontroll származás. A műtrágyázási kísérletekben a műtrágyázatlan kezelést *nullkontrollnak* nevezik.

*Egytényezős* kísérletek azok a vizsgálatok, amelyekben egyetlen tényező különböző változatainak hatását hasonlítjuk össze. Pl. 16 származás vizsgálata alkalmával a kezelés változatainak száma 16. Egytényezős kísérletekben a kezelésekek száma a vizsgált tényezők változatainak számával azonos.

*Többtényezős* (v. faktoriális) kísérletekben egyidejűleg kettő vagy több tényező változatait és ezek kombinációit hasonlítjuk össze. Pl. 4-féle műtrágyaadag, 3 ültetési hálózat, 5 faj vizsgálatakor (háromtényezős kísérlet) a kezelésekek száma  $4 \times 3 \times 5 = 60$ . A többtényezős kísérletnél a kezelésekek száma a tényezőnkénti változatok összes lehetséges kombinációja, tehát a tényezőnkénti változatok szorzata.

Azt a kísérleti egységet, amelyben valamennyi kezelés egyszer előfordul, *ismétlésnek*, *sorozatnak* vagy *blokknak* nevezzük. Egyes modern elrendezésekben a blokkok nem foglalják magukban az összes kezelést, hanem csak a kezelésekek egy részét (nem teljes, *inkomplett blokkok*). Itt a blokk szó tehát az ismétléstől vagy sorozattól eltérő értelmet kap. A blokk-képzés célja az, hogy az egész kísérleti téren jelentkező, több parcellára

kiterjedő talajegyenetlenségeket a kezelések közötti különbségek kísérleti hibájának kiszámításakor figyelembe vehessük és az értékelés során következtetéseink megbízhatóságát ezáltal növeljük.

Az azonos körülmények érvényesülését az ismétlésen kívül a minták véletlen kiválasztásával, a *véletlen elrendezéssel (randomizálással)* is elősegítjük.

A szabadföldi kísérletezésben a *parcella* azt az összefüggő területet jelenti, amely ugyanazt a kezelést kapta. Tágabb értelemben ez a kísérlet legkisebb egysége. Néhány kísérleti elrendezésben megkülönböztetünk *fő- és alparcellát*. Ezt a megkülönböztetést akkor alkalmazzuk, ha egy parcellát két vagy több részre osztunk, és ezeket eltérően kezeljük.

Általános kísérleti tapasztalat, hogy a szélső parcellákon a növények fejlődése többé-kevésbé eltér a kísérlet belső parcelláitól. Ezért erdészeti kísérletekben a vizsgált fafaj üzemi csemetéiből telepített háromszoros *szegélyparcellával* vesszük körül a kísérleti területeket.

A *szomszédos parcellák közötti távolság* általában a parcellán belüli sortávolsággal azonos, vagyis külön *elválasztó növényoszt* nem alkalmazunk, jóllehet a szomszédok befolyásolják egymást. Két szomszédos parcella kezelésének vagy növényállományának egymásra hatását *szomszédhatásnak* mondjuk. Ennek a hatásnak a mértéke a parcellák méretétől függ. Rövid és közepes időtartamú kísérleteknél mintegy másfél sorra, 3–4 m-es távolságra terjed a hatás. Kiküszöbölésére a *bruttó-nettó* parcellarendszert használják.

A kísérleti eredmények eltérésének okait két nagy csoportba soroljuk. Az egyik csoportot *kísérleti hibának*, a másik csoportot a természeti körülmények változásával kapcsolatos *kölcsönhatásnak* nevezzük.

Ha a legjobb tudásunk szerint teljesen azonos körülmények között többször is megismételjük a kezeléseket, az összehasonlításakor a különbségek nem lesznek azonosak. Ennek okai lehetnek technikai hibák, a kísérleti parcellák eltérő talajviszonyai, parcellánként eltérő kártétel, gyomosodás stb. Összességükben ezek képezik a *kísérleti hibát*. Emiatt van szükség több ismétlésre. A kísérleti hiba mérőszáma a kísérleti hibaszórás vagy a százalékos hibaszórás. A *kísérleti hibaszórás* mértékegysége, ha nem százalékban fejezzük ki, mindig ugyanaz, mint az adatoké, amelyekből számoltunk, de  $\pm$  előjellel ellátott szám.

A kísérletek pontosságának közlésekor többnyire a *százalékos hibaszórást* szokás megadni, mert ezáltal a különböző mértékegységekben vagy különböző nagyságrendekben mért kísérleti adatok pontosságát össze lehet hasonlítani. Fatermési kísérletekben a mellmagassági átmérő, a fmagasság, az alakszám, a körlapösszeg, egyes törzsek fatömege és az élőfakészlet szóródási együtthatója a legszélesebb határok között, 3–80%-ig változik.

A *kölcsönhatás* esetében ismertnek véljük a változás okát, ezért ezt a változást nem nevezzük hibának. Míg a kísérleti hiba okozta bizonytalanságot csökkenteni igyekszünk, a kölcsönhatás esetében az a cél, hogy növeljük, ill. biztosan kimutassuk, ha ilyen van. A kölcsönhatás ugyanis a kísérleti eredmények gyakorlati általánosíthatóságára ad útmutatást. A különböző helyeken vagy években végzett kísérletek kezeléskülönbségének változását  $\text{kezelés} \times \text{hely}$ , illetve  $\text{kezelés} \times \text{év}$  kölcsönhatásnak nevezzük.

Itt lép fel a *reprezentáció* növelésének kérdése. Kezelések összehasonlításakor minél több természetési körülményt kell faktoriális kísérlettel reprezentálnunk, hogy megismerhessük a kezelések természetési igényeit.

### 3.422 Kísérlettípusok

Elsősorban a *végrehajtás helye, ill. terjedelme szerint csoportosíthatjuk az egyes kísérleti típusokat.*

**1. Laboratóriumi kísérletek.** Általában az erdei fák nemesítése során nagyon előnyös lenne, ha a hosszadalmas és költséges szabadföldi kísérleteket gyors laboratóriumi vizsgálatokkal lehetne helyettesíteni. De az alapvető növekedési és alaki tulajdonságok vizsgálatára még nincsenek kiforrott laboratóriumi módszereink. Bizonyos célokra, különösen a különböző kórokozó gombákkal, valamint a faggyal szembeni ellenállás vizsgálatára azonban már laboratóriumi eljárásokat is alkalmaznak az erdészeti nemesítésben. Nyáráknál pl. transzspirációmérés segítségével lehetővé vált a klónok szárazságtűrésének összehasonlítása.

Laboratóriumi kísérletek közé tartoznak a *tenyészedény-kísérletek* is. Igaz, hogy ezek reprezentációs értéke erősen vitatható. Az alapvető biológiai és kémiai gyorsmódszerek esetében van elsősorban létjogosultságuk (20. kép).

**2. Csemetekerti kísérletek.** Erdészeti csemetekertjeinkben *mikroparcellás* és *kisparcellás* kísérleteket folytatunk. A tenyészedényes és a mikroparcellás kísérletek között átmenetet képező ún. „*ládás kísérleteket*” vagy „*keretes kísérleteket*” ez ideig erdész kutatóink ritkán alkalmazták. Ezek lényege, hogy egynemű altalajú területről eltávolítják a feltalajt, majd téglából, betongyűrűből, fémből, deszkából stb. kb. 1 m mély keretet (ládákat) helyeznek el, amelyeket egyenletesen elkevert talajjal vagy egyéb kísérlethez készített anyaggal töltenek meg. A keretek alul nyitottak, felületük legfeljebb néhány négyzetméter.

A *mikroparcellás kísérletek* területe 1–4 m<sup>2</sup>, gyorsan növő lombosfáknál maximálisan 10 m<sup>2</sup>. Ide tartoznak a magági és iskolázott csemetékkel 2–5 éven át folytatott kísérletek. Néha növényházban végezzük ezeket. A megfigyelés rendszerint növényegyedekre és nem az állományra vonatkozik. Célja fenológiai és méreti megfigyelés, a csemetekerti növekedés vizsgálata és ezáltal bizonyos előszelekció a terepi kísérlet számára. Nagy jelentősége van fajtagyűjteményben, rezisztenciára történő szelekcióban, a klón- és utódvizsgálatokban.

A *kisparcellás kísérlet* számunkra jobban megfelel. A segítségükkel elért eredményeken már közvetlen termelési javaslatok alapulnak. A gyakorlati szakember számára is alkalmas méret. A csemetekertben létesített kisparcellák nagysága 5–50 m<sup>2</sup>. A felső határt a rendszerint szűkös terület szabja meg. Sor- és tőtávolság 40–80 cm, gyorsan növő lombfáknál maximálisan 5 m. Időtartama 5–6 év, legfeljebb 10 év. Itt is a növényegyed a vizsgálat tárgya. Alkalmazott elrendezés a *véletlen blokk*, a *latin négyzet*, *latin tégl*a, a *kettős rács* és a *rácsnégyzet*.



Általános irányzat a parcellaméret csökkentése, ami a kísérleti módszertan fejlődésével párhuzamosan válik lehetővé. A parcella alakjára vonatkozó általános felfogás, hogy a parcella legyen enyhén téglalap alakú.

Az *ismétlések száma* elsősorban a kísérlet elrendezésétől függ. A mezőgazdaságban alsó határnak egytényezős kísérletben a 4-et szokás tekinteni, az erdészeti irodalomban több szakíró 3 ismétléssel is megelégszik. Az ismétlésszám a pontossággal függ össze, mégpedig, hogy az átlagos különbség pontossága egyenesen arányos az ismétlésszám négyzetgyökével. Ez azt jelenti, hogy ha 2 helyett 4 ismétléssel dolgozunk, a javulás 42%, ha 4 ismétlés helyett 6 ismétlést választunk, a javulás 22,5%, ha pedig 6 helyett 8 ismétlést veszünk, már csak 15% a javulás. Ezért hazai kísérleteinkben általában 3–6 ismétléssel dolgozunk, ill. 1–4 növényegyed esetén 8-ra emeljük az ismétlések számát (29. kép).

### 3. A terepi kísérlet lehet:

*egyfa-parcellás* – sok ismétléses kísérlet egy-egy blokkjába a kezelések 1–1 egyede kerül;

*kisparcellás* – 0,01–0,10 ha (pl. 10×10 m);

*nagyparcellás* (üzemi) – 0,26–1,00 ha (pl. 60×50 m),

*középparcellás* – előbbi kettő között, 0,11–0,25 ha (pl. 40×40 m)

A *kísérletsorozatok* is ide tartoznak. Néha csemetekertben is sor kerül kísérletsorozat lefolytatására.

Az *időtartamot* tekintve, a terepi kísérletek között minden kategória előfordul. Rövid időtartamú (10–20, ill. gyorsan növeknél 5–10 éves korig), közepes időtartamú (21–50 ill. 11–15 éves korig) és hosszú időtartamú kísérletet (vágáskorig) különítünk el.

A *rövid időtartamú kísérletek* eredményei csak addig érvényesek, amíg a szomszédhatás nem kezd jelentkezni. A végkövetkeztetést tehát az első gyérités előtt le kell vonni. A parcellák 1–16 növényt tartalmaznak. Alakjuk négyzetes, téglalap, vagy soronként szerepelnek bennük az egyes kezelések (pl. származások).

A rövid időtartamú kísérletekben elsősorban *a következő tulajdonságokat vizsgáljuk*: kezdeti növekedés, morfológiai jellegek, megmaradási százalék, betegségek, rovarkárosítások, valamint néhány éghajlati tényezővel szembeni fiatalkori ellenállóképesség.

A *közepes időtartamú kísérletek* a telepítés időpontjától a vágásforduló harmadáig-közepéig szolgáltatnak érvényes információkat. Ebben a szakaszban sok fajfaj átlagtörzse 14 cm körüli mellmagassági átmérőt mutat. Az erdei- és lucfenyő pl. ezt az átmérőt Európában jó termőhelyen 30 vagy 35 éves korban éri el. A kísérlet tartama alatt 2 vagy 3 gyéritést hajtunk végre akkor, amikor a szomszédos parcellák között a szomszédhatás erőteljes kezd lenni. A gyors növesű fajok, mint amilyen a *Pinus radiata* vagy az *Eucalyptus* ezt az átmérőt 10 vagy kevesebb év alatt elérik, ami korábbi értékelést tesz lehetővé.

A közepes időtartamú kísérletekben *tanulmányozható kérdések*: magassági növekedés, fiatalkori átmérő- és körlapnövédék, rezisztencia a léces- és rudaskorban (*Rhabdocline*

a *Pseudotsugán*, *Lophodermium* és *Pissodes pini* a *Pinusokon*), kéreg és koronaforma, ágméretek, gyökérrendszer, valamint a fa technológiai tulajdonságai (a geszt aránya, rosthossz).

A hosszú időtartamú kísérletekből a hozamra nézve kapunk adatokat. Általában a fél vágásfordulót meghaladó időre tervezzük ezeket. A hosszú idő és az egységnyi parcella nagysága miatt nagyon nagy gonddal, homogén termőhelyeken kell beállítani azokat. Jóllehet a hozam megállapítása az elsődleges cél, ezekkel a kísérletekkel is ellenőriznünk kell a betegségekkel, rovarokkal és a szélsőséges időjárás tényezőkkel szembeni ellenállóképességet (pl. levélrágó rovarok kártevését, rendkívüli szárazság vagy hideg károsítását). A hosszú időtartamú kísérletek adatokat szolgáltatnak a virágzásra és a termés hozamra, az érettkori faalakra, a fahozamra, faanyag technológiai tulajdonságaira, a gyökérrendszerre és az erős széllel szembeni ellenállóképességre, a kéreg típusára stb.

A megfigyelési időtartamtól eltekintve, a következő tényezők határozzák meg egy kísérlet nagyságát (terjedelmét):

1. a kezelések száma,
2. a parcellák nagysága,
3. a kezelésenkénti (kísérlettagonkénti) parcellaszám, vagyis az ismétlések,
4. a kísérlet típusa (egyes kísérlet, kísérletsorozat).

Az egyes kísérletek terjedelmének határt szab a *talajheterogenitás*, a felszín egyenetlensége, amelyek növekvő területnagysággal fokozódnak. A kísérletezőnek emiatt vagy a kezelések számát, vagy kezelésenként a parcellák nagyságát és számát (ismétléseket) kell csökkentenie.

Nagyobb számú utód, származás stb. esetén kedvezőbb a kilátás arra, hogy átlagon felüli anyagot találjunk, ezért arra törekszünk, hogy a variánsok számát olyan magasan tartsuk, ahogy csak lehetséges. Ebből az a kényszerű megoldás adódik, hogy kis parcellákkal, azaz ismétlésenként kevés növényrel dolgozzunk.

Az egyes kísérlet eredményei mindig csak azokra a feltételekre érvényesek, amelyek mellett a kísérletet végrehajtották. Különböző termőhelyek számára csak a kísérletsorozat ad információkat a megvizsgálandó anyag alkalmasságát illetően. Ezek tetemes költséget igényelnek, ami azonban a jobb reprezentációs képesség miatt feltétlenül megtérül. A nemesítő arra törekszik, hogy minél szélesebb ökológiai amplitúdójú fajtákat nyerjen, mivel ezek a ráfordított fáradságot és költségeket általában jobban jutalmazták, mint azok, amelyek csak egy korlátozott termőhelyen telepíthetők. Ezért az erdészeti kísérletezésben elengedhetetlen a kísérletsorozatok beállítása.

A kísérletsorozatban már csak azok a kezelések kerülnek összehasonlításra, amelyek az előzetesen egy vagy kevés helyen végzett mikro- vagy kisparcellás kísérletekben megállták a helyüket. A kísérletsorozatban már csak azt vizsgáljuk, hogy vajon a változó időjárás, talaj- stb. körülmények között ezek közül melyik az, amely véglegesen javasolható a gyakorlatnak. Az erdészeti kísérletsorozat egyes kísérleteiben ezért általában 5–8 kezelés vesz részt. Így a kísérleti elrendezés viszonylag egyszerű (randomizált blokk, latin négyzet). Az egyszerűsítés másik oka, hogy célszerű a kísérletsorozatok egyes kísérleteit lehetőleg egységes módszerekkel végrehajtani, amit az

egyszerűbb elrendezések jobban lehetővé tesznek. A kísérletsorozatok létesítésére és fenntartására az ERTI kísérleti állomásai, illetve az erdőgazdaságok szervezete kiválóan alkalmas.

A kísérleti helyek számát lényegesen növelni lehet az ún. „szórt kísérlettel”, amikor kísérleti helyenként egy ismétlésben (sorozatban) vannak a kezelések és a kísérleti helyek képezik az ismétléseket. Tehát az egész kísérlet annyi ismétléses, ahány helyen folytatjuk. Ilyen szórt kísérletben a kísérleti hiba és a kölcsönhatás nem választható szét. Ez azzal a következménnyel jár, hogy csak a szórt kísérlet átlagában, az átlagos kezeléskülönbségre vonhatunk le következtetést.

### 3.423 Kísérleti elrendezés

A kísérleti elrendezés kifejezés azt jelenti, hogy a kísérlet összterületén hány ismétlésben, az egyes ismétléseken belül pedig milyen sorrendben helyezük el az összehasonlításra kerülő kezeléseket.

Az elrendezés a kísérletezés legkritikusabb és legköltésesebb jellemzője. A kísérletből a lehető legtöbb tájékoztatást kell nyernünk, de erre csak a szükség szerinti pénzt, időt, területet szabad ráfordítani.

Minden elrendezéstípus más-más értékelési módszert kíván. Ez az oka annak, hogy a kísérlet tervezésekor gondosan meg kell választanunk a kísérlet elrendezését és össze kell egyeztetni a statisztikai értékelési móddal. Máskülönben abba a helyzetbe kerülünk, hogy beállítunk egy kísérletet és éppen arra nem kapunk választ, amiért az egész kísérletet elvégeztük.

A legegyszerűbb elrendezés a *randomizált blokk kísérlet*. Az elvet a 12. ábra szemlélteti. Mindegyik blokk minden kezelést tartalmaz, ezek azonban szigorúan véletlenszerűen oszlanak el. Az ismétlések száma tetszés szerinti, azonban – ahogy már említettük – legalább 3 legyen. A kezelések számának emelése mindig a blokk nagybodásával és ezzel a blokkon belüli talajszórás fokozódásával jár együtt. Ezáltal növekszik a kísérleti hiba. Randomizált blokk kísérleteket tehát általában csak 2–15 (legfeljebb 20) kezelés esetén alkalmazunk.

a	1	2	3	4	5	6	7	8
b	4	1	3	7	6	5	8	2
c	2	8	4	1	7	6	3	5
d	8	7	1	5	3	2	4	6
e	5	3	4	7	8	6	2	1
f	7	4	3	5	1	6	8	2

12. ábra. Példa a véletlen blokk elrendezésre (a kezelések száma 8, a sorozatok, ismétlések száma 6)

	I	II	III	IV	V	VI
a	1	2	3	4	5	6
b	2	6	4	1	3	5
c	3	4	5	6	1	2
d	4	3	6	5	2	1
e	5	1	2	3	6	4
f	6	5	1	2	4	3

13. ábra. 6×6-os latin négyzet. A kezelések, sorozatok (ismétlések) és oszlopok száma egyformán 6

4–8 kezeléskor a latin négyzet (13. ábra) is ajánlható, feltéve, hogy az ismétlések száma azonos a kezelések számával. Abban különbözik a véletlen blokk elrendezéstől, hogy itt minden sor és minden oszlop magában foglalja az összes kezelés egy-egy parcelláját.

A latin téglát (14. ábra) a latin négyzet kiterjesztése 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18 kezelés összehasonlítására egytényezős kísérletekben, feltéve, hogy a kezelések száma kétszer vagy háromszor annyi, mint az ismétlések száma. Itt is sorokat és oszlopokat különböztetünk meg. A sorok és oszlopok száma azonos egymással, illetve az ismétlések számával, de minden oszlop két vagy három részoszlopból áll.

Elméletileg korlátlan számú kísérletnek (16-on felül, több 100-ig) a vizsgálata az ún. rácskísérletek segítségével lehetséges. Általános jellemzőjük, hogy csak bizonyos számú kezelés kerül egy blokkba (nem teljes, inkomplett blokk). Ezek a csökkentett területű blokkok lehetővé teszik, hogy a talajkülönbségeket ugyanazzal a pontossággal öleljük fel, mint a kevés kezelés teljes blokk kísérlettel. Ezeknek az elrendezéseknek főleg a származási kísérletek első szakaszában, az ivaros utóvizsgálatokban és részben a klónvizsgálatokban van jelentőségük.

Az erdészeti növénynevelésben gyakran alkalmazott elrendezés a rácsnégyzet (négyzetes rács, 15. ábra) és rácsnégyzet. A kezelések számát az egyes sémák szabják

	I.		II.		III.		IV.		V.	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
a	9	6	10	7	4	8	2	3	5	1
b	7	10	8	5	2	9	1	4	6	3
c	3	5	1	2	7	10	9	6	4	8
d	8	4	6	9	3	1	10	5	2	7
e	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

14. ábra. 5×10 latin téglát elrendezés (a kezelések száma 10, a sorozatok, ismétlések száma 5, az oszlopok száma 5)

blokk	X ismétlés						Y ismétlés						blokk
6	31	35	32	34	36	33	24	18	36	12	6	30	12
1	3	1	6	4	2	5	27	3	21	9	15	33	9
4	20	23	19	22	21	24	29	23	17	11	5	35	11
3	16	17	15	13	18	14	32	26	20	14	2	8	8
5	28	25	26	30	29	27	34	16	4	10	22	28	10
2	12	7	11	9	8	10	7	19	13	31	1	25	7
6	31	32	33	34	35	36	23	11	29	35	5	17	11
5	25	26	27	28	29	30	20	26	2	8	14	32	8
4	19	20	21	22	23	24	18	12	6	30	36	24	12
3	13	14	15	16	17	18	28	10	4	16	34	22	10
2	7	8	9	10	11	12	3	27	21	9	15	33	9
1	1	2	3	4	5	6	7	31	13	1	19	25	7

15. ábra. 6×6-os rácsnégyzög (a kezelések száma 36, az ismétlések, blokkcsoportok száma 4)

meg, ennek négyzetes számnak kell lennie. Ha nem áll elég kezelés (kísérlettag) rendelkezésre, akkor egy vagy több kezelést mint kiegészítő „tölteléktagot” használhatunk. Az egyes blokkokba összefoglalt kezelések száma egyenlő az összes kezelések számának a gyökével. A rácskísérletek elrendezésére, illetve elhelyezésére nálunk *Osváth J.* (1964) állított össze jó példatárat.

A plantázatok telepítéséhez javasolt kísérleti elrendezéseket a 3.63 fejezetben ismertetjük.

### 3.43 A kísérlet gyakorlati végrehajtása

#### 3.431 A kísérleti anyag nevelése

A vizsgálatok azt mutatták, hogy az a különbség, ami a különböző csemetekertekben történő nevelés vagy pedig a különböző korú és nevelésű (magági, iskolázott) csemeték felhasználása miatt adódik, az első években sokkal nagyobb lehet, mint a származás vagy a klón okozta differencia. Ez a különbség 20 éven keresztül is megmaradhat, de lehet, hogy még tovább is kimutatható. Később a genetikai különbségek kétségtelenül egyre erőteljesebben érvényre jutnak, de bizonyos, hogy a származások, utópopulációk és klónok közötti tényleges különbségek megnyugtató kimutatásához elengedhetetlen a megfelelő számú ismétlésben és minden szubjektívizmus kizárásával végrehajtott csemetekerti magvetés.

Általános vélemény, hogy *a csemetéket legjobb egyetlen kertben nevelni*, bár az anyag esetleges megsemmisülése ellen a legjobb védekezés, ha leglább két csemetekertben neveljük a kísérlet anyagát. Ha kísérletsorozatot tervezünk, a különböző csemetekertekben való csemetenevelés, ill. vizsgálat a jobb. Ilyen esetben okvetlenül ügyelni kell arra, hogy *ugyanazon kísérlet részére csak azonos feltételek között nevelt csemetanyagot használjuk fel* (19. kép). Mindenesetre kedvező talaj- és termőhelyi tulajdonságokkal rendelkező olyan csemetekertetet kell kiválasztani, ahol a kísérletezésben jártas szakember is van. Ha a fajta vagy a származás különleges szempont szerinti vizsgálata a cél (például a fagy elleni ellenállóképesség), akkor fagyzugos csemetekertet válasszunk ki a vetés helyül.

A szabatos kísérlet érdekében a csemetetermelés egyes mozzanataiban nem lehet különbség az egyes magtétélek között, mert csak így várható, hogy a tényleges differenciát az egyes fajták, származások, utódok között gyorsan és biztosan igazolni tudjuk. A magvizsgálati adatok segítségével a vetést úgy kell végrehajtani, hogy – amennyire csak lehetséges – azonos mennyiségű csemetét termeljünk, a terület egységen. A magágyban ne végezzünk ritkítást.

Általában minden csemetekertben a legjobban bevált helyi nevelési gyakorlatot kövessük.

### 3.432 A terület kiválasztása és előkészítése

A modern kísérleti elrendezések sem mentesítenek attól az előírástól, hogy a *kísérlet területeknek a lehető legegyszerűbbeknek kell lenniük*. Ez a követelmény hegy- és dombvidéken különösen nehezen teljesíthető, emellett az erdőgazdasági üzemből kezeléstechnikai problémák is felmerülnek. Általában csak azok a tarvágások állnak rendelkezésre, amelyek az üzemből hasznosítások folyamán adódnak vagy természeti csapások (széldöntés, hőtörés) következtében kényszerűen keletkeznek. A kísérletezőnek ezért csupán az ajánlható, hogy a területek terjedelméről és állapotáról *amilyen korán csak lehetséges, tájékozódjon*. Azonnal végezze el a szabatos termőhelyfeltárást, ami kísérletsorozat beállításakor különösen nagy munkát jelent. Ha nem találunk a szükséges kiterjedésben összefüggő, homogén területet, akkor kénytelenek leszünk *szórt kísérletet* tervezni.

A kísérleti terület kiválasztásakor szigorúan kell ügyelni arra, hogy az a szomszédos állományok hatásán kívül fekszen. Az egész terület számára a *négyszög alak a legelőnyösebb*, mivel egyéb azonos feltételek mellett ekkor a legkisebb a talajheterogenitás. *Lejőn a parcellák legyenek hosszúkásak*, mert a statisztikai hatékonyság akkor maximális, ha a parcellák a környezet változatainak irányával párhuzamosan húzódnak. Ne feledjük azonban, hogy a szegély- és szomszédhatások miatt a hosszú, keskeny alak általában kedvezőtlenebb, mint a négyzetes.

Hegyoldalon az egyes *blokkokat* úgy osszuk el, hogy azok *minden fekvéstípus* (hegyláb, hegyoldal, hegytető, különböző kitétségek) *képviseljenek*, de a termőhely lehetőleg egyöntetű legyen.

A kísérleti csemeték kiültetését vagy vetés előtt a talaj-előkészítést a helyileg legjobban

bevált eljárással kell elvégezni. Ott, ahol lehetséges, ismert okokból a teljes talaj-előkészítést fogjuk alkalmazni. Sávos vagy foltos talaj-előkészítéskor a vizsgálandó fafajnak megfelelő hálózatot választunk, azonban különleges feladatok megoldásakor (pl. ágasodás vizsgálata) a szokásosnál sokkal tágabb hálózat mellett döntünk.

### 3.433 A kísérlet telepítése, védelme, ápolása

Először is azt kell eldönteni, hogy a kísérletet vetéssel vagy ültetéssel létesítjük-e. Az első esetben megkerülünk egy nehéz problémát, ami a csemete-nevelésnél óhatatlanul adódik, nevezetesen a csemete-osztályozást. Az esetek többségében azonban a *vetés* már azért sem jöhet számításba, mert az egyes fákról, keresztezésekből stb. nyert vetőmag közvetlen vetésre nem elegendő. A mag legfeljebb szabad beporzásból származó utóvizsgálatnál, származási kísérleteknél megfelelő mennyiségű. A vetés csak akkor jöhet számításba, ha az illető fafaj számára ez a legalkalmasabb eljárás. További feltétel, hogy egy szabatos kísérlet magvetéssel egyáltalán kivitelezhető legyen. Ez csak a nagy magvú bükk- és tölgy-származáskísérletek esetén jöhet szóba.

*A kísérleti telepítést tehát általában a kérdéses tájon a gyakorlatban szokásos korú és típusú csemetével végezzük.* Ha valamennyi fajtából vagy származásból nem áll rendelkezésre azonos korú és típusú csemete, akkor jobb, ha két kísérletet végzünk; egyik évben a gyorsabban növvő származást ültetve ki, a következő évben pedig a többit, és mindkét kísérletben egy közbülső származást használunk fel kontrollként. A csemeték korában, méretében, típusában, illetve a kitelepítés évében csak hosszú időtartamú kísérletek esetén lehet különbség.

Kísérleti kultúrákban ragaszkodnunk kell a *szabályos csemete- és sortávolsághoz*, mert máskülönben a területen való eligazodás és ezzel együtt az összes bonítási és mérési munkálatok rendkívül megnehezednének. A kísérleti ültetvényben minden ápolási munkát úgy kell megszervezni, hogy az lehetőleg egy nap alatt befejeződjék és valamennyi kezelést egyenlően érintsen. Ha erre nincsen mód, legalább egy ismétlés minden parcelláján (blokkban) ugyanazon a napon végezzük el a munkát. Ugyanaz a brigád vagy gép a munkákat ismétlésenként és ne kezelésenként végezze.

A védelem kérdésére csak néhány mondattal térünk ki. Legfontosabb a vad elleni védekezés. Fiatalabb telepítéseknél ez csak kerítés segítségével lehetséges. *A kerítésnek már a kísérleti anyag kiültetése előtt állnia kell.* A többi károsítót a szokásos módon kell elhárítani, kivéve azokat a káros tényezőket, amelyeknek hatása a vizsgálat tárgya. Az első évi *pótlásokra* az ültetési anyag 15–20%-át tartalékolni kell. A gyors növekedésű fajoknál az első tenyészidőszak utáni pótlás céltalan, mivel az előbb elültetett csemeték az utólag beültetett egyedeket feltétlenül túlnövik. Ha pl. a kísérlet feladata valamely fafaj utódai faggyal vagy tűhullással szembeni rezisztenciájának a vizsgálata, akkor a fagy vagy tűhullás által elpusztított egyedeket nem pótoljuk. Legfeljebb a nagyobb üres foltokat töltjük ki más fafaj csemetével.

Az erdészeti nemesítés szabadföldi kísérleteiben általában *háromféle gyérintési módszert* alkalmaznak: *variánszon belüli gyérintést, variánsok közötti gyérintést és a kombinált módszert*, amelynek során a gyérintés a legjobb variáns legjobb fáinak érdekében történik,

vagyis a telepítést egyöntetű állománynak tekintik. A gyérítést általában mindegyik módszer esetén a vágásforduló  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  és  $\frac{3}{4}$  időtartama szerint végzik. Minden gyérítés közvetlenül a mérések elvégzése után történik. Általában minden állománynevelési beavatkozás a legkorszerűbbnek elfogadott erdőművelési irányelvek szerint történjen. A legtöbb kísérleti telepítés a vizsgálat befejezése után *nemesítő arborétummá* válik, ezért a gyérítések megtervezésekor a felvételek értékét és a nemesítési célkitűzéseket egyformán szem előtt kell tartani.

Kivételes esetben a származás sajátos állományszerkezet-alakító képességét kívánjuk megismerni. Ilyenkor a kísérletben csak egészségügyi kitermelést végzünk.

### 3.44 A kísérleti adatok felvétele

Az adatfelvétel módszere azonos a származási kísérleteknél tárgyalt ismeretekkel (lásd a 3.25234 alfejezetet). Itt csak néhány általános kiegészítést adunk.

*A csemetekertben és a magvetéssel telepített terepi kísérletekben* a csírázási erély és a maximális csírázóképeség ismeretében megállapíthatjuk, hogy a növény százalékban a fajták vagy a származások közötti differencia szignifikáns-e, vagy a különbségek csak kísérleti hibából, ill. véletlenből adódnak-e. A származások fontos jellemzője a csemeték átlagsúlyának egybevetése. Az egyes morfológiai és fiziológiai tulajdonságok számmal kifejezett fokozatai ugyancsak lehetőséget adnak a statisztikai értékelésre.

*A rövid időtartamú kísérletekben* 1–3 évenként kell felvételt végezni, *hosszú időtartamú kísérletekben* elég a magasságot és az átmérőt a harmadik, a hatodik, a tizedik vegetációs időszak végén és ettől kezdve öt évenként mérni. A különleges jellegzetességek nagy részét éppen a záródást megelőzően tudjuk értékelni a legjobban, de megtehetjük azt az állomány életének más időszakában is.

A hozamkísérleteket szerte az országban különböző erdőgazdaságokban telepítjük, ezért helyes, ha a terepi kísérletekre szánt növényanyag maradékával *demonstrációs ültetvényeket* létesítünk kutatóhelyünk kísérleti telepén. Ezeket ugyan nem lehet statisztikailag értékelni, de segédeszközül szolgálnak annak meghatározására, hogy milyen szempontból és mikor célszerű a külső kísérletekben a méréseket végrehajtani. Rövid időtartamú kísérletekben egyik legfontosabb cél a növekedés menet megállapítása, s ez lehetővé tesz bizonyos következtetéseket a további növekedés menetre vonatkozóan. Ezzel kapcsolatosan még egyszer rá kell mutatnunk arra, hogy a növekedés vizsgálat csemetestádiumban eléggé problematikus, mivel ezt — eltekintve az apró magvú fajoktól, mint a rezgő nyár, nyír stb. — a magsúly, ill. magnagyság erősen módosítja.

A felvételekkel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy egy bizonyos kortól kezdve a koronazáródás és a nagy famagasság miatt egyes tulajdonságok mérése nehézségbe ütközik. Itt a sűrűségkortól egészen a rudaskorig többnyire nem hajthatók végre pontosan a famagasságmérések. A növekedés menet kimutatásakor szükséges időszakonkénti méréseket emiatt meg kell szakítani, ill. csak az átmérőket lehet mérni. A magasság és a vastagság kapcsolatának ismerete azért fontos, mert némely fajtánál a magassági növekedés és a vastagodás nem halad párhuzamosan.



### 3.45 A kísérleti adatok értékelése és közreadása

A *biometria* (= a matematikai módszerek alkalmazása az élő világgal foglalkozó tudományokban) kis számú megfigyelés értékelésére alkalmas, valószínűségszámításon alapuló matematikai statisztikai módszerekkel dolgozik. Segítségével tulajdonképpen a változékonyság statisztikai analízisét végezhetjük el.

A statisztika helyes alkalmazásával a viszonylag nehezen áttekinthető eredeti vizsgálati adattömeg néhány lényegbeli tényre redukálható. A modern erdészeti nemesítés nem nélkülözheti a statisztika széles körű alkalmazását, mert a *szelekció elmélete és a populációgenetika módszere elsősorban statisztikai*.

A kísérleti módszertanban a *reprezentatív módszert* alkalmazzuk. Az alapsokaságból véletlen kiválasztással kevés számú egyed, mintát kiemelve számszerűen kimutatjuk, hogy a véletlen következtében milyen eltéréseket várhatunk az alapsokaság és a mintából számított értékek között, továbbá hogy mekkora a különböző nagyságú eltérések valószínűsége. A kiválasztáskor teljesen a véletlennek kell érvényesülnie.

Az eredmények értékelésekor a számítások kiindulópontját legtöbbször az *egyszerű* vagy a *súlyozott számtani átlag* képezi.

A szabadföldi kísérletekből és egyéb biológiai mérésekből származó minták jellemzésére majdnem kizárólag a *szórásnégyzetet* vagy *varianciát* ( $s^2$ ) és annak négyzetgyökét, a *szórást* ( $s$ ) használjuk. A *variációs koefficiens*t (relatív szórást vagy szóródási együtthatót:  $s\%$ , CV) – amely a szórást az adatok középértékének százalékában fejezi ki – a különböző típusú vagy dimenziójú adatok variációjának összehasonlítására alkalmazzuk.

Az erdészeti szabadföldi kísérletekben a kezeléskülönbségek összehasonlítására a leggyakrabban alkalmazott számítás a *varianciaanalízis*, amely elvezet az ismert  $F$ -próbához, illetve a „ $t$ ”-próbával kapcsolatos szignifikáns differencia kiszámításához. Varianciaanalízissel eldönthetjük, hogy a *statisztikai sokaságok* (minták) közötti különbséget általuk előidézett, illetve feltételezett tényező okozta-e, vagy a véletlen következtében jött létre. A tényezők sok esetben eltérő hatását véletlen eseménynek tekinthetjük, és ebből következik, hogy jellemzésükre a valószínűségi változók két legfontosabb momentumát, a várható középértéket és a szórásnégyzetet használjuk.

Összefüggésvizsgálatok esetében általában – az ún. *regresszióanalízist* alkalmazzák, amely az összefüggés szorosságát mérő  $r$ -rel jelölt korrelációs koefficiensnek, ill. az összefüggés egyenletének, az ún. regressziós egyenletnek a kiszámítására alkalmas. Ezek szintén az  $F$  és  $t$  statisztikai próbákkal vannak egybekötve. A regresszió vizsgálata (amelynek során a kutató az egyik változó értékét rögzíti) és a korreláció vizsgálata (amikor a kutató egyik változó értékét sem rögzítheti, mert populációból vesz mintát) mind nagyobb szerepet kap a nemesítési kísérletekben is. A napsütéses órák száma és a magméret, a mag és a csemeteméret, a csemeték magassága két különböző korban, az eredeti tengerszint feletti magasság és a csemeteméret, a szülők és az utódok magassága közti korrelációk kimutatása elengedhetetlen ezekben a nemesítési kísérletekben.

Jó hasznát veszi a nemesítő a *vektoranalízisnek* is, amelynek segítségével a variánsok teljesítménye előre jelezhető egy bizonyos termőhelyen, ha néhány területen tanúsított teljesítményüket ismerjük. Az analízis megbízhatósága attól függ, hogy a teljesítmény-

beli differenciákért felelős környezeti tényezőket milyen pontossággal határoztuk meg. A fák fenotípusa a genotípus és a környezet kölcsönhatásának az eredménye. Ez azokkal a hatóerőkkel is kifejezhető, amit a környezet a genotípusra, illetve a genotípus a környezetre gyakorol, hiszen egy adott irányban működő erők vektorokkal jelölhetők. *Csak többszörösen ismételt, hosszú időn át kipróbált és statisztikailag is ellenőrzött kísérleti eredményeket szabad elfogadni anélkül, hogy szem elől tévesztenénk a szakember sok éves tapasztalatát. A helyes módszerrel beállított és statisztikailag értékelt kísérletek mindenképpen a jó szakembert fogják igazolni. A nemzetközileg egységes matematikai statisztikai módszerek alkalmazása bizonyító eljárás, pecsét arra, hogy következtetéseink elfogadhatók. Hatékony alkalmazásuk csak számítógéppel lehetséges, elterjedésüket is a számítástechnika tette lehetővé.*

*A számítógépek genetikai alkalmazásának három területe van. Legelterjedtebb a kísérletek tervezésében és az adatfeldolgozásban. A második területen a számítógépeket a felmerülő, matematikailag megfogalmazott problémák (algebra, differenciálegyenletek) megoldására használják. A harmadik terület a genetikai struktúrák matematikai szimulálása, speciálisan egy populáció és az ebben lezajló folyamatok számítógéppben való analóg modellezése. Az alapgondolat az, hogyha elfogadjuk, hogy az általános genetikai evolúció nem más, mint a gényakoriságok megváltozása, akkor ez matematikailag ábrázolható, továbbá vizsgálható az evolúciós faktorok hatásmódja. Az experimentális alapon felállított hipotézisek tehát komputerrel ellenőrizhetők.*

*A kísérleti eredmények közlési módja mindinkább egységessé válik, elsősorban két körülmény következtében:*

1. a kísérleti eredményeket közlő *szakcikk*ek formai egységesítése:
  - a) a kísérletben tárgyalt kérdés ismertetése;
  - b) a kísérleti anyag és módszere;
  - c) a kísérleti eredmények, az irodalom rövid kritikai áttekintésével;
  - d) a kísérleti eredményéből levonható következtetések;
  - e) összefoglalás;
2. a kísérleti eredmények megbízhatóságát, pontosságát mérő *matematikai módszerek és mutatók* egységesítése.

*A kutatónak és a kísérletező gyakorlati szakembernek nemcsak a kísérleti technikát és az eredmények értékelését, hanem a helyes publikációs eljárást is ismernie kell.*

## 3.5 A nemesítési eredmény értékelése

### 3.51 Általános megállapítások

Ebbe a feladatkörbe a nemesítómunkába bevont faegyedek vegetatív vagy generatív utódainak bírálata tartozik. A vizsgálattal azt igyekszünk feltárni, hogy milyen értékűek a szülők, illetve az utódok — egymáshoz és a szülőkhöz viszonyítva — milyen mértékben felelnek meg a nemesítési célkitűzéseinknek.

A faegyedek fenotípusát meghatározhatjuk *direkt* módon, a vegetatív utódoknak a klónvizsgálati ültetvényben történő összehasonlításával, vagy *indirekt* módon, amikor a fák szabad vagy ellenőrzött beporzásból származó utódait hasonlítjuk össze (genetikaiérték-ellenőrzés).

Az ivaros utódvizsgálat nehéz, költséges, hosszú időt igénylő munka, de a legbiztosabb adatokat szolgáltatja, és a gyakorlatilag fontos jellegek örökölhetőségére vonatkozóan is felvilágosítást nyújt. A klónok összehasonlítása az ivaros utódvizsgálat számos hátrányát kiküszöböli, és bizonyos tulajdonságokra vonatkozóan értékes felvilágosítást szolgáltat, de mindenben nem pótolja az ivaros utódvizsgálatot.

*A klónvizsgálat kiterjedhet:*

- a) az üzemileg ivartalanul szaporított fajok utódaira és
- b) az üzemileg ivaroson szaporított fajok utódaira (oltványok vagy dugványcsemeték útján).

Az oltványklónok vizsgálatával elsősorban azok *magtermesztési értékét* igyekszünk megismerni, míg törzsfáink *nemesítési értékét* ivaros utódvizsgálatokkal állapítjuk meg. Az üzemileg *ivarosan szaporítható* fajok magoncainak vizsgálata kiterjedhet: egyes populációkra és egyes fákra. A vizsgált csemeték mindkét esetben származhatnak:

- a) szabad beporzásból,
- b) ellenőrzött keresztezésből.

*A szabad beporzásból származó utódok vizsgálatának az a hátránya*, hogy nem ismerjük a pollent adó szülőt. Ezt a hátrányt úgy küszöbölhetjük ki, hogy ugyanannak a fának a csemetéivel több éven át létesítünk utódvizsgálati ültetvényt. Ha ezeknek a megismételt kísérleteknek az eredményeit egymással és a klónvizsgálati ültetvényben nyert eredményekkel, megállapításokkal összevetjük, nem lehet semmi kétség afelől, hogy az anyafa kiváló tulajdonságait átörökíti-e. Ezek a vizsgálatok azonban nagyon költségesek és hosszú ideig tartanak.

Emiatt az az általános nézet, hogy a törzsfá, ill. a szülők *genetikai értékének ellenőrzésére* a következő *komplex módszer* a legmegfelelőbb:

- klónvizsgálat lefolytatása a törzsfák első selejtezése (negatív szelekciója) céljából,
- ellenőrzött beporzásból nyert utódok összehasonlítása, amikor mindkét szülő ismert lévén, meg lehet állapítani az öröklődő tulajdonságokat.

Az ellenőrzött beporzásból nyert utódok vizsgálata nagy munka. A feladatok nagyságát a törzsfák száma és a kitűzött célok szabják meg. Ezekről függ a kísérletek időtartama és a kísérleti ültetvények nagysága. Ezért először rövid időtartamú kísérleteket állítunk be, hogy megállapítsuk az egyes fafajokon belül néhány kiváló törzsfá genetikai értékét, amelyeket azután a további keresztezéseknél felhasználunk.

Fontos megjegyezni, hogy valamennyi utódvizsgálati ültetvényben törzsfákat hasonlítunk össze egyrészt egymással, másrészt egy *standarddal*. Ez a standard magtermelő állományból gyűjtött magból vagy átlagos helyi állományból származik. Az eddigi eredmények azt igazolják, hogy a törzsfák utódai mindig értékesebbek az átlagos magból származó állományoknál.

Az utódvizsgálati ültetvények létesítése, azokban az adatfelvételek elvégzése és a nyert eredmények kiértékelése nemcsak nagy kísérletezési gyakorlatot, hanem nagy elméleti felkészültséget is igényel, elsősorban a kísérletezés elmélete, a matematikai statisztika, az általános biológia és a növényélettan területén.

Az utódvizsgálati ültetvényekben lefolytatott vizsgálatok — a *korai értékelést* feltétlenül alkalmazva — lehetővé teszik a legjobb törzsfáknak, az *elitfáknak* az elkülönítését és az *elitplantázso*k kialakítását.

**Összefoglalva** megállapíthatjuk tehát, hogy a nemesítő legfontosabb feladataihoz tartoznak a már többször említett utódellenőrzések, amelyeket különböző *célokból* végeznek.

1. Egyrészt a *kiindulási anyag adottságait* mérjük fel. Elemezzük a fenotípust és a genotípust, mert az eredményekből utalásokat kapunk a leghatásosabb nemesítési eljárásra.
2. Másrészt, összehasonlító telepítési kísérletben *magának az utódgenerációnak* a hozamát és egyéb fontos *jellegeit* állapítjuk meg, hogy az eredmények alapján a gyakorlati telepítés számára a legjobbakat kiválasszuk. Amennyiben additív és nem additív géneffektusokat együttesen hasznosítunk — mindig ez az eset áll fenn, ha a nemesítés eredményeit eredetiben reprodukálni tudjuk —, az egyes hatások elkülönített megállapítása nem szükséges.

*Vegetatív utódok* kísérleti feltételek szerinti telepítése révén kiküszöbölhetjük a környezet hatását, és így egyrészt lehetségessé válik a szóban forgó jelleg genotípusos értékének, ill. genotípusos varianciájának megállapítása, másrészt kiválaszthatók a telepítés számára legalkalmasabb klónok. Minthogy az eljárás csak az egész genetikai variancia becslésére jó és nem teszi lehetővé annak felosztását egyes komponenseire, a klónellenőrzés különösen olyan fajoknál jelentős, amelyeket a gyakorlatban autovegetatív úton szaporítunk (tehát a dugványozható *Populus* és *Salix* fajoknál és hibirdeknél). Klónellenőrzéssel minden fontos tulajdonságot (növekedési képesség, alak, fenológiai jellegek, rezisztencia stb.) biztosan megíthetünk, mert a telepítési kísérletben a növekedési feltételek a gyakorlati telepítés feltételeivel megegyeznek. Azoknál a fajoknál, amelyeket a gyakorlatban magról szaporítanak, a klónellenőrzés az említett okok miatt csak korlátozott haszonnal jár. A genotipikus érték megállapítása ugyan klónozással ezeknél a fajoknál is lehetséges (dugványok vagy oltványok) és nem jelentőség nélküli, de ezeknél sokkal érdekesebb az, hogy milyen genetikai effektusok vesznek részt a genotípus kialakulásában, és hogyan öröklődnek azok át az utódokra. *A jó genotípusnak nem kell feltétlenül jó átöröklőnek lennie!* Minthogy ezenkívül a topo- és ciklofizis miatt, továbbá — oltványok alkalmazásával — az alany és az oltógally közötti fiziológiai kölcsönhatások miatt számos érdeklődésre számot tartó jelleg megíthetése nem vagy csak feltételesen történhet meg, ezért speciális klónellenőrzéseket a generatív úton szaporított fajoknál ritkábban végeznek. Pedig megvan a lehetőség arra, hogy a klón jellemző magatartását a magplantázsok oltványainak segítségével tanulmányozzuk.

*Ennek az útnak a helyességét Bánó (1957) úttörő módon bebizonyította.*

## 3.52 Klónvizsgálat (klónellenőrzés)

### 3.521 Meghatározás és cél

A klónvizsgálati ültetvények a fák vegetatív úton, dugványozással vagy oltással szaporított utódainak a gyűjteményei.

*A klónvizsgálati ültetvény rendeltetése többféle lehet (Enescu, 1972):*

1. *Fenntartja a törzsfák, ill. a szülők genetikai állományát* (a törzsfák ugyanis kiszáradhatnak, vagy különféle katasztrófa vagy előre nem látható betegség következtében károsodást szenvedhetnek),
2. *A törzsfák fenológiájának, klimatikus tényezőkkel szembeni viselkedésének, magtermésének, kereszteződési képességének, törzsalakjának, ágvas-tagságának, az ágak illeszkedési szögének stb. összehasonlítására szolgál.*
3. *Ellenőrzött beporzásokat* végezhetünk benne, a törzsfák ivaros utód-vizsgálatához szükséges mag nyérése céljából.
4. *Néhány fontos elméleti probléma tisztázását* teszi lehetővé. Ilyenek a *topofizis* jelensége (= az oltásból vagy dugványozásból származó növények plagiotrop, azaz vízszintes vagy ortotrop, azaz függőleges alakjának a vizsgálata), az oltványok szakaszos fejlődése, a gyakori termés-kötés, a levelek fennmaradása, az oltógally és az alany közötti kapcsolat kérdése.
5. *A klónvizsgálati ültetvényben könnyűszerrel folytathatunk le a törzsfákkal növényélettani kísérleteket* (pl. transzspirációs vizsgálatot, amely a vízgazdálkodásra és szárazságtűrésre ad felvilágosítást, asszimilációs vizsgálatokat, melyekből a növekedés gyorsaságára következtethetünk, vízfelvételi kísérleteket stb.).
6. *A klónvizsgálati ültetvény további oltógallyak nyérésére is szolgál.*

### 3.522 Ivartalanul szaporított fák klónvizsgálata

*Az ivartalanul* (dugványozás, sarjaztatás) *szaporítható növények klónvizsgálata* a fatermesztés szempontjából legfontosabb tulajdonságok vizsgálatára terjed ki, tehát *közvetlenül a klónok gazdasági értékét határozza meg*. Ennek eredményeként végrehajtható a klónok rangsorolása és *pozitív szelekcióval* kiemelhetők a termesztésre legalkalmasabbak.

A klónok gazdasági értékének vizsgálata tulajdonképpen a gyűjteményes anyatelepeken és az országos törzsgyűjteményekben kezdődik, majd a fajtakísérletekben és a termesztési kísérletekben fejeződik be.

A növénynemesítő munkájához elengedhetetlenül szükséges az, hogy a nemesítés alatt álló fafajból gazdag gyűjteményes anyaggal rendelkezzen. A gyűjteményben lehetőleg szerepelni kell az illető fafaj elterjedési területéről származó különböző változatok, ökotípusok törzsfaszintet megütő anyagának. Minél teljesebb és minél inkább ellenőrzött anyaggal rendelkezünk, annál sikeresebb lesz a nemesítőmunkánk, annál gyorsabban tudjuk követni a fafeldolgozás változó igényeit. A nemesítési alapanyagnak

a klónvizsgálat elvégzéséhez *vegetatív stádiumban* anyatelep formájában, valamint *virágzó fa formájában* kell rendelkezésre állnia.

**A gyűjteményes anyatelepen** vegetatív stádiumban tartjuk a klónokat, hogy a kísérletekhez szükséges szaporítóanyagot előállíthassuk. Az anyatelepen minden klónt 5–10 növény képviseljen. Ha a terület talaja elég kiegyenlített, akkor a fajták ismétlés nélkül telepíthetők soros elrendezésben. Az anyatelepet szükség szerint, de legalább 10 évenként kell felújítani. Nyárfajokból gyűjteményes anyatelep található Bajtiban, fűzfajokból Bajtiban, Sopronkőhidán és Derecskén.

*Az anyatelepen* elsősorban azt kell vizsgálni, hogy milyen a különböző klónok *gyökeresedőképessége* és *dugványtermő képessége*.

Egyéb tájékoztató jellegű megfigyelések is végezhetők az anyatelepeken. Fontos a klónok *rezisztenciavizsgálata* (a levél és a vessző gombabetegségei). Tájékoztató adatokat kapunk ezenkívül a fagyérzékenységre a vesszők elfagyása alapján. Bizonyos *fenológiai megfigyelésekre* is sor kerül az anyatelepen. (De pl. a rügyfakadás ideje itt nem jellemző, mert a visszavágott növényeken a vessző legalsó részén levő, fejletlen rügyek hajtanak ki, ami jóval később kezdődik, mint a nem nyesett növényeké. Klónjellemző adat viszont a hajtás növekedésének befejezése, a lombhullás kezdete és vége.)

**Az országos törzsgyűjteménybe, klónarchívumba** a kifejlett virágzó stádiumban levő klónokat foglaljuk. Feladata az, hogy a nemesítő, illetve a nemesítőintézet kezelésében és közelében, kifejlett állapotban őrizze meg azt az alapanyagot, amelyre a fafajok nemesítése során a nemesítőnek szüksége lehet. *Larsen, C. S. bemutató* (demonstrációs) *faültetvénynek* mondja a klóngyűjteménynek ezt a formáját. (A közhasználatban emlegetett fajtagyűjtemény elnevezés nem helyes, mert a bemutató faültetvény nemcsak leírt és elfogadott fajtákat, hanem fajtajelölteket, sőt levizsgálatlan, jó fenotípus alapján kiválasztott törzsfák vagy utódpopulációkból kiemelt növények klónanyagát is tartalmazza.) Ezeket mindaddig fenn kell tartanunk, amíg a következő évtizedek részletes vizsgálatai alapján a törzsgyűjtemény felújításakor ki nem jelölhetők a selejtezendő vagy a további fenntartásra érdemes klónok.

Az országos törzsgyűjtemény telepítésekor minden klónt 3–6 növény képviseljen. Az ültetési hálózatot úgy kell megválasztani, hogy 50 éves korig minimum 3 egyed fennmaradhasson benne, mert csak így lehetünk megnyugodva a klónok fenntartását illetően. Az első nyárat és faalakú füzetet magába foglaló törzsgyűjteményt *Kopecky F.* tervei szerint a Sárvár melletti Bajtiban telepítik. Az országos törzsgyűjtemény a biztosíték arra, hogy bármilyen személycserre esetén a több emberöltőt igénylő nemesítési munka megszakítás nélkül tovább folytatható.

*A törzsgyűjteményben* elhelyezett klónok adatfelvételénél a méretfelvételeknek kisebb jelentőségük van, mert a kis egyedszám miatt az adatok csak tájékoztató jellegűek lehetnek. Itt inkább a klónok részletes *fenológiai, morfológiai vizsgálata* történik meg. Feltétlenül vizsgálni kell a klónok kórokozó gombákkal és kártevő rovarokkal szembeni rezisztenciáját, valamint fagyűrő képességét.

**A fajtakísérletekben** a kísérleti anyag előszelekcióját (*kisparcellás klónkísérletek*: sok klón, 1–10 növény parcellánként, 3–8 ismétlés, matematikai statisztikai értékel-

hetőség, lehetőleg rácsnégyzög és rácsnégyzet elrendezés) kell növekedési szempontból elvégezni. A kísérletek hálózata a fajok igényéhez és az alkalmazott termesztési módszerekhez igazodik. Irányelv az, hogy a kísérlet legalább a faj vágásfordulójának fele idejéig fenntartható és értékelhető legyen. Az első ilyen kísérleteknek a *Kopecky* által tervezett populátumok tekinthetők (21. kép). Hasonló kísérleteket folytatnak fűzökkel *Halupa, Simon, Tompa* (Bajti, Hanság, Baja, Győr, Szigetvár) és az akáccal *Keresztesi, Kopecky* (Bajti, Gödöllő, Albertirsa).

A *fajtakísérletekben* a fajtákat, fajtajelölteket elsősorban *növekedés* tekintetében kell elbírálni. Az első, továbbá az 5. és 10. évben felvett adatok értékeléséből megkapjuk az egyes fajták átmérő-, magassági és fatömegnövekedését, amely adatokból bizonyos megszorításokkal extrapolálható a klónok hektárra vonatkoztatott fatömege, növekedése. A standard fajták bevonásáról sem szabad megfeledkezni. Nyáraknál az óriásnyár és az olasznyár szerepel összehasonlító fajtaként.

A nagyszámú klónt összehasonlító, de kis egyedszámú fajtakísérletek alapján kiválogatható az a kevés klón (max. 20), amely önálló fajtaként elnevezhető és termesztésre érdemes.

A *félüzemi és üzemi termesztési kísérletekben* (*nagyparcellás klónkísérletekben*) már csak az így kiválogatott, bevezetésre javasolt klónok szerepelnek. Ezek tehát néhány fajtajával, de faterméstani vizsgálatokat is lehetővé tevő parcellaméretekkel és ismétlésszámmal létesülnek.

A *fajtaösszehasonlító technológiai kísérleteket* mintegy 10 klónnal létesítik az államilag már elismert vagy fajtaminősítésre bejelentett klónokból, félüzemi körülmények között.

Az ERTI Észak-dunántúli Kísérleti Állomáson a fajtaminősítő klónkísérleteket 3 sorozatban,  $4 \times 4$  m-es hálózatban, parcellánként 100 növénytel telepítik (a rövid időtartamú fajtavizsgálatokban 5 sorozatot,  $3 \times 3$  m-es hálózatot és parcellánként 36 növényt alkalmaznak). Kontrollként azt a standard gazdasági fajtát használják, amelyiket az új fajtajelölttel le kívánják cserélni. A legjobb klónokat 8 termőhelyen, 3 sorozatban,  $10 \times 10$  m-es hálózatban a már említett populátumokba telepítették (*Kopecky, 1965*).

A *termesztési kísérletekben* szereplő új fajtáknál a pontos *növekedésmeghatározás*, termőhelytűrés mellett fontos a fajták számára leginkább megfelelő *termesztési eljárás* kidolgozása is. A dugványklónokból elegendően állományok létesítése esetén a megfelelő hálózat meghatározása, a gyéritések időpontjának, a belenyúlások erélyének megállapítása stb. mind a termesztési kísérletek útján dönthetők el.

*Fajtakísérleteket és termesztési kísérleteket* a vizsgált faj telepítési körzetében, a faj ökológiai igényeinek megfelelő jó, közepes és gyenge termőhelyeken létesítsünk, lehetőleg könnyen elérhető helyen, mert ezekben az ültetvényekben rövid időközökben végezzük a megfigyeléseket és a méréseket. A terület kitérttség, lejtés, talajviszonyok, vízgazdálkodás stb. tekintetében legyen a lehető legegységesebb. A sík vagy közel sík terepek a legmegfelelőbbek erre a célra.

A kiválasztott nagyszámú törzsfaj, a szabad beporzású populációkból vagy keresztezéses utódpopulációkból kiválasztott ígéretes egyedek nagy száma nem teszi lehetővé, hogy a fajtajelöltekkel mindjárt nagyméretű termesztési kísérleteket kezdjünk.

### 3.523 Ivarosan szaporított fák klónvizsgálata

Az üzemi termesztésben csak magról szaporított növények kiválasztott törzsfáiról oltás útján vagy dugványgyökereztetéssel állíthatunk elő klónokat. Az oltványklónok vizsgálata csak a nemesítési alapanyag *negatív szelekcióját* teszi lehetővé. Pozitív szelekcióra, tehát a legjobbak kiválasztására, a genetikai érték megállapítására csak az utódvizsgálatok elvégzése és értékelése alapján kerülhet sor.

Az ismétlésekkel létesített *klónvizsgálati ültetvény* kiterjedése a törzsfák számától függ. Az ültetvényben az egyes klónok oltványait vagy dugványcsemetéit két, egymással párhuzamos sorban vagy négyes csoportokban ültetjük ki. Utóbbi esetben ezeket a csoportokat véletlen elosztásban helyezzük el a klónvizsgálati ültetvényben. A növényegyedeket 2×2 m-es, vagy még jobb, ha 3×3 m-es hálózatban ültetjük ki. Az egyik klónt *tesztklónként* kell kezelni, és ha a klónokat kettes soronként helyezzük el, a tesztklónt a többi klón soraira merőlegesen kell telepíteni. A klónvizsgálati ültetvényt a plantázsoknál alkalmazott technológiával létesítjük. Különösen gondot kell fordítani a topofizis jelenségének a kiküszöbölésére, amely elfedheti a genotipikus különbségeket. A szabatos összehasonlíthatóság végett a *dugványokat vagy oltógallyakat* valamennyi *törzsfá azonos koronarészéből gyűjtjük be*, azonos korú hajtásokat vágunk, és a továbbiakban is gondoskodjunk a homogenitásról, beleértve az alanyok származását is. A klónvizsgálati ültetvényben először is a *törzs egyenességére, az ágak vastagságára és illeszkedési szögére, a szárazsággal, hideggel, korai és késői fagyokkal és állati vagy növényi károsításokkal szembeni ellenállóképességre vonatkozóan végzünk megfigyeléseket*. Ezenkívül összehasonlító fenológiai és morfológiai vizsgálatokat folytatunk. Klónvizsgálati ültetvényekben a magassági és a vastagsági növekedés összehasonlítására kevésbé van lehetőség, mert a dugványozás és az oltás bizonyos mértékben – a fajtól függően – módosítja a szabályos növekedést. Másrészt oltványok esetében az alany és az oltógally közti kapcsolat klónonként eltérő lehet. Még akkor sem biztosíthatjuk a növekedésvizsgálatokban megkívánt homogén körülményeket, ha a klónvizsgálati ültetvényt dugvánnyal létesítjük (amikor az alanyhatás nem lép fel), mert a felhasznált hajtások stádiumos fejlettsége is eltérő lehet. (23., 24., 25., 26. kép).

A klónok fájának cellulóztartalmára, rosthosszúságára vonatkozó vizsgálatok szintén csak mint összehasonlító adatok jelentősek, amelyek egy esetleges negatív szelekciót tesznek lehetővé.

*A klónok összehasonlítása különösen azoknál a fajoknál előnyös, amelyeknél az oltványok alakja megegyezik a magról kelt egyedek alakjával* (erdeifenyő, vörösfenyő). Ezeknél a fajoknál a növekedésre vonatkozó összehasonlítás is reálisabb. A többi fafajnál, mint pl. a jegenye-, a lucfenyőnél, a bükknél az oltványok sokáig az oldalág alakja szerint növekednek, ezért a növekedés menetének a vizsgálata nagyon nehéz. Az eddig felsorolt *tulajdonságok vizsgálata* során kapott eredmények az *üzemi termesztés számára csak közvetett úton hasznosíthatók, mert a klónok és az üzemi állományok közé egy ivaros folyamat van közbeiktatva*. Az idegentermékenyülő heterozigóta erdei fáknál egy ilyen ivaros áttételezés a klónoknál tapasztalt tulajdonságok többé-kevésbé széles szórását okozza a klónok genotípusától függően (Retkes, 1966). A tulajdonságok öröklődésének, vagyis a klónok nemesítési értékének tisztázása az ivaros utódvizsgálat feladata.



Az ivaros úton szaporítható növények klónvizsgálata során az üzem számára közvetlenül hasznosítható *magtermesztési érték* meghatározása a fő feladatunk. A kérdéssel kapcsolatban *Bánó és Retkes nemzetközi vonatkozásban is úttörő vizsgálatokat folytatott le*. A vizsgált klónok *magtermesztési értékének kifejezésére az oltványonként termett tiszta, teljes mag súlya és darabszáma szolgál*.

A klónvizsgálat során évről évre rendszeresen fel kell jegyezni az oltványokon megjelent *virágok* számát. Ez kezdetben tényleges számolás útján történik, majd az oltványok növekedésével, a virágok számának rohamos emelkedésével becsléssel állapítjuk meg a virágok mennyiségét. Az erdeifenyő-oltványok virágzásának becslésére 6 fokozatú skálát használnak (semmi = 0, nagyon kevés = 1, kevés = 2, közepes = 3 sok = 4, nagyon sok = 5) (16. ábra). Az adatfelvételnek vált ivarú növények esetében ki kell terjednie a hím- és nőivarú virágok felvételére egyaránt. Az ivararány megállapítása, ill. a megfelelő érték beállítására az üzemi magtermő ültetvények (plantázatok) telepítésénél nagyon ügyelni kell, mert a megjelenő nővirágokból akkor lesz termés és elegendő csiraképes mag, ha megtermékenyítésükhöz a kellő mennyiségű pollen rendelkezésre áll. Vizsgálni kell tehát a klónokat ebből a szempontból is. Az egylaki növényeknél a hím- és nővirágok aránya igen különböző lehet, ezért pontos adatfelvételek szükségesek.

Magtermesztés szempontjából fontos a virágzás fenológiai megfigyelése is, mert a magtermő ültetvénybe csak egyszerre virágzó klónokat telepíthetünk.

A *termés- és magvizsgálatok* során fel kell jegyezni az egyes klónok biológiai érésének, teljes érésének és termés- vagy maghullásának az időpontját, hogy pontosan megállapítható legyen, mikor és meddig gyűjthető be a termés. Egy fajon belül igen nagy

♀ \ ♂		♂					
		meddő	nagyon kevés	kevés	közepes	sok	nagyon sok
		0	1	2	3	4	5
meddő	0	0-0	0-1	0-2	0-3	0-4	0-5
	1	1-0	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
nagyon kevés	2	2-0	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
	3	3-0	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5
közepes	4	4-0	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5
	5	5-0	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5

**16. ábra.** Négy tízéves fenyőoltvány (bekarikázott számok) virágzási típusának meghatározása. A felső, kettős számok a virágzási indexek. A sötétített indexű klónok plantázsba nem telepíthetők, mert kevés magot teremnek (*Retkes* után)

szórás lehetséges. Erdeifenyőből például az említett kutatók figyeltek egy olyan klónra, amelynek toboza már ősszel kezd nyílni, ezért tobozát már ősszel be kell gyűjteni, ha magot akarnak róla nyerni. *Az átlagtól nagyon eltérő érésidejű klónokat tanácsos a magtermő ültetvényből kihagyni*, mert a keverten ültetett klónok termése csak egy időben szedhető. Figyelni kell a rendellenes termést vagy magot hozó klónokat, mert ezeknek rendszerint kisebb a magtermesztési értékük. *Nagy különbségek tapasztalhatók a tobozok pergethetőségében is*. A gömbölyű, nagy apofízisű tobozok általában jól pergethetőek, míg a sima, vékony pikkelyű tobozok nehezen nyílnak. A rossz pergethetőséget okozhatja a tobozok alkati hibája vagy az, hogy a toboz a melegben elgyantásodik, és emiatt a mag alig nyerhető ki belőle. Ez a tulajdonság a vörösfenyő esetében gyakori.

Ha a klónok toboztermését a törzsfák termésével hasonlítjuk össze, a tapasztalat szerint az oltványokon termelt toboz és mag nagyobb, ezermagtömege is több, ami igen kedvező, mert a nagyobb ezermagtömegű magból erőteljesebb, jobb csemete nevelhető. Az erdeifenyőklónok ezermagtömegében *Bánó* és *Marjai* (1961–1963) igen nagy különbségeket találtak (451–752 kg). Ugyanazok a klónok viszont a különböző években csak kis ingadozást mutatnak.

A kihozatal a törzsfáknál kezdetben jobb, de az oltványok 10–14 éves korára a különbség eltűnik. A magkihozatal mennyisége egyébként a klónokra jellemző. Vizsgálni kell a klónok teltmag- és léhamag-százalékát, a magvak csírázási százalékát és erélyét. Az erdeifenyőklónok vizsgálatakor a léhamag-tartalomban igen nagy különbségek adódtak. A csírázási százalék azonban minden klónnál 95% felett volt.

**Összefoglalva**, *a klónvizsgálati ültetvény nem helyettesítheti az ivaros utódvizsgálatokat, de segítségével elvégezhetjük a törzsfák első selejtezését*, ami a magtermelő plantázsok létesítése szempontjából nagy jelentőségű. Klónvizsgálattal meg tudjuk állapítani, hogy mely tulajdonságok öröklődnek és melyek tudhatók be a kedvező környezeti hatásoknak, hiszen a környezeti tényezőket és a kort a plantázsokban közös nevezőre hoztuk. Így jórészt az öröklött tulajdonságok különbözősége alakítja ki az oltványklónok eltérő fenotípusát. Ennek alapján kihagyjuk a durva alakhibás, a beteg és a rossz magtermő klónokat, mert kicsi a valószínűsége, hogy az ilyen hibás klónoktól jó utódokat nyerjünk (31. kép).

## 3.53 Ivaros utódvizsgálat

### 3.531 Szabad beporzásból származó utódok vizsgálata

Az oltványok termőfordulásáig *a törzsfák szabad beporzásból származó utódai* adnak bizonyos előzetes tájékoztatást, és ez különösen jelentős lehet akkor, ha egyes anyafáknak számunkra fontos bélyegekben megnyilvánuló dominanciáját tükrözik. A módszer hátrányaira a fejezet elején már rámutattunk.

A vörösfenyő-törzsfák szabad beporzásból származó utódainak vizsgálatát *Tuskó L.* 1959–1961-ben kezdte meg, amikor a Sopron-Dalos-hegyen telepített származási és fajhibrid-utódvizsgálati kísérleteibe 3 sorozatban beiktatta a hazai legfőbb vörösfenyő-területek (Sopron, Nyugat-Dunántúl, Bakony, Bükk) számos törzsfájának utódait. A fenotípusok alapján egyaránt kiváló törzsfák utópopulációi meglehetősen nagy szórást mutatnak, jelezve, hogy ellenőrzött keresztezésre támaszkodó, gondos utódvizsgálat nélkül óvakodnunk kell az elhamarkodott döntéstől.

Az ERTI 1966 tavaszán Gödöllőn 15 db szentpéterfai 120 éves és 17 db pornóapáti 60 éves erdeifenyő-törzsfák szabad beporzásból származó csemetéiből létesített utódvizsgálati telepítést (*Retkes, 1966*), amit *Mátyás Cs. (1974)* értékelt.

*A magtermelő plantázs szabad beporzású magjából telepített utódállomány* valamennyi egyede az általunk kiválasztott törzsfák szabad beporzásból származó utóda. Az utódokat kiültethetjük klónonként elkülönítve és keverten is. Az első esetben az egyes anyafák örökletes alkatáról, a másodikban a plantázsban szereplő klónok összességének teljesítőképességéről tájékozódhatunk. Bár a *plantázsmag* még nem utódvizsgálat-tal ellenőrzött törzsfákról származik, a *vegyes gyűjtési üzemi magnál nyilvánvalóan értékesebb*, különösen ha meggondoljuk, hogy az évtizedek során – amikor a ha-onkénti egyedszámot sok ezerről néhány százra csökkentjük – bőven nyílik alkalmunk a meg nem felelő utódok eltávolítására.

A törzsfák, ill. oltványklónjaik szabad beporzású magjából telepített *előkísérleteink* segítséget adnak az üzemi magtermelő ültetvények összeállításához és tájékoztatnak az utópopuláció kezdeti növekedéséről is (22. kép).

### 3.532 Ellenőrzött keresztezésből származó utódok vizsgálata

Törzsfáink genetikai elemzésének, az utódok erdőgazdasági értékelésének legbiztosabb útja az ellenőrzött keresztezésből származó utódok vizsgálata.

Nemzetközileg legelfogadottabb utódvizsgálati módszer: a *ciklikus keresztezés*.

Mivel a *tesztklónok számának legalább négynek kell lennie*, a vizsgálandó utódnemzedékek száma minimálisan a törzsfák négyszerese. Ha a keresztezéseket több éven át folytatjuk, akkor a különböző évjáratú utópopulációk egybevetetősége végett bizonyos keresztezési kombinációkat évről évre újra elő kell állítanunk. Kontrollként *Retkes (1966)* a négy tesztnövény egymás közötti keresztezéséből származó csemetéket javasolja.

A teszterek megválasztásában leghelyesebben akkor járunk el, ha kerüljük a szélsőségeket. Törekedjünk eltérő tulajdonságú klónok kijelölésére, hogy az utódokban a tulajdonságok minél szélesebb skáláját fogjuk át. A szélsőségesen jó vagy rossz tesztklónok kiválasztása nem helyeselhető, mert ezek könnyen elfedhetik a vizsgált klónok tulajdonságait.

Az anyafa és az utódok törzsalakja közötti korrelációt ellenőrzött beporzás segítségével a luc- és vörösfenyő esetében mutatták ki. Szoros kapcsolatot állapítottak meg a szülők és az ivaros utódok között a magassági növekedés (*Pinus monticola*, *Pinus taeda* és *Populus × euramericana*), a különféle gombákkal szembeni ellenállás

(*Pinus strobus*) és a gyantatartalom (*Pinus nigra* var. *austriaca*, *Pinus elliottii*) tekintetében (Wright, 1976). Mindezek az eredmények igazolják, hogy egyedi kiválasztással a növekedés gyorsaságát, a törzs alakját, a betegségekkel szembeni ellenállóképességet, a gyantatartalmat stb. jelentősen meg lehet javítani.

### 3.533 Az ivaros utódvizsgálat lefolytatása

A szabadföldi kísérletek általános kérdéseivel a 3.4 fejezetben részletesen foglalkoztunk, ezért itt csupán az utódvizsgálati telepítések speciális kérdéseit taglaljuk röviden. Az utódvizsgálati ültetvények időtartamukat tekintve általában kétfélek: rövid és hosszú tartamúak.

A kísérlet időtartamát a cél szabja meg. A fiatakori növekedés, a fototropikus reakció, a hideggel, a faggal és a szárazsággal szembeni ellenállás, a törzs alakja, az elágazás típusa, a faanyag szerkezete, cellulóztartalma, a gyantatartalom stb. *rövid tartamú utódvizsgálati ültetvényekkel* vizsgálható. A fajtól függően ezek a kísérletek 10–20 évesek. Ennyi idő alatt azonban lehetetlen a vágásfordulón várható ha-onkénti fahozamot megállapítani. Ennek érdekében *hosszú tartamú kísérleteket* kell beállítani, és ezekben legalább a vágásforduló  $\frac{2}{3}$ -áig szükséges időszakos méréseket és megfigyeléseket végezni.

*Az erdeifenyő-nyafák utódvizsgálatát* az ERTI 1962 óta a következő üzemterv szerint végzi:

1. Évente 4000 zacskós keresztezést végeznek.
2. Egy kombináció hibrid magjának előállításához 25–50 zacskózás szükséges, tehát négy tesztklón esetén évente 20–40 a vizsgált klónok száma. 300 anyafa vizsgálata így — az elkerülhetetlen kieséseket is számításba véve — 10–15 évig tart.
3. A területigény 10×10 m-es parcellák esetén, négyszeres ismétléssel, kombinációnként: 400 m<sup>2</sup>. A 300 anyafa 4 teszterrel keresztezve 1200 kombinációt ad, ami kereken 50 ha tiszta kísérleti területet jelent.
4. A kisparcellák 5 évenkénti adatfelvételezését tervezve, évente 10 ha-t kell felmérni. E 20–30 évre szóló feladat mellett el kell végezni a felvett adatok matematikai statisztikai értékelését is.

Amint látjuk, egyetlen fafaj utódvizsgálata is hatalmas feladatot ró a kutatásra. Pedig a törzsfagyújteményt külföldi anyaggal is bővíteni kell, és további hazai törzsfák kijelölése is folyamatos. A szükséges feltételek hiányában a vizsgált törzsfák számát a főbb származási területek legjobb fenotípusaira (pluszfáira) kell csökkentenünk, és korlátoznunk kell adatfelvételüket is. A munkában jelentős előrehaladást ígér a kibontakozó nemzetközi együttműködés.

Az utódvizsgálati ültetvényeket a statisztikai követelményeknek megfelelő elrendezésben létesítjük, hogy a termőhely egyenlenségeiből származó hibákat kiküszöböljük. A kísérleti blokkok nagyságát a törzsfák száma és az alkalmazott keresztezési eljárás határozza meg. Általában annak érdekében, hogy minél több törzsfát vizsgálhassunk — a középhiba növekedésének elkerülése végett — minél kisebb parcellákkal kell

dolgozni; egy-egy kombinációból legfeljebb 9 egyeddel, és a lehetséges kombinációk számát is csökkenteni kell. Ebből a célból szélsőséges esetben több, esetleg az összes vizsgálat alá vont törzsfáról származó *pollenkeverékkel is elvégezhetjük a beporzást* (tömeges keresztezés).

Az ismétlések számát főképpen a termőhelyi variációk szabják meg. Minél egyöntetűbb a talaj, az egyes ismétlésekben egy adott tulajdonság középértékei között annál kisebb a differencia. Ez esetben az ismétlések számát – a választott kísérleti elrendezéstől és a variánsoktól függően – a minimumra lehet csökkenteni.

Széles ökológiai amplitúdójú törzsfák kiválasztása céljából az utódvizsgálati ültetvényeket különböző klimatikus és talajviszonyok között állítjuk be a faj telepítési táján belül. *Ugyanazzal az utódpopulációval legalább 3 eltérő termőhelyen kell utódvizsgálati ültetvényt beállítani.*

Az utódvizsgálati ültetvények számára szükséges magot vagy a törzsfákon végrehajtott ellenőrzött beporzásból nyerjük, vagy klóngyűjteményben és plantázsban hajtjuk végre a mesterséges beporzásokat. Előbbi esetben a magas törzsek körül az állványzatok építése költséges és gyakorlatilag nem mindig valósítható meg, ezért többnyire klóngyűjteményekben vagy a plantázsokban álló egyedeken végezzük el a keresztezéseket.

Az utódvizsgálati ültetvényeket nagy magvú fajoknál (tölgy, bükk) direkt magvetéssel is létesíthetjük, de leggyakoribb a csemetével való telepítés.

Gyakorlati célú kísérletekben és főképpen akkor, ha nem végzünk korai diagnózist, az utódvizsgálathoz szükséges csemetéket a helyileg szokásos nevelési eljárással állítjuk elő a csemetekertben. Ezt a megoldást főképpen a szabad beporzásból származó utódok vizsgálatánál alkalmazzuk, amikor a szükséges mag nyérése nem jelent nehézséget. Nem választhatjuk ezt az utat az ellenőrzött beporzásoknál, mert ilyenkor csak korlátozott mennyiségű mag előállítására van lehetőség. A genetikai jellegű alapkutatásoknál sem alkalmazhatjuk az üzemi módszert, hanem üvegházban vagy laboratóriumban lehetőleg minden magból csemetét nevelünk, és azt minden károsodástól megóvjuk.

A magvak vetéséhez szaporítóládákat vagy égetett agyagból készült szaporítóedényeket használhatunk, amiket erdei talaj és sterilizált nagyszemű homok keverékével töltünk meg. Ezeket az edényeket fűtött üvegházakba helyezzük. Az edényekben az egyes sorokba egyforma számú magot vetünk el. Minden egyes magtételhez (*magtétel*: az egyetlen törzsfáról vagy egy kombinációból származó mag mennyisége) 2–4 edényt használunk. A gyakori öntözés és a meleg következtében a magvak hamar csíráznak, és lehetővé teszik a kelési erély és a csírázási erély megállapítását. A késői fagyok elmúltával az edényeket a szabadba visszük ki. A következő tavaszon a csemetéket egyöntetű talajjal megtöltött melegágyakba vagy jól megmunkált vetőágyakba iskolázzuk ki. A csemetéket – a fajtól függően – 2–4 éves korban ültetjük ki a szabadföldi parcellákba.

Az ültetési hálózat a kísérlet időtartamától és a fajtól függően  $1 \times 1$  m-től  $3 \times 3$  m-ig változik.

A kísérleti terület gondos bekerítése kötelező.

Az egyes parcellák számozását a terepen és a megfelelő méretarányú kísérleti rajzokat a leggondosabban kell elkészíteni.

A hosszú időtartamú utódvizsgálati ültetvényekben, az első évvel kezdve szabályos időközökben (2–4 évenként) vesszük fel az adatokat. A rövid időtartamú kísérletekben évente végezzük a méréseket. Megmérjük a magasságot, az átmérőt, az ágak vastagságát és elágazási szögét, a korona hosszát és átmérőjét stb. Amikor konkrét méretet nem tudunk feljegyezni (a törzs alakja, feltisztulás, villásodás, betegségekkel, rovarkárosításokkal, hideggel, faggal, szárazsággal szembeni ellenállóképesség stb. esetében), 1–3-ig, vagy 1–5-ig terjedő skálát alkalmazunk, ahol az 1-es mindig a legrosszabb értéket jelenti. Valamennyi nyert adatot statisztikailag értékeljük.

Az utódvizsgálati ültetvények első gyéritését a megfigyelési periódus  $\frac{1}{5}$ -ében végezzük, majd olyan gyakorisággal nyúlunk be az állományba, mint ahogy az a gyakorlatban szokásos. Korábban nem célszerű gyéritést végezni, mert esetleg olyan egyedeket is eltávolítottunk, amelyek csak később mutatják meg biológiai teljesítőképességüket. Az utolsó gyéritést a kísérlet befejezésekor végezzük el.

### 3.534 A hazai ivaros utódvizsgálatok eredményei

Hazánkban az ivaros utódvizsgálat gyakorlati végrehajtásával és elméletének továbbfejlesztésével kapcsolatban is úttörő munkát végzett *Mátyás Cs.* (1974, 1975). Kutatásai során bőséges hazai adatokkal is igazolta a genetika alkalmazásának lehetőségeit az erdészeti nemesítés, pontosabban az *ivaros utódvizsgálatok* területén.

A kísérletekben tapasztalt variancia felbontásával a populációkra jellemző paraméterekhez, állandókhoz jutott, amelyek genetikailag értelmezhetők (örökölhetőség, ismételhetőség, additivitás, kísérleti érzékenység stb.). A leggyakrabban használt állandó az *örökölhetőség* ( $h^2$ ) hányadosa, amely a szelekciós különbség ismeretében alkalmas a szelekciós haladás előrebecslésére, a nemesítési módszerek értékelésére és az egyes tulajdonságok átörökítési viszonyainak jellemzésére. A genetikai komponensek és állandók kimutathatósága, ill. pontossága nemcsak a termőhelyi viszonyoktól, hanem a priori a kísérlet terjedelmétől és a populációk összetételétől is függ. Ezért a kísérlet előzetes tervezésére, a megválaszolandó kérdések megfogalmazására nagy gondot kell fordítani.

A fatermesztés számára jelentős tulajdonságok közül a növekedésre vonatkozóan rendelkezünk a legtöbb adattal. Hazai viszonyaink között erősen heterogén populációkkal foglalkozunk, ezért az utódcsaládok között észlelt szórás mértéke is jelentős. A teljes variancián belül a genetikai okokra visszavezethető *additív variancia* hányada is igen nagy: 20 és 70% között mozog. Ennek megfelelően az *örökölhetőség* számított értéke is rendkívül magas, 0,60 felett van.

A genetikai eredetű variancia fiatal korban, a 6–7. életévtől kezdve jelentős mértékben növekedett a kísérleti területeken, így a több külföldi szerző által leírt *kiegyenlítődést a populációk között* *Mátyás Cs.* mindaddig nem tapasztalta. Az egyes családokat külön vizsgálva, a növekedés menetében viszont jelentős különbségeket talált (visszaeső, feljavuló, átlagos stb.), miáltal a szelekciók számára további lehetőségek nyílnak. Az egyes tulajdonságok egymás közötti összefüggése, a *genetikai korreláció* ugyancsak fontos a klónszelekció szempontjából. Amennyiben a szelektált tulajdonság egyéb

kívánatos vagy nem kívánatos tulajdonságokkal összefügg, a kiválogatás során az ezekben beálló változásokat is figyelemmel kell kísérnünk. Az utódpopulációk analízise szoros genetikai korrelációt mutatott ki a magassági és az átmérő-növekedés, valamint az *Evetria*-fertőzöttség között (Mátyás Cs. 1974).

*A toboztermő képesség és a növekedés kapcsolata* hazai kutatásunk számára ugyancsak fontos, mivel több külföldi szakember részéről felmerült a vád, hogy a hazai magtermesztési értékre alapuló erdeifenyő-szelekció erősen termő és gyenge növekedésű utódpopulációkat fog eredményezni. Mátyás Cs. vizsgálata szerint *a magassági növekedés és a toboztermő képesség között fennáll ugyan némi összefüggés, de ez szabad beporzású utódpopulációkra nem mutatható ki*, ezért a plantázsban termett üzemi mag szempontjából az összefüggésnek gyakorlati jelentősége nincsen. Ellenőrzött beporzásnál viszont a szülőként szereplő oltványklónok toboztermése és a termőre fordult utódok száma között szoros korreláció áll fenn (5. táblázat).

Mátyás Cs. a genetikai korrelációval meggyőzően bizonyította, hogy a *legsúlyosabb összefüggések az öröklődő tényezők között mutathatók ki*, egyúttal felhívja a figyelmet a fenotípusos elbírálás bizonytalanságára is. Vizsgálta a genotípus és a környezet kölcsönhatását is. A kölcsönhatás az additív genetikai hatásnak csak töredéke hazai viszonyaink között. Ennek megfelelően az utódvizsgálati kísérletek *területi ismétlését* korlátozhatjuk, másrészt pedig megállapíthatjuk, hogy a nemesítés jelenlegi fázisában a minősített mag *felhasználására körzeteket létesíteni genetikailag nem indokolt* (más kérdés a magtermesztés *technikai* kivitelezése).

Az utódvizsgálati kísérletek közvetve a *törzsfaszelekció* további módszerei számára is értékes információkat szolgáltatnak. Véleményünk szerint az ökológiai alkalmazkodással összefüggő, ún. *adaptív tulajdonságok varianciája származások* (populációk) *között nagyobb, mint származáson* (populáción) *belül*. Ugyanakkor a nem adaptív tulajdonságok esetében a varianciakomponensek aránya az utóbbi javára tolódik el. Azokra a tulajdonságokra tehát, amelyek származások közötti varianciája nagyobb,

**5. táblázat.** A toboztermő képesség öröklődése néhány ellenőrzött keresztezésű erdeifenyő-populáció és szülőklónjai példáján (Mátyás, 1974)

Szülőként szereplő oltványklónok számai (♀ × ♂)	Szülők 10 évi átlagos toboztermése			Toboztermő utódok átlagos száma 9 éves korban (db/parcella)
	♀ (anya)	♂ (apa)	összesen	
1 – 34 × 1 – 32	34	261	295	6
1 – 30 × 1 – 22	166	207	373	7,5
1 – 41 × 1 – 32	180	261	441	8
1 – 38 × 1 – 32	70	261	331	10,1
1 – 32 × 1 – 22	238	207	445	11,5
1 – 42 × 1 – 32	163	261	424	13
1 – 1 × 1 – 19	182	381	563	13,5
1 – 10 × 1 – 29	171	381	552	20,5
1 – 14 × 1 – 19	217	381	608	27
1 – 5 × 1 – 2	259	518	777	31,5

eredményesebben szelektálhatunk nagyobb számú származás és kevesebb állományonkénti törzsfá kísérletbe vonásával. (Ez a tény aláhúzza a származási kísérletek fontosságát.)

*A nem adaptív tulajdonságok* (pl. magtermő képesség, beltartalmi tulajdonságok) szelekciója néhány állományon belül (nagyobb törzsfaszáznál) is eredményes lehet. Ezekon kívül kimutathatóan jelentkezett az erdőművelési beavatkozás, ill. az állomány korának kihatása a *populáció egyöntetűségére*, és ezzel a szelektált törzsfák genetikai spektrumára. *További* nemesítésre alkalmas törzsfákat eszerint inkább középkorú állományokban célszerű válogatni, mivel a vágásérett, idős állományok megfelelő erdőművelési kezelés esetén genetikailag homogénebbek, és a növekedés visszaeső tendenciája a fenotípusos válogatást még bizonytalanabbá teszi.

*Mátyás Cs.* adatai alapján megállapítható, hogy a nemesítés jelenlegi fázisában a genetikai hatásmechanismusok közül elsősorban az *additív hatások* gazdasági kiaknázására nyílik lehetőség. A nem additív tényezők (dominancia, episztázis) nagyságrendje és fellépésük gyakorisága a vártnál csekélyebb mértékű. Ebből egyúttal arra is következtethetünk, hogy a vizsgált törzsfák genetikai adottságai szabad beporzású utódpopulációikkal kielégítő pontossággal jellemezhetőek, azaz a szelekció az általános kombinálódóképességre támaszkodhat.

A kísérletek kvantitatív genetikai értékelése alapján némileg revideálnunk kell a kísérletek létesítésével kapcsolatos felfogásunkat is. Már jelentéktelennek tűnő károsítások és mikrotermőhelyi különbségek is döntő kihatással vannak a kísérlet pontosságára, értékelhetőségére. Ezért inkább le kell mondani az üzemi körülményeket reprezentáló termőhelyek és technológiák kívánalmáról, és a kísérleteket minden szempontból védett, optimális környezetbe kell telepíteni. Ellenkező esetben évtizedek munkája vesztet kárba.

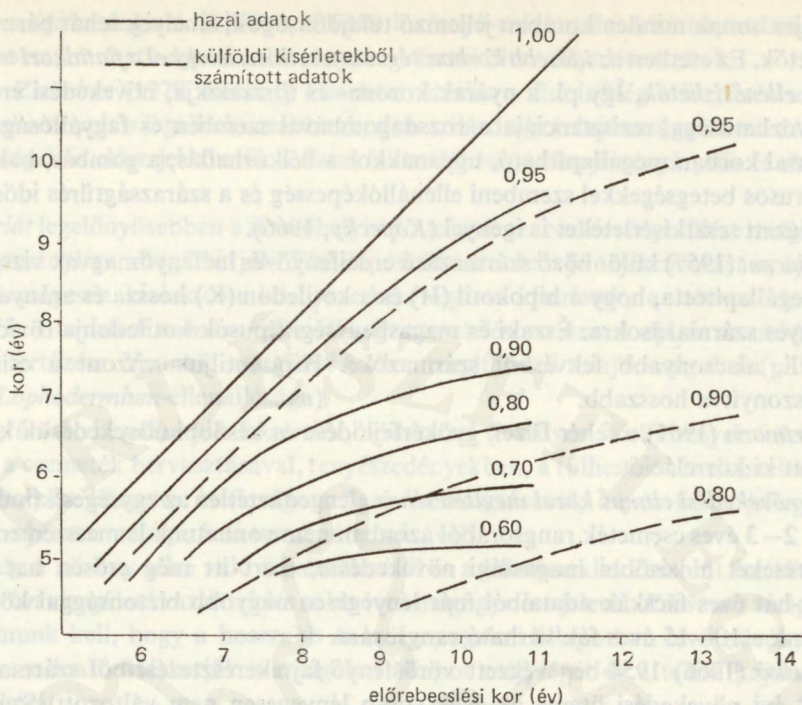
A nemesítő szempontjából igen nagy jelentőségű az értékelési kor minél előbbre hozása — időnyerés céljából. Ennek érdekében bizonyos kompromisszum szükséges az előrebecslés pontosságát illetően. Minimálisan a 10–15 éves kort fogadhatjuk el az értékeléshez, vagyis idősebb meglevő kísérleteink máris hasznosíthatók a szelekció következő lépcsőjének kivitelezéséhez (17. ábra).

A jelenleg meglevő ún. szelektált plantázatok magjából nevelt csemeték átlagos genetikai értékét is felbecsülte a szerző. Mind a genetikai paraméterek segítségével, mind a kereskedelmi kontrollal való összehasonlítással számított szelekciós haladás a növekedést illetően meghaladja a 10%-ot. Ez a többletnövedék a ma már termőre forduló üzemi magtermesztő ültetvényekben realizálódik, és erdőgazdálkodásunk számára kiaknázható. A következő lépcsőben kialakításra kerülő elitültetvények a jelenleg folyó utódvizsgálatok eredményeit fogják hasznosítani. A termesztési követelményeknek legjobban megfelelő elitklón-összetétel meghatározása a következő évek fő feladata lesz.

### 3.54 Korai értékelés

Említettük, hogy az erdei fák nemesítési eredményeinek gyors gyakorlati realizálódását erősen fékezi az, hogy az erdei fák hosszú életűek, későn fordulnak termőre, és a vágásforduló hosszú. A törzsfák genetikai értékének ivaros utódvizsgálatokkal történő





17. ábra. A korrelációs tényezők alakulása a különböző életkorban mért adatok között (Mátyás Cs. után)

megállapítása tehát hosszú időt igényel. Erre nem mindig van lehetőség, ezért mindinkább ún. korai, gyors vizsgálati módszerek bevezetésére törekednek.

Nanson (1965) szerint a *korai értékelés* olyan próba, amelynek segítségével egy kevésbé fejlett állapotban levő növény (mag, csíranövény) egy vagy több jellegzetességét megállapítjuk abból a célból, hogy ugyanannak az egyednek előrehaladottabb fejlődési szakaszában mutatkozó örökletes sajátságaira következtetni tudjunk.

Egy örökletes típus megítélésének lehetősége a fejlődés korai stádiumában azon alapszik, hogy a megtermékenyített petesejtben benne van az egész organizmus teljes örökletes állománya. A fiatal növény egyes bélyegei és az idősebb növény hasonló vagy egészen más tulajdonságai között szoros kapcsolat állhat fenn, és ez lehetővé teszi a fiatal növény fenotípusa alapján a következtetést a kifejlődött növény teljesítményére. Korai értékeléssel következtetéseket lehet levonni a növekedés jellemzőire (ha-onkénti átlagnövedékre, magassági növekedésre stb.), a minőségi ismérvekre (a törzs egyenességére, az ágak finomságára, a fa sűrűségére, a rostok hosszúságára stb.) és a biotikus, valamint az abiotikus károsításokkal szembeni ellenállóképességre.

A fésűs lucfenyő – amint említettük – erősebben növekszik és a hónyomásnak ellenáll. Ha tehát fiatal korban a növekedési erélyre tesztlünk, indirekt úton választ kapunk a későbbi növekedésre is.

Egyes tulajdonságokat már a csíranövényen, a fiatal csemetén kellő biztonsággal megállapíthatunk, míg más tulajdonságok csak idősebb korban ismerhetők fel. Vannak a

fajra annak minden korában jellemző tulajdonságok, amelyek tehát bármikor tesztelhetők. Ez esetben az idősebb korban végzett tesztkísérletekkel a fiatalkori tulajdonságok is ellenőrizhetők. Így pl. a nyárok korona- és törzsalakja, növekedési erélye, dugványozhatósága, rezisztenciája a rozsdagombával szemben és fagyállósága már egész fiatal korban megállapítható, ugyanakkor a bélkorhadás, a gombás, baktériumos és vírusos betegségekkel szembeni ellenállóképesség és a szárazságtűrés idősebb korban végzett tesztkísérleteket is igényel (Kopecky, 1966).

Vincent (1957) különböző származású erdeifenyő- és lucfenyőmagvak vizsgálata során megállapította, hogy a hipokotil (H) és a kotiledon (K) hossza és aránya jellemző az egyes származásokra. Északi és magashegységi típusok kotiledonja rövidebb, mint a déli, alacsonyabb fekvésből származóké. Hipokotiljuk viszont a csíralevelekhez viszonyítva hosszabb.

Ortmann (1961) a fehér füzek gyökérfejlődése és későbbi növekedésük között mutató ki korrelációt.

A növekedési ritmus korai megítéléséhez elengedhetetlen az egységes kiindulási anyag. A 2–3 éves csemeték rangsorából azonban nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket a későbbi magassági növekedésre, mert itt még erősen hat a magsúly. Öt-hat éves fácskák adataiból már lényegesen nagyobb biztonsággal következtethetünk a 10–15 éves fák várható rangsorára.

Tuskó (1966) 1954-ben végzett vörösfenyő-fajtakeresztezéséből származó hibridek 10 évi növekedési üteme az évek során lényegesen nem változott. Számos kutató igazolta, hogy a növekedési kvóciens jó segítség ahhoz, hogy a 10 éves állapotról a 20 évesre következtessünk. Ez pedig különösen gyorsan növő fajoknál már igen jelentős előny. A Leuce és Aigeiros nyárok fajhibridjeinek folyamatos növekedési fölénye Kopecky (1966) szerint már 2 évi magági megfigyelés alapján megbízhatóan értékelhető.

A minőségi ismérvek közül a finomágúság, a hengeres korona rendszerint gyengébb növekedéssel párosul. A gyenge növekedést úgy küszöbölhetjük ki, hogy az erőteljes növekedési típust ismételtelen bekeresztesszük egy finomágúba és finomágúságra szelektálunk.

A törzsalak, a csavarodottság, a villás, legyezős növény már fiatalkorban bírálható, mert az évtizedek során jelentős változás nem következik be. Ezt nálunk Tuskó L. (1962) az 1959-ben telepített sopron-dalos-hegyi vörösfenyő-származási kísérletben végzett vizsgálatokkal bizonyította.

Cieslar vörösfenyő-csemetékkel folytatott kísérleteiből már 1895-ben megállapították, hogy a csemeték nemcsak az anyafák növekedési erélyét örökölték, hanem a törzs és a korona habitusát is.

A faanyag-tulajdonságok is vizsgálhatók fiatalkorban. Wettstein (1938) az 1 éves és az idősebb nyárfa rosthosszát közel azonosnak találta. Más szerzők rámutatnak a fenyők tracheidahosszára történő korai szelektálás lehetőségére. Az első évgyűrűben talált hossz megmarad a továbbiakban is, függetlenül a változó évgyűrűszélességtől. Hatéves, szabad beporzásból származó feketefenyők vizsgálata során világos korrelációt állapítottak meg az anyafák és utódaik gyantahozama között.

Figyelmet érdemelnek a Halupáné, Ujváriné és Szőnyi (1974–1975) által végzett beltartalmi vizsgálatok luc- és erdeifenyővel. Nevezettek a gyöngyössolyosi 1100

származást magába foglaló IUFRO/IPTNS lucfenyő-származási kísérlet, valamint a hazai leghosszabb rostú egyedek oltványjaival üzemi ültetvényt létesítettek.

*Tomcsányi–Zsombor* (1979, kézirat) kísérletei szerint a faminőség előrejelzésére a térfogatsúly bizonyult a legalkalmasabbnak, de a szilárdsági tulajdonságokban adódó fajtakülönbségek is előre jelezhetők a fiatal fák szilárdsága alapján (nyár, fűz és akác esetében).

A *rezisztenciát* legelőnyösebben a termőhelyi adottságok szabad érvényesülése mellett, tehát az állományban vizsgálhatjuk. Első lépésként azonban jó tájékoztatást nyújtanak a mesterségesen kialakított környezetben végzett kísérletek, a laboratóriumi vizsgálatok is. *Gombával szembeni ellenállóságra* tesztelésben ismert eljárás az utódok mesterséges fertőzése. Vannak *csak fiatal korban* megítélhető tulajdonságok is (pl. az erdeifenyő *Lophodermium*-ellenállósága).

A *szárazságtűrést* vizsgálhatjuk *közvetlen* módszerrel (aszályos körülmények között szabadban, a csemeték hervasztásával, tenyészedenyekben, a túlhevülés és elvzitelenedés mérésével) és *közvetve* is (levágott ágak hervasztásával, a xeroform jellegek egybevetésével és a transzspiráció tanulmányozásával).

A *fagyállóság* a növény télre való felkészülésétől és a hőmérséklet abszolút értékétől függ. *Közvetlen* vizsgálatát az áttelelés több éves megfigyelése jelenti. *Közvetett* vizsgálatához tudnunk kell, hogy a hosszabb és mélynyugalmi állapotban levő növények kevésbé károsodnak. Mérhetjük a nyugalmi állapot mélységét és a telelő hajtások transzspirációját.

A téli fagyállóság délről észak felé haladva nő és összefügg az egyedek (származások) föld feletti részének víztartalmával és a tűk szárazanyag-tartalmával.

A *fototropikusan érzékeny csemeték* görbe, az érzéketlenek egyenes törzsű fákat nevelnek. Az utóbbiak a hónyomásnak is jobban ellenállnak, bár itt közrejátszik az ágak elaszticitása is. Az északi és a magas fekvésből származó erdeifenyő-típusok csíranövényei alig görbülnek a fényre, ugyanakkor a déli, a síksági típusok igen.

A nappalok hossza, a megvilágítás időtartama közismerten nem közömbös a növény számára. A növények *fotoperiódusos viselkedését elsötétítő tetők* alatt vizsgálhatjuk. A cél a megvilágításra közömbös olyan biotípusok felderítése, szelektálása, amelyek a hosszúnappalos őszőn időben befejezik növekedésüket, és így befásodva nem fagynak el. A fotoperiodikus vizsgálatot célszerű megerősíteni rövid időtartamú szabadföldi kísérlettel.

A *genetikai tulajdonságokat külön-külön és – több tulajdonságot – együttesen is lehet vizsgálni*. Egy bizonyos genetikai tulajdonság korai értékelését időben és térben úgy kell végrehajtani, hogy a külső tényezők befolyását kiküszöböljük, mert ezek az egyes genetikai tulajdonságokra különbözőképpen hatnak. Vagyis csak homogén környezetben, szigorú kísérleti elrendezésben lehet ezeket a kísérleteket lefolytatni úgy, hogy azokat meg is lehessen ismételni.

A genetikai tényezők időbeni és térbeni eloszlása határozza meg a *korai teszt felépítését*. Ha csak egyetlen genetikai elemet vizsgálunk, a jellemzőket ugyanazon elem idősebb fejlődési szakaszban jelentkező értékeivel hasonlítjuk össze. Szabatos az összehasonlítás csak *klímakamrákban* lehet. Ha több genetikai elemet egyidejűleg hasonlítunk össze, ez esetben is gondoskodni kell a lehetséges legeggyöntetűbb feltételekről: egyidejű vetésről, ültetésről, azonos ápolásról, azonos termőhelyi tényezőkről. Szük-

ség van egy teljesen homogén *ellenőrző növényre*, ami csak egy klón vagy egy vonal lehet. Az ellenőrző növény jellegzetességeit minden egyes fejlődési stádiumban nagyon jól kell ismernünk. A klónt a magról kelt egyedekkel nem hasonlíthatjuk össze. Felhasználható két ismert egyed keresztezéséből származó ellenőrzött utód vagy olyan fának a magcsemetéje, amelynek a fiatalkori és érettkori tulajdonságait egyformán jól ismerjük.

A fiatalkori (mag-, csíranövény- vagy csemete-) jellegzetességek és egy későbbi szakasz tulajdonságai közötti kapcsolat szorosságát általában a *korrelációs koeficienssel* ( $r$ ) vagy a korrelációs koeficiens négyzetével, a *determinációs koeficienssel* ( $r^2$ ) fejezzük ki. Minél közelebb van a korrelációs együttható az 1-hez, a következtetés annál biztosabb, ill. abszolút biztos akkor, hogyha  $r = 1$ . Nanson (1965) a korrelációs, ill. a determinációs koeficiens értékeit a következők szerint állapította meg:

Érték	$r^2$	$+r$
laza	0,00–0,25	0,00–0,50
közepes	0,25–0,50	0,50–0,70
szoros	0,50–0,75	0,71–0,85
igen szoros	0,75–1,00	0,86–1,00

A korai vizsgálat eredményeit addig nem lehet általánosítani, amíg ezeket az eredményeket további vizsgálatok meg nem erősítik. A vizsgálat értéke aszerint emelkedik, ahogyan a fenotipikus jellegek a genotipikus jellegekhez közelednek. Ennek mértékét az örökölhetőségi koeficiens fejezi ki.

*A korai vizsgálatot kétféle eljárással végezhetjük el:*

1. A rendelkezésre álló anyaggal számos korai értékelést végzünk, majd ugyanezzel az anyaggal hosszú időtartamú kísérleteket létesítünk, ahol szabályos időközökben méréseket és megfigyeléseket folytatunk. Az egész rendelkezésre álló anyag alapján korrelációkat állapítunk meg a magvak, a csíranövények, a csemetek és a fiatalkori, valamint érettkori szakasz tulajdonságai között.

2. A rendelkezésre álló hosszú időtartamú fajtaösszehasonlító ültetvények adataiból kiindulva meg lehet kísérteni, hogy visszafelé határozzuk meg bizonyos fiatalkori és idősebb kori tulajdonságok közötti kapcsolatot.

A korai vizsgálatokból nyert regressziós egyenletek lehetővé teszik, hogy a későbbi valószínű teljesítőképességet megbecsüljük. Ez a becslés annál valószínűbb, minél inkább reprodukálni lehet a korai vizsgálatnál figyelembe vett jellegzetességeket.

## 3.6 Magplantázsok (magtermelő ültetvények)

### 3.61 A plantázsokról általában

Az erdészeti genetika és nemesítés jelenlegi fejlődési szakaszát az jellemzi, hogy bármilyen is legyen az alkalmazott módszer, az eredmény elérése után nyomban fellép *a nemesített anyag tömeges előállításának az igénye*. Azoknál a fajoknál, ahol a szaporítás vegetatív úton könnyűszerrel és gazdaságosan megoldható, nincs probléma. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a vegetatív szaporításnak is vannak bizonyos határai, és az a kiindulási alapanyag „status quo” állapotát tartja fenn. Ezeket a határokon túl, továbbá a magról szaporítható fajoknál újabb módszereket kell bevezetni, hogy a genetikai határokat tovább terjesszük. A megoldás különböző aszerint, hogy milyen nemesítési módszert alkalmazunk, a fajnak milyenek a biológiai tulajdonságai, mennyire értékes az anyag stb. Ezért a nemesített vetőmag előállítása nagymértékben azonosítható a tulajdonképpeni nemesítéssel.

A szelektált üzemi mag előállításának két fő módszere van: a magtermelő állomány és a magplantázs. Előbbiről a 3.255 fejezetben volt szó.

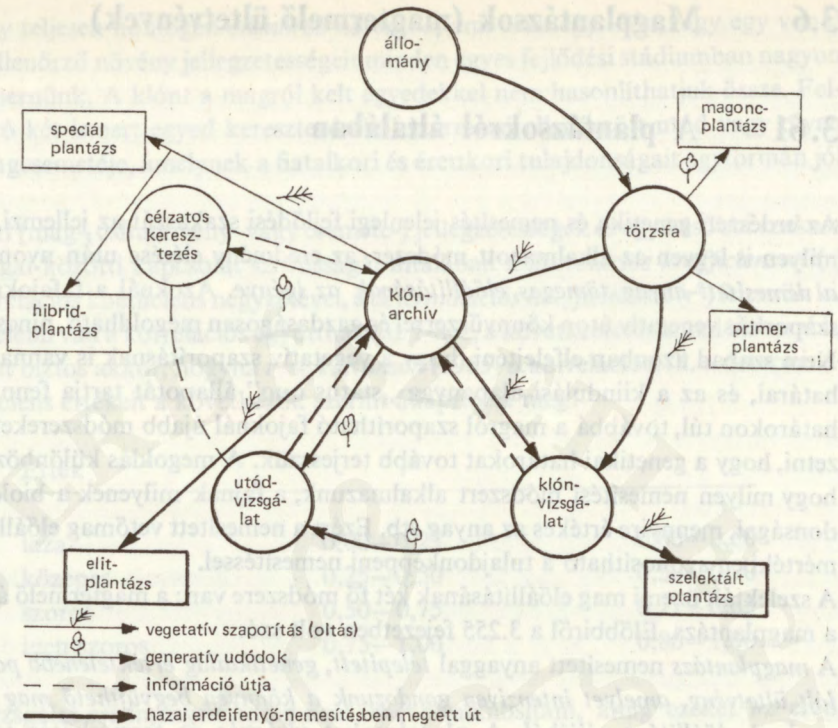
*A magplantázs nemesített anyaggal telepített, genetikailag értéktelenebb pollentől izolált ültetvény, amelyet intenzíven gondozunk a könnyen begyűjthető mag bőséges és gyakori előállítása céljából.* A plantázsokat virágzás és terméskötés tekintetében kedvező termőhelyi körülmények között, speciális szabályok szerint telepítjük.

A plantázsokban a szelektált mag előállítása *komplex művelet*. A munka bonyolult és összetett: egyrészt a sokféle plantázstípus és azok létesítéséhez szükséges technikai műveletek, az ültetvények létesítéséhez megkívánt fejlett technológia és precizitás, továbbá az erdészeti genetikai ismeretek szükségessége, másrészt a nagy volumen, a nagy területekre való szétszórtság és a tevékenység sokfélesége miatt.

*A plantázsokban történő magtermelés általában a következő fő műveleteket foglalja magában:* a kiindulási anyag szelekciója egy értékes rasszon vagy ökotípuson belül, a törzsfák elszaporítása, a törzsfák genetikai értékének ellenőrzése, és a magtermelő ültetvény létesítése. A tömeg- és egyedszelekciónak a gyakorlati célja végeredményben a jó minőségű és nagy mennyiségű mag előállítása és azon keresztül a fatermés fokozása, amint ez a 18. ábrán látható.

Amikor a törzsfák kijelölése után nyomban plantázst létesítünk, feltételezzük, hogy azok a jellegek, amelyek alapján a kiválasztást végeztük genotípusosak, és a törzsfák a jó tulajdonságait a környezettől függetlenül át tudja adni utódainak.

A mesterséges felújítás céljára szolgáló magvakat sokáig természetes állományokból gyűjtötték. Először *Burgsdorf* 1787-ben javasolta, hogy ültetvényeket létesítsenek magtermés céljára (*Hassenkamp*, 1952). *Marrier de Boisdyver* Franciaországban végezte el az egyik legnagyobb méretű vegetatív szaporítást, amikor 1840-ben 10 ezer *Pinus nigra* ssp. *lariciot* oltott fiatal eredeifenyőre (in: *Bouvarrel*, 1956, *Lacaze*, 1974). Később, 1880-ban a hollandok Jáván létesítettek klónplantázsokat a *Cinchona ledgeriana* kinintartalmának növelésére (*Schreiner*, 1962). Németországban *Krömmel-bein* ajánlotta a *Larix europea* magjának magplantázsokban való termelését (*Schmidt*



**18. ábra.** Az erdeifenyő-nemesítés és szaporítóanyag-termelés rendszere hazánkban (Mátyás Cs. után)

– Stern, 1974). Malaysiában ugyancsak vegetatív plantázssokkal dolgoztak az első világháború után, 1919-ben, hogy a *Hevea brasiliensis* gumitartalmát növeljék (Keiding, 1972).

Európában a svéd Andersson, M. L. 1906-ban javasolta a vegetatív szaporítást az erdészeti nemesítésben (in: Andersson, 1963), és hatására Johannsen (1909) dolgozta ki az „elit állományok módszerét”, amikor a kiválasztott törzsfák utódait megvizsgálták és az utódbírálat alapján kiválóknak talált fákról gyűjtöttek magot erdőtítés céljára. Ez a gondolat nagyban hasonlít a jelenlegi magoncplantázs-módszerhez. Később, 1918-ban Sylven ugyancsak hangsúlyozta, hogy jó származású anyag legjobb egyedeiről begyűjtött magvakkal létesítsenek magtermő ültetvényeket. Fabricius 1922-ben kidolgozott programjában a magplantázssoknak ugyancsak fontos szerepet tulajdonított. Oppermann 1923-ban javasolta magoncplantázs létesítését a *Larix × eurolepis* előállítására. Bates Észak-Amerikában 1928-ban vetette fel a magoncplantázssok fontosságát.

Syrack Larsen 1934-ben foglalta össze a korábbi javaslatokat, amikor azt írta: „Határozottan sürgetem, hogy használjuk a vegetatív szaporítást a mesterséges beporzások kísérletekkel összekapcsolva, létesítsünk magplantázssokat azzal a céllal, hogy a gyakorlat számára magot termelhesünk.” Ez a javaslat a II. világháború után aztán rohamosan elterjedt az erdészeti gyakorlatban, amint ez a 6. táblázatból kitűnik. Az 1970-es évek elejéig mintegy 20 000 ha plantázst telepítettek szerte a világon.

6. táblázat. Magplantázatok területe néhány országban

Világrész	Ország	Fontosabb fajok	Terület (ha)
Európa	Belgium	<i>Pinus silvestris</i> <i>Larix eurolepis</i>	10 (1971)
	Csehszlovákia	<i>Larix decidua</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>	51 (1971)
	Dánia	<i>Larix leptolepis</i>	97 (1972)
	Finnország	<i>Picea abies</i> <i>Pinus silvestris</i> <i>Larix decidua</i>	2500 (1977)
	Franciaország	<i>Pinus pinaster</i> többféle egyéb fenyő	30 (1971) 64 (1971)
	Hollandia	<i>Pinus silvestris</i> <i>Picea abies</i>	6 (1971)
	Írország	<i>Pinus contorta</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Larix leptolepis</i>	56 (1971)
	Jugoszlávia	<i>Larix decidua</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Picea abies</i>	30 (1970)
	Lengyelország	Tíz különböző faj	20 (1969)
	Magyarország	<i>Pinus silvestris</i> <i>Larix europea</i>	176 (1979)
	Nagy-Britannia	<i>Pinus silvestris</i> <i>P. contorta</i> <i>Larix eurolepis</i>	64 (1971)
	NDK	<i>Pinus silvestris</i> <i>Picea abies</i> <i>Larix decidua</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>	250 (1977)
	NSZK	<i>Pinus silvestris</i> <i>Picea abies</i> <i>Fagus sylvatica</i>	35 (1967)
	Norvégia	<i>Picea abies</i> <i>Pinus silvestris</i>	150 (1971)
	Románia	<i>Pinus silvestris</i> <i>Picea abies</i>	35 (1966)
	Svédország	<i>Picea abies</i> <i>Pinus silvestris</i> <i>Larix decidua</i>	900 (1977)
	Szovjetunió	<i>Larix decidua</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus silvestris</i> <i>Larix sibirica</i> <i>Quercus robur</i>	10673 (1971)

6. táblázat folytatása

Világrész	Ország	Fontosabb fafajok	Terület (ha)
Afrika	Dél-Afrika	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i> és var. <i>hondurensis</i>	165 (1969)
		<i>P. elliottii</i>	
		<i>P. kesiya</i>	
		<i>P. oocarpa</i>	
		<i>P. palustris</i>	
		<i>P. patula</i>	
	Kelet-Afrika (Kenya, Uganda, Tanzánia)	<i>Cupressus lusitanica</i>	43 (1971)
		<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	
	Madagaszkár	<i>Pinus kesiya</i> <i>P. patula</i>	8 (1970)
	Malawi	<i>Cupressus lusitanica</i> <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> <i>P. elliottii</i> <i>P. patula</i>	15 (1970)
Rhodézia	<i>Pinus elliottii</i> <i>P. kesiya</i> <i>P. patula</i> <i>P. taeda</i>	18 (1969)	
Zaire Zambia	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> <i>Pinus kesiya</i> <i>P. merkusii</i> <i>P. oocarpa</i>	2 (1969) 40 (1969)	
Ázsia	Dél-Korea	<i>Pinus rigida</i> <i>P. taeda</i>	40 (1971)
	Japán	<i>Chryptomeria japonica</i> <i>Chamaecyparis obtusa</i> <i>Pinus densiflora</i> <i>P. thunbergii</i>	1530 (1975)
	Észak-Amerika	Kanada	<i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Pinus strobus</i>
USA		<i>Pinus taeda</i> <i>P. elliottii</i> <i>P. echinata</i> <i>Juglans nigra</i> <i>Liriodendron tulipifera</i>	2550 (1971)
Ausztrália		<i>Pinus radiata</i> <i>P. pinaster</i> <i>Tectona grandis</i> <i>Araucaria cunninghamii</i>	447 (1971)
Összesen:			19300 ha



Hazánkban *Bánó* volt az úttörő, aki 1951-ben választotta ki az első erdeifenyő-törzsfákat, és 1953-ban kezdte meg az oltványok kitelepítését. A munka először klóngyűjteményekre, kísérleti magplantázsokra korlátozódott. Az első 50 ha-os nagyüzemi erdeifenyő-plantázs telepítése 1967–1970-ig a Nyugat-magyarországi Fagazdasági Kombinát területén, Cikota dűlőben (Acsád község) történt meg, amint ezt az 1.22 alfejezetben említettük. Ez a világon *az első olyan plantázs, amely klónvizsgálat alapján létesült*. Jelenleg kerekítve 108 ha erdeifenyő, 3 ha lucfenyő, 8 ha feketefenyő, 6 ha vörösfenyő, 3 ha duglászfenyő, 5 ha egyéb fenyő, 36 ha akác és 7 ha szürke nyár, vagyis összesen 176 ha plantázsunk van az üzemi (19. ábra) és a kísérleti telepítéseket is beleértve (*Bondor–Gál, 1976*).

A plantázsban előállított mag fajon belüli vagy fajok közötti keresztezés eredménye, vagyis a keresztezéses és szelekciós nemesítés terméke. Genetikai szempontból mesterséges változat. Ugyanakkor *a plantázs nemesített erdei mag üzemi termesztésének technológiáját is jelenti*. A plantázsnak az is nagy előnye, hogy a megtermelt magot könnyen lehet begyűjteni, hiszen a magas fákról történő veszélyes és költséges maggyűjtés elesik. *A plantázsban az erdőgazdálkodás során első ízben választjuk külön a fatermesztést a magtermesztéstől.*

*A plantázsokban termelt mag genetikai értéke nagyobb, mint a magtermelő állományban begyűjtött magé, mert a szelekciós fok nagyobb, a fák kiválasztását kevesebb jelle alapján végezzük, az állományt az idegen beporzástól majdnem teljesen izoláljuk stb.* Ha mindehhez azoknak a jellegeknek nagyobb öröklékenységét is hozzáadjuk, amelyek szerint a kiindulási anyag kiválogatását végeztük és az utódvizsgálatot végrehajtottuk, a plantázs mag által képviselt genetikai nyereséget lényegesnek kell elfogadnunk. *Vagyis a magtermelő plantázsok létesítésére fordított költségek megtérülnek.*

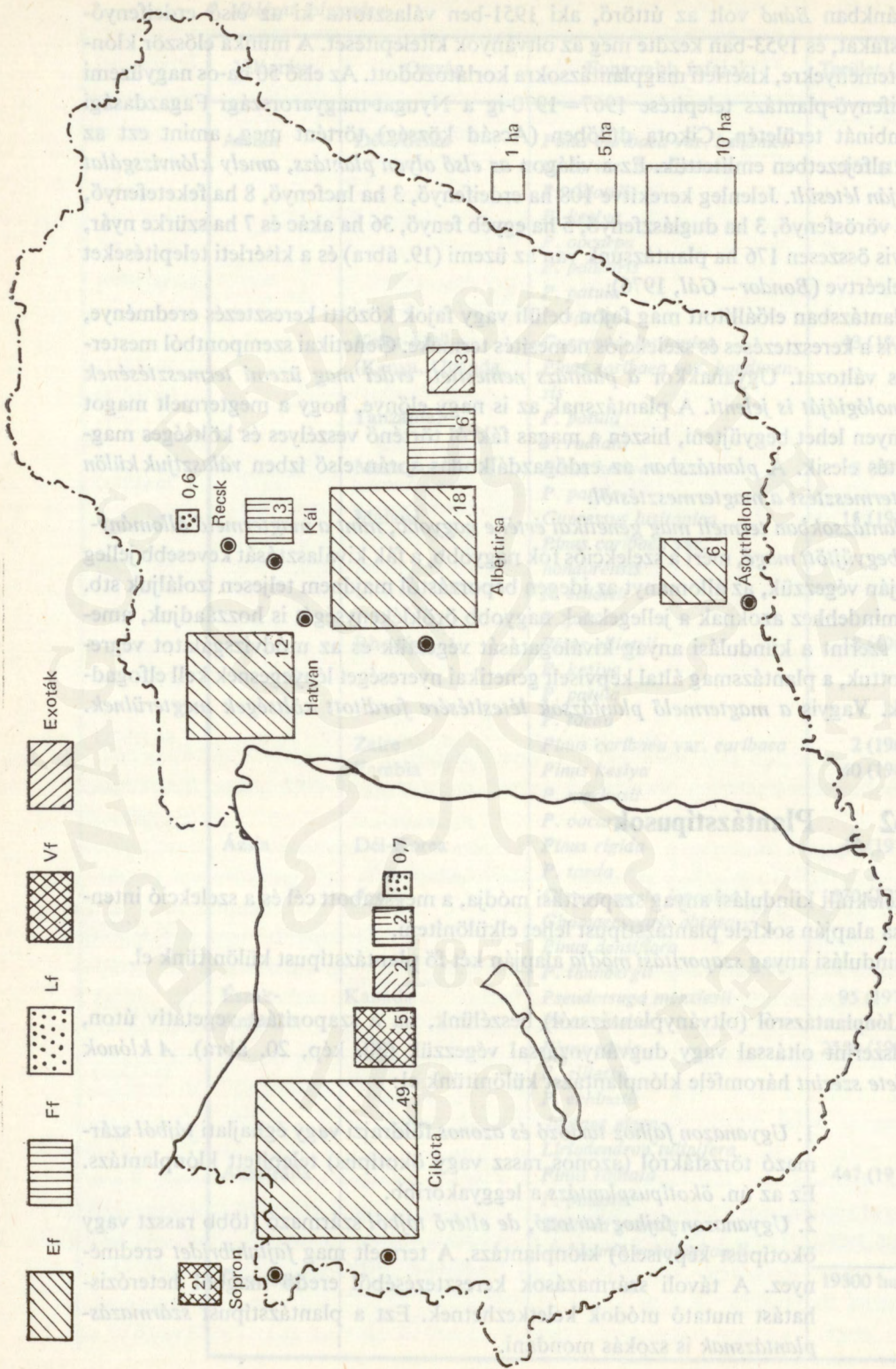
## 3.62 Plantázstípusok

A szelektált kiindulási anyag szaporítási módja, a megszabott cél és a szelekció intenzitása alapján sokféle plantázstípust lehet elkülöníteni.

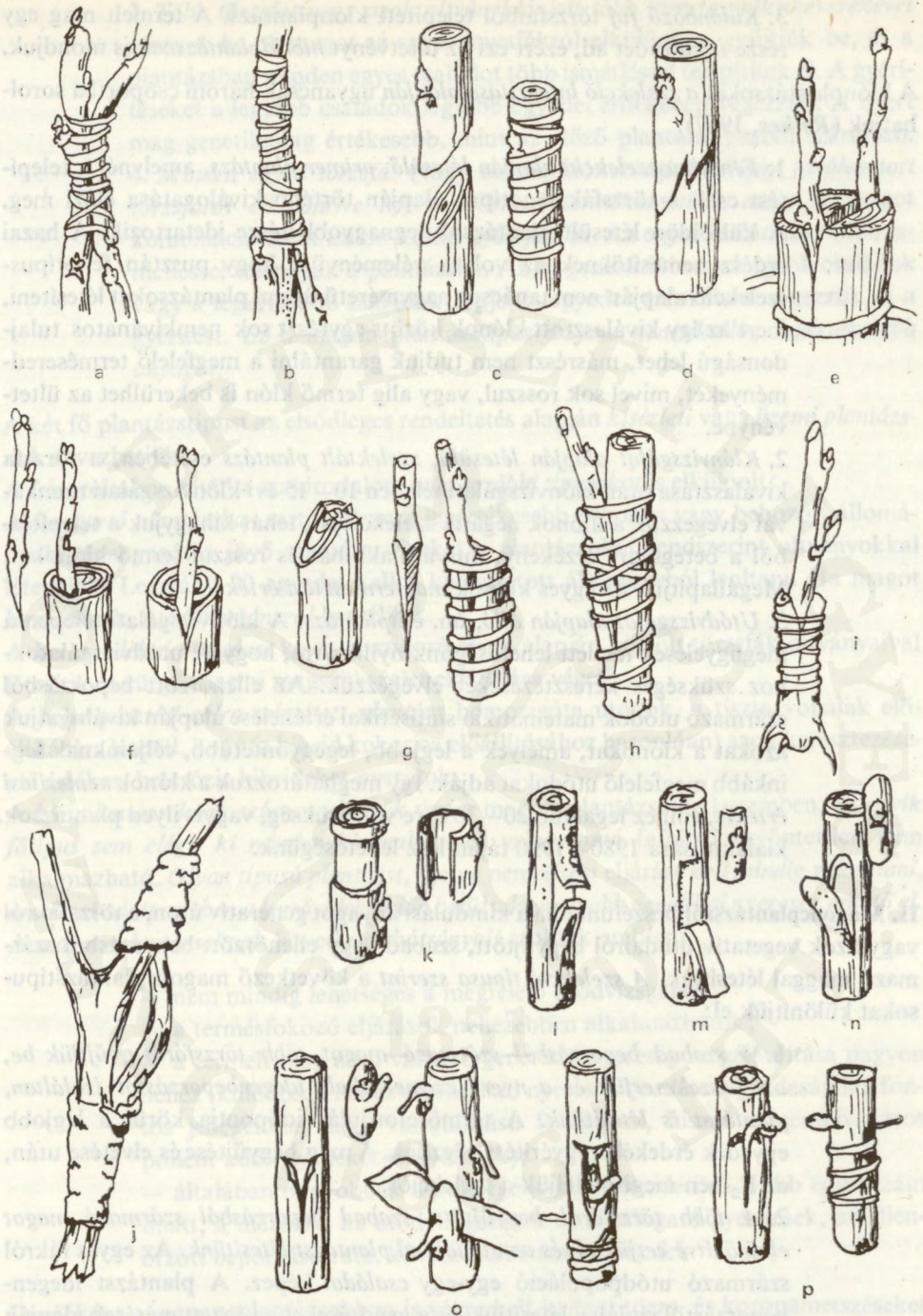
A kiindulási anyag *szaporítási módja* alapján két fő plantázstípust különítünk el.

**I. Klónplantázsról** (oltványplantázsról) beszélünk, ha a szaporítást vegetatív úton, rendszerint oltással vagy dugványozással végezzük (30. kép, 20. ábra). *A klónok eredete szerint* háromféle klónplantázst különítünk el:

1. *Ugyanazon fajhoz tartozó és azonos földrajzi vagy éghajlati tájból* származó törzsfákról (azonos rassz vagy ökotípus) telepített klónplantázs. Ez az ún. *ökotípusplantázs* a leggyakoribb.
2. *Ugyanazon fajhoz tartozó, de eltérő tájból* származó (több rasszt vagy ökotípust képviselő) klónplantázs. A termelt mag *fajtahibridet* eredményez. A távoli származások keresztezéséből eredő magból heterózihatást mutató utódok keletkezhetnek. Ezt a plantázstípust *származásplantázsnak* is szokás mondani.



19. ábra. Üzemi fenyőmagtermesztő ültetvények Magyarországon (szerk.: Máttyás Cs.)



20. ábra. Oltási módok: a–b) közelítés, c) párosítás, d) angol nyelvű párosítás, e) hasítékoltás, f) héj alá oltás, g) kecskeláboltás, h) oldallapolás, i) gyökérre oltás, j) áthidalás, k) gyűrűs szemzés, l) H-szemzés, m) I- vagy francia szemzés, n) Forkert-féle szemzés, o) T-szemzés, p) csírázó maggal való oltás

3. *Különböző faj törzsfáiból telepített klónplantázs.* A termelt mag egy része fajhibridet ad, ezért ezt az ültetvényt *hibridplantázsnak* is mondjuk.

A klónplantázsokat *a szelekció intenzitása alapján* ugyancsak három csoportba sorolhatjuk (Retkes, 1967):

1. *Fenotípusselekció alapján létesülő, primer plantázs,* amelynél a telepítést csak a törzsfák fenotípus alapján történő kiválogatása előzi meg. A külföldön létesült plantázsok legnagyobb része idetartozik. A hazai erdész nemesítőknek az volt a véleményük, hogy pusztán fenotípusselekció alapján nem tanácsos nagyméretű üzemi plantázsokat létesíteni, mert az így kiválasztott klónok között egyrészt sok nemkívánatos tulajdonságú lehet, másrészt nem tudjuk garantálni a megfelelő terméseredményeket, mivel sok rosszul, vagy alig termő klón is bekerülhet az ültetvénybe.

2. *Klónvizsgálat alapján létesülő, szelektált plantázs* esetében, a törzsfák kiválasztása után klónvizsgálati telepen 10–15 évi klónvizsgálati munkával elvégezzük a klónok negatív szelekcióját, tehát kihagyjuk a telepítésből a betegségekre érzékeny, durva alakhibás és rosszul termő klónokat. Megállapítjuk az egyes klónok *magtermesztési értékét*.

3. *Utódvizsgálat alapján álló, ún. elitplantázs.* A klónvizsgálati telepen a megfigyelések mellett lehetőségünk nyílik arra, hogy az utódvizsgálatokhoz szükséges keresztezéseket elvégezzük. Az ellenőrzött beporzásból származó utódok matematikai statisztikai értékelése alapján kiválogatjuk azokat a klónokat, amelyek a legjobb, legegységesebb, céljainknak leginkább megfelelő utódokat adják. Így meghatározzuk a klónok *nemesítési értékét*. Ehhez legalább 20–30 évre van szükség, vagyis ilyen plantázsok kialakítására 1980–1990 táján lesz lehetőségünk.

**II. Magoncplantázsról** beszélünk, ha a kiindulási anyagot generatív úton, a törzsfákról vagy azok vegetatív utódairól begyűjtött, szabad vagy ellenőrzött beporzásból származó maggal létesítjük. *A szelekció típusa szerint* a következő magoncplantázstípusokat különítjük el:

1. *A szabad beporzásból származó magot több törzsfáról gyűjtjük be, azt összekeverjük és a nyert csemetékkel, idegenbeporzástól izoláltan, plantázst is létesítünk.* A termőfordulás időpontja körül a legjobb egyedek érdekében gyérítést végzünk. A mag begyűjtése és elvetése után, az  $F_2$ -ben megismételjük a szelekciót.

2. *A több törzsfáról begyűjtött, szabad beporzásból származó magot elkülönítve vetjük el, és az utódokkal plantázst létesítünk.* Az egyes fákról származó utódpopuláció egy-egy családot képez. A plantázst idegenbeporzástól izolálva létesítjük, és a gyérítéseket a végzett mérések alapján a legértékesebb családok vagy a legértékesebb családok legjobb egyedei érdekében hajtjuk végre. Erre és a következőkben tárgyalt két plantázstípusra jellemző, hogy az ültetvény a terméskötésig *egyben utódvizsgálati ültetvény is.*

3. Több törzsfát vagy azok oltványklónjait több törzsfá pollenkeverékével porzunk be. A magot az egyes anyafákról elkülönítve gyűjtjük be, és a plantázspan minden egyes családot több ismétléssel telepítünk el. A gyéritéseket a legjobb családok legjobb egyedei érdekében végezzük. A nyert mag genetikailag értékesebb, mint az előző plantázstípusból származó.

4. Minden egyes törzsfát (vagy annak klónutódját) néhány kiválasztott törzsfáról elkülönítve nyert pollennel termékenyítünk meg. A magot kombinációnként külön-külön gyűjtjük be. Az egyes családokat több ismétléssel telepítjük a plantázspanba. Az  $F_1$  generációban a legjobb családok vagy a legkiválóbb családok legjobb egyedei érdekében végezzük el a gyéritést. Ez a magonplantázstípus adja a genetikailag legértékesebb anyagot.

A két fő plantázstípust az elsődleges rendeltetés alapján kísérleti vagy üzemi plantázspanak nevezhetjük.

A felsoroltakon kívül a szakirodalom még további típusokat is elkülönít:

A fenntartó plantázspanban tartjuk fenn a legértékesebb őshonos vagy behozott állományok génanyagát a jövő számára. Ezeket a plantázspanokat rendszerint oltványokkal létesítjük. Legalább 20 egyedet kell a kiválasztott állományból leoltani. Ha magot használunk, utódállományról beszélünk.

A kereskedelmi plantázspan kevésbé szigorú elvek alapján kijelölt törzsfák oltványaival létesítik, a sürgős üzemi magszükséglet előállítására végezték.

A beltenyésztési célra telepített plantázspan homozigóta utódok, a tiszta vonalak előállítására létesül, hogy (a hibrid kukorica előállításához hasonlóan) azok keresztezésével értékes, heterózis hibrideket nyerjünk.

A klónplantázspanoknak számos előnyük van a magonplantázspanokkal szemben, de egyik fő típus sem elégíti ki minden kívánalmat és valamennyi fafajnál egyöntetűen nem alkalmazható. Olyan típusú plantázspan, illetve nemesítési eljárást kell mindig választani, amellyel adott esetben a legrövidebb időn belül a legnagyobb genetikai nyereség érhető el. A magonplantázspanoknak következő hátrányait szokták említeni:

- nem mindig lehetséges a megfelelő utódvizsgálat;
- a termésfokozó eljárások nehezebben alkalmazhatók;
- a termelt mag által várható genetikai nyereség megállapítása nagyon nehéz (különösen nehéz a genetikai nyereség becslése a gazdaságilag fontos jellegekben nagy variabilitású fajoknál, hiszen a nemkívánatos pollent adó egyedeket eltávolítjuk);
- általában nagyobbak a költségei; ezek a kezdeti nagyobb egyszám miatt, a mérések, az utódvizsgálatok és a válogató gyéritések, az ellenőrzött beporzások stb. következtében merülnek fel.

Egyébként a magonplantázspanokban is végre kell hajtani törzs- és koronametszéseket ahhoz, hogy a magot könnyen begyűjthessük. A hideg éghajlatra szánt klónplantázspanokat enyhébb éghajlaton létesíthetik, hogy bővebb és jobb minőségű magot nyerjenek. A magonplantázspanokat azonban a termesztési területen kell létesíteni, az utódvizsgálat szabatos végrehajtása céljából.

A magoncplantázsok *előnye* viszont, hogy elvileg hosszabb életűek, mint a klónplantázsok, mert a vegetatív úton nyert egyedek tulajdonképpen azt a fejlődési szakaszt folytatják, amelyben az oltógally volt, melyet általában idős ágról veszünk.

Ha a genetikai vonatkozásokat nem tekintjük, a klón- vagy magoncplantázs megválasztásában olyan biológiai és technikai kérdések a döntők, mint pl. a gyorsabb termőrefordulás, a vegetatív szaporíthatóság, az ellenőrzött beporzás végrehajtási lehetősége stb. A rendes körülmények között későn virágzó és vegetatív úton viszonylag könnyen szaporítható fajoknál (erdei-, vörös-, luc-, jegenyefenyő) a klónplantázst választjuk, viszont a korán termőre fordul (mézgás éger, nyír) és nehezen oltható fajoknál (pl. *Pinus pinaster*) a magoncplantázs lehet célszerűbb. A tölgy és a juhar ellenőrzött beporzása nehéz, költséges munka, ezért a magoncplantázsok közül választhatunk. Viszont a tölgy későn kezd teremni, ami a klónplantázs mellett szól, annak ellenére, hogy tölgyoltványokat nehéz előállítani. Az erdei-, vörös-, luc-, jegenyefenyő, rezgő nyár, fehér nyár ellenőrzött beporzása klónjaikkal viszonylag könnyű, és így az utódvizsgálatok kisebb költséggel lefolytathatók.

*A klónplantázsok számos előnye ellenére sem tekinthetünk el teljesen a magoncplantázsoktól*, mert az utópopulációkban végrehajtott ismételt kiválogatással ezeknél is mind eredményesebb lesz a nemesítés. Nem szabad megfeledkeznünk az oltványplantázsoknak azokról a hátrányairól, hogy rendszerint érzékenyebbek a biotikus és az abiotikus károsításokkal szemben, és másképpen reagálnak az ápolási munkákra, mint a magoncplantázsok.

### 3.63 A plantázsok létesítése

**A hely kiválasztása.** Racionális magtermesztést csak megfelelő helyre telepített, helyesen méretezett, szakszerűen kezelt plantázsokban folytathatunk. Meg kell tehát keresni a magtermesztés szempontjából optimális termőtájat. Ezt a klimatikus, az edafikus és a gazdaságpolitikai tényezők együttesen determinálják (munkaerő, gépesíthetőség, szakember stb.).

A plantázs akkor szolgáltat bőséges és állandó magtermést, ha *a faj ökológiai igényeinek megfelelő termőhelyen* létesítjük. A talajtényezőkre nagyobb súlyt kell fektetni, mert a *legtöbb faj biológiai tulajdonsága következtében éghajlati optimumában is időszakosan terem*. Alacsonyabb fekvés, napos és meleg klíma — a fajnak megfelelő csapadékkal — rendszerint gyakoribb és bőségebb termést ad. Ne feledjük, hogy az esős tavaszi időjárásnak — a beporzás akadályozása miatt — nagyobb léhamag-tartalom a következménye.

A plantázs talaja legyen jó termőképességű, mély, laza szövetű, morzsás szerkezetű, jó vízgazdálkodású. A plantázs közút vagy vasút mellett, vízforrás közelében, a szakaszemélyzet lakóhelyének tőszomszédságában legyen. Nem szabad a közelben olyan állománynak lennie, amely a károsítók elszaporodását elősegíti. Így pl. nem szabad együtt telepíteni a lucfenyőt és a vörösfenyőt vagy a lucfenyőt és a simafenyőt.

A plantázst az azonos fajú, kisebb értékű állományoktól *izolálni* kell. A minimális izolálási távolság a pollen szóródási távolságától, az idegen pollenforrás kiterjedésétől,

a plantázs nagyságától és egyéb tényezőktől függ. Általában 600–1000 m-es izolálási távolságot kell kihagyni.

**A plantázsok méretezése.** A szakirodalom általában 4–5 hektáros plantázsok létesítését javasolja egy-egy fajból. Hazai tapasztalatok szerint nem szabad területileg elaprózni a magtermő ültetvényeket, hanem néhány nagyobb egységbe kell azokat összefoglalni. Ezek az egységek lehetnek a kiválasztott erdőgazdaságok önálló erdőszetei vagy esetleg önálló gazdasággá is egyesíthetők.

Az erdeifenyő kivételével, az országos viszonylatban szükséges magplantázsok fafajok szerinti méretezésére egyelőre nem áll módunkban számszerű adatokat adni, mert bizonyos fajok (tölgy, bükk, luc stb.) nemesítése terén még csak a kezdet kezdeténél tartunk, és ezért nincsenek az ültetvényes magtermesztés vonatkozásában számszerű adataink.

Hazánk évi erdeifenyő-magszükséglete kb. 3000 kg. Egy hektár erdeifenyő-magplantázs 10–15 éves kortól 20–30 kg tiszta magot produkál. Így a teljes magszükséglet 100 ha területen megtermeszthető.

*Túlzott az a követelés, hogy minden fafaj magmennyiségét magplantázsokban termeljük meg.* Sok fafajnál a természetes felújulás még sokáig fontos felújítási forma marad (tölgy, bükk, gyertyán). A nagy magvú, földről begyűjthető fajok esetében, jobb szervezéssel a magtermő állományok is sokáig hasznosíthatók lesznek magtermesztésre.

**A plantázsok telepítése.** A telepítéskor első és legfontosabb teendő az *ültetési hálózat* megválasztása. Ebben elsősorban a gazdaságossági és kezelési szempontok figyelembevételével kell döntenünk.

A klónplantázsok hálózata  $2 \times 2$  m-től  $16 \times 16$  m-ig változik, de a leggyakoribb a  $4 \times 4$  m-től  $8 \times 8$  m-es hálózat. Ennél sűrűbb hálózatot akkor választanak, amikor egyszeri gyéritést irányoznak elő. Az ennél nagyobb telepítési hálózatnak az a hátránya, hogy kevés a termelt pollen és a nagy távolság miatt a beporzás nem tökéletes. A magplantázsokban leggyakoribb az  $1,5 \times 1,5$  m vagy  $2 \times 2$  m-es hálózat, de ez  $6 \times 6$  m-ig terjedhet (Giertych, 1971).

Bánó (1957) és Retkes (1966) tapasztalatai szerint a négyzetes ültetés nem célszerű, mert vagy túl korán záródik a telepítés, vagy ha nagyon tág hálózatot választunk, akkor a ha-onkénti kis oltványszám miatt kevés termésre számíthatunk. Erdeifenyőre  $4 \times 8$  m-es hálózatot javasolnak. Ennek a hálózatnak az az előnye, hogy a sorközök géppel sokáig művelhetők, azonkívül a begyűjtött toboz szállítását, az esetleges károsítók elleni védekezést lehetővé teszi. Ha a sor- és tőtávolság nem azonos, akkor a növények jobb megvilágítása érdekében K–Ny irányú sorokat telepítsünk, mert így jobb virágzásra számíthatunk.

*Az egyes klónokat vagy családokat a plantázsban úgy kell elrendezni,* hogy valamennyi egyednek meglegyen a lehetősége az összes többi klónnal, családdal való beporzásra, továbbá az önbeporzás lehetősége a minimumra csökkenjen. Az elrendezés erősen függ a fafajtól, a plantázs céljától, a rendelkezésre álló terület nagyságától, fekvésétől, a klónok vagy a családok, és az oltványok vagy a csemeték számától, az anyagi lehetőségektől. A továbbiakban néhány, a gyakorlatban alkalmazott fontosabb elrendezést sorolunk fel, elsősorban Faulkner (1975) nyomán.

### Soros blokk

A klónokat sorokba ültetik el. Egy-egy sor az összes klónhoz tartozó egyedeket, oltványt tartalmazza (21. ábra).

### Randomizált blokk

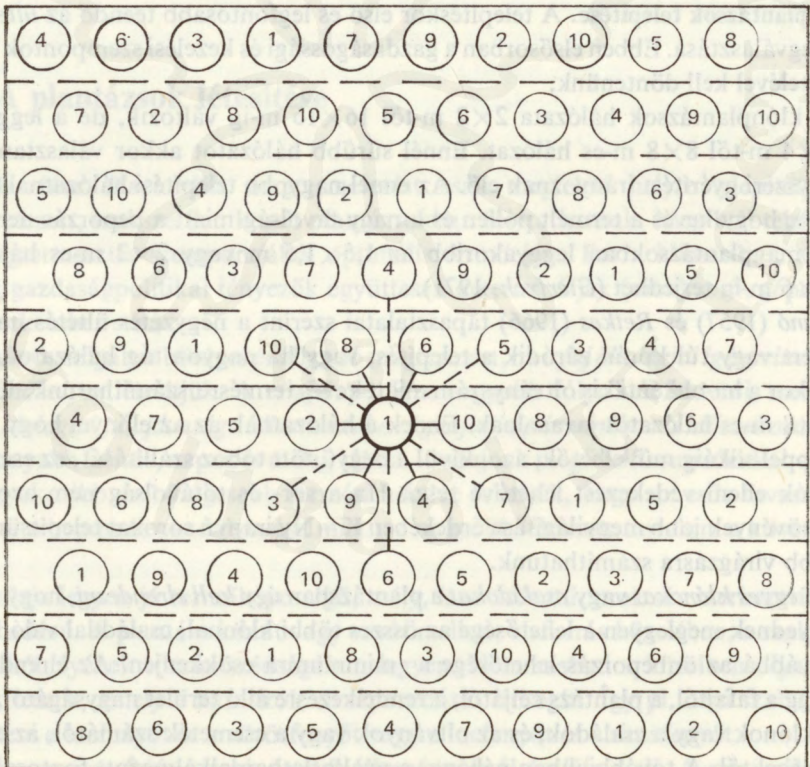
A klónokat teljesen véletlen elrendezésben helyezik el a területen. A blokkok nem egyformák, mert némely esetben csupán egy oltvány képvisel egy klónt, míg gyakrabban kettő vagy több, de minden klón szerepel minden blokkban.

### Randomizált teljes blokk

A terület egyenlő blokkjaiba minden klónnak ugyanúgy egy vagy több oltványa kerül. Az oltványok helyzete minden blokkon belül teljesen véletlen elrendezésű, és az elhelyezés csupán abban az esetben kerül megváltoztatásra, ha a blokkokban az oltványok egymáshoz való viszonya véletlenül azonos lenne. Magoncplántázs telepítéséhez a 22. ábrán adunk példát.

### Változatlan blokk

A randomizált teljes blokk elrendezéséhez hasonló, csupán az a különbség, hogy minden egyes blokkban azonos az oltványelrendezés.



21. ábra. Soros blokk elrendezési terv (10 klónból 10–10 oltványt tartalmaz)



o o o o o o o o o o o o o o o o o					
o o o o o o o o o o o o o o o o o					
o o	• • 1 •	• • 9 •	• • 17 •	• • 25 •	• • 10 •
o o	2	10	18	26	14
o o	3	11	19	27	9
o o	4	12	20	28	15
o o	5	13	21	29	12
o o	6	14	22	30	3
o o	7	15	23	31	2
o o	8	16	24	32	16
o o	12	25	19	10	1
o o	5	22	4	14	21
o o	20	11	8	23	13
o o	24	6	1	7	19
o o	30	27	18	28	6
o o	2	31	13	16	30
o o	17	15	29	21	8
o o	• • 32 •	• • 26 •	• • 9 •	• • 3 •	• • 12 •
o o	29	31	7	4	5

- blokkhatár
- parcellahatár
- o o izolálósáv
- • utódpopulációk (családok)

22. ábra. Magoncplántázs elrendezési terve (minden randomizált blokk 32 törzsfű 3–3 utódját tartalmazza; Bouvarel után)

**Váltakozó blokk**

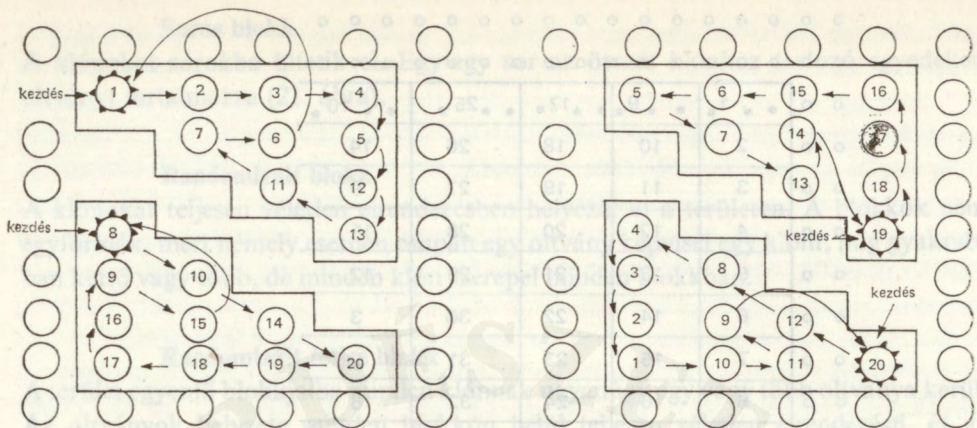
A klónok elrendezése az egymást követő táblákban szisztematikusan változik, amint azt a 23. ábra mutatja.

**Visszafordított blokk**

A váltakozó elrendezés speciális változata. A párosított blokkokban a klónok fordított elrendezésben kerülnek a helyükre (24. ábra).

**Kiegyensúlyozatlan, nem teljes blokk**

Minden egyes klónt vagy családot egy vagy több oltvány vagy csemete képvisel, attól függően, hogy mennyi a rendelkezésre álló anyag. Ennek következtében a blokkok nagysága és benne a parcellák száma változik. Baradat et al. (1970) *Pinus pinaster* magoncplántázs telepítésére javasolták.



23. ábra. Váltakozó blokk elrendezés

### Kiegyensúlyozott, nem teljes blokk

A klónokat véletlen elrendezésben keverik az egyes táblákban. A parcellákba ültetett oltványok száma kevesebb, mint a klónok száma (25. ábra). Az elrendezést a következő összefüggések jellemzik (Langner, 1958):

$$n(t-1) = r(k-1) \quad \text{és} \quad rt = bk,$$

ahol

$t$  = a klónok száma,

$k$  = klón/parcella,

$b$  = a parcellaszám összesen,

$n$  = oltvány/klón,

$r$  = a parcellaszám egy blokkban.

7	11	4	3	2	1	8	7	12	3	
6	12	5	7	10	8	6	4	10	5	
5	12	6	9	5	5	9	1	11	2	
4	11	7	6	8	10	7	2	11	1	
3	10	8	1	1	2	3	5	10	4	
2	9	9	2	11	4	12	3	12	7	8
1	8	10	3	12	4	11	6	9	9	6

24. ábra. Visszafordított blokk elrendezés

a			b		
1 2 3	2 4 10	3 8 9	2 3 1	10 6 5	10 8 1
1 2 4	2 5 8	3 9 10	5 9 4	2 9 7	3 9 10
1 3 5	2 5 9	4 5 9	7 6 10	8 3 4	2 5 8
1 4 6	2 6 7	4 5 10	3 1 5	9 6 8	10 4 2
1 5 7	2 7 9	4 6 9	8 4 7	3 10 7	5 1 7
1 6 8	2 8 10	4 7 8	5 9 2	4 1 2	8 9 3
1 7 9	3 4 7	5 6 10	1 6 8	5 6 3	4 6 1
1 8 10	3 4 8	5 7 8	3 4 7	2 8 10	7 5 8
1 9 10	3 5 6	6 7 10	10 9 1	10 4 5	6 9 4
2 3 6	3 7 10	5 8 9	7 2 6	9 7 1	2 3 6

$$t = 10, k = 3, r = 9, b = 30, n = 2$$

25. ábra. Kiegyensúlyozott, nem teljes blokk elrendezés: a) elméleti elrendezés, b) táblán belüli és táblák közötti randomizálás után

**Ciklikus, kiegyensúlyozott, nem teljes blokk**

A véletlen, nem teljes blokk különleges változata, amelyben parcellánként 3 vagy 4 oltványt ültetnek, és az egyes ismétlésekben az elrendezést körben úgy állítják össze, hogy a klónok számához hozzáadnak vagy abból kivonnak egy meghatározott számot (Freeman, 1969, 26. ábra).

5 15	9 27	24 8	20 29	6 2
4 12	1 3	10 30	16 17	18 23
6 16	20 28	25 9	21 30	7 4
5 13	2 4	11 31	17 18	19 24
7 17	11 29	26 10	22 31	8 5
6 14	3 5	12 1	18 19	20 25
↓ stb.				↓ stb.

$$t = 31, k = 4, r = 20, b = 155, n = 2$$

26. ábra. Ciklikus, kiegyensúlyozott, nem teljes blokk elrendezés

### Irányított ciklikus, kiegyensúlyozott, nem teljes blokk

A kiegyensúlyozott nem teljes blokk elrendezésnek a módosítása úgy, hogy a klónok egymást követő oszlopaiban a klón számához egy meghatározott számot hozzáadnak vagy abból kivonnak. Kelet-Afrikában a *Cupressus lusitanica*-plantázsokban Freeman (1967) ajánlotta a határozott szélirány kihasználására a természetes beporzás ideje alatt (27. ábra).

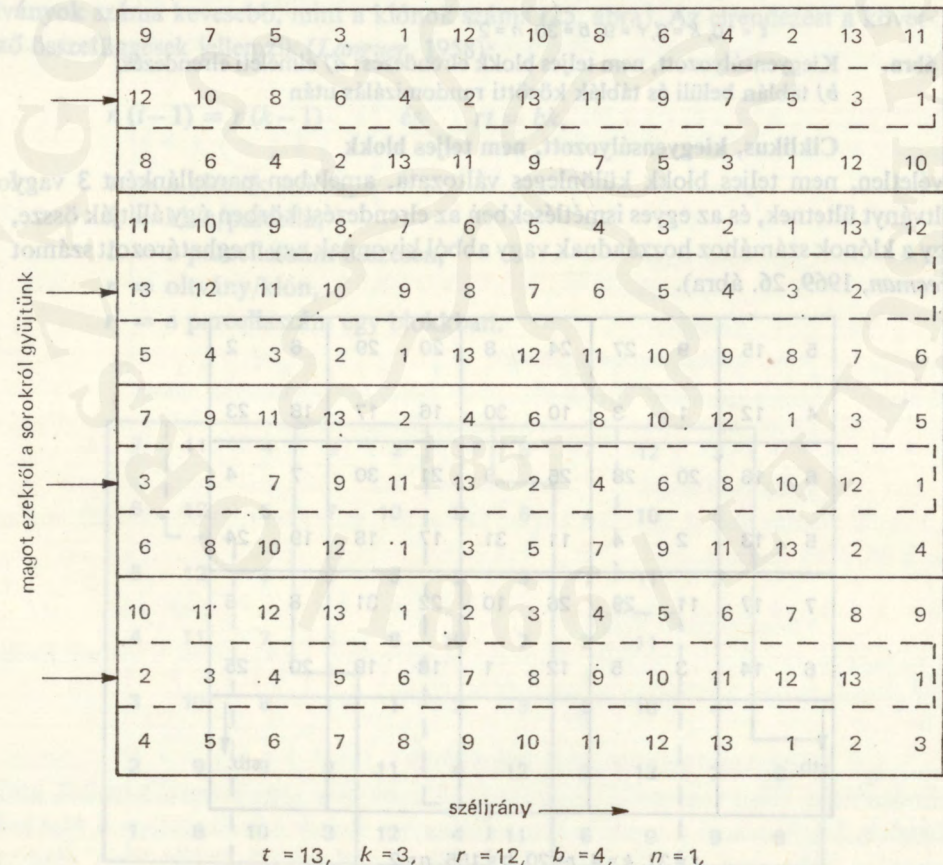
### Kiegyensúlyozott rácsnégyzet

A kiegyensúlyozott, nem teljes blokk kísérlet speciális esete, amikor az oltványszámok négyzete megegyezik a klónok számával ( $k^2 = t$ , Cochran–Cox, 1957; 28. ábra; l. a 3.423 fejezetet is).

### Szisztematikus elrendezés

A klónokat úgy rendezik el a sorokban, hogy az egymást követő sorokban csupán a kezdő klónszám változik, a sorrend nem (Giertych, 1971, 40. kép, 29. ábra).

A legmegfelelőbb elrendezés, mint ahogy azt már említettük, számtalan körülménytől függ. Az alkalmas megoldás kiválasztásához a 7. táblázat segít az erdészeti nemesítő-



27. ábra. Irányított ciklikus, kiegyensúlyozott nem teljes blokk elrendezés

1	2	3	4	5	1	6	11	16	21	1	7	13	19	25
6	7	8	9	10	2	7	12	17	22	21	2	8	14	20
11	12	13	14	15	3	8	13	18	23	16	22	3	9	15
16	17	18	19	20	4	9	14	19	24	11	17	23	4	10
21	22	23	24	25	5	10	15	20	25	6	12	18	24	5
1	12	23	9	20	1	17	8	24	15	1	22	18	14	10
16	2	13	24	10	11	2	18	9	25	6	2	23	19	15
6	17	3	14	25	21	12	3	19	10	11	7	3	24	20
21	7	18	4	15	6	22	13	4	20	16	12	8	4	25
11	22	8	19	5	16	7	23	14	5	21	17	13	9	5

$$t = 25, \quad k = 5, \quad r = 6, \quad b = 30, \quad n = 1,$$

28. ábra. Kiegyensúlyozott rácsnégyzet elrendezés

nek. Mindenesetre azt is figyelembe kell venni, hogy az eddig létesített plantázsok tervezésekor általában feltételezték, hogy minden klón vagy oltvány illetve család vagy csemete

- ugyanabban az időben virágzik,
- virágzási időszaka ugyanannyi ideig tart,

1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3
6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8
11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13
3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5
8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10
13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2
5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>

$$t = 13, \quad k = 1, \quad b = 7, \quad r = 7, \quad n = 1$$

29. ábra. Szisztematikus elrendezés

**7. táblázat.** A különböző magtermőplántázstípusok alkalmasságának összehasonlítása  
(xx = igen alkalmas, x = alkalmas, - = nem alkalmas)

Plántázstípus	Soros	Rando- mizált blokk	Rando- mizált teljes blokk	Válto- zatlan blokk	Válta- kozó blokk	Vissza- fordí- tott blokk	Ki- egyen- súlyo- zatlan, nem teljes blokk	Ki- egyen- súlyo- zott, nem teljes blokk	Cikli- kus, ki- egyen- súlyo- zott, nem teljes blokk	Irányi- tott, ciklus- kiegyen- súlyo- zott, nem teljes blokk	Ki- egyen- súlyo- zott rács- négy- zet	Szisz- tema- tikus elrend- zés
Szemponctok												
Önbeporzást kizárja												
Elősegíti a szabad beporzást												
Lehetővé teszi szisztematikus gyérintés nélkül, hogy a klónok összetétele meg- változzon	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	x	x
Lehetővé teszi, hogy a plántázs egy részét más kísérletekre is használják	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-
Adatokat szolgáltat a klónok összehason- lítására	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-
Lehetővé teszi a klónok áthelyezését spe- ciális toboz-, ill. maggyűjtés céljára	x	x	x	x	x	x	+	-	x	x	x	x
Lehetővé teszi a továbbfejlesztést	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	-	x
Bármilyen formájú területre telepíthető	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
Bármennyi klónt vagy oltványt el lehet helyezni	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
Ismereteket ad a kompatibilitásra, a virág- zás idejére	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
Alacsony a tervezési költsége	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
Könnyű a tervezése és kivitelezése	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-

- c) minden egyes szomszédval beporozható és azonos számú, életképes magot fog teremni,
- d) kevés lesz az öntermékenyítésből származó magvak száma és
- e) az egyes egyedek növekedése és koronaalakja azonos lesz.

Ma azonban már tudjuk, hogy ezek a feltevések nem állják meg a helyüket. Az lesz eredményes nemesítő, aki szorgalmasan megfigyeli az egyedeket, adatokat gyűjt a klónok, csemeték viselkedéséről, egymásra gyakorolt hatásaikról, keresztezési lehetőségükről, az utódok növekedéséről, és mindezeket az ismereteket felhasználja a következő plantázatok létesítésekor. Csak ilyen adatgyűjtés alapján lehet a jövőben az összegyűjtött adatokat maximálisan hasznosítani, vagyis mindegyiket termő plantázst létesíteni.

Nálunk *Bánó* az erdeifenyőre, *Tuskó L.* a vörösfenyőre, *Kopecky* a Leuce szekcióba tartozó nyáakra és hibridplantázatokra dolgozott ki elrendezési terveket.

Amennyiben a fekvés és a talajadottságok lehetővé teszik, *teljes talaj-előkészítéssel* kell a plantázst telepítésre előkészíteni. Szükség van sok esetben idegen fajokkal telepített *védősávrendszer* kialakítására is. A szélső védősávok 3–7 sor cserjéből és fából, a plantázson belül pedig 2–4 sor fából-cserjéből álljanak. A párhuzamos sávok távolsága a szélre merőleges irányban 200 m, azzal párhuzamosan 300–400 m.

**A plantázatok kezelése.** A plantázatokban szükséges kezelési munkákat 3 csoportba soroljuk:

1. *Talajművelés, trágyázás, öntözés*, amelynek az a célja, hogy a növekedés, de legfőképpen a virágzás és terméskötés érdekében az optimális tápanyagot és a vizet hozzáférhetővé tegyék.
2. Az egyedek *föld feletti részének ápolására, alakítására irányuló munkák* — nyesés, termésrerkentés mechanikai módszerei, lombtrágyázás. Itt legfontosabb, hogy a fák ne nőjenek 8–10 m-nél magasabbra, a magtermő ágak rövid és erőteljes törzsön helyezkedjenek el.
3. *A biotikus és abiotikus károsításokkal szembeni védekezés.*

A plantázatokban a legintenzívebb kezelést kell alkalmaznunk. Bármelyik fontos ápolási munka elmaradása csökkentheti, ill. megsemmisítheti a többi, rendszerint nagy költséggel végrehajtott fenntartási munkát.

**Teljes talajápolást** kell alkalmazni — ha egy mód van —, ahol sík vidékre tervezzük a plantázatokat. Kezdetben az oltványok kitanýérozásából vagy pásztás sorműveléséből állhat az ápolás, később a sorközökben Gramoxone, az oltványok körül Reglone vagy egyéb korszerű vegyszerrel irthatjuk a gyomokat.

A terület jobb hasznosítása céljából **köztes művelést** is folytathatunk. A köztes növény megválasztásakor arra kell ügyelnünk, hogy az ne zsarolja ki a talajt, ne nyomja el méreteivel az oltványokat, és főleg ne legyenek a főnövényvel közös károsítóik. Köztesként sovány talajon 2–3 évenként alkalmazhatunk zöldtrágyanövényt, amit azután műtrágyázással egybekövté alászántunk. Jó köztes a karácsonyfatelep is. A 8 m-es sorba középre, 1×1 m-es kötésben 5–6 sor luc telepíthető be. Ezek a

plantázs termőrefordulásáig kiadhatók karácsonyfának, a rossz alakúak pedig vágott zöldként koszorúkötésre hozhatók forgalomba.

**Trágyázás.** A plantázsokban eddig lefolytatott trágyázási kísérletekből nem lehet általános végkövetkeztetést levonni. A trágyázás azonban minden esetben növelte a magtermést. A legjobb eredményt valamennyi kutató akkor érte el, ha a N-t, a P-t és a K-ot együtt alkalmazta. A trágyázás magtermésre gyakorolt hatása legkifejezettebb volt sovány talajon, fiatal ültetvényben, a gyökérzet fő elterjedési zónájában alkalmazott helyi trágyázásnál, a virágrügyek differenciálása előtti – vagyis március–májusi – adagolással. Kora tavasszal kell kiszórni az istállótrágyát vagy az érett fekált is. A nitrogén általában tavasz végén, a kálium kora tavasszal és a foszfor ősszel adagolva a leghatásosabb.

A műtrágyák granulált formában fejtik ki legtartamosabban kedvező hatásukat. Istállótrágyából hektáronként és háromévenként 20 tonnát, fekálból 10–15 tonnát célszerű adni. A műtrágyákból 2N–1P–1K arány a legmegfelelőbb. Így pl. *Matthews* (1953) 112 kg N, 56 kg P és 56 kg K adagolását javasolja évenként.

Az utóbbi években mindinkább előtérbe került a plantázsokban is a *lombtrágyázás*, amivel kapcsolatosan főképpen japán, szovjet és román kutatók értek el figyelmet érdemlő eredményeket.

**Öntözés.** A legtöbb kutató egyetért abban, hogy kevés csapadékú vidékeken a plantázsok magtermését leghatásosabban öntözéssel lehet fokozni. A szabadföldi vízkapacitásnak sohasem szabad 70–75% alá esnie. Az öntözés akkor a legeredményesebb, ha egy-egy alkalommal 0,6–1,0 m mélységig átázik a talaj. Ez ha-onként 350–700 m<sup>3</sup> (35–70 mm) vizet jelent. Az öntözési módszerek közül a *permetező* és a *mélybarázdas öntözés* jöhet számításba. Évente 3–5 öntözést célszerű előírni, a csapadék eloszlásától és a faj fenofázisaitól függően. A növényeknek általában a legtöbb vízre a virágzás elmúltával, a termésrakódás megindulásakor, továbbá a virágrügyek differenciálódásának időszakában (július–augusztusban) és ősszel, a növekedés megszűnése előtt van szükségük. Az öntözést a helyi adottságok, a gazdaságosság és a talaj fizikai tulajdonságai szabják meg.

**A plantázsok nyesése.** A kiültetett oltványok megfelelő ápolás mellett gyors növekedésnek indulnak. Tölgy és más nagy magvú növény esetében ez nem jelent veszélyt, mert a beérett termés lehullik és érés után – ha az ültetvény alját gyommentesen tartjuk – teljes mennyiségben begyűjthető a földről.

Az apró, repülő magvú fajok – mint a fenyők, nyárok – magja csak maghullás előtt gyűjthető a fáról.

A kiültetett erdeifenyő-oltványok 8. évkre elérik a maximális hossznövekedésüket, és évi átlagban 70 cm-t nőnek. Ez azt jelenti, hogy a plantázs 30 éves korára 15–20 m magasságot érhet el. Ilyen magas fákról a termés már csak mászással gyűjthető be, ami nagymértékben megnöveli a begyűjtés költségeit. Szükség van tehát az oltványok magassági növekedésének mesterséges csökkentésére. Bajtiban *Retkes* (1966) végzett erdeifenyő-nyesési kísérletet gömbölyűre metszéssel, magas katlanozással és mélyen (talajközélen) végzett katlanozással.



A kísérlet kiértékelésekor megállapította, hogy *legalkalmasabb a gömbölyű korona*. A szétterülő katlan nem alakítható ki, mert az oltványok ágai középre összehajolnak. Igen fontos megállapítása, hogy metszéssel a nővirágok tömeges megjelenését nem lehet előbbre hozni. Erőteljes metszésre az oltványok fokozott vegetatív növekedéssel válaszolnak, ami termés-csökkenéssel jár. A metszés kihat a rügydifferenciálódásra, így befolyásolja a következő 2–3 évi virágzást és termést. A metszéssel eltávolított virágrügyes hajtások a termést közvetlenül csökkentik. A metszést követően nő a tobozok mérete.

A plantázatok nyesésekor igyekezzünk tehát a természetes koronaalakhoz közel álló koronaformát kialakítani, és *rendszeres, de kismértékű nyeséssel* csökkenteni a magassági növekedést, hogy a metszés ne okozzon termés kiesést.

1. a változóanyag növekedése,  
2. a károsító elleni rezisztencia fokozására,  
3. ökológiai követelmények.  
növekedési intenzitásának és a növekedési  
gyorsabb minőségű jelleget megváltoztatására.

Az új leírásban már az volt (és az új leírás) természetesen kellekett  
poliploidoktól és emellett azokat a leírásokat is, ahol megjelölték poliploidok mesterséges előállítását, ami különböző technikák alkalmazásával lehetséges.  
Ehhez a *Populus grandis* által bizonyos előfeltételekkel a poliploiditásra megvalósítás  
gyakorlati jelentősége az, hogy megvalósítható a károsítás és a károsítás  
nemcsak előírásoktól.

Genetikai mesterséges kiválasztás (öntény-, gamma- és egyéb sugár) valamint  
bizonyos vegyszerek segítségével érkeiünk el az új poliploiditásra, melynek során  
látható vezet. Ezen kívül a mutációk előállításának lehetőségei (ahol kennek) és  
valójában, hogy a mutációk nemcsak a földön, hanem a vízben is megvalósíthatók az  
érkei leírások javításában, ahogyan a gyors fejlődésben lévő molekularitás következik mind  
újabb leírásokat is.

4.1 A poliploidok jelentősége a nemestésben  
4.1.1 A poliploiditástól általában

Poliploidia: a kromoszómaszámok egy számú, kétből többféle megosztásból  
az a poliploid az, amelynek kétből több megosztásból

van.

## 4. Nemesítési módszerek kis változékonyság vagy speciális célkitűzés esetén

Az előzőkből kitűnik, hogy a szabad beporzású erdei fáknál a változékonyság igen nagy, és ez a változékonyság a természetes evolúció fontos alapja. Némely esetben az adaptáció során a variációk egy része kiszelektálódott és kialakult a környezettűrő képesség. Ez sok esetben a faj „klímax”-változatát hozta létre, amelyben a jelenlegi génállomány minden további változása kedvezőtlenül teheti az újabb változatok vagy ökotípusok fennmaradását. Ha a környezeti pl. emberi behatásokra megváltozik, a megmaradt változékonyság nem képes újabb változatokat létrehozni; ilyen esetben szokásos a nemesítési módszerek kiegészítésére a poliploiditást és a mutációt segítségül venni. Ez utóbbi kettő alkalmazását *Gustafsson* (1960) javasolta:

1. a változékonyság növelésére,
2. a károsítók elleni rezisztencia fokozására,
3. ökológiai követelmények, növekedési tulajdonságok és egyéb minőségi jellegek megváltoztatására.

Az 1.21 fejezetben már szó volt (rezgő nyárnál, nyírnél) természetesen keletkezett poliploidokról és említettük azok erdészeti jelentőségét is. Azóta megkísérelték poliploidok mesterséges előállítását, ami különböző technikák alkalmazásával lehetséges. Eltekintve a *Populus* genusnál elért bizonyos eredményektől, a poliploiditásra nemesítés gyakorlati jelentősége ez ideig messze elmarad a kiválasztásos és a keresztezéses nemesítési eljárásoktól.

Génmutációk mesterséges kiváltása röntgen-, gamma- és egyéb sugarak, valamint bizonyos vegyszerek segítségével erdei fáinknál is új örökletes tulajdonságok kialakulásához vezet. Irányított mutációk előállításának lehetőségei tehát fennállnak, és valószínű, hogy a mutációs nemesítés is abban a mértékben lesz mind jelentősebb az erdei fafajok javításában, ahogyan a gyors fejlődésben levő molekuláris genetika mind újabb felismerésekhez jut.

### 4.1 A poliploidok jelentősége a nemesítésben

#### 4.11 A poliploiditáról általában

*Poliploidia*: a kromoszómasorozatnak egész számú, kettőnél többszöri megsokszorozódása. Poliploid az olyan egyed, amelynek kettőnél több monoploid kromoszómasorozata van.

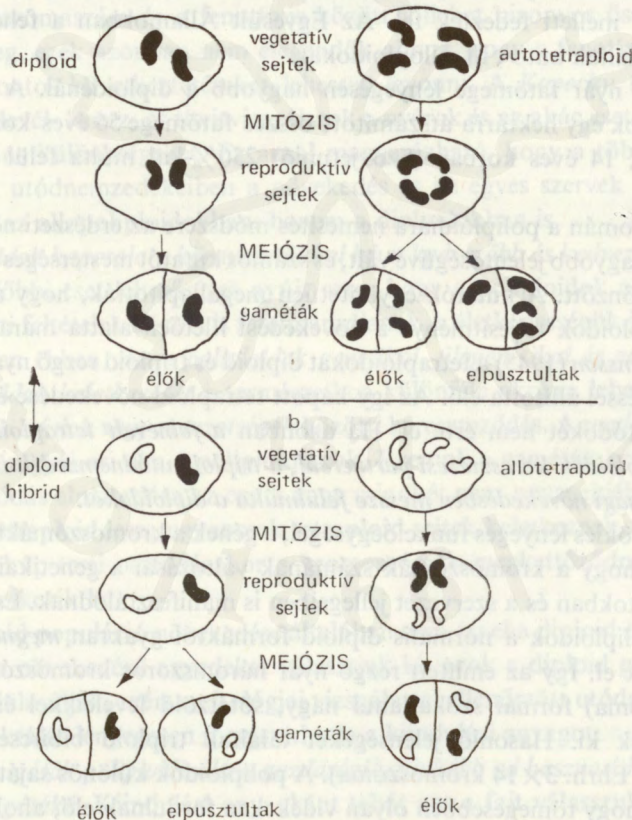
**A kromoszómaszám megváltozása kétféle módon történhet:**

1. az egész kromoszómaszerelvényt érintő számbeli változással, amit *euploidiának* nevezünk;
2. a kromoszómaszerelvényen belül csak egyes kromoszómák száma változik, amit *aneuploidiának* mondunk.

*Euploidia* esetén, ha a fajra jellemző kromoszómaszám egész számú többszörösére változik, *autoploidiáról* (autopoliploidia), ha fajok közti kereszteződéskor a két faj jellemző kromoszómaszám-összege alapján változik, *alloplóidiáról* (allopoliploidia) beszélünk. Az autoploidban a haplomok azonosak, az alloplóidban a haplomok különböznek (30. ábra).

A kromoszómaszám nemcsak növekedhet, amikor *hiperplóidiáról*, hanem csökkenhet is, amikor *hipoplóidiáról* beszélünk.

A kromoszómák megváltozásának kifejezésére euploidia esetén a haploid kromoszómaszámot ( $n$ ) vesszük alapul, s ennek 2, 3, 4... többszörös megjelenése alapján di- ( $2n$ ), tri- ( $3n$ ), tetra- ( $4n$ ), ... poliploidok ( $xn$ ) megjelölést használunk. Ha a haploid szerelvények már maguk is egy régebbi poliploidizációs megváltozás eredményei,



**30. ábra.** a) A normális diploidok és autotetraploidok osztódása, b) diploid hibridek és allotetraploid származékaik osztódása (*Wright* után)

akkor  $n = 2x, 3x$  stb. ( $x =$  az eredeti haploid szerelvény) euploidia, és  $n = x_1, x_2$  stb. aneuploidia esetén. A diploid ugyanígy:  $2n = 4x, 6x$  stb., ill.  $2n = 2x_1, 2x_2$  stb. Ilyenkor *poliploid sorokról* beszélhetünk.

A rokon fajok – a poliploidia foka szerint – többször képeznek sorozatokat: a nyárnemzetségen belül pl.  $n = 19, 2n = 38, 57, 76$ , a fűzennemzetségen belül pedig pl.  $n = 19, 2n = 38, 57, 76, 114, 152, 190$  vagy  $n = 22, 2n = 44, 88, 176$ .

A poliploidia általában a *menyiségi jellegekre* hat ki, de csaknem mindig tapasztalhatunk minőségi jellegbeli eltéréseket is. Ritkán olyan is előfordul, hogy semmiféle szembevető jellegváltozással nem jár.

A *poliploidia gyakorisága* a növényvilág törzseinél igen változó. A nyitvatermőkre pl. nem jellemző, a zárvatermők esetében leggyakoribb az élőlágyszárúak között, míg a fás növények körében a legritkábban fordul elő. Utóbbiak esetében még a közeli rokonok között is igen eltérően jelentkezik, mert pl. a fűzeknél sok, a nyáraknál kevés, a nyíreknél gyakori a poliploid egyed, de a nyírfélék többi genuszában teljesen hiányzik.

A poliploidia nemesítés nagy erdőgazdasági jelentőségére a figyelmet azok a természetben talált rezgő nyár *gigász* alakok hívták fel, amelyeket Nilsson-Ehle (1936) Lillő félszigeten, Johnsson (1940) Svédország további 9 vidékén, a Szovjetunióban Jablov (1941, in: Nemky szerk., 1968), Sarunszk és Ivannikov (1952, in: Jablov, 1962) Obojanszk mellett fedeztek fel. Az Egyesült Államokban a fehérszárúak és kőrisek között találtak auto-, ill. alloplidokat.

A triploid rezgő nyár fatömege lényegesen nagyobb a diploidénál. A sarjeredetű triploidállományok egy hektárra átszámított összes fatömege 56 éves korban (Svédország) 36%-kal, 14 éves korban (Szovjetunió) 250%-kal múlta felül a kontrollparcelláét.

E felfedezések nyomán a poliploidia nemesítés módszere az erdészeti növény nemesítésben is egyre nagyobb jelentőségűvé vált, és számos kutató mesterséges poliploidok előállítására ösztönzött. A kutatók egyöntetűen megállapították, hogy az erdei fák esetében a tetraploidok teljesítménye a növekedést illetően alatta marad a diploid egyedekének. Johnsson (1945) a tetraploidokat diploid és triploid rezgő nyár szülőkkel végzett keresztezéssel állította elő. Az így kapott tetraploid növekedése és életképessége a diploid utódokét nem érte el. Ha azonban a *felnevelt tetraploid egyedeket használta fel a diploidok keresztezési partneréül, a triploid utódnemzedék mind magassági, mind vastagsági növekedésben messze felülmúlta a diploidokét.*

Mint hogy az átöröklés lényeges funkcióegységei, a gének a kromoszómákban vannak, eleve valószínű, hogy a kromoszómák számának változásai a genetikailag vezérelt fejlődési folyamatokban és a szervezet jellegeiben is manifesztálódnak. És ez valóban így is van. A poliploidok a normális diploid formáktól gyakran *megnagyobbodott szerveikkel* térnek el. Így az említett rezgő nyár háromszoros kromoszómasorozatú ( $3 \times 19$  kromoszóma) formái szokatlanul nagy, sötétzöld levelekkel és vastagabb törzseikkel tűntek ki. Hasonló jelenségeket találtak triploid bibircses nyíreknél (*Betula verrucosa* Ehrh.  $3 \times 14$  kromoszóma). A poliploidok különös sajátosságaira utal egyébként az is, hogy tömegesebben olyan vidékeken fordulnak elő, ahol szélsőségesebb ökológiai viszonyok uralkodnak. Triploid rezgő nyárakat és bibircses nyíreket eddig csak Európa északi és északkeleti részén találtak.

A poliploidoknak a nemesítő számára kellemetlen tulajdonsága, hogy többnyire erősen *csökkent fertilitásúak*. Ennek okai a redukciós osztódás zavarai között kereshetők. A redukciós osztódás során a homológ kromoszómák a triploidoknál nem tudnak párokat (bivalenseket) képezni, hanem csak hármast (trivalenseket). A véletlenül van bízva, hogy a 3 homológ kromoszóma az „n” trivalens mindegyikénél hogyan válik szét. Ezért a gaméták kromoszómaszáma egészen különböző lesz. A normálistól eltérő kromoszómaszámú ivarsejtek összeolvadása — amennyiben az utóbbiak egyáltalán életképesek — aneuploid egyedekre vezet, amelyek vitalitása és fertilitása többé-kevésbé csökken, és növekedésükben is zavarok mutatkoznak. Az ilyen páratlan számú poliploidok mint a triploid rezgő nyárok, nyírek stb. tehát ivaros szaporodás révén nem tarthatók fenn.

A poliploidok gyakran *sterilek*: ezek a természetben nem maradnak fenn. A kromoszómaszám növekedése általában együtt jár a *sejt részbeni megnövekedésével*. A sejt növekedésének viszont csak akkor következménye az *egész növény gyarapodása, ha a sejtosztódás intenzitása változatlan marad*, mert a poliploidia csökkentheti ezt az intenzitást, és ekkor a poliploid egyedek kicsik maradnak.

A nagyobb sejtméret a virágporszemcsékben, a sztórákban és azok kísérősejtjeiben a legszembetűnőbb, de gyakran a nagyobb levelekben, vastagabb levéllemezekben, nagyobb virágokban és termésekben is tükröződik.

A kromoszómaszám és a fenotípus között jóllehet bizonyos összefüggések állapíthatók meg, ezek azonban nem elegendők ahhoz, hogy a fenotípus alapján a ploid-szintre pontos következtetéseket lehessen levonni. A *Kopecky* (1966) által végzett sztóma-, levél- lemez- és tövisvizsgálatok a nyárok és az akác esetében nem mutatnak szignifikáns különbségeket. Ez azzal magyarázható, hogy a többnyire heterozigóta erdei fák utódnemzedékeiben a növekedés és az egyes szervek méretei is változóak nemcsak az allopoliploidokban, hanem a diploidokban is.

A *poliploidok kapcsolata környezetükkel lehet kedvezőbb és kedvezőtlenebb* a diploidokénál. Előbbi eset lehetőséget nyújt arra, hogy a poliploidok a diploidoktól eltérő környezeti feltételek között is fennmaradjanak, s életképességük is kedvezően alakuljon. Éppen ebben van a *poliploidok genetikai, filogenetikai és gazdasági jelentősége*. A *poliploidok keletkezését* a természetben különféle okokra lehet visszavezetni: leggyakoribb a *fajok vagy nemzetségek közötti kereszteződés*. A *rendellenes sejtmegosztódás* szintén gyakori oka a poliploidianak. Ilyen pl. a gaméták képződésénél a redukciós osztódás elmaradása az egyik vagy mindkét nem anyasejtjében, amikor a zigóta tri-, ill. tetraploid lesz; ugyancsak tetraploid sejtek keletkeznek, ha pl. a zigóta vagy a tenyészkúp testi osztódásakor a kromoszómák megkettőződnek, de magosztódás nem következik be.

A poliploid populáció növekedése általában nem éri el a diploid értékeit. Ha azonban a legjobb növekedésű egyedeket választjuk ki, azok a diploid generáció egyedeinek zömét felülmúlják, ezért a citológiai vizsgálattal ellenőrzött utódnemzedékekben végzett szelektálás lényegesen megjavíthatja a kiindulási anyagot.

A *heterozigóták poliploidizálása gazdaságilag inkább ad hasznosítható eredményt, mint a homozigótáké*. Kiindulási anyagként tehát azt a fajt válasszuk, amelynek formái, rasszai lehetőleg minél több gén tekintetében heterozigóták. A kiindulási anyagnak egyúttal kiterjedtnek is kell lennie és fel kell ölelnie a biotípusok egész sorát. Termé-

szetesen a poliploidiaira nemesítés esetében is szem előtt kell tartanunk azt a fontos elvet, hogy a nemesítő csak azokat a genetikai tulajdonságokat tudja az új fajtában egyesíteni, amelyeket a kiindulási anyag magában foglal. Ha tehát az eddiginél jobb, gazdaságilag hasznosítható eredményt akarunk elérni, akkor a poliploidiaira nemesítést nem választhatjuk el a törzsfaszelektálástól és a kombinációs nemesítés módszereitől (Kopecky, 1966).

Mesterséges poliploidok előállítására történhet sorozatosan regeneráltatás (egymást követő vegetatív szaporítás), hőmérséklet-változás, besugárzás és kémiai anyagok, mint a kolhicin, fenil-uretán, naftalin-etilén, antibiotikumok stb. alkalmazásával. Legnagyobb jelentősége a kolhicinnek van, amit 1930-ban fedeztek fel.

A kolhicinkezelés nagy előnye, hogy csak a mitózis lefolyását befolyásolja. Nem állítja meg a sejtek növekedését, zavartalanul folyik le a kromoszómák osztódása, kialakulása. Hatása abban nyilvánul meg, hogy a két kromatida szétválása nem következik be, mert a kolhicin megzavarja a magorsó képződését, s így a kromoszómaszerelvény megkettőződik.

A kolhicinkezelést végezhetjük: magon, csíranövényen, a hajtáscsúcs, a gyökér tenyészőkúpján, a csúcsrügyön, a virágrügyön stb. Az eredmény szempontjából lényeges, hogy fiatal, intenzív osztódásban levő szöveteket kezeljünk.

A kezeléshez használt kolhicinoldat töménysége, valamint a kezelési idő tartama fafajonként változhat, ezért az optimumot kísérletekkel előzetesen kell megállapítani. Nyár-, akác- és fűzcsíranövények esetében pl. gyökérzetük 0,1%-os oldattal, 48–96 órán át tartó kezelése a legmegfelelőbb (Kopecky, 1966).

Magkezelés esetében lényeges, hogy a kolhicinezés időszakában a plumula már intenzív osztódásban legyen. Ezt azzal érhetjük el, hogy a magot vízben előcsíráztatjuk vagy duzzasztjuk.

Az erdészeti növény nemesítésben főként a mag kezelése terjedt el, pedig ez szolgáltatja a leggyengébb eredményt. A magkezeléskor ugyanis a kolhicin hatására a hipokotil (nyár, fűz), ill. a gyököcske (akác) bunkószerűen megvastagszik. Ez a nyár- és a fűzcsíranövények pusztulását idézi elő, mert nem tudnak talpraállni, az akác sziklevelei pedig nem tudnak kinőni a talajból.

Fiatal hajtások, virág- és csúcsrügyek kezelésekor is az a legfontosabb, hogy a kolhicinoldat a tenyészőcsúcsra vagy annak közvetlen közelébe kerüljön. Ezt kolhicinbe mártott vattacsomó felerősítésével érhetjük el. Az elpárolgott, ill. felszívott oldat pótlásáról cseppentővel gondoskodunk. A virágrügyek kezelését még differenciálódásuk előtt kell megkezdeni. Az eljárással igen nehezen kezelhetők a molyhos levelű fajok (*Populus alba*). Az akác esetében viszont kialakul ugyan a ploid szint, de a hajtás bizonyos idő múlva befejezi növekedését és gyakran elszárad, az adventív rügyekből pedig diploid hajtások jönnek elő.

Az erdészeti növény nemesítésben legjobban a csíranövények gyökérkezelése vált be. Kopecky (1966) az első levélpár megjelenésének időpontjában helyezte 0,1%-os oldatba, 48 órára az akác-, 72 órára a fűz-, és 96 órára a fehérszár- és rezgőnyár-csíranövényeket. Majd a kolhicinnek a gyökerekből való „kimosása” céljából 96 óráig kút vízben áztatta a kis növényeket. A kezelést a növekedés stimulálása végett állandó fényben végezte. A módszerrel elérhető poliploid arány kb. 20%.

A kedvező ploidfok megállapítása is a fajtól és a környezeti tényezőktől függ. Ugyanis

nem minden fokon kapunk optimális életképességű poliploidokat, ezért a poliploidokat minden esetben kísérleti úton kell tesztelni.

A kolhicinkezeléshez természetesen a legkiválóbb törzsfák magjából nevelt csíranövényeket kell felhasználni. Minden kezelt növény ploidfokát citológiai vizsgálatokkal kell ellenőrizni.

Az a jelenség, hogy a poliploid sejtek nagyobbak a diploid sejteknél, önkéntelenül arra engedett következtetni tehát, hogy a több mint  $2n$  kromoszómát tartalmazó egyedek jobban növekednek és nagyobb fahozamot adnak. Minekutána az is ismert volt, hogy a poliploidok fontos szerepet játszottak a természetes evolúcióban olyan mezőgazdasági növényeknél, mint pl. a búza, a gyapot, a dohány stb., természetesnek tűnt, hogy az erdész kutatók is nagyobb növekedést, hozamot, rezisztenciát vártak ettől. Az elmúlt közel 50 év kutatási eredményei ugyan nem váltották be teljes egészében a reményeket (Saylor, 1969), de Stebbins (1956) 3 fontos módszert említ, amelyek növények nemesítésénél poliploidokkal kapcsolatos kutatások eredményének tudhatók be.

1. *Autopoliploidok* előállítása útján kedvező hatások jelentkeztek annak következtében, hogy a megnövekedett kiváló tulajdonság a sejten belül kifejezésre juthatott.

a) Rozs esetében a tetraploidnak ( $4n$ ) nagyobb magja van és csírázása is jobb.

b) Cukorrépánál a tetraploid gyökere és ennek következtében a hozama is kisebb, mint a diploidé. A triploid ( $3n$ ) egyedek viszont mindkét tulajdonságban felülmúlják a diploidokat.

c) Lóherénél sikerült a legeredményesebb tetraploidot előállítani, amely intenzívebb kiválasztás nélkül is felülmúlta a normál diploid egyedet.

2. *Allopoliploidokkal* kevésbé kecsegtet a siker. Csupán a búza és a takarmánynövények nemesítésénél sikerült elérni, hogy a terméketlen hibrid termékennyé változott, és ugyanakkor megtartotta az értékes tulajdonságokat.

3. *Génátvitellel* különösen dohánynál és búzánál értek el jelentős eredményeket. Fajok közötti keresztezésekkel károsítókkal szemben rezisztens géneket sikerült átvinni, miáltal az új egyedek ellenállóképességét növelték.

## 4.12 A poliploidok jelentősége a zárwatermőknél

Amint említettük, a zárwatermő lombosfáknál (8. táblázat), nagyobb számmal fordulnak elő természetes poliploidok. Ez arra enged következtetni, hogy a lombfák nemesítésében mesterségesen előállítható poliploidoknak nagyobb lehet a jelentőségük. A mesterségesen előállított triploid rezgő nyár — *Populus tremula* ( $2n$ )  $\times$  *Populus tremuloides* ( $4n$ ) — mind a poliploidias, mind a heterózisos kedvező tulajdonságokat egyesítette. A nagyobb magassági növekedés mellett különösen a károsító rovarok elleni rezisztenciában múlta felül a diploid rezgő nyárat (Gustafsson, 1960).

8. táblázat. Néhány zárvatermő nemzetség kromoszómaszáma

Nemzetség	Alap-kromoszómaszám (x)	Előforduló poliploid sor							változó
		2×	3×	4×	5×	6×	7×	8×	
Tilia	41	+		+					
Fraxinus	23	+		+		+			
Platanus	21	+							
Aesculus	20	+							
Populus	19	+							
Salix	19	+		+		+		+	
Magnolia	19	+		+		+			
Crataegus	17	+	+	+					
Sorbus	16	+	+	+					
Carya	16	+		+					
Alnus	14	+	+	+					
Betula	14	+	+	+	+	+			
Morus	14	+		+		+		+	
Ulmus	14	+		+					
Acacia	13	+		+					
Acer	13	+	+	+		+		+	
Quercus	12	+		+					
Casuarina	11	+	+	+					+
Eucalyptus	11, 12	+							
Carpinus	8	+						+	

A poliploidok szerepe az *Alnus* és a *Betula* genus esetében ugyancsak lényeges, és eltérően a *Populustól* a nagyobb kromoszómaszámú egyedek — tetra-, hexa- és oktoploidok — növekedése számottevő (Wright, 1962). Nem szabad azonban elfelejtenünk, hogy a triploid rezgő nyár kivételével az eredmények azt mutatják, hogy a lombfáknál sem a növekedés fokozását kell elsősorban szem előtt tartanunk, hanem egyéb tulajdonságokat (pl. a károsítók elleni rezisztenciát). A természetes variációt ugyanis sokkal gazdaságosabban és rövidebb idő alatt lehet a korábban tárgyalt kiválasztással és keresztezéssel a hozam növelésére felhasználni.

### 4.13 A poliploidok jelentősége a nyitvatermőknél

A nyitvatermők poliploidia útján való nemesítése kevésbé kecsegtető, amit a következő adatok támasztanak alá:

- a nyitvatermőknél nagyon ritka a természetes poliploidia (9. táblázat);
- a legtöbb természetes poliploid kevésbé kívánatos tulajdonságokat mutat;
- a legtöbb fafajnak (talán a *Pinus resinosa* az egyetlen kivétel; Fowler-Lester, 1970) nagyszámú természetes variánsa van, ennek következtében



9. táblázat. Néhány nyitvatermő nemzetség kromoszómaszáma

Faj	Alap-kromoszómaszám (x)	Fafajok előfordulása különböző kromoszómaszámmal				
		2×	3×	4×	5×	6×
Pseudolarix	22	+				
Araucaria	13	+				
Pseudotsuga	13	+				
Pinus	12	+				
Larix	12	+				
Picea	12	+				
Abies	12	+				
Ginkgo	12	+				
Sequa	11					+
Sequoiadendron	11	+				
Metasequoia	11	+				
Juniperus	11	+		+		
Taxus	11	+				
Taxodium	11	+				
Cupressus	11	+				
Cryptomeria	11	+				

- a nyitvatermőknél a klasszikus nemesítési módszerek alkalmazhatók;
- d) a fajok közötti hibridek sterilek, ennek következtében a további nemesítési programban nem használhatók; vegetatív szaporításuk sokkal nehezebb, mint a lombfáké;
- e) a kísérletek ez ideig nem adtak olyan poliploidokat, amelyeknek növekedése lényegesen felülmúlja a diploidot.

Többféle elgondolást említenek annak magyarázatára, hogy a poliploidok előállítása a nyitvatermőknél nem eredményes. *Darlington* (1937) szerint a kromoszómák száma és nagysága, továbbá a sejtek mérete közötti összefüggés a döntő tényező. Poliploidok esetében a kromoszómaszám sokszor háromszorosa, négyszerese vagy többszöröse a haploidének, ugyanakkor a sejt nagysága — és különösen a metafázis alatt kialakuló sejtmaglemez — nem növekedik arányosan. A kromoszómák a sejtosztódás során nehezen válnak szét. A fenyők a kicsi kambiális sejtek miatt különösen hátrányos helyzetben vannak, és a hosszú evolúciós idő alatt kialakult fajok a lehetőségek felső határára érkeztek el.

**Összefoglalva** az elmúlt 50 év eredményeit a poliploidok előállításával kapcsolatban a következőket állapíthatjuk meg:

1. A poliploidok előállítása sokkal hosszabb és nehezebb, mint a szokásos nemesítési módszerek alkalmazása. A siker csupán néhány fafajnál (nyárok, nyírek, éger) kecsegtető.
2. Az 1. pontban nem említett fafajokat alaposan meg kell ismerni, mielőtt a költséges és hosszadalmas poliploidírára való nemesítést elkezdenénk.

3. Általában a poliploidok ritkán mülják felül fahozamban a hagyományos nemesítésű diploidokat. Poliploidoknál sok esetben jelentkezett csökkent növekedés és termékenység.
4. A poliploidok nemesítésének gyakran a megnövekedett ellenállóképesség a legértékesebb eredménye.
5. A poliploidok legfőbb jelentősége akkor adódik, amikor egy új növényt új tulajdonságokkal, egy olyan új terület számára kell előállítani, ahol a növényt a korábbiakban nem lehetett sikeresen telepíteni.

## 4.2 A mutáció jelentősége a nemesítésben

*Mutáción az öröklődési alap kisebb-nagyobb genetikai egységeinek, ill. egyes genetikai folyamatoknak hirtelen fellépő, öröklődő megváltozását értjük.* Vagyis a mutáció olyan öröklődő megváltozás, amely nem kereszteződés (rekombináció) következtében keletkezett. Hasonló jellegű megváltozások természetesen más módon, pl. fajidegen megtermékenyülés, apomixis stb. is jelentkezhetnek, ezek azonban genetikai értelemben nem tekinthetők mutációnak.

A mutációk okozta megváltozások a növény minden egyes szervére kiterjedhetnek és mind mennyiségi, mind minőségi lehetnek. A mutációk primer hatásai gyakran olyan csekélyek, hogy fenotípusosan nem manifesztálódnak. Egyes esetekben azonban az alaptípustól való markáns eltérések lépnek fel. Ilyenek a különböző koronaalakú változatok: a jegenye (nyár, tölgy), a szomorú (fűz, bükk), a gömb (akác); a klorofillmutánsok: tarka, színes levelű alakok, a törpe (nana) és óriás (gigász) növénytípusok stb. A híres szovjet genetikus, *Vavilov* hívta fel erre, a nemesítők számára fontos jelenségre a figyelmet (in: *Jablokov*, 1962).

A felsorolt genetikai megváltozások véletlenszerűen, mutagének alkalmazása nélkül jöttek létre, azért *spontán mutációknak* nevezhetők, szemben a mesterséges úton létrehozható, ún. *indukált mutációkkal*.

A mutáció eredményeként létrejött változatot *mutánsnak*, a mutáció iránti fogékonyságot pedig *mutabilitásnak* nevezzük. Ma a mesterséges mutánsok előállítására széleskörűen elterjedt, s megnyílt a lehetőség a mutáció részletes, elemző tanulmányozására. Egyben lehetővé vált az *evolúcióban játszott szerepük* vizsgálata is. A mutánsok ugyanis új kombinálási lehetőségeket teremtenek, s így növelve a variációs szélességet, a növényállomány alkalmazkodási lehetőségeit is kiszélesítik.

A kromoszóma- és génmutációk az esetek többségében azok között a környezeti viszonyok között, amelyek között keletkeznek, az illető egyed számára károsak, adott esetben halálosak (letálisak). Minthogy a domináns örökletes tulajdonságok gyakran recesszívvé válnak, a mutációk mindaddig rejtve maradnak, amíg két mutált gaméta véletlenszerű összeolvadásából nem keletkezik egy homozigóta egyed. Az erdeifenyőnél kimutatták, hogy recesszív mutánsok, amelyek homozigóta állapotban a csiránövényekben gátolják a klorofillképződést, azok pusztulását okozzák. A domináns allél hatására a növények életképessé válhatnak.

Nem minden mutáció hat vitalitáscsökkentően vagy letálisán. Előfordulnak életképes

és teljesen vitális mutánsok is, amint azt az említett erdei fajokkal, de számos más vad- és kultúrnövénnyel, valamint állatokkal kapcsolatosan tett megállapítások is mutatják.

A mesterséges mutáció kiváltására különféle mutációt létrehozó, ún. *mutagén sugárhatásokat és kémiai anyagokat* használnak. Sugárhatás kiváltható minden sugárfélelssel, akár közvetlen besugárzással, akár radioaktív izotópoknak a növénybe való bevitele révén. Kémiai anyagok közül a legrégebben alkalmazott a kolhicin és a mustárgáz, ill. származékai, amelyek a sejtosztódást befolyásolják. Később az élő szervezetekben is kimutattak olyan mutagén anyagokat, amelyek ugyanazon vagy más szervezetekben mutációt okozhatnak. Ezt *automutagenitásnak* nevezik. Különösen a kén- és rodanántartalmú vegyületek mutagén hatásúak. De ide sorolhatók ma már egyes szerves savak, aldehidek, aminosavak, s ezeknek dekarboxilált termékei stb. Mutagén hatást válthat ki ezenkívül pl. magvak esetében az oxigénhiány, a szélsőséges hőmérséklet stb.

Pontosan nem ismerjük sem a sugárzások, sem a kémiai anyagok hatásmechanizmusát a mutációban. Valószínű, hogy a mutagénektől, faji sajátosságtól életkortól stb. függően az egyes mechanizmusok többé-kevésbé eltérően folynak le és jelentkeznek. Aszerint hogy a megváltozás hol következik be, a következő *mutációtípusokat* különböztetjük meg:

1. genommutáció,
2. kromoszómamutáció,
3. extranukleáris mutáció.

Minthogy a genommutáció a poliploidióval azonos, és a nemesítés önálló ágává különült, az előző fejezetben külön tárgyaltuk.

*Kromoszómamutációnak a kromoszómákban beálló szerkezeti változások okozta örökletes megváltozásokat* nevezzük. Ezek egy vagy több kromoszóma lineáris elrendeződésének változása folytán állnak elő és citológiai, ill. megfelelő genetikai módszerekkel kimutathatók.

*Az extranukleáris mutációk*, ill. az extrakromoszóma-aberrációk közé soroljuk a plazmon- és plasztidonmutációkat.

Mutációk valamennyi sejtben és minden fejlődési szakaszban keletkezhetnek, tehát mind a generatív vagy csírasejtben, mind a vegetatív, ill. testi (szomatikus) sejtekben. Aszerint, hogy a mutáció hol lép fel, *csírasejt- és testisejt- (szomatikus) mutációról* beszélünk. Minthogy a szomatikus mutációk a tenyészőcsúcs egyes sejtjeiben keletkeznek, ezeket *rügymutációknak* is szokták nevezni. Természetesen a szomatikus mutációk útján létrejött növények csak vegetatív úton szaporíthatók.

Megkülönböztetnek még *irányított és irányítatlan mutációkat* is.

A mutációs jelenségek közül ma egyre inkább kiszorul a véletlen, és helyét a tervszerűen irányított, *provokált mutáció* lehetősége foglalja el.

Mesterséges génmegváltozásokat először Müller, később Stadler idézett elő röntgensugarak segítségével. Rövidesen kísérletek sorozata indult különböző fajokkal és mutagénekkel. Hamarosan elfogadott tény lett, hogy az indukált mutációk eredményre vezetnek olyan speciális feladatoknál, ahol a hagyományos módszerek eredménytelenek. A mezőgazdaság területén különösen szép sikereket értek el pl. a

gabonaféléknél olyan esetben, amikor bizonyos ökológiai területen a nemesítési intenzitás annyira előrehaladt, hogy a rendelkezésre álló genetikai anyaggal nem lehetett tovább fokozni az eredményeket. Másik eset az ellenállóképesség további növelése, amikor a rendelkezésre álló nemesítési anyagban már nagyon nehéz ellenálló egyedeket találni. Ha rendelkezésre állnak is rezisztens egyedek, a rezisztencia átvitele a nagy termőképességű vonalakba sokszor áthidalhatatlan nehézségbe ütközik.

A gabonafélékben található tápanyag növelésével kapcsolatos kutatási program az aminosavak egyensúlyával igyekszik eredményt elérni. Jelenleg azonban ez az irányzat nehézségekbe ütközik, mert a kívánatos nagy lizintartalmú genotípusok nagyon ritkák. Ilyen esetben a mutagenézisnek nagy a jelentősége.

A mezőgazdaságban a mutációs nemesítési eredmények különösen kimagaslóak, hiszen árpából és dísnövényekből kb. 3–6 millió ha-on természetesen mesterségesen előállított mutánsokat.

## 4.21 Erdei fákkal végzett kísérletek és eredmények

Az erdei fákkal is nagyszámú kísérletet végeztek azzal a céllal, hogy megállapítsák a leghatásosabb mutagén anyagot, különösen virágporon, magon és vegetatív hajtásokon. 1950 óta a sugárbiológia területén felhalmozódtak az adatok. *Sparrow* et al. (1958) közlik, hogy pl. 1950 és 1955 között évente kb. 200 publikáció jelent meg. Ezeknek mintegy 12%-a vonatkozik erdei fákra. Nincs lehetőségünk ezeknek a munkáknak a felsorolására. A fontosabb összefoglaló cikkekre azonban felhívjuk a figyelmet: *Mehra–Khoshoo* (1956), *Prakken* (1959), *Gustafsson* (1960), *Mergen–Stairs* (1962), *Vasziljev* (1962), *Ericksson* et al. (1966), *Mergen–Simpson* (1967) és *El-Lakany* (1971).

Az egyes növényi részekkel végzett kísérleti eredmény:

a) *Virágpor.* *Stettler* (1968) sikerrel használt besugárzott mentorvirágport a *Populus trichocarpa* keresztezésnél, azzal a céllal, hogy távoli egyedek izoláló mechanizmusát áthidalja.

*Rudolph* (1965) azt találta, hogy a besugárzott *Picea glauca* virágpora mesterséges keresztezések esetén emelte az életképes magvak számát.

b) *Magvak.* A besugárzások általában káros hatásokat idéznek elő a magvakon. A kísérletek egy része viszont azt igazolja, hogy kis dózisu besugárzás fokozza a csírázóképeséget és gyorsabb növekedést eredményezhet. Az eredmények nagyon függenek a fafajtól, a mag állapotától és a besugárzás mennyiségétől.

*Vidaković* (1960) azt találta, hogy  $^{60}\text{Co}$  kis dózisu 82 r–2500 r besugárzása növelte a *Pinus silvestris* csírázási százalékát. A besugárzott magvak csírázóképesége 96,3%, míg a kontrollé 84,9% volt. A *Pinus nigra* és *Picea abies* csírázási százaléka hasonlóan emelkedett. *El-Lakany–Sziklai* (1970) ugyancsak  $^{60}\text{Co}$ -tal sugározták be a *Pseudotsuga menziesii*, a *Picea sitchensis* és a *Tsuga heterophylla* magvait. A csírázási százalék

csupán a duglászfenyőnél emelkedett alacsony besugárzás hatására, míg a másik két fafajnál csökkent.

A kísérleteket főleg fenyőkkel végezték, és kevés adat áll rendelkezésre a lombosfákról. Az eredmények általában azt mutatják, hogy a fenyők sokkal érzékenyebbek a besugárzásra.

c) *Vegetatív hajtások.* Az összes kísérleti eredmény általában növekedéscsökkenést igazolt. Az LD<sub>50</sub> fajonként változik, a *Pinus strobus*-nál 685 r, míg a *Pinus banksianánál* 6310 r (Clark et al., 1968). Rudolp (1967) 1000 r és 4000 r röntgensugárral kezelte a *Pinus banksiana* magját. A 4000 r sugárzással kezelt magvakból kelt csemeték egy év után elpusztultak, míg az 1000 r kezelésből nőtt csemeték két évig maradtak meg. Az LD<sub>50</sub> a csemeték korával csökkent. A duglászfenyő szárazföldi változatánál 5590 r, a tengerparti változatnál 2500 r, a *Tsuga heterophyllá*-nál 1400 r, és a *Picea sitchensis*-nél 1290 r dózis bizonyult a legártalmasabbnak El-Lakany és Sziklay, 1970).

Jovanovic—Tucovic (1960 <sup>60</sup>Co-tal sugározta be a *Populus deltoides* és a *P. serotina* természetes hibrid magvait 500 r-től 50 000 r intenzitásig. A csírázási százalékban nem volt lényeges differencia, a csíranövények viszont a 10 000 r alatti kezelésnél gyorsabban növekedtek. A legnagyobb növekedést az 500—1000 r kezelés adta, míg a 10 000 r feletti intenzitású lényegesen csökkentette a hosszúsági növekedést.

A mutációs nemesítés nagyon hosszadalmas eljárás. A ritkábban előforduló domináns mutációkat könnyű értékelni (pl. *Picea abies* var. *aurea* sárga tűjű változata; Langner, 1953), de a sokkal gyakoribb recesszív mutációk csak homozigóta állapotban észlelhetők, ezért keresztezések végrehajtása és ezek értékelése szükséges. Az erdei fáknál mindez hosszú időt és tetemes költséget jelent. Ezért a módszer csak nagyon megfontoltan szabad alkalmazni, főleg akkor, ha a hagyományos módszerek nem vezetnek eredményre, vagy azokat ki kell egészíteni, ill. ha speciális feladatokat kell megoldani (pl. a rezisztencia növelése, mennyiségi vagy minőségi tulajdonság megváltoztatása). Mutációra nemesítés alkalmazható az ún. *szintetikus fajták* létrehozása esetén, amikor speciális tulajdonságokkal rendelkező fajtákat olyan termőhelyre kell előállítani, ahol a természetes génkészlet felhasználása nem vezet sikerre.

Mínthogy a mesterségesen kiváltott mutációk között rendkívül kevés az olyan, amelyben az örökletes tulajdonságok a nemesítés szempontjából a kívánt irányban változnak meg, a mutációs nemesítést nagyszámú kísérleti anyaggal kell végezni. Csak ebben az esetben remélhető, hogy a nemesítés céljának megfelelő mutánsok előfordulásával is számolhatunk.

## 4.3 Honosítás (fajtabevezetés)

### 4.31 Fogalmak, alapelvek, történet

*Nemesítési értelemben akkor beszélünk honosításról, ha egy növényfajt vagy változatot eredeti elterjedési területén (areáján) kívül telepítünk.*

A honosítás fogalmát sokszor egyenlőnek veszik az *exótahonosítással*. Exótahonosításról akkor van szó, ha idegen országokból, más földrészekről származó növényeket vonunk termesztési kísérletbe. Ilyen értelemben nem számítana honosításnak az, ha az ország határain belül egy őshonos növényfajt más termőhelyi körülmények közé telepítünk. Ezek a különbségek pedig sokszor nagyobbak, mint ha a szomszédos ország hasonló termőhelyéről telepítünk be egy növényfajt. Ez a helyzet pl. ha az erdőfenyőt Nyugat-Dunántúlról levisszük a Duna–Tisza közti homokra.

Az országhatárok változásával a növények exótabesorolása is változik. Pl. a történelmi Magyarország határain belül őshonos volt a *Pinus cembra* L., a *Pinus mugo* Turra, és a *P. nigra* Arn. Ma ezeknek a fajoknak a telepítési kísérletei honosítási kísérleteknek számítanak. Sok hasonló példát lehetne említeni a Szovjetunió, Kína, Kanada, Egyesült Államok stb. hatalmas területéről. Vagyis helyesebb, ha *a honosítás meghatározásakor, a fáknek olyan környezethez való alkalmazkodását hangsúlyozzuk, amelyeknek termőhelyi körülményei különböznek attól a tájtól, amelyben a növények öröklékenysége kialakult.* Tehát a faj hona a döntő.

*Meghonosodottnak azt a növényfajt vehetjük, amely az új környezethez alkalmazkodott, s ott szaporodása, tartós fennmaradása biztosított.* Ez a meghatározás a természetben kialakult fajokra, változatokra érvényes.

Az erdőgazdálkodásban egyre nagyobb tért hódítanak a céltudatos nemesítőmunkával előállított *fajták*. Ezek nagyobrészt fajok közötti keresztezések eredményei. Az ilyen fajhibrideknél nem beszélhetünk eredeti hazáról, hiszen a szülők származhattak két különböző világrészről, mint pl. az euroamerikai nyárhibridek is. A fajták tartós fennmaradása csak emberi beavatkozással lehetséges. Vegetatív úton szaporítjuk ezeket és esetükben nem beszélhetünk honosításról, mivel a fajta (klón) az új környezet hatásairól csak fenotípusos megváltozással reagál, és genotípusa változatlan marad. A fajtáknál ezért helyesebb a mezőgazdasági és kertészeti termesztésben használt *fajtabevezetés* kifejezést használni.

Az új környezetben az életfeltételek többé-kevésbé eltérnek attól a környezettől, ahol a faj vagy a változat kialakult. Az új környezet hat a fajra, illetve az abból honosításra kiemelt részpopulációra. A szelektív tényezők hatására a populációk egymást követő nemzedékei genetikai alkatukban megváltoznak. Az új feltételekhez alkalmazkodó típusok fennmaradnak, míg a populáció többi része kiszelektálódik. A folyamat gyorsasága a szelekció mértékétől és a faj változékonyságától, alkalmazkodóképességétől függ.

*A honosítást tehát nemesítési munkának kell tartanunk, mert a telepítés sikere az ökotípus megválasztásától függ.* A fajok és a fajon belüli ökotípusok közötti különbségek felderítése olyan osztályozást jelent, ami már nemesítési ténykedés. Másrészt a fajok közötti hibridek közül soknak behozott faj az egyik szülője.

Nyugat-Európa tengerparti országaiban a főúri parkokba és botanikus kertekbe már a XVI. század óta telepítették a hajósok által Észak-Amerikából és Ázsiából hozott exótákat. Innen származtak el azután ezek Európa belsejébe, majd a parkokból és a kertekből a faluba, s az erdészetek révén az erdőbe. Így a került 1534-ben a *Thuja occidentalis* L. Észak-Amerikából Franciaországba, a *Rhus typhina* L. 1622-ben szintén Franciaországba, majd 1654-ben Németországba.

Európában a legrégebből ismert exóták továbbá a *Juniperus sabina* L. (1562), a *Robinia pseudoacacia* L. (1600), a *Prunus serotina* Ehrh. és *Juglans regia* L. (1629), a *Platanus occidentalis* L. (1636), a *Liliodendron tulipifera* L. (1663), az *Acer negundo* L. (1688), a *Quercus rubra* DuRoi. (1691), a *Gleditsia triacanthos* (1700), a *Pinus strobus* L. (1705), a *Fraxinus pennsylvanica* Marsch. (1723), a *Pinus banksiana* Lamb. (1785), a *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (1827), a *Cryptomeria japonica* Don. (1842), az *Abies concolor* Lindl. et Gord. (1851), a *Larix leptolepis* Gord. (1861), a *Picea pungens* Engelm. (1863), és az utóbbi időben, kb. 40 éve a *Phellodendron amurense* Rupr. (27. kép.)

### 4.32 A honosítás alapelvei, céljai

A különböző tájakon az egzotákkal lefolytatott nagyszámú kísérlet lehetővé tette, hogy az exóták sikeres telepítésének *alapelveit* megállapítsák.

Az exótaültetvények telepítésének fontos előfeltételei az eredeti előfordulási hely és a telepítési hely *éghajlatának a hasonlósága, a faj genetikai plaszticitása és életképessége.*

Kétségtelen, hogy az egzoták reményteljes felkarolása csak ott lehetséges, ahol a termőhelyi feltételek az eredeti előfordulási helyhez viszonyítva nem mutatnak nagy eltérést. Az eredeti és az új terület éghajlati tényezőinek megítélésakor nemcsak az átlagokat, hanem a légmozgás, a páratartalom stb. szélső értékeit is figyelembe kell venni. A hőmérséklettel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a zord körülmények között élő növény jobban alkalmazkodik a mérsékelt feltételekhez, mint fordítva.

A honosítás elmélete és gyakorlata sokat köszönhet *Micsurim*nak. Ő a déli gyümölcsfajták északabbra való megtelepítését a Szovjetunió területén tömegszelekcióval és fokozatos akklimatizációval érte el. Az eljárás alapelve az, hogy a déli csemetéket felviszik északabbra, majd azoknak a fáknek a csemetéit, amelyek túléltek a természetes kiválogatódást és elbirták a zordabb klimatikus feltételeket, ismét északabbra viszik.

A honosítással általában az a *célunk*, hogy kísérletbe vonjuk a hazánkban őshonosan elő nem forduló, illetve hosszú idő óta széleskörűen nem termesztett, de földrajzi elterjedésük és növekedési, termesztési tulajdonságaik alapján nálunk termőhelyállónak, gazdaságosnak ígérkező fafajokat.

Az exóták bevezetése eredetileg díszítési és botanikai célból történt. Az erdészet fejlődésével azonban — különösen attól kezdve, hogy a faszükséglet érezhetően nagyobb lett — az exotáknak nagyobb figyelmet szenteltek fatermesztési szempontból is. Ma az *exóták bevezetésének* közelebbi *célja* lehet:

1. *A fatermelés növelése*, pl. különféle nyárok és azok hibridjei, duglászfenyő, simafenyő, óriásfenyő, akác betelepítése esetében.
2. Olyan *értékes termés* vagy egyéb ipari nyersanyag nyerése, amelyet másképpen importálni kellett volna, pl.: élelmiszeripari célra a dió, a szelídgesztenye vagy a bútortípus számára a feketedió, a hullámos szövétű nyír stb.;
3. *A termőhely megfelelő elegyfajokkal való gazdagítása*, ha az exóták az adott termőhelyet jobban meg tudják javítani, mint a hazai fajok. Példa erre a luc- és a duglászfenyő vagy az erdei- és a simafenyő elegyes telepítése.
4. *Az erdőgazdasági termelés lehetővé tétele szélsőséges termőhelyen*, pl. az akác betelepítése az Alföldre.
5. *Betegségek és károsítások csökkentése*, ugyanis a honosított fák általában nem szenvednek annyi betegségben, mint eredeti hazájukban. Pl. a tűhullással fertőzött Pinus-félék leváltására a *Pinus strobus*, a *Pinus murayant* stb. lehet behozni.
6. *A nemesítési munka eredményesebbé tétele*. A távoli hibridizáció sok esetben heterózisos utódokat ad. Ma az exótákat leginkább keresztezési céllal hozzák be, ill. az összetett honosításnak a fajok közötti hibridizálás segítségével történő formáját alkalmazzák.
7. *Esztétikai szempont*. Ez különösen üdülőerdőkben, fürdők közelében, utak mentén, állományszegélyeken, erdei tisztásokon fontos. Ilyen céllal telepíthető az *Abies concolor*, a *Picea pungens*, a *Quercus rubra*, a *Platanus orientalis* és a *P. occidentalis* stb.

Közép-Európához hasonló viszonyokat csak Észak-Amerikában és Japán magasan fekvő részein, esetleg Északkelet-Ázsia egyes országaiban (Koreában, az Amur alsó folyása mentén, Szibéria délkeleti részén) találunk. Vagyis erdészeti szempontból az alkalmas külföldi fajok köre szűkül, és ma lényegében 20–25 fajra csökken. Természetesen az exóták esetében is jelentős szerepet játszanak az egyes változatok és formák, amelyekről eddig nagyon keveset tudunk.

Az exóta fenyők közül nálunk legnagyobb jelentősége a *duglászfenyőnek* van. Már van annyi termőre fordult, jelentős mértékben akklimatizálódott hazai állományunk, amelyek fedezik a további telepítések magszükségletét. A duglászfenyő nagy teljesítményére példa a háromhuta 121/b erdőrészlet. Itt törmelékes riolittalajon a 85%-ot kitevő, 50 éves duglászlevegő 738 m<sup>3</sup>/ha fatömeget képvisel. Az NDK északi részén (Kiekindemark bei Parchimban) egy 8 ha-os duglászfenyő-állomány 64 éves korában (1957) 42 m magas, 54 cm mellmagassági átmérőjű volt és ha-onkénti fatömege 800 m<sup>3</sup>-t tett ki.

A gyertyános-tölgyes klímában a *simafenyő* is telepíthető. Nagy fatömeget ad, de a fellépő károsítók figyelmeztetnek az elterjesztés veszélyére.

A fatömeg növelése céljából telepített exóták közül meg kell említeni a *japán vörösfenyőt*. Ez a faj őshazájában 1300–2300 m-es tengerszint feletti magasságban, majdnem elegendően állományokban is nagyon gyorsan nő. Ma már az NSZK-ban 11 ezer ha-t, Angliában 23 ezer ha-nyi területet foglal el. Emellett tápanyag-, ill. fényigénye



kisebb, gyakrabban terem, magja jobb csírázóképeségű és fáját kevésbé károsítja a vörösfenyőrák. Hazánkban elsősorban mint heteróziskeresztezési partner nagy jelentőségű.

Figyelmet érdemelnek a különböző *Picea*-félék is. Az *Abies*ek közül az *Abies grandis*, az *A. nordmanniana* és az *A. concolor* jöhet számításba.

A lomblevelű exóták jelentősége kisebb. Közülük a *Quercus rubra*, a *Juglans regia*, *Juglans nigra*, a *Castanea sativa* stb. említhető.

Megjegyezzük, hogy a régi honosítások lényegesen előmozdították a fafajok megismerését, azonban nagyon sok esetben hiányoztak a származási adatok. Ennek következtében újabb maggyűjtéseket nem lehet a bevált exóta őshonos területén végezni. Újabban a magszármazás minden államban, ahol intenzív erdőgazdálkodást folytatnak, előtérbe került. A következőkben csupán egy sémát ismertetünk részletesebben, amely a nemzetközi erdészeti szaporítóanyag-kereskedelmet igyekszik megbízhatóbb alapra helyezni. A rendelkezést 1974-ben a Gazdasági és Fejlesztési Együttműködési Szervezet (OECD) dolgozta ki, hogy elősegítsék az erdei fák magjainak, hajtásainak vagy csemetéinek szétosztását úgy, hogy a szaporítóanyag a nevét és származását mindvégig megtartsa. Négyféle kategóriát állítottak fel:

- a) ismert származású szaporítóanyag,
- b) kiválasztott szaporítóanyag,
- c) utódvizsgálat nélküli plantázsból származó szaporítóanyag,
- d) utódvizsgálattal ellenőrzött szaporítóanyag.

A követelmények a)-tól d)-ig növekednek, a feltételek megtartását az illetékes állam kormányának képviselője — általában állami erdészeti szervezet — szavatolja.

## 4.33 Az új fajták bevezetésének fokozatai

### 4.331 Arborétumok

Az erdészeti arborétumok rendeltetése az, hogy bennük néhány egyeddel vagy kis csoporttal a fafajok, változatok, fajták minél teljesebb gyűjteményét alakítsuk ki, hogy ezáltal megismerhessük az egyes nemzetségek, fajok változékonyságát. Az arborétumokban vizsgáljuk meg a fajok és változatok klímaturését, megismerjük előnyös és hátrányos tulajdonságaikat, és ezek alapján teszünk javaslatot, hogy mely fajok kerüljenek további természetési kísérletekbe.

Az értékes exóták tudományos értékelése folyik az ERTI kámoni, sárvári, püspökladányi arborétumában, valamint az Erdészeti és Faipari Egyetemhez és az egyéb szervezetekhez tartozó botanikus kertekben. Az arborétumok és a félüzemi kísérletek (kísérleti exótatelepek) közötti átmenetet a gödöllői (*Vlaszaty, Járó*), a jeli (*Borsos, Nagy*), az agostyáni és a neszmélyi (*Kiss*), a budakeszi (*Galambos*), a csákánydoroszlói (*Barabits*) és a bakony-forrasztókői (*Majer*) arborétum képviseli.

Az arborétumok sok lehetőséget kínálnak a nemesítési munkához és fontos céljuk az oktatás is.

## 4.332 Félüzemi kísérletek

A félüzemi kísérleteket az arborétumokban szerzett tapasztalatok alapján állítjuk be. Ezekkel a statisztikailag értékelhető, 3–5 sorozatban telepített kísérletekkel az a célunk, hogy a kiválasztott fajok termőhelyigényét, növedékét, ellenállóképességét, faminőségét, cellulóztartalmát stb. jobban megismerjük. Olyan kísérletek ezek, amelyekbe az adott területen addig termesztett főbb fafajokat mindig be kell vonni, hogy meglegyen a biztos összehasonlítási lehetőség. Ilyen célokat szolgálnak az ERTI munkatársai által (Bánó, Szőnyi) kezdeményezett *fenyő-összehasonlító kísérletek és pinetumok*, melyek az ország fenyőtermesztés szempontjából jelentős erdőgazdasági tájain létesülnek. Kontrollként erdeifenyőt, lucfenyőt, feketefenyőt ültetnek. A parcellaméret 50×50 m. A parcellákon belül az egyes fafajokat lehetőleg elegyetlenül, a helyileg legjobban bevált erdőtelepítési módszerrel ültetik ki. Az első ilyen fenyő-kísérleti telepítést Bánó I. irányításával a Dél-zalai Állami Erdőgazdasági (Páll) létesítette Budafán 1964–1965-ben.

Félüzemi kísérleti telepeinken a következő fafajok szerepelnek: *Abies nordmanniana*, *A. concolor*, *A. grandis*, *A. amabilis*, *A. cephalonica*, *Cedrus atlantica*, *C. libanoni*, *Cryptomeria japonica*, *Larix leptolepis*, *L. sibirica*, *Thuja plicata*, *Tsuga canadensis*, *T. heterophylla*, *Pinus jeffreyi*, *P. contorta latifolia*, *P. ponderosa*, a *P. nigra*, mediterrán változataival, a *P. griffithii*, *P. peuce*, *P. pinaster*, *Picea orientalis* és *P. sitchensis*. A kísérleti exótatelepek termőrefordulásuk után a nagyüzemi termesztési kísérletekhez megfelelő mennyiségű magot szolgáltatnak.

## 4.333 Nagyüzemi termesztési kísérletek

Hosszú időtartamú (50–100 éves), üzemi módszerekkel létesített állományok ezek, amelyekben erdőművelési és faterméstani kísérletek folynak. Az a cél, hogy a kutatók – a gyakorlati erdőmérnökökkel karöltve – részletes termesztési technológiát dolgozzanak ki az egyes fafajokra, hogy ezek megtartásával az erdőgazdaságok a kijelölt termesztési területen tartamosan és biztonsággal termeszthessék a fafajokat.

Ilyen kísérletek céljára felhasználhatók a korábban telepített duglászfenyő- (Háromhuta, Tata, Szántód-Kőröshegy, Iharosberény, Vasvár, Telekes, Parádsasvár), simafenyő- (Erdőbényefürdő, Háromhuta, Nádasd, Alsóújlak, Daraboshegy, Homokomárom, Surd, Miklósfá, Szőce, Káld), *Chamaecyparis*- (Nádasd, Salköveskút), *Pinus rigida*- (Nagykanizsa) állományok, nagyobb facsoportok.

Nagyüzemi termesztési kísérletek folynak a vörös tölgygel, feketedióval, duglászfenyővel, simafenyővel, *Chamaecyparisszal*.

Nagy jelentőségűek a Szőnyi (1966) által kezdeményezett, gyorsan növvő fenyők termesztési és kísérleti telepei. Ezekben nemesítési célokat is szolgáló anyagok, kísérleti sorozatok kerülnek egymás mellé úgy, hogy a nemesítési alapanyag *termesztési* értékét a termés egész vertikumának szem előtt tartásával vizsgálhatják. Az alkal-



# 5. A fajtaminősítés, -ellenőrzés

## 5.1 A fajtaminősítés története, szervezete

A terméseredményeken keresztül a mezőgazdasági és kertészeti növénynevelés már a század eleje óta érezte a nemesített fajták előnyeit, de az érdeklődéssel párhuzamosan nőtt a visszaélések lehetősége is. Ezért mind a nemesítők, mind a termesztők sürgették az intézményes *fajtavédelem* szükségességét, és hangsúlyozták a nemesített növényfajták állami elismerésének, ill. ellenőrzésének fontosságát.

Az állami növényfajta-elismerésről szóló rendelet hazánkban először 1915-ben jelent meg.

A fajtaelismerés kezdetben fakultatív jellegű volt, és azt a szakemberekből álló bizottság inkább szubjektív benyomások, mint tényleges mérési eredmények alapján végezte. Rövid idő alatt bebizonyosodott, hogy az új belföldi vagy behozott külföldi fajták tényleges értékét *csak szabadföldi összehasonlító kísérletek alapján lehet megállapítani*. Következésképpen 1936-tól csak olyan növények kaphattak állami elismerést, amelyek a fajta-összehasonlító kísérletekben minden kétséget kizáróan bizonyították, hogy a hazai termőhelyi és termesztéstechnikai feltételek között az eddig ismert fajtáknál jobbakkal vagy hasznosabbakkal.

Egy 1941-ben megjelent miniszteri rendelet *kötelezővé* tette a fajtaminősítést, és állami felügyelet alá helyezte a teljes magyar növénynevelést. Kimondta, hogy mezőgazdasági haszonnövények vetőmagját fajtamegjelöléssel forgalomba hozni csak akkor lehet, ha a fajta már állami elismerésben részesült, forgalomba hozatalra engedélyezték, és a csomagolást a Vetőmagvizsgáló Intézet fémzárta. Ez a rendelkezés a dísznövényekre, konyhakerti és erdészeti növényekre még nem vonatkozott.

*A fajta és a fajtaminősítés a második világháború után új értelmet kapott.* A fajta most már nem üzleti árucikk, hanem a bővített újratermelés fő tényezője, a népgazdasági tervezés fontos eleme. A *fajtaminősítés* pedig a fajták termesztési értékét, életteni igényeit meghatározó, az egyéni érdekektől független, *állami feladat lett*.

Az ilyen jellegű feladatok ellátására hívta életre a Minisztertanács 1951-ben az *Országos Mezőgazdasági Fajtaminősítő Tanácsot* (OMFT) és az *Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézetet* (OMFI).

A fajtaminősítő tanács szakbizottságokra tagozódik. 1969 óta az OMFT-on belül *Erdészeti Szakbizottság* is működik. Azóta köztermesztésbe vonni és elterjeszteni csak olyan erdészeti növényfajtákat (hibrideket, populációkat, klónokat, fajtaköröket stb.) lehet, amelyeket a termesztési értékük alapján az OMFT az Erdészeti Szakbizottság véleményezése alapján állami elismerésben részesített, minősítési fokozatba sorolt, ill. forgalomba hozatalra engedélyezett.

Állami minősítésben olyan új hazai növényfajta részesíthető, vagy forgalomba hozatalra olyan külföldi növényfajta javasolható, amely a fajta-összehasonlító kísérletek tanúsága szerint alaktani, élettani vagy egyéb tulajdonságai tekintetében legalább egy lényeges jellemzőben különbözik és jobb a már köztermesztésben levő fajtáknál, és a többiben sem rosszabb; továbbá alaktani bélyegei, tulajdonságai megfelelően állandósultak, ezek alapján megkülönböztethetők, és elszaporításának előfeltételei is megvannak. Az összehasonlító kísérletek telepítését és értékelését az OMFI vagy az általa megbízott egyéb szerv, ill. intézmény végzi.

Az Erdészeti Szakbizottság feladata, hogy a Fajtakísérleti Intézet kísérleti adatai alapján egyrészt elbírálja az egyes fajták, tájfajták stb. termesztési értékét, fatermelő képességét stb., másrészt döntsön arról, hogy a bejelentett új fajták az eddig ismert fajták mellett alkalmasak-e állami minősítésre. A szakbizottság határozza meg a fajta minősítési fokozatát, termesztési körzeteit és javaslatot tesz a nemesítői, felkutatói vagy honosítói munka anyagi és erkölcsi elismerésére.

A szakbizottság kötelessége arról gondoskodni, hogy erdősítésre és fásításra kerülő területeinket elismert és minősített fajtákkal telepítsük be.

Amint az 1.4 fejezetben utaltunk rá, az OMFT és OMFI felügyeleti szerve, a mezőgazdasági és élelmiszerügyi miniszter 6/1976. (II. 26.) MÉM törvényerejű rendelete előírta, hogy *mező- és erdőgazdasági üzemek erdőfelújításra vagy erdőtelepítésre csak meghatározott fajtájú és minőségű szaporítóanyagot használhatnak fel.*

## 5.2 Fajtaminősítő és fajtakísérleti rendszer

*A fajtaminősítés feladata* a bejelentett új fajták értékének meghatározása, a kiváló tulajdonságúak előresorolása, köztermesztésbe vételük gyorsítása, ill. a termesztés számára nemkívánatos fajták felhasználásának megakadályozása. Az intézményes fajtaminősítés lehetővé teszi, hogy csak az államilag minősített fajták legyenek szaporíthatók.

A fajtaminősítési eljárás a fajtajelölt bejelentésével kezdődik. Az Erdészeti Szakbizottság határozata alapján csak olyan fajtabejelentés fogadható el, amelynek előzetes elismerésére a *már folyamatban levő vagy elvégzett nemesítői munka alapján 8–10 éven belül lehetőség van.*

A bejelentett fajtajelölt alkalmas szaporítóanyagát – a bejelentéssel egy időben – az OMFI-nak kell átadni, ahol azt az ún. *regisztergyűjteményben* helyezik el.

A nemesítő által telepített fajtaösszehasonlító kísérletekben (populétum, pinetum stb.) vagy az intézetnek átadott anyag regisztergyűjteményben, vagy összehasonlító kísérleti telepítésben mutatott növekedése, teljesítőképessége alapján kerül sor a fajta első, helyszíni bírálatára. Ez az első lépcsője a fajtaminősítési eljárásnak.

*A helyszíni bizottsági bírálat*, a nemesítői kísérleti eredmények és termesztési tapasztalatok alapján az Erdészeti Szakbizottság, az OMFT-nak 1981-ig a következő *minősítési, ill. engedélyezési fokozatokra* tehetett javaslatot:

1. Hazai fajta nemesítése esetében:

- *előzetesen elismert fajta* (EE),
- *államilag elismert fajta* (ÁE),

## 2. Külföldi fajta honosítása esetében:

- *forgalomba hozatalra előzetesen engedélyezett fajta (FE),*
- *forgalomba hozatalra engedélyezett fajta (F).*

1981-től egységesen *államilag minősített fajták* lesznek.

Az 1970-ben megindult erdészeti fajtaminősítés keretében eddig a nyár-, a fűz-, az akác- és az erdefenyő-alapszortiment kialakítása valósult meg.

A *fajtakísérleti rendszer* alapelve, hogy a nemesítői kísérletek adatait a fajtaminősítéshez fel lehet használni. A fajtakísérletekben be kell bizonyítani, hogy az új fajta az eddig meglévő fajtáknál vagy populációknál értékesebb, és bevezetése indokolt. A fajtaminősítésnek a hozamkülönbségek megítélése szempontjából *statisztikailag értékelhető nemesítői kísérletekre kell épülnie*. A díszítő értékű erdészeti növények esetében pl. nem feltétel a statisztikailag értékelhető nemesítői kísérlet, de szükséges annak igazolása, hogy a javasolt fajtajelöltet az erdészeti környezetben is megfigyelték.

Az új erdészeti növényfajták minősítésének nagy nehézsége, hogy a fajtajelölt hosszú életciklusa nem teszi lehetővé a tényleges kísérletek vágásérettségi korig vitelét vagy megismétlését, egyrészt, mert az ilyen kísérlet költséges, és hosszadalmassága veszélyezteti a fajtatulajdonság értékét; másrészt a fák élettani állapotából és a termőhelyi összefüggésekből származó eltérő mutatók szignifikáns eredményeket még ebben az esetben sem mindig adnak. Ilyen szempontból tehát az erdészeti nemesítői és minősítői munka, ill. a termesztésbe vétel időigénye a *fajtaminősítő munka* lehetséges *megyorsítását követeli*. Ez a fajtatulajdonságok *előrejelzésével*, ill. a *korai értékeléssel* lehetséges (Tomcsányi–Zsombor, 1973).

## 6. A nemesítés megszervezése

### 6.1 A nemesítési program kidolgozása

Az erdészeti növénynemesítés célját gyakorlati gazdasági igények szabják meg. A *nemesítési program* kidolgozásakor nemcsak a jelenlegi faszükségletre kell gondolni, hanem a következő évtizedek faigényére is. Az is nyilvánvaló, hogy a nemesítés eredményei a gyakorlati fatermesztésben csak rövidebb-hosszabb idő múltán jelentkeznek aszerint, hogy milyenek a kérdéses fafaj biológiai tulajdonságai. Még ha jól megalapozott prognózis áll is rendelkezésre, a nemesítési célokat bizonyos *általánosság* jellemzi, és csak némely esetben kerül egy-egy speciális cél előtérbe (pl. egy meghatározott betegséggel vagy károsítóval szembeni ellenállás növelése).

Amikor a fatermelés növelésére gondolunk, mindig az illető fafaj és a termőhely kapcsolatából kell kiindulni. A nemesítési programban az említett 4 általános feladat (a fatermesztés növelése, a faminőség javítása, egyéb termékek előállítás, a károsítók elleni ellenállás) közül egyet vagy többet tűzünk ki. Több cél egyidejű kitűzése az erdei fák esetében kisebb reménnyel kecsegtet; ennek ellenére sokszor vagyunk kénytelenek ehhez folyamodni, mert pl. a cellulóztartalom növelése nem valósítható meg gyenge növekedéssel vagy a károsítókkal szembeni gyenge rezisztenciával. Ha több célt tűzünk ki a programban, ez azzal az előnnyel is jár, hogy az előre nem látott változások szerint *módosíthatjuk a programunkat*.

A nemesítés hosszú időtartamú, komplex tevékenység, amelynek nagy gazdasági jelentősége vitathatatlan. Ezért a nemesítési program kidolgozása, megszervezése jól átgondolt, megfelelő paraméterekkel alátámasztott munkát igényel.

*A nemesítési program lényege:* időben és térben rögzíti a nemesítési cél eléréséhez szükséges főbb munkákat, meghatározza a tudományos kaderszükségletet, a módszert, felbecsüli a szükséges anyagi javakat (műszer, felszerelés, kísérleti terület, költségek stb.) és a kivitelezéshez szükséges technikai, fizikai munkaerőt. A programot jövedelmezőségi számítással kell zárni, amely magában foglalja a kiadásokat és várható nyereségeket. A programnak része a nemesített szaporítóanyag tömeges elszaporítási módjára vonatkozó kutatás is. *Sohasem lehet általános érvényű erdészeti növénynemesítési programot kidolgozni; azt csak az egyes fafajokra, ill. célkitűzésekre nézve lehet összeállítani.*

A program bevezetőjében a kérdéses fafaj nemesítésének feladatait rögzíti. Ehhez alaposan ismerni kell a fafaj biológiáját, legfőképpen a változékonyságot, a virágzásbiológiát, a szaporodást.

Ezután meg kell jelölni a kitűzött cél eléréséhez szükséges egyed- és tömegszelekciós eljárásokat, a származási és fajtaösszehasonlító ültetvényeket, klónvizsgálati ültetvény

nyeket stb. A szelekciós szempontokat rangsorolni kell, meg kell állapítani a kort, amelyre azok vonatkoznak. Meg kell határozni az öröklékenységi tényezőt és az egyes bélyegek közti korrelációt. Különös súlyt kell fektetni a korai értékelés lehetőségére. A nemesítés *stratégiája* attól függ, hogy mennyire sürgős a genetikailag megjavított szaporítóanyag bevezetése az üzemi termelésbe. A *taktika* vegye figyelembe, hogy milyen az ismeretanyag az illető fafajról, milyen eredményeket adtak az eddigi származásvizsgálatok, szaporítástechnikai kutatások.

A tudományos-technikai forradalom az erdőgazdálkodásban is utat tört, aminek sajnálatos – de nem szükségszerű – következménye lehet egyes értékes származások, populációk, sőt nemesített fajták teljes kivészése. Ezért a faj változatainak és a genetikailag megjavított anyagnak a megőrzése, ellenőrzése elengedhetetlen tartozéka a programnak. Az értékes fajtákat és változatokat helyileg *génrezervációkban, utódállományokban*, állami szinten *klónarchívumokban, fajtagyűjteményekben* vagy nemzetközi összefogással, *génbankok* létesítésével lehet megőrizni.

A nemesítési programoknak *alapkutatásokat* is kell tartalmazniuk. Az erdei fák esetében az általános genetikai kutatások tesztjének, a *Drosophilának* a szerepét a korán és bőven virágzó, rövid vágásfordulójú, nagy areájú mézgás éger, nyír és akác töltheti be. Az *alkalmazott kutatások* a nemesítési célokból feladatokból, következnek. Ezekben a munkákban az elméleti kérdések mindig kapcsolatosak gyakorlati fatermesztői feladatokkal is.

Nem vitás, hogy a közeljövő erdőművelési feladatai közül egyik legfontosabb az egyes *telepítési körzetek*, sőt az egyes *technológiai eljárások számára legalkalmasabb változatok meghatározása*. A módszer, ill. a program változik attól függően, hogy mennyire nemesített már az illető fafaj (vagy teljesen vad fajról van-e szó).

Egy fafaj bizonyos jellege nem érvényesül feltétlenül valamennyi termőhelyen. Ezért *termesztési, felhasználási körzetek* szerint kell az egyes fajok nemesítési programját összeállítani. Ezekre a körzetekre kell a nemesítőnek megfelelő fajtákat kiválasztania, ill. intenzív nemesítési eljárással előállítania. A genetikai nyereség annál kifejezettebb lesz, minél több, ökológiailag homogénebb termesztési körzetet lehet elkülöníteni. A termesztési körzetek keretében nagy figyelmet kell fordítani a rasszokra. Több szakíró szerint a megfelelő rassz kiválasztásával a területegység átlagnövedékét Európa-szerte legalább 1 m<sup>3</sup>-re lehetne növelni.

A *törzsállományok* kiválasztása a másik alapeladata minden nemesítési programnak. Ezeket a törzsállományokat feltétlenül *génrezervációkká* kell átalakítani. Minden egyes felhasználási körzet számára legalább egy magtermelő törzsállományt kellene elkülöníteni.

Ezután következik az állományon belül a *törzsfák* kiválasztása, fenotípusos bélyegek alapján. Ezt a munkát, valamint a klónvizsgálatok, utódvizsgálatok lefolytatását a megfelelő fejezetekben részletesen tárgyaltuk.

Igen fontos része a programnak a különféle *plantázstípusok* létesítése és ezzel párhuzamosan az utódvizsgálatok elvégzése, a plantázsok átalakítása elitplantázsokká. Az *utódvizsgálati tesztekben* az egyes fajták előnyeit, ill. hátrányait gondosan mérlegelni kell aszerint, hogy milyen fajról, szelekciós jellegről stb. van szó. Az utódvizsgálati ültetvényeket a plantázsok létesítését megelőzően, azzal egyidejűleg vagy utólag tervezhetjük, és a választott keresztezési módszer szerint csak az anyafákkal, ill. mind-



két szülővel tervezünk keresztezéseket. A rendelkezésre álló anyagiak szabják meg, hogy megelégedhetünk-e szabad beporzású utódvizsgálatokkal vagy pedig ellenőrzött keresztezéseket hajtunk végre. Az utóbbi a jobb módszer.

A szabadföldi ültetvények létesítésével nem szabad késlekednünk, mihelyt a kutatási és az ezzel kapcsolatos kivitelezési terv elkészült, és a megvalósítás feltételei (terület, pénzügyi, személyi források stb.) rendelkezésre állnak.

*Mínél korábban kell gyakorlati eredményt elérnünk.* Ha a szelekciós jelleg öröklékenysége nagy, az utódok nagyon meg fognak egyezni a szülőkkel. Ilyenkor az utódvizsgálatok jelentősége kisebb, sőt azoktól esetenként el is lehet tekinteni.

A programnak magában kell foglalnia a második generációban végrehajtandó kiválasztást is.

A vegetatív úton könnyen szaporítható fajoknál a nemesítési program sok esetben leegyszerűsödik. A főbb feladatok: a fenotípusos szelekció, a klónvizsgálat lefolytatása (az ellenőrző klón kiválasztása) és az értékes klónok tömeges vegetatív elszaporítása az üzemi termesztés számára. A dugványcsemeték jobban hasonlítanak egymáshoz, mint az ivaros utódok a szülőkhöz, ezért *a klónszelekció valószínű genetikai nyeresége meghaladja az ivaros szaporítással elérhető többletet.*

Általánosságban a nemesítési program első éveire kiviteli terv szintű részletes feladatokát adunk meg. *A továbbiakban a programnak rugalmasnak kell lennie,* hogy a taktikát vagy az egész stratégiát a kapott eredmények alapján módosíthassuk, ill. az időközben esetleg felmerülő újabb gazdasági feladatok szerint tanulmányterv szintű programunkat átdolgozhassuk.

## 6.2 A nemesítési munka néhány szervezési kérdése

*Az erdőművelésnek napjainkban kialakult új fejlődési szakaszát nagyrészt az erdészeti genetika és nemesítés terén elért elméleti és gyakorlati eredmények határozzák meg.* Ma sokkal világosabb, mint bármikor, hogy az erdők produktivitása és a nemesített erdősítési anyag felhasználása között szoros pozitív korreláció van. Hasonlóképpen ismert, hogy egy hektár erdő telepítése és a kitermelésig való felnevelése gyakorlatilag ugyanannyiba kerül, ha azt szelektált maggal vagy dugvánnyal, vagy ha értéktelenebb, átlagos anyaggal létesítjük. Ezért a nemesített anyag tömeges elszaporítása mind fontosabb.

Ez a feladat elsősorban az üzemi erdőmérnökökre hárul. Az ő munkájuk nélkül lehetetlen a célok megvalósítása. Ezért kell szólnunk az erdészeti növénynevelési kutatás és a gyakorlat közötti kapcsolatról. Az együttműködés megjavítását minden erdész kutatónak szívényének kell tekintenie. Tapasztalataink már vannak: kiemelkedő és mindkét fél számára igen eredményes az együttműködés a kutatók, valamint az erdőművelő szakvezetők között a mátrai, a bükki és a zalai erdőgazdaságokban. Az igazán nagy eredményeket akkor és ott érték el a magyar – de a világ bármely nemzetének (SZU, USA, Kanada) – nemesítői is, ahol a gyakorlattal el tudták fogadtatni programjaikat, annak megvalósításán a termelés reális keretei között dolgoztak, és eredményeik értékelésében a gyakorlat mutatórendszerét, ütemét és szemléletét követték.

A nemesítő a gyakorlat segítségével legszívesebben a törzsfák előzetes felkutatásánál és ezek fenntartásánál, továbbá a szaporítógallyak és a mag begyűjtésénél veszi. A kutatónak sokszor szüksége van egy meghatározott törzsfá virágrügyes gallyaira, a virágzás állapotára vonatkozó információkra stb.

Különös gondot kell fordítani a *magplantázsokra* is, mert éppen ezek nagyon költségesek. A plantázsokban a szokásos ápolás helyett sokszor intenzívebb kertészeti módszereket kell alkalmazni.

Kutatási területünk és az erdészeti gyakorlat egyik legfontosabb érintkezési pontja a *kísérleti terület az erdőben*. Ha nem sikerül az évekig tartó nemesítési munkával előállított kísérleti anyagot alkalmas területen elhelyezni, ott mindenféle károsítás ellen megvédeni, rendszeresen ápolni, a növekedést lehetőleg évente felmérni és minden feltűnő jelenséget lelkiismeretesen regisztrálni, akkor jobb, ha a nemesített anyag előállításának és kiszállításának ráfordításait megtakarítjuk. Ugyanis a hosszú időtartamú kísérleti területek létesítése és fenntartása rendszerint sokkal több költséget emészt fel, mint amibe a nemesített anyag előállítása került. *Az erdőgazdaság számára a kísérleti terület mindenképp értékes állományt jelent*, viszont ha az említett intézkedések elmulasztása miatt a kísérlet nem értékelhető, a kutatónak legalább egy évtizedes munkája veszett kárba.

A kísérletet végző kutató nem tudja elhárítani a kísérleti területet fenyegető veszedelemeket. Csak akkor lehet a károkat tartósan elkerülni, ha a kezelő erdőgazdaság felelős megbízottja a kísérleti terület gondozását saját ügyének tekinti. A legfontosabb teendők: a kerítés ellenőrzése, a behatolt vad kilövése, a gyomirtás, a fenyegető madárkár, az ápolási károk megelőzése. Emellett természetesen *fontos, hogy a kezelő a kísérlet vezetőjével minden ápolási intézkedést vagy változtatást előre megbeszéljen*. A kutató a gyakorlati erdőmérnöknek nemcsak ilyen természetű segítségére, hanem *megértő együttműködésére* is rászorul. A gyakorlati szakembernek a kísérleti telepen észlelt jelenségekkel kapcsolatos közlései rendkívül értékesek. A sokszor több száz kilométer távolságban dolgozó kutató nagyon hálás, ha tájékoztatást kap az értékes fenológiai jelenségekre, a fajták növekedését különbözőképpen befolyásoló tényezőkre, az esetleges fagy-, aszály-, gomba- és rovarkárosításokra vonatkozóan. Az ilyen közlésekből gyakran fakadnak tudományos felismerések, amelyek a további munkát döntően befolyásolhatják. Elkerülhetetlen a gyakorlat segítsége az egyes kísérleti területeken időszakosan beütemezett mérések, ellenőrzések alkalmával is.

A szoros együttműködés előfeltétele, hogy a *gyakorlati erdőmérnök már a kísérleti terület telepítésénél jelen legyen*. Jó, ha saját szemléletén keresztül ismeri meg a kísérleti elrendezést, hogy azután folyamatosan rendben tudja tartani a jelzőkarokat, jelzőlapokat. Természetesen a kísérleti elrendezés tervét kézhez kell kapnia.

Lényeges az is, hogy a terület kezelője ne ígérjen túl sokat és *ne hallgassa el, ha a kívánságok esetleg nem teljesíthetők*. Az időhiány miatt felületesen végzett megfigyelés gyakran rosszabb, mint ha egyáltalában nem történne megfigyelés.

Nemesítési kísérletek esetén nem szabad elfeledni, hogy *nem hagyományos erdőállományokról van szó*. Ezért a várható siker vagy sikertelenség megítélésében tartózkodónak kell lenni. A kívülálló az összefüggések ismerete nélkül nem láthatja a számára nehezen felismerhető kérdésfelvetésre a választ. Még egy fajta vagy származás teljes balsikere sem mindig jelenti a kísérlet sikertelenségét, hanem esetleg csak

beigazolódását annak, ami várható volt. És ezek értékes támpontok a további kísérletezéshez.

**Az erdészeti növénynevelés hazánkban is nagy lendülettel megindított szép munkáját ma már nem lehet néhány szakember különködésének tekinteni. A nevelés jelentősége abból a kirobbanóan gyors fejlődésből is megítélhető, amelyen az erdészeti genetika és növénynevelés az utóbbi 30 év folyamán, de főképpen az utolsó évtizedben keresztülment.**

A nyárak és a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

A fűzök száma a fűzök meghatalmas megújulása a fűzök száma

## 7. A fontosabb fafajok nemesítése

### 7.1 A lombfák nemesítése

#### 7.11 Nyárák és füzek (Salicaceae)

A nyárák és a füzek faanyaga egyre nagyobb szerepet játszik a magyar fafeldolgozó iparban, és növekvő mértékben segíti azt a törekvést, hogy hazai erdeink elégtésék ki népgazdaságunk fában jelentkező szükségletének egyre nagyobb hányadát. Csak a gyorsan növény nyárasok, füzesek tehetik lehetővé cellulóz-, papír-, forgács- és farostlemez-iparunk olyan mértékű továbbfejlesztését, hogy ezeknek a termékeknek a felhasználása terén utolérhessük a fejlett faiparral rendelkező európai országokat.

#### 7.111 A fűzfafélék jellemzői

**Rendszertani felosztásuk.** A növényrendszertan a nyárnemzetséget (*Populus* genus) a fűz nemzetséggel (*Salix* genus) együtt a fűzfafélék (*Salicaceae*) családjába sorolja. A család jellemzője a kétlakiság (egylakiság kivételesen fordul elő), a barkavirágzat, a kopácsokkal nyíló toktermés.

A nyárák és a füzek között a leglényegesebb alaktani különbség az, hogy a nyárák barkája csüngő, murvapikkelyeik lehasogatottak vagy fogazottak, könnyen leválók, a lepel helyén levágott, korsó formájú képződménnyel; porzóik száma 8–40, csak kivételesen kevesebb, a toktermés 2–4 kopáccsal nyílik, rendszerint mielőtt a levelek teljesen kifejlődtek volna. A rövidhajtáson a levelek hosszú nyelűek. Ezzel szemben a füzek barkája felálló, a murvapikkelyek ép szélűek és meglehetősen tartósak, a lepel helyén 1–2 fogacska formájú mirigy vagy karélyos gyűrű áll. A porzók száma mindössze 1–5, ritkán éri el a 10-et. Az érett toktermés 2 kopáccsal nyílik. A levelek rövid nyelűek.

A nyárák mintegy 50 faja első- vagy másodrendű fa. A hímivarú fák növekedési erélye és alakja a nőivarúakétól csak jelentéktelen mértékben különbözik. A fák ivara lombtalan állapotban a virágrügyek alapján minden kétséget kizáróan megállapítható. A hímügyek lényegesen nagyobbak és korábban is fakadnak a nőügyeknél.

Az egyes buroktalan, igen egyszerű virágok a barkában közös tengelyen, csavarvonalban, a murvapikkelyek hónaljában helyezkednek el. Az egyes fajokra a barkák változó hosszúsága és vastagsága, a murvapikkelyek fogazottsága, a bibe színe jellemző. A beporzást a levélfakadás előtt megjelenő és petyhüdtlen lelőgő hím-barkák mozgató-

sával a szél végzi el. Ha a virágpor a hímbarakák portokjaiból már kiszóródott, a barkák lehullanak. A kezdetben mereven álló, majd a megtermékenyülés után megnyúló és lelógó nőbarkák azonban csak a magvak kirepítődése után válnak le az ágról. A nyárák és a füzek igen formagazdagok. Fajaik természetes úton is kereszteződtek egymással. Faj- és fajtahibridjeik számát könnyű keresztezhetőségük folytán a nemesítők is nagymértékben megnövelték. Ennek eredményeképpen ma már több százra tehető a különböző elnevezéssel forgalomba hozott régi és a nemesítők által szaporításra, ill. termesztésre ajánlott új hibrid fajták száma.

A nyárák és a füzek meghatározását megnehezíti, hogy a levelek nagyság, alak és színeződés tekintetében nagyon változatosak. A levél alakját befolyásolja a termőhely, a fényviszonyok stb. A levél alakja a hajtás kora szerint ugyanazon a fajtán belül is változik. Az erőteljes növekedésű csúcshajtások, az ún. hosszúhajtások és a rövid, szakaszosan fejlettebb oldalágak, az ún. rövidhajtások levelei egyáltalában nem hasonlítanak egymásra. Ezért az egyes fajok meghatározásához gyakran több tulajdonság együttes ismerete szükséges.

A *Populusok*at többen osztályozták. *Duby* az európai nyárákat a tőhajtások természete és a porzók száma szerint két fajcsoportba sorolta: a *Leuce* és az *Aigeiros* szekciókba. *Spach* a *Populusok* felülvizsgálatakor figyelmét a többi kontinens nyáira is kiterjesztette és a *Leucoïdes*, ill. a *Tacamahaca* szekcióval négyre emelte a fajcsoportok számát. *Schneider* a *Turanga* szekciót is visszaállította a fajcsoportok sorába. Ma a *Populus* nemzetséget filogenetikai alapon a következő öt fajcsoportba osztják:

*Turanga* Buna: félsivatagi nyárák,  
*Leuce* *Duby*: rezgő és fehér nyárák,  
*Aigeiros* *Duby*: fekete nyárák,  
*Tacamahaca* *Spach*: balzsamos nyárák,  
*Leucoïdes* *Spach*: nagylevelű nyárák.

**Elterjedésük.** A rezgő nyárák 5 faja és néhány fajváltozata a 40. szélességi foktól a sarkkörig tenyészik

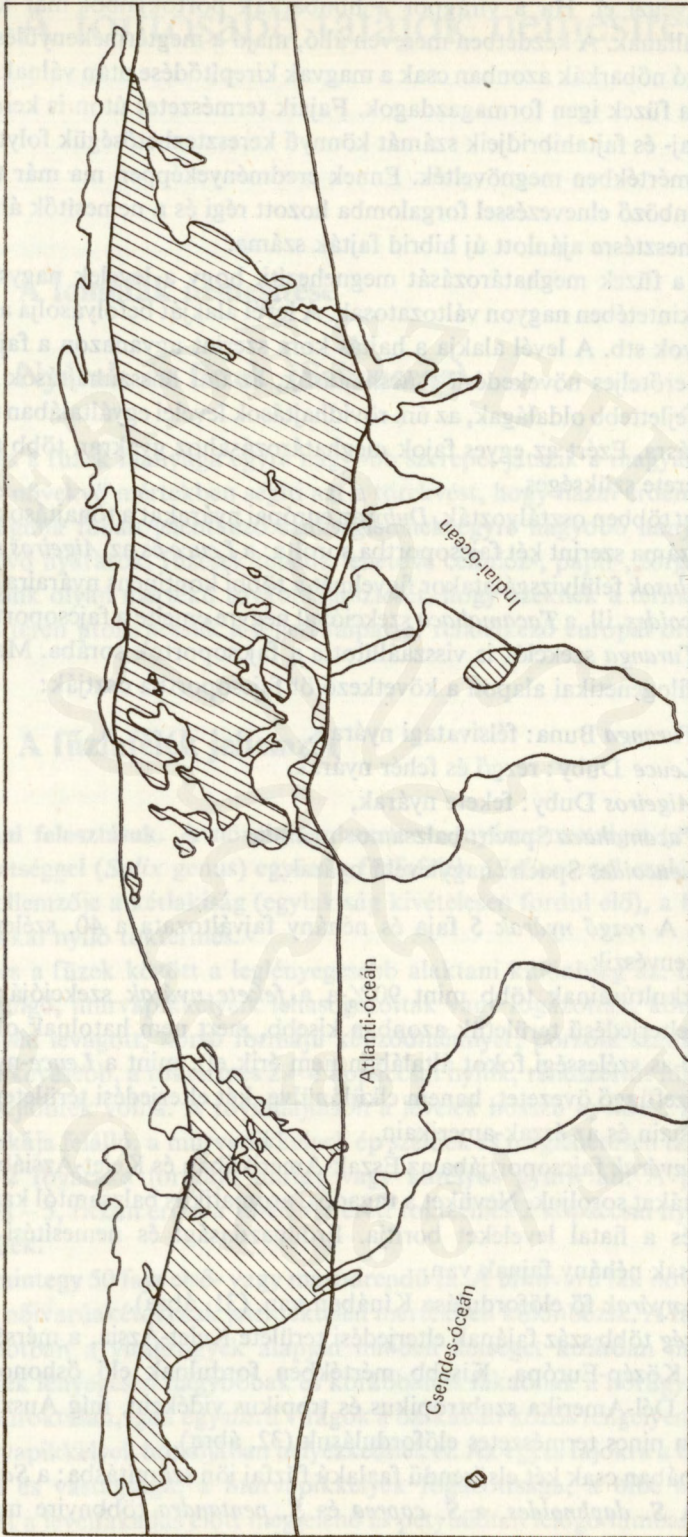
A világ nyárkultúráinak több mint 90%-a a fekete nyárák szekciójába tartozik. Természetes elterjedésű területük azonban kisebb, mert nem hatolnak olyan messze északra (a 60-as szélességi fokot általában nem érik el), mint a *Leuce*-nyárák. Nem képeznek összefüggő övezetet, hanem elkülönülve, két elterjedési területen fordulnak elő, az eurázsiai és az észak-amerikai.

A balzsamos nyárák fajcsoportjába az Észak-Amerikában és Kelet-Ázsiában őshonos fajokat és fajtákat soroljuk. Nevüket a ragadós, aromatikusan balzsamtól kapták, amely a rügyeket és a fiatal leveleket borítja. Erdőgazdasági és nemesítési jelentősége hazánkban csak néhány fajnak van.

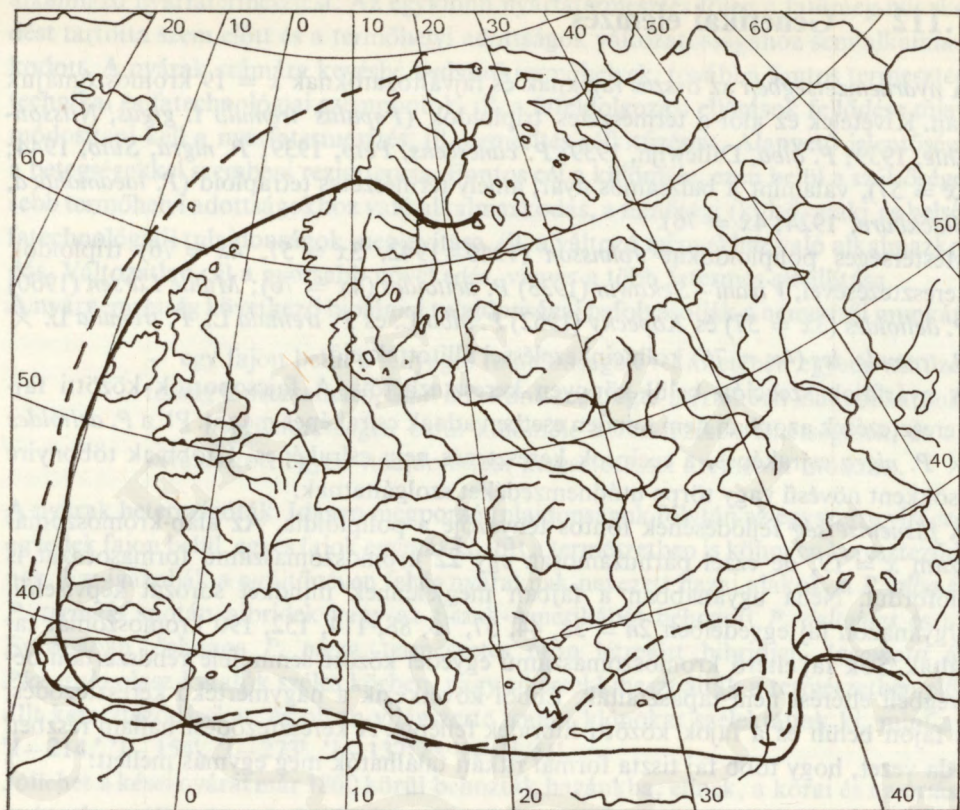
A nagylevelű nyárák fő előfordulása Kínában van. (31. ábra).

A fűz nemzetség több száz fajának elterjedési területe Kelet-Ázsia, a mérsékelt Észak-Amerika és Közép-Európa. Kiseb mértékben fordulnak elő őshonosan Észak-Afrikában és Dél-Amerika szubtropikus és tropikus vidékein, míg Ausztráliában és Új-Zélandban nincs természetes előfordulásuk (32. ábra).

Közép-Európában csak két elsőrendű faalakú fűzfaj jön számításba: a *Salix alba* és a *S. fragilis*. A *S. daphnoides*, a *S. caprea* és *S. pentandra* többnyire magas cserje,



31. ábra. A nyár (*Populus*) nemzetség elterjedése a Földön



— Salix alba  
 - - - Salix caprea

32. ábra. A fűzek elterjedése

ritkábban másodrendű fa. A *S. triandra* és a *S. viminalis* is csak kivételesen nő meg másodrendű fává, ezért a vastagfa-termesztés szempontjából nem jelentősek.

Fonóvessző-termelés céljára lényegében három – a *S. viminalis*, *S. purpurea*, *S. triandra* – fajhoz tartozó változatokat használnak fel. Ezenkívül főképp kötözésre a sárga kötőfűzet (*S. alba* var. *vitellina*) is termesztik. Gazdaságilag azonban legjelentősebb az amerikai fűz, egy Wisconsinból behozott, a *S. cordata* és *S. petiolaris* kereszteződéséből létrejött hibrid.

A nyárok jó jellemzését – többek között – az 1978-ban *Keresztesi* szerkesztésében megjelent: *A nyárok és a fűzek termesztése* című könyvben olvashatjuk.

A nemesítési szempontból fontos fűzek jellemzését *Tompa–Bründl* (1964), *Simon* (1971), *Latke* (1966), *Zsuffa* (1963) munkáiban, valamint az említett könyvben találjuk meg.

## 7.112 Genetikai elemzés

A nyárnemzettségben az összes fajoknak és fajváltozatoknak  $x = 19$  kromoszómájuk van. Kivételek ez alól a természetes triploidok (*Populus tremula* f. *gigas*, Nilsson-Ehle, 1939; *P. alba*, Dillewijn, 1939; *P. canescens*, Peto, 1939; *P. nigra*, Suto, 1944;  $3x = 57$ ), valamint a balzsamos nyár, amely természetes tetraploid (*P. tacamahaca*, Blackburn, 1924;  $4x = 76$ ).

Mesterséges poliploidokat Johnsson (1940–1942,  $3x = 57$ ,  $4x = 76$ ) triploidok keresztezésével, Vivani–Sekawin (1933) *P. deltoides* ( $4x = 76$ ); Muhle Larsen (1960) *P. deltoides* ( $3x = 57$ ) és Kopecky (1962) *P. alba* L. és *P. tremula* L., *P. tremula* L.  $\times$  *P. tremuloides* ( $4x = 76$ ) kolhicinkezeléssel állítottak elő.

A nyárfajok szekción belül könnyen keresztezhetőek. A fajcsoportok közötti fajkeresztezések azonban nem minden esetben adnak csíráképes magot. Pl. a *P. deltoides*  $\times$  *P. nigra* csíráképes, a reciprok keresztezés nem csíráképes. Utóbbiak többnyire csökkent növéssű vagy törpe utódnemzedéket szolgáltatnak.

A fűz nemzettség fejlődésének fontos tényezője a poliploidia. Az alap-kromoszómaszám  $x = 19$ , de ezzel párhuzamosan egy 22 kromoszómaszámú formasorozat is előfordul. Néha ugyanabban a fajban megjelennek mindkét sorozat képviselői. Ugyanazon faj egyedeiben  $2n = 38, 44, 57, 76, 88, 114, 152, 190$  kromoszómát találtak. Sok faj eltérő kromoszómaszámú egyedei között semmiféle rendszertani bélyegbeli eltérést nem tapasztaltak. Ebből következik a nagymértékű kereszteződés, a fajon belüli és a fajok közötti hibridek fellépte. A kereszteződési hajlam részben oda vezet, hogy több faj tiszta formái ritkán találhatók meg egymás mellett.

## 7.113 Nemesítési cél és eljárások

A nemesítés lehetőségeit, módszereit, gyakorlatát a *Salicaceae* családra jellemző sajátosságok határozzák meg: a fűzfafélék kétlakiak, a különböző típusú egyedek és rokon fajok, ill. fajták között gyakori a hibridizáció. Az a lehetőség, hogy a nyárak kevés kivételtől eltekintve vegetatív úton könnyen szaporíthatók, sok tekintetben megkönnyíti és egyben meghatározza a nemesítőmunkát.

A nyárnemzettségen belül az erdészeti növénynemesítés szempontjából számottevő alapfajok: a rezgő nyár (*Populus tremula* L.), az amerikai rezgő nyár (*P. tremuloides* Michaux), a nagyfogú rezgő nyár (*P. grandidentata* Michaux), a fehér nyár (*P. alba* L.), a fekete nyár (*P. nigra* L.), az amerikai fekete nyár (*P. deltoides* Marsch.), az amerikai balzsamos nyár (*P. trichocarpa* Torr. et Gray.), az ázsiai balzsamos nyár (*P. Maximowiczii* Henry) és ezek változatai, alfajai.

A nemesítés célja minél több olyan új klón kiválasztása, ill. előállításuk keresztezéssel, amelyek nagyszámú olyan hasznos és szükséges jellemzőt egyesítenek magukban, amilyeneket a nyártermesztés és a faipar igényel. Ezek az igények az évek folyamán változhatnak, és ennek megfelelően a nemesítési programok is módosulhatnak.

A nyárfatermesztő országokban a nyárfabetegségek által okozott katasztrofális nyárfapusztulás miatt ma már világszerte módosítják az egy vagy igen kevés klónt



alkalmazó nyárfatermesztést. Az egyklónú nyárfatermesztés főleg a fatömeg-növekedést tartotta szem előtt és a termőhelyi adottságok változatosságához sem alkalmazkodott. A nyáarak számára kevésbé kedvező termőhelyek, továbbá fontos termesztéstechnikai és fatechnológiai szempontok, ill. a fafeldolgozási eljárások fejlődése miatt módosítani kell a nyárfatermesztés, ill. nemesítés célkitűzéseit. Alapvető jelentőségű a betegségekkel szembeni rezisztencia. Fontos cél a különféle, ezen belül a szélsőségszerűbb termőhelyi adottságokhoz való alkalmazkodás, a minőségi (külső, alaki és belső, fatechnológiai) tulajdonságok megjavítása, ill. a változó igényekhez való alkalmazkodás. Változatlan cél a gyorsabb növekedés, vagyis a több fatermés előállítása.

A nyárnemzetség következő biológiai tulajdonságai befolyásolják a nemesítői munkát:

- egy fajon belül a lényeges tulajdonságok tekintetében egyedi változatosság tapasztalható, amit a nekünk szükséges mértékben kiaknázhatunk,
- a nyárnemzetségen belül különféle keresztezések lehetségesek, és a kiválasztott egyed tulajdonságai keresztezéssel átvihetők utódaira.

A nyáarak heterozigóták. Idegen megporzó tulajdonságuk folytán az egyszerre virágzó egyedek fajon belül, egyes fajok egymás között a természetben is könnyen kereszteződnek. Ezt igazolják a gyűjtőnéven fehér nyáaraknak nevezett hazai alakok, a *P. alba* és *P. tremula* spotán hibridek vagy az Észak-Amerikából behozott *P. deltooides* és az Európában őshonos *P. nigra* természetes úton létrejött hibridjei. *Jacometti* és *Piccarolo* olasz kutatók széles körben, nagy sikerrel kihasználták a természetben előállt kereszteződéseket, és olyan világszerte ismert klónokat szelektáltak ki, mint az 'I-214', 'I-154', 'I-273', 'I-137' és 'I-45/51'.

Jóllehet a kései nyárat már 1860 körül behozták hazánkba, ennek, a korai és az óriásnyárnak az állományszerű telepítése zömmel az első világháború idején kezdődött. A nyáarak nagyobb mérvű, szervezett honosítására hazánk felszabadulása után került sor (*Kopecky*, 1952; *Simon* 1966; *Tóth B.*, 1969; *Tóth I.*, 1974; *Palotás*, 1974). A sárvári ERTI-állomás széles körű kapcsolatot épített ki, és ennek eredményeként ma több ezer klónt tartalmazó gyűjteménnyel rendelkezünk.

A fűz nemesítésének célja olyan gyorsan növő és nagy fatömeget adó, a károsításokkal szemben ellenálló klónok kiválasztása, ill. előállítása, amelyek különféle termőhelyen intenzív termesztésre és különféle mechanikai, kémiai feldolgozásra megfelelnek. Egyes nehezen gyökeresedő fajoknál (pl. kecskefűz) a vegetatív szaporíthatóság gyakorlati nemesítési célkitűzés, jóllehet ezek párafüggönnyel való gyökereztetése nem okoz nehézséget (*Lattke*, 1966).

A felsorolt célokat egyedkiválasztással, mesterséges keresztezéssel, poliploidias és mutációs nemesítéssel lehet elérni.

A fűzek szokatlanul nagyfokú hajlama a formaképzésre, poliploid alakok létrehozására „egyedülálló plaszticitást” (*Hessmer*, 1949) jelent. A sok faj, változat stb. közül különböző célra mind újabbakat és újabbakat lehet kiválogatni, ill. keresztezéssel kívánság szerint előállítani. Nemesítési szempontból különösen hálás alanyok, mert könnyű vegetatív szaporíthatóságuk következtében a nemesítési időtartam nagyon lerövidül, és a *Wettstein* (1929) által kidolgozott vízkultúrás módszerrel az egész munka lényegesen leegyszerűsödik. Ha az F<sub>1</sub> nemzedék gazdasági szempontból még nem értékes, akkor a bokorfűzeknél már a 3–4. évben számíthatunk az első virág-

zásra és az  $F_2$  nemzedék felnevelésére, amelynek hasadása számos új alakot eredményez. A *S. alba* klónok karódugványjaiból nevelt növények is virágznak már a 3–4. évben, a bokorfüzek dugványairól nőtt hajtások pedig néha már az első évben fejlesztenek virágrügyet.

## 7.114 Nemesítési eredmények

**Származási kísérletek.** A nyárszármazási kísérletek célja a jövő faállományai számára olyan fajták és fajtahibridek keresése, amelyek az adott termőhelyen a legnagyobb teljesítményre képesek. Hazánk is csatlakozott a FAO–IUFRO koordinálásával indított *Populus trichocarpa*, *P. deltoides* és *P. nigra* származási kísérleteihez. Az utódpopulációkban nagy változatosság mutatható ki mind növekedés, mind a vegetációs időszak, mind a gombakárosítással szemben tanúsított rezisztencia tekintetében. Az elkezdett munka sikeresen megalapozhatja jövőbeni sokklónú nyárfatermesztésünket.

**Egyedkiválasztás.** Nyárból hazánkban 205 törzsfát választottak ki a fenotípus alapján, és ezeket bázisgyűjteményben helyezték el. Itt kapnak helyet a külföldről érkezett, különböző származásokból szelektált egyedek, valamint a nemesítés szempontjából számításba vehető utódpopulációk vegetatív utódai is. A bázisgyűjtemény erdőszerűen művelt és fenntartott kultúra, ahol a vizsgált tulajdonságok értékelhetők, ugyanakkor a fák virágznak, magot teremnek, tehát a keresztezéses nemesítés céljait is szolgálják. Ilyen rendeltetésűek az 1958–1959-ben telepített populétumok, továbbá a nagyon sok helyen létesített klón-, utódvizsgálati és származási kísérletek is. *Fehér fűzből* 51 kiválasztott hazai törzsfát tartunk nyilván. Sárváron, Sopronban, Baján, Derecskén mintegy 150 fa alakú és 400 bokorfűz klón van a törzsanylepeken (36. kép).

**Keresztezések.** A nyárnemesítők Sárvárott a faj-, fajta- és fajcsoport-keresztezéseket olyan tudatosan előtervezett hibridek előállítására végezték, amelyek a természetben nem alakulhattak ki, részint a földrajzi elterjedés, részint a különböző időszakban bekövetkező virágzás miatt, vagy mert természetes kereszteződésben nemkívánatos egyedek is részt vehettek. Az utódnemzedékek eddigi vizsgálata során Kopecky (1978) a következő fontosabb genetikai megfigyelésekről számol be: Fajtán belül (*Populus canescens* × *P. canescens*) és fajták között (*P.* × *euramericana* cv. 'Marilandica' × *P.* × *euramericana* cv. 'Serotina', *P.* × *euramericana* cv. 'Marilandica' × *P. euramericana* × *P.* 'Robusta' stb.) végzett keresztezések csökkent növekedésű utódnemzedéket adtak. Morfológiai szempontból az utódnemzedék a szülők és őseik tulajdonságaira hasad.

A fajon belüli nyárkeresztezések akkor adtak jó eredményt, ha azokat a faj földrajzilag távoli ökotípusai között végezték.

A szürke nyárral végzett keresztezések generatív továbbszaporítás után nem adtak kielégítő eredményt (*P. canescens* × *P. alba*, *P. canescens* × *P. grandidentata* stb.). A fajtáknak rokon fajokkal történő visszakeresztezése után erősödnek azok a tulaj-

donságok, amelyeket a kombinációban a hímivarú szülő képvisel. Pl. a *P. canescens* × *P. alba* kombinációban az egész utódnemzedékben a fehér nyár morfológiai jellegei dominálnak.

Minden vonatkozásban kielégítő nemesítési eredményt a fajok és fajváltozatok között végzett keresztezések eredményeztek (*P. alba* × *P. grandidentata*, *P. tremula* × *P. tremuloides*, *P. deltooides* × *P. nigra*). Erdészeti szempontból jelentős fajok interspecifikus keresztezése az F<sub>1</sub>-ben gyakran kiterjedt hibridfölelynt adott, amely rendszerint fokozott növekedési erélyben jelentkezett.

*Kopecky* az euramerikai fajták előállításához a 31–39° földrajzi szélességről származó *P. deltooides* klónjait használta. Hímivarú szülőként őshonos fekete nyárat alkalmazott. A fajhibrid-populációkból több olyan klónt szelektált, amelyek a célul tűzött nemesítési feladatnak megfelelnek, és a közeljövőben a fajtasortimentet bővíthetik. A Leuce-fajhibridek közül a *P. alba* × *grandidentata*, *P. alba* × *P. tremuloides* és *P. alba* × *P. tremula* keresztezések adtak jó eredményt. Ezek a nyárfatermesztés határtermőhelyein kielégítő növekedést és feltűnő rezisztenciát tanúsítanak, ezért a külterjes nyárfatermesztésben fontos szerephez juthatnak.

**Rezisztenciára nemesítés.** Ennek a nemesítési eljárásnak két alapvető módját alkalmazzuk nálunk: a populációból ellenálló egyedeket válogatnak ki, valamint a betegség-ellenállás növelésére keresztezéseket végeznek. Megemlítjük, hogy az erdészeti rezisztenciára nemesítés a mezőgazdaságihoz viszonyítva rosszabb helyzetben van, a kártevők és a kórokozók gyors szexuális kombinációképessége és az erdei fák lassú generációváltása miatt. A genotípusok nagy száma miatt ennek ellenére az erdészeti rezisztenciára nemesítés is jó eredményeket mutat fel.

A betegség-ellenállóság fokozására irányuló munkát a nyárnemesítés fázisaihoz kapcsolódóan végzik. Ez a tevékenység kiterjed a keresztezésekhez felhasznált törzsfák megválasztásától a nemesítési munka minden területére, vagyis a különböző fokozatú klónkísérletekre, a fajta-összehasonlító kísérletekre és az utódvizsgálatokra is. A fagyérzékenység kutatása elsősorban a *P. deltooides* klónok honosításához kötődik. A szárazság-ellenállóságra nemesítés alapjául a *Leuce*-szelekció nyárfajhibridjei a legalkalmasabbak. Ebből a szempontból figyelmet érdemelnek az alföldi populációkban levő *P. alba* × *P. grandidentata* ('H422/1' és 'H422/6') klónok.

Egyik legnagyobb probléma a *kéregfekély megbetegedés* leküzdése. A megbetegedést ugyanis sok tényező segíti és több mikroorganizmus is előidézheti. A megfelelő körülmények (diszpozíciót előidéző okok, nagy mennyiségű fertőző anyag jelenléte) közt végzett utódvizsgálatok, a származási és klónkísérletekben történt szabadföldi rezisztenciavizsgálatok figyelmet érdemlő eredményt adtak. *Gergác* (1978) a hanságfalvi, a rajkai, a kunpeszéri stb. kísérletekben statisztikailag igazolta, hogy a kéregfekéllyel szembeni rezisztencia öröklött tulajdonság.

Fontos a *Marssoninával* szemben érzékeny klónok kiszűrése is. Erre a kutatók az anyatelepszzerűen kezelt fajtagyűjteményeket, továbbá az egyéb nemesítési ültetvényeket használják fel. Az eddigi vizsgálatok szerint a marssoninás levélfoltosodással szembeni érzékenységekben a genetikai tényezők szerepe még nagyobb, mint a kéregfekély esetében. Néhány *deltooides* klón ellenállónak bizonyult. Hazai nyárfajtajelölteink gyengén érzékenyek ezzel a gombával szemben.

A *Melampsora* rozsdagomba főképp csemetekertben fordul elő, és vegyszeres úton is leküzdhető, ezért jelentőségét nem szabad eltúlozni, ha az illető fajta egyéb tekintetben megfelelő. Így pl. a *P. × euramericana* cv. 'OP 229' csemetét a rozsdagomba károsítja, a populátumokban azonban a legjobb növekedésűek közé tartozik.

A farontó gombákkal, az *álgesztessedéssel*, *revesedéssel* szembeni érzékenység vizsgálatát elsősorban a hagyományos, hosszabb vágásfordulójú nyárfaágzaldalkodás esetén tartják fontosnak.

**Klónkísérletek.** A tenyészidő tartamával szoros kapcsolatban álló fagyállóság, a betegségekkel, ill. a károsítókkal szembeni ellenállóképesség, a korona- és a törzsalak, a dugványozhatóság már fiatal korban megállapítható, és általában a fa idősebb korában sem változik (33. kép). A növekedési erély tartamossága fajtánként változik, de 15–20 éves korig majd minden fajtánál meglehetősen állandó. A növekedési erély megállapításakor figyelembe veszik a hibridek reagálását a fotoperiodizmusra, ami egyben a tenyészidőtartamot is meghatározza. Ezért a fenofázisok rögzítése nagyon fontos.

A *fiatalkori tesztelés* során megfelelőnek talált klónok további vizsgálatát *kisparcellás klónkísérletekben* végzik a kutatók. Ide kerülnek a honosítási vizsgálatokra behozott klónok is. Ezekben a többszörös ismétléssel, négyzetrács-elrendezésben telepített kísérletekben a rezisztenciát, a növekedési tulajdonságokat és a külső morfológiai jellegeket figyelik meg. Ezeket a kísérleti állományokat biológiai fenntarthatóságukig hagyják meg, hogy az ott szereplő klónok keresztezési partnerként is használhatók legyenek. Ilyen rendeltetéssel létesültek az ötvenes évek végén mintegy 100–100 klónnal az ország 10 helyén a populátumok, majd 1967-től Hanságfalván, Rajkán, Kunpeszéren a klónkísérletek.

A kisparcellás kísérletekben ígéretesnek mutatkozó mintegy 10 klónnal már nagyobb parcellákon és kisebb ismétlésszámmal létesítik a *fajta-összehasonlító technológiai kísérleteket*. Ezek célja a hálózat, a nevelési módszer, továbbá a faterméstani jellemzők tisztázása.

A populátumok 15 éves adatai alapján *Kopecky* (1969), *Kopecky–Gergác–Halupa* (1974) a következő fontosabb megállapításokat tették:

A *Leuce*-nyárák közül a *P. tremula* és *P. canescens* vizsgált fajainak és fajhibridjeinek az alföldi nyártermőhelyeken nincs fatermesztési jelentőségük. A *P. alba* faj- és fajta-hibridek közül a *P. alba × P. grandidentata* 'H–422/1' és 'H–422/6', továbbá a *P. alba × P. alba* 'H–425/4' és 'H–325/10' klónoknak van fatermesztési szerepük. Díszértékük miatt útfásításra, parkosításra valamennyi számba jöhető termőhelyen a *P. alba × cv. Bolleana* 'H–427/3', valamint az említett 'H–422/1' és 'H–422/6' alkalmazható. Az alföldi meszes homoktalajokon elsősorban a jegenye alakú *P. canescens × cv. Bolleana* 'H–372/1' és 'H–372/2' ültethető. (41. kép.)

A gyertyán- vagy bükk-klíma különböző barna erdőtalajain a *P. tremula × P. tremuloides* 'H–452/4' és 'H–452/6', a *P. canescens × P. grandidentata* 'H–424/2', a *P. alba × P. tremula* 'H–380/3' klónjai telepíthetők.

A savanyú talajú dunántúli populátumokban az *euramerikai nyárák* közül a legjobb növekedést az 'I–214' és az azzal azonos 'Sacrau 79' fajta érte el. Térfogattömege 20–30%-kal kisebb, mint az óriás nyáré, fatermése viszont a termőhelytől függően

40–100%-kal nagyobb. Az euramerikai nyárak közül az alföldi homokon, ill. a meszes talajú populátumokban mindenütt az 'OP–229' klón volt a legjobb. Ennek térfogattömege közel azonos az óriás nyáréval (0,43 g/cm<sup>3</sup>).

Az Aigeiros-nyárak magassági folyónövedéke a populátumokban 0,6–1,5 m/év, az átmérő-folyónövedék 1,5–2,5 cm/év volt. A dunántúli populátumokban legnagyobb az 'I–214' folyónövedéke: átlag 1,4 m, ill. 2,9 cm évente. Az olasz nyár folyónövedéke még 15 éves korban is számottevő, ezért vágásfordulóját kedvező termőhelyen 20 év körül célszerű megállapítani.

Jóllehet a klónokat elsősorban fatermésük alapján rangsorolják a kutatók, de egyidejűleg a rezisztenciára és a minőségi osztályra (törzsalak, villásság, koronalak, ágállás szöge, ágállás elrendezése, ágvastagság) is súlyt fektetnek. Az összbnyomást figyelembe véve az említett három klónkísérletben a következő klónok szerepeltek legjobban:

– A rajkai jó öntéstalajú kísérletben a *P. × euramericana* cv. '4 B', a 'H 328' és 'Blanc du Poitou' volt a legjobb.

– Hanságfalva sekély termőrétegű, időszakos vagy állandó vízhatású, lápos réti talaján, ill. középmély termőrétegű, időszakos vízhatású, kotusodó tőzegláptalaján a *P. Maximowiczii* × *P. beroleinsis* N°–21 lengyel hibrid, a *P. deltooides* 'S 307/22', 'S 235/16' és a 'B 60' klón vált be.

– Kunpeszéren időszakos vagy állandó vízhatású, csernozjom jellegű homoktalajon, ill. eltemetett lepelhomok-borításos, gyengén humuszos réti homoktalajon legjobb klón a hazai keresztezésű *P. deltooides* × *P. nigra* 'H–490/3' fajhibrid, a *P. deltooides* 'B 60', a *P. deltooides* 'V 247', valamint a *P. deltooides* 'S 298/8' triploid, továbbá a 'Blanc du Poitou', az 'I–137', 'I–488', 'I–477' euramerikai klónok.

Általános megfigyelés, hogy a növekedés milyenségét és a rezisztenciát jórészt öröklött tulajdonságok határozzák meg, és csak részben tulajdoníthatók azok egyéb, pl. termőhelyi tényezőknek.

**Utódvizsgálatok.** A leromlott tulajdonságú fehérnyár-állományok feljavítására Kopecky a *P. tremula*, *P. tremuloides*, *P. grandidentata* és *P. alba* fajokkal végzett keresztezéseket. A hazai *P. alba* és *P. tremula*, valamint az észak-amerikai *P. grandidentata* és *P. tremuloides* keresztezéseivel a határtermőhelyeken termőhelyálló, jó minőségű fát termő új hibrideket sikerült előállítani, amelyek fajtaelismerése folyamatban van.

Az 1965-ben Gönyűn és 1971-ben Mosonmagyaróváron létesített utódvizsgálati ültetvényben máris több kiváló törzsalakú finoman ágas, betegségekkel szemben rezisztens, jó növekedésű klónt szelektáltak. Az egész populáció növekedését tekintve a *P. alba* × *P. grandidentata* utódnemzedékeinek összesített növedéke jobb volt a *P. alba* × *P. tremula* kombinációjánál. A szelektált klónok vegetatív elszaporítása folyik. Az ültetvényekben a kontroll olasz nyár és óriás nyár növekedése 10 éves korban ugyan kissé még meghaladja az említett hibridekét, de ezeknek az euramerikai

nyáráknak a növekedése már leállt, ugyanakkor a *P. alba* × *P. grandidentata* fajhibridnek most vannak a legerőteljesebb növekedési szakaszban.

Az eddigi kísérletek alapján az *OMFT* a következő nyárfajtákat ismerte el:

*P. × euramericana* cv. 'I-154', cv. 'I-214', cv. 'OP-229', cv. 'Marilandica' és cv. 'Robusta' (ezek FE fokozatnak), a *P. alba* × *P. grandidentata* cv. 'Favorit', 'H-422' (EE fokozat), *P. × euramericana* 'Pannonia' ('H-490/3', ÁE), *P. × euramericana* cv. 'Bianco de Lomellina' ('BL'), cv. 'Blanc du Poitou' (utóbbiak FE).

Üzemi fajtakísérletre javasolt fajtajelöltek és külföldi fajták:

*P. deltooides* 'S 611 C', cv. 'I-488', 'I-45/51', cv. 'I-137' és cv. 'I-273', továbbá *P. deltooides* × *P. nigra* cv. 'Italica', 'H-381' klónkeverék.

A fűzek minősített (elismert és forgalomba hozatalra engedélyezett) fajtái:

*Salix alba* 'Bédai egyenes', 'Csertai', 'Pörbölyi', 'I-1/59' 'I-4/59' és a *S. humboldtiana*.

Üzemi fajtakísérletre javasolt külföldi fajta:

'Veliki Bajar 184'.

## 7.115 További feladatok

A közeljövőben a termesztési biztonságot fokozó rezisztenciára, az egyszerű, kevésbé költséges termesztési technológiákra és a gazdaságossági, hasznosíthatósági értékelésekre kell a súlyt fektetni.

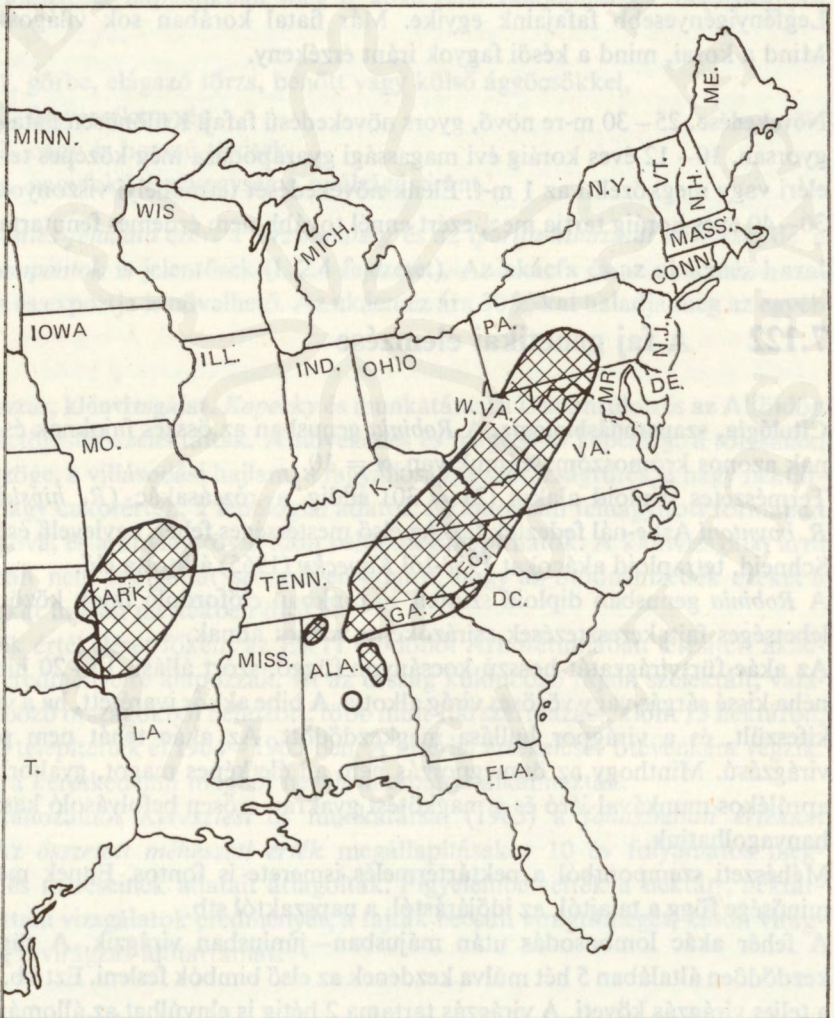
A termesztett kevés nyárfajta miatt csaknem monokulturális nyárfatermesztésünk betegségek esetleges járványszerű fellépése és pusztítása miatt igen veszélyes, de a fajtaszortiment a nyártermesztésre rendelkezésre álló termőhelyek potenciális hasznosítására sem elegendő. A nyárfajtaszortimentben fajtaváltás helyett a szortiment bővülése várható. Még a VI. ötéves tervben új fajták elismerésére kerül sor, és végső soron a szortiment előreláthatólag 12–15 fajtából áll majd. A jelenlegi fajtaarányok a VI. ötéves terv végére a következők szerint módosulnak: 'I-214' 45%, óriás nyár 20%, 'OP 229' 10%, korai nyár 5%, új nemes nyárok együtt 20%. A határtermőhelyeken a *Leuce*-nyáráknak várhatóan nagyobb szerepük lesz és további fajták elismerése lehetséges. Jelenleg a legfontosabb feladat a vegetatív úton nehezen szaporítható *Leuce*-nyárok szaporítóanyag-termesztésének üzemi megoldása. Feladat a még fellelhető hazai génanyag felkutatása, megőrzése.

A fűzklón- és -fajtakísérletekben elért eredmények alapján több fűzklón ígéretes. A kísérletekből kiválasztott további 5 fűzfajtajelölt állami elismerése még 1985-ig lehetséges. A szelektált klónok általános bevezetésével mintegy 15% faterméstöbblet várható. Az üzemi törzsanyatelep-hálózatot ki kell egészítenünk.

## 7.12 Akác (*Robinia pseudoacacia* L.)

### 7.121 A faj jellemzői

**Elterjedése.** Az akác hazája az atlantikus Észak-Amerika, az Alleghany-hegység és környéke (33. ábra). Első példányai az 1600-as évek elején kerültek Európába. Itt kezdetben mint értékes díszfát terjesztették, majd a 18. század utolsó évtizedeitől erdőtelepítésre is széleskörűen alkalmazták. Hazánkban az elmúlt 170 esztendő alatt az akác teljesen meghonosodott, és annyira elterjedt, hogy Magyarország az akác második hazája lett. Ma már jóval több akácunk van, mint Európa többi országának együttvéve. Azt, hogy az akác külföldi származása ellenére nálunk aránylag



33. ábra. Az akác eredeti elterjedési területe az Egyesült Államokban (Roach után)

hamar elterjedt, több kiváló tulajdonsága tette lehetővé: 1. kitűnő minőségű, kemény, szívós, rendkívül tartós faanyaga, 2. gyors növekedése, 3. könnyű telepíthetősége és nagy sarjadzóképesége, 4. mérsékelt talajigénye, 5. terjedelmes, gazdagon szétágazó gyökérrendszere, ami futóhomok és vízmosások megkötésére alkalmassá teszi.

**Termőhelyigénye.** Melegebb éghajlatot kedvelő fafaj. Klímaigényének a szőlőtermő vidékek felelnek meg a legjobban. Termőhely iránti alkalmazkodóképessége rendkívül nagy. Legkedvezőbb számára a tápdús, jól szellőzött homoktalaj. Kötött talajra nem való, és a legelő jószág taposását is erősen megsínyli. A talaj ásványi tápanyagaival szemben meglehetősen igényes. Fájának igen nagy a hamutartalma, növekedése során jelentős mennyiségű ásványi anyagot von el a talajból. Egyébként nitrogénben gazdagítja talaját, ugyanis gyökerein vele szimbiózisban *Rhizombium* baktériumok élnek, amelyek a levegő nitrogénjét megkötik. Szárazságtűrő faj, azonban a jó növekedéshez szükséges optimális vízigénye meglehetősen nagy. Legfényigényesebb fafajaink egyike. Már fiatal korában sok világosságot kíván. Mind a korai, mind a késői fagyok iránt érzékeny.

**Növekedése.** 25–30 m-re növő, gyors növekedésű fafaj. Különösen fiatal korában nő gyorsan. 10–12 éves koráig évi magassági gyarapodása még közepes termőhelyen is eléri vagy megközelíti az 1 m-t. Élénk növekedését termőhelyi viszonyoktól függően 30–40 éves koráig tartja meg, ezért ennél tovább nem érdemes fenntartani.

## 7.122 A faj genetikai elemzése

**Citológia, szaporodásbiológia.** A *Robinia* genusban az összes fajoknak és változatoknak azonos kromoszómaszámuk van,  $x = 10$ .

Természetes triploid alakot ( $3x = 30$ ) eddig a rózsásakác (*R. hipsida* L.) és a *R. boyntoni* Ashe-nál fedeztek fel. Az első mesterséges fehér, egylevelű és *R. luxurians* Schneid. tetraploid akácokat 1958-tól *Kopecky* (1965) állította elő.

A *Robinia* genusban diploid szinten hazánkban előforduló fajok között az összes lehetséges fajtakereszteszések csírázóképes magot adnak.

Az akác fűrtvirágzatát hosszú kocsányon függő, szórt állású 15–20 hímnős, fehér, néha kissé sárgás vagy vöröses virág alkotja. A bibe akkor ivarérett, ha a vitorlaszirom kifeszült, és a virágpor hullása megkezdődött. Az akác tehát nem protandrikus virágzású. Minthogy az önmegporzás nem ad életképes magot, gyakorlatilag a sok aprólékos munkával járó és a magkötést gyakran erősen befolyásoló kasztrálást el is hanyagolhatjuk.

Méhészeti szempontból a nektártermelés ismerete is fontos. Ennek mennyisége és minősége függ a talajtól, az időjárástól, a napszaktól stb.

A fehér akác lombosodás után májusban–júniusban virágzik. A rügyfakadástól kezdődően általában 5 hét múlva kezdenek az első bimbók fesleni. Ezt kb. 1 hét múlva a teljes virágzás követi. A virágzás tartama 2 hétig is elnyúlhat az állomány sűrűségétől, életkorától, a talajtól, a kitettségtől és az időjárástól függően.



Az akác korán, gyakran már 5 éves korában terem, és rendszerint minden második vagy harmadik évben sok magtermése van.

**Variáció.** A *Robinia* nemzetség kb. 20 fajból áll.

Nálunk a *Robinia* genusban az erdészeti növénynevelés szempontjából csak az alapfajnak és egyes fajváltozatainak, az árboacakácnak (var. *rectissima*), az egylevelű akácnak (var. *unifolia*), a jegeneakácnak (var. *pyramidalis*) és a pirosló virágú akácnak (*R. ambigua* cv. *decaisneana*) van jelentősége.

## 7.123 Nemesítési cél és eljárások

Az akác termesztését napjainkban még a következő tulajdonságok befolyásolják hátrányosan:

1. görbe, elágazó törzs, benőtt vagy külső ággöcsökkel,
2. fagyérzékenység,
3. nagy és hosszú tövisek,
4. nagyfokú érzékenység a nyúlragás iránt.

Az akácnevelés feladata ezért a törzsmínőség és az iparifa-kihozatal növelése, de a méhészeti szempontok is jelentősek (l. 2.4 fejezetet). Az akácfa és az akácméz hazai felhasználása és exportja is növelhető. Az akácméz ára 30%-kal haladja meg az egyéb méz árát.

**Egyedkiválasztás, klónvizsgálat.** *Kopecky* és munkatársai a Dunántúlon és az Alföldön eddig 75 akáctörzsfát szelektáltak. A növekedés és magtermő képesség, a törzsalak, az elágazás szöge, a villásodási hajlam, a fagyállóság, a szárazságtűrés, a nagy nektártartalom, a nagy cukorérték, a fenológiai adatok a klónokban felnagyított formában válnak láthatóvá, és aránylag rövid időn belül megállapíthatók. A klónvizsgálat arra nézve azonban nem szolgáltat semmilyen adatot, hogy az utódnemzedék ezeket a tulajdonságokat milyen mértékben örökli.

A fajtajelöltek értékelését főként az ERTI Gödöllői Arborétumában létesített akác-fajtakísérlet eredményeire alapozzák. Itt az ország különböző tájain szelektált, valamint a különböző országokból behozott, több mint 100 származást, klónt 13 hektáron, 4 ismétlésben telepítettek el 1964–1965-ben. A kísérlet értékelését öt évenként végzik. Kontrollnak a kereskedelmi magból nevelt állományt alkalmazták.

A várható fahozamot *Keresztesi* és munkatársai (1965) a fahasználati értékkel fejezik ki. Az összetett méhészeti érték megállapításakor 10 év folyamatos megfigyeléseinek és méréseinek adatait átlagolták. Figyelembe vették a nektár-, nektármirigy-szövet-tani vizsgálatok eredményét, a fajták becsült virágtömegét, későn virágzás mértékét, a virágzás időtartamát.

**Klímatűrés** szempontjából lényeges, hogy az akác eredeti elterjedési területe a magyarországinál 5–15 fokkal délebbre van. Hosszú vegetációs ideje miatt nálunk gyakran

szenved fagykárt. A fajtajelöltekben betegség nem tapasztalható. A mozaikvírus-fertőzés ezeken nem érte el az országosan tapasztalható 8–10%-os mértéket.

Akác törzsfáink szabad beporzásból származó utódnemzedékét a nemesítők az 1958-ban létesített utódvizsgálati ültetvényben vizsgálják. A törzsfákról készített oltványok az utóbbi években kezdtek el virágozni. Ezért az eddigi keresztezéseket csak korlátozott számban, inkább a keresztezés technikájának elsajátítása céljából végezték. A kapott utódnemzedékek biztató növekedésűek, ígéretesek. A populációk kis egyedszáma és a hibrid csemeték viszonylag fiatal kora nem teszi lehetővé, hogy jelenleg mélyreható következtetéseket lehessen levonni azokból.

**Magtermesztő ültetvények.** A jelenleg magtermelésre kijelölt állományok, annak ellenére, hogy a múltban szokásos rendszertelen maggyűjtéshez viszonyítva előrehaladást jelentettek, csak átmeneti állapotnak tekinthetők mindaddig, amíg a törzsfák oltványaival telepítendő magtermesztő ültetvények elegendő magot nem teremnek. Az akác törzsfák szabad beporzású magutódvizsgálatainak eddigi néhány éves eredményei is sürgetik az egyes erdőgazdasági tájak fontosabb akác termőhelyein ilyen magtermesztő ültetvények létesítését. Ehhez azonban még a mesterséges keresztezéssel létrehozott mag-utódpopulációk sokévi megfigyelése és a tetraploidok pontos vizsgálata szükséges. A kiválasztott törzsfákról készített oltványokkal *Keresztesi* és munkatársai fenotípus-magtermelő ültetvényeket létesítettek.

**Keresztezéses nemesítés.** Az akác fürtvirágzatát a bimbók szíromleveleinek fehéredésével egy időben kell túllzacskókkal izolálni. Az ivarérettség bekövetkeztétől számított 2–3 napon át az érett bibe eredményesen termékenyíthető. A szigetelést csak akkor távolítsuk el, ha a virágszirmok már teljesen lehullottak és a hüvelyképződés már látható.

*Kopecky* (1965) kettős céllal folytatott keresztezési kísérleteket. Egyrészt tisztázni kívánta, hogy az öntermékenyülés milyen mértékben következik be, másrészt pedig a nemesítési céloknak megfelelő tulajdonságok szerint kiválasztott törzsfákat keresztezte egymással olyan utódok létrehozása végett, amelyek a szülők értékes tulajdonságait egyesítik magukban.

Az önmegtermékenyülés lehetőségének megállapítására a következő kísérleteket állította be:

1. a virágfürtöket izolálta,
2. az izolált virágok bibéit ugyanannak a virágnak a pollenjével porozta be,
3. az izolált virágok bibéit azonos fa más virágfürtjeiből gyűjtött virággal porozta meg,
4. azonos klónú, de különböző oltványok virágait keresztezte egymással.

Az 1. pont alatti keresztezési kísérlettel beigazolta, hogy a szélbeporzás nem eredményes. Nem következett be a megtermékenyülés a 2., 3. és 4. pont alatt beállított önbeporzási kísérletekben sem. Az egyklónú oltványokon végzett önbeporzási kísérlet azonban ismétlésre szorult.

*Kopecky* a jó törzsalakú és növekedésű fákat keresztezte egymással. A méhészet

számára annyira fontos virágzás tartamának meghosszabbítása érdekében végzett keresztezés számára a bőségesen virágzó egyedeken kívül a korán (var. *praecox*), későn (var. *galliana*) és ismételten (var. *semperflorens*) nyíló fajváltozatok, valamint a fehér akácnál később virágzó *R. luxurians*t tartotta megfelelőeknek. A tövishosszúság csökkentése végett az *inermis* fajváltozattal, a virágzás tartamának meghosszabbítása céljából pedig a *R. luxurians*szal, valamint a későn és folyton virágzó fajváltozatokkal végzett keresztezéseket. A hibrid csemetéket részben a sárvári fajtagyűjteménybe, részben kísérleti állományokba telepítette ki.

**Poliploidia nemesítés.** Említésre méltó, hogy az akáccsira különösen érzékeny a kolhicinre és annak növekedésgátló hatása folytán a gyökércsúcs bunkószerűen megvastagszik. Ezért a csiranövények gyökérkezelése ajánlható. Az első levélpár megjelenésekor a csiranövényeket 0,1%-os kolhicinoldatba kell helyezni 48 órán át. Ezután a növényeket 96 óráig kútvízben célszerű áztatni, hogy a kolhicint kimossuk a gyökerekből. A kezelést a növekedés serkentése végett állandó fényben kell végezni. Ezzel a módszerrel *Kopecky* közel 20%-os eredményt ért el.

A popiploidok (tetra-, mixoploid) növekedése általában, de nem minden esetben alatta marad a diploidokénak. A növekedésben a legjobb poliploid magoncok felülmúlták a diploidokat. Ez egyúttal azt is sejteni engedi, hogy a kezelt és a citológiai vizsgálatokkal ellenőrzött populációban végzett szigorú szelektálással nagymértékben javíthatjuk kiindulási anyagunkat. Az sem elképzelhetetlen, hogy a tetraploid szinten bekövetkező rekombinálódás után az utódnemzedék jobb lesz a diploidénál. A kvantitatív tulajdonságok megjavítása érdekében végzett nemesítés esetében a szelektálás mindenképpen indokolt.

A poliploid akácok levelei, sztómái és azok kísérősejtjei általában nagyobbak, a levéllemezek vastagabbak, a tövisek rövidebbek és vastagabbak a diploidokénál. Ezen az alapon a ploidszint nem állapítható meg. Pontos meghatározása csak citológiai vizsgálatokkal lehetséges. A termőre fordult poliploid akácok kiválasztása a nagyobb virágok alapján az említett morfológiai jellegeknél sokkal pontosabban lehetséges.

## 7.124 Nemesítési eredmények

Az akác nemesítés terén az utóbbi 3 évtizedben számottevő előrehaladást értünk el, elsősorban a legjobb egyedek kiválasztásával (*Keresztesi*, 1965, *Halmágyi–Keresztesi*, 1975). Ennek eredményeképpen az OMFT előzetes elismerésben részesítette a következő 8 fajtát: *Robinia pseudoacacia* cv. 'Zalai', cv. 'Nyírségi' és a *R. × ambigua* Poir. cv. 'decaisneana' Carr. (rózsaszín AC akác), *R. pseudoacacia* cv. 'Kiskunsági' (klónkeverék), cv. 'Jászkiséri', cv. 'Appalachia', cv. 'Pénzesdombi', és cv. 'Császártöltési'. A közeljövőben fajtajelöltként jelentik be a következő három fajtát: *R. pseudoacacia* cv. 'Üllői', cv. 'Szajki' és cv. 'Debreceni–2' klónokat.

A felsorolt, elszaporításra és elterjesztésre javasolható 8 fajtából 7-et erdőgazdasági érdekből, egyet pedig (rózsaszín AC akác) méhészeti érdekből szelektáltak. Az erdő-

gazdasági érdekből szelektált fajták összehasonlító kísérleti telepítései ez idő szerint 11–14 évesek. *Várható véghasználati fatermésük* becsült értéke a kontroll *közönséges akác* telepítésekét 18–32%-kal múlja felül. A méhészeti érdekből szelektált rózsaszín akác várható fatermésének becsült értéke közel van a kontroll, közönséges akácéhoz. Virágzási időtartama 3 nappal hosszabb a közönséges akácénál, a virágzást egy héttel későbbben fejezi be, *nektárjának cukorértéke pedig 74%-kal nagyobb*. Ezeknek a fajtáknak a köztermesztésbe való bevezetése még nem kezdődött meg, aminek oka a szaporítóanyag hiánya. Bár létesítettek magtermő plantázst, ez egyrészt lassan fordul termőre, másrészt a szabad beporzású plantázsmagból termelt csemeték a kedvező tulajdonságokat csak mintegy  $\frac{2}{3}$  részben örökítik tovább. Ezért kezdett intenzívebben foglalkozni az akác nemesítői kollektíva a vegetatív szaporítással. A fajtákra jellemző tulajdonságok genetikailag megbízhatóan ugyanis csak vegetatív elszaporítással tarthatók fenn.

Az akác *vegetatív szaporításának* több módja van. A fajtakísérletekben alkalmazott oltás költséges, drága berendezéseket, speciális szakértelmet igényel, üzemi bevezetése nem javasolható. Külföldi tapasztalatok alapján sikerült olyan *gyökérdugványozási módszert* kidolgozni, amely üzemi csemetekertekben is alkalmazható. Az üzemi szaporításhoz a szükséges nagy mennyiségű gyökérdugványt azonban a szelektált törzsfák gyökereiből – mivel csak rendkívül kis százalékban erednek meg – előállítani nem lehetett. Más megoldás vált szükségessé, s ezt a *zöldhajtás-dugványozásban* találták meg.

A máriabesnyői kísérleti csemetekertben *Papp* irányításával sikerült egy olyan eljárást kidolgozni, amely egyes fajtáknál 70% fölé emelte a megmaradást. 1978 tavaszán már olyan mennyiségű alapanyaggal rendelkeztek, hogy meg lehetett kezdeni az elszaporítást. A következő, VI. ötéves terv időszakában az akác hagyományos (generatív) és a nemesítők által javasolt új (vegetatív) szaporítása párhuzamosan halad majd. Meghatározó még az előbbi lesz, az új fajták elterjesztése azonban olyan számottevő előnyökkel jár, amelyek mindjobban előtérbe helyezik majd a gyökérdugványról való szaporítást.

A fajták törzsfáinak fás hajtásaiból oltványokat vagy gyökereiből sarjcsemetét nevelnek, és ezekből – A-telepeken – zöldhajtást termelnek. A zöldhajtásokból nevelt csemetékből gyökérdugvány-termelés céljából B-anyatelepeket telepítenek. A gyökérdugványokból sarjcsemetét kapnak; s ezeket adják át az üzemeknek kiindulási szaporítóanyagként, C-telepek létesítése céljából. Egy hektáron (80×10 cm-es hálózatban, 70%-os kihozattal) 85 ezer sarjcsemete termelhető.

## 7.125 További feladatok

A szelektált akác-szaporítóanyag termesztése vegetatív módszerrel üzemi méretekben 1979 tavaszán indítható. Üzemi szaporítás céljaira az ország 4 körzetében egy-egy csemetekertet (Dunántúlon Tengelic, Tisztántúlon Derecske, Duna–Tisza közén Terézhalom, Északi-középhegységben Szécsény) célszerű kijelölni. Az 1985-ben tervezett dugványcsemete-mennyiség (8 millió) előállításához 95 ha csemetekerti terület

szükséges. Ez a szaporítóanyag-igény  $\frac{1}{3}$ -át jelenti. A vegetatív szaporítóanyag fel-  
futasáig lehetőség van arra, hogy az ország akácmagigényét a Pusztavacson kiváló  
állományokból gyűjtött maggal elégítsük ki.

## 7.13 Tölgyek

### 7.131 A nemzetség jellemzői

**Elterjedése.** A *Quercus* nemzetség elterjedési területe elsősorban Európa mérsékelt  
övezeteiben (34. kép), Észak-Amerikában és Ázsia nyugati részében található, de  
ismerjük fajait Mexikóból, Dél-Amerikából és Ázsia trópusairól is.

Hazánk területe teljes egészében a tölgy övébe esik. Négy ökológiailag is jól elkülönít-  
hető őshonos fajunk van. A tölgyek a legnagyobb területet elfoglaló lombfáink,  
állományainknak mintegy 40%-át alkotják.

**Termőhelyigénye.** A *kocsányos tölgy* síkságaink leggyakoribb állományalkotó fája.  
Mély, humuszos, üde talajt kíván, leginkább az ártéren érzi jól magát. Mélyre hatoló  
karógyökere van, ezért szárazabb termőhelyen is megél. Fiatal korában bizonyos  
mértékig bírja az árnyékot, később fokozódik a fényigénye. Magányosan hatalmas,  
földig érő koronát fejleszt, de zárt állásban egyenes, magas törzset növeszt.

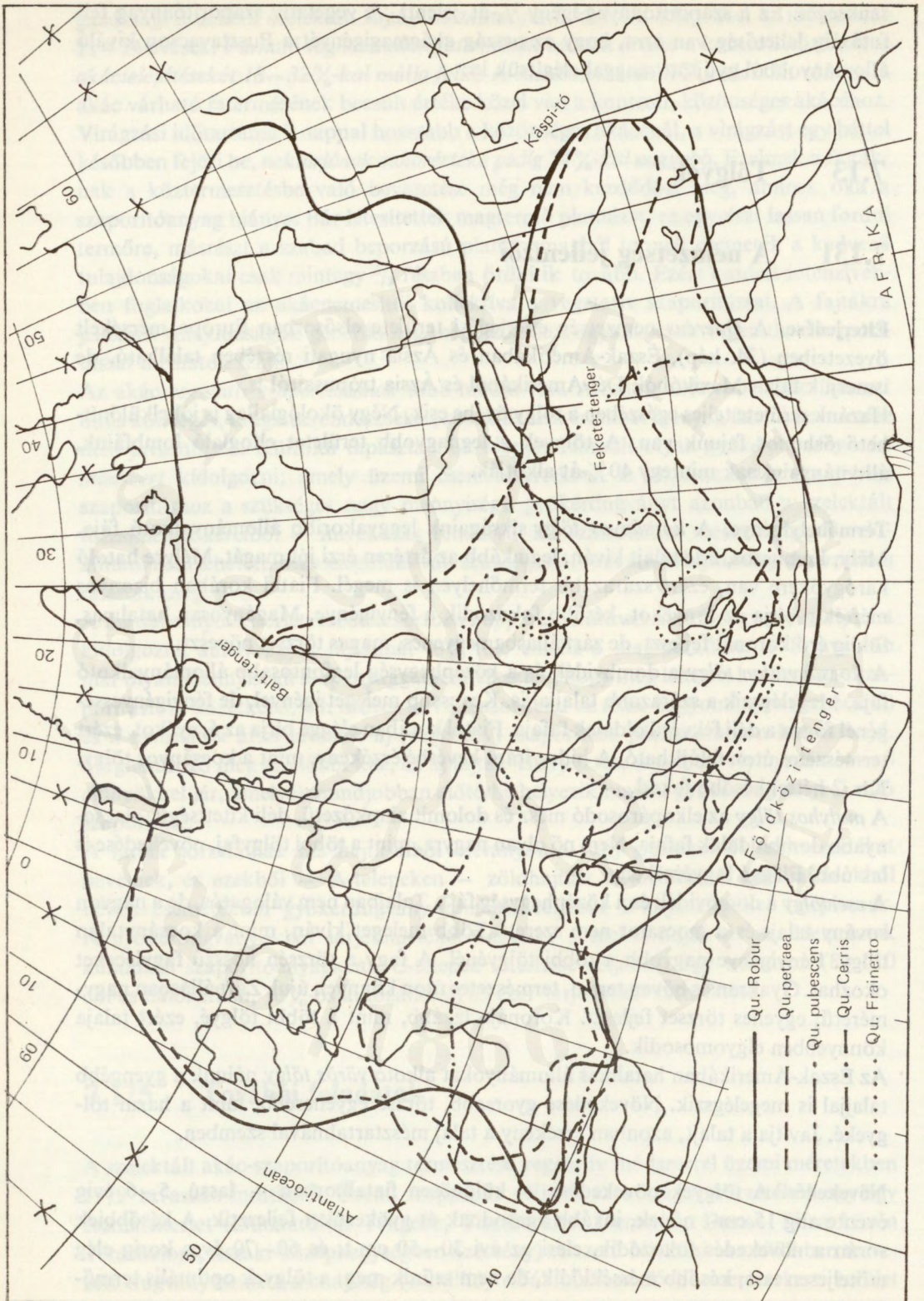
A *kocsánytalan tölgy* a dombvidék és a középhegység legfontosabb állományalkotó  
fája. Megelégszik a szárazabb talajjal is. Kevesebb meleget igényel, de fényigényessé-  
génél fogva a déli fekvésű oldalak fafaja. Fiatal korában eléggé bírja az árnyékot, ezért  
természetes úton felújítható. A hideg iránt kevésbé érzékeny, mint a kocsányos tölgy.  
Kb. 2 héttel később fakad.

A *molyhos tölgy* az elkopárosodó mész és dolomit alapkőzetű, déli kitettséggű, alacso-  
nyabb domboldalak fafaja. Nem nő olyan nagyra, mint a többi tölgyfaj, növekedése is  
lassúbb. Eléggé fagyérzékeny.

A *csertölgy* a dombvidék és a középhegység fája. Talajban nem válogatós, de a nagyon  
sovány talajt és a mocsarat nem szereti. Több meleget kíván, mint a kocsánytalan  
tölgy. Fényigénye nagyobb a többi tölgyénél. A fagy a törzsén hosszú fagyléceket  
okozhat. Gyakran és bőven terem, természetes úton könnyen újul. Zárt állásban nagy-  
méretű, egyenes törzset fejleszt. Koronája lazább, mint a többi tölgyé, ezért talaja  
könnyebben elgyomosodik.

Az Észak-Amerikában hatalmas állományokat alkotó *vörös tölgy* nálunk a gyengébb  
talajjal is megelégszik. Növekedése gyorsabb, törzse egyesebb, mint a hazai töl-  
gyeké. Javítja a talajt, azonban érzékeny a talaj mésztartalmával szemben.

**Növekedés.** A tölgyek növekedése – különösen fiatal korban – lassú. 5–6 évig  
évente alig 15 cm-t nőnek, inkább ágasodnak és gyökerüket fejlesztik. A későbbiek  
során a növekedés fokozódik, eléri az évi 30–50 cm-t, és 60–70 éves korig elég  
erőtlenül tart; később mérséklődik, de nem szűnik meg: a tölgyek optimális termő-



34. ábra. A tölgyek elterjedése Európában (Nemky után)

helyén 120–150 évig is eltart. Ebben az utóbbi időszakban inkább a törzs gyarapszik. Szabad állásban 30–40, állományban 50–60 éves korban fordulnak termőre. A cser- és a vörös tölgy korábban eléri magzókorát, és gyakrabban is terem, mint a többi tölgyek. A sarjeredetű tölgyek gyakran már 3–5 éves korukban teremnek. Hazánkban bőséges tölgymakktermés 6–8 évenként van. A csertölgy és vörös tölgy a második év októberében érleli makkját.

## 7.132 Genetikai elemzés

**Citológia, szaporodásbiológia.** Az eddig megvizsgált tölgyfajok kromoszómaszáma  $x = 12$ . Csak a *Q. dentata* képez kivételt, amelynél a  $2n = 48$ .

A tölgyek váltivarúak, egylakiak. A virágrügyek ősszel alakulnak ki. A hímvirág barkavirágzat, amely a lombfakadás előtt jelenik meg a hajtásokon. A barkák főleg az alsó levelek tövéen helyezkednek el. A nővirág egy vagy kettőnél több virágú füzérvirágzat, amelyek a hajtásokon, a felső levelek tövéen helyezkednek el. A tölgyeknél a beporzás és a megtermékenyítés között kb. 2 hónap telik el (*Pjatnyickij*, 1954).

Mivel a tölgyek szélporozta növények, nagy mennyiségű virágport termelnek. Egy kocsánytalan tölgy hím barkája pl. több mint 600 ezer pollent tartalmaz. A tölgy virágpora 60–70 km távolságra szállhat és 2–3 ezer m magasságba is felemelkedhet. Az önbeporzás lehetőségét egyes kutatók elismerik, mások lehetetlennek tartják. *Pjatnyickij* (1954) kísérletei igazolták, hogy a tölgy mesterséges önbeporzás esetén is megtermékenyül és többé-kevésbé normális makkot ad. Abban az esetben, ha a bibére saját virágporon kívül idegen is kerül, a megtermékenyülés valószínűsége az idegen virágpor javára eltolódik. (38. kép.)

A tölgyfajok nem egy időben virágznak, ezért a keresztezések elvégzéséhez szükség van a pollen tárolására. Ez 0 °C hőmérsékleten exsikkátorban, 35%-os kénsav vagy kalcium-klorid felett, hűtőszekrényben, ill. korszerű hűtőtárolókban minden nehézség nélkül elvégezhető.

A tölgyeket makkvetéssel szaporíthatjuk, de töről is bőségesen sarjadszanak, és ezt a képességüket idősebb korukban is megtartják.

A tölgyek dugványozásos szaporításával már régebben is több kutató foglalkozott. Újabban is mind szélesebb körben folynak a kísérletek, egyelőre kevés gyakorlati eredménnyel.

A tölgyek genetikai elemzése során több olyan tulajdonságot figyeltek meg, amelyeket *genotipikus tulajdonságnak* tartanak.

A *korán*, ill. *későn fakadás* kétségkívül a legjelentősebb ilyen tulajdonságuk, amelynek gazdasági kihatásai is vannak. Ugyanilyen a *lombhullás*, mert azok a fák, amelyek későn hullatják le lombjukat, nagymértékben ki vannak téve a hőnyomás veszélyének. Ezenkívül a *villásodást*, az egyes fajták különös *szárazság- és szikátúrését*, a *vízajtások képzését*, a *cserzőanyag-tartalmat*, a *makktermő képességet* nagymértékben jellemző, genotipikus tulajdonságoknak tartják.

A *Quercus* nemzetségen belül számos fajkeresztezésről számolnak be. *Dengler* (in *Nemky* szerk., 1968) hosszú ideig végzett keresztezést a kocsányos és kocsánytalan

tölgy között, de csak 1–4%-os eredményt ért el. Kísérleteiből azt a következtetést vonta le, hogy a két faj közötti kereszteződés a természetben valószínűtlen, ill. nagyon ritka. *J. Krahl – Urban* (1953) viszont nem tartja lehetetlennek, de csak azokon a területeken, ahol a tölgyek elegendesen fordulnak elő. *Yarnell* (1933) a *Qu. lyrata* és *Qu. virginiana* közti keresztezés  $F_1$  utódaiban tapasztalt hibridfölnényt. *Kolesznyikov* a *Qu. macrocarpa* és *Qu. robur*, *Pjatnyickij* (1954) pedig a *Qu. borealis* és *Qu. macrocarpa* keresztezésének eredményeképpen létrejött heterózisáról közöl adatokat. Utóbbi szerző egyébként 142 ezer keresztezést végzett a tölgyekkel, és több mint 10 ezer hibrid makkot nyert.

*Yarnell* véleménye szerint a tölgyek nagyon változékony levélalakját két gén határozza meg. Ezek az  $F_2$  generációban 12:11, ill. 15:8 arányt értek el. Mindkét arány 9:7 szegregációt (hasadást) képviselő aránynak tekintendő, azonban ettől az aránytól való eltérés okaira nincs teljes magyarázat. A termés alakja szintén két tényező együtthatásától függ, azonban az  $F_1$  növények a termés nagyságát illetően heterózist mutatnak. A kupacs nagysága a két tényező meghatározó befolyásának tudható be, a kéregcserepesedés pedig egyetlen génnek.

*Jahn* (1934) a *Qu. phellos* L. és *Qu. rubra* keresztezésének levélszegregációját vizsgálta, amikor a nagy levelek domináltak a kis levelekkel szemben. Alak és szín tekintetében is szegregációt tapasztalt. *Funk* (1938) arról számol be, hogy a *Qu. robur* egyik tarka levelű egyedének utódai hogyan örökölték a levél tarkázottságát.

*Pjatnyickij* (1939) megállapította, hogy a *Qu. robur* és egyéb fajok közötti hibridek morfológiai és fiziológiai tulajdonságokban főleg a *Qu. roburhoz* hasonlítanak. Ezt annak az elméletnek az igazolására említi, hogy az őshonos fajok tulajdonságai rendszerint dominánsak.

**Variáció.** A *Quercus* nemzetségnek több, mint 200 faja ismeretes (*Mátyás V.*, 1970, 1971, 1973, 1975). Számunkra az előző fejezetben említett 4, ökológiailag is jól elkülöníthető őshonos faj a legfontosabb.

A kocsányos tölgy (*Qu. robur* L., syn.: *Qu. pedunculata* Ehrh.) természetes elterjedési területe egész Európát felöleli. Legnagyobb tömegben hazánkban, Jugoszláviában és Romániában található. Erdészetiileg jelentős változata a későn fakadó tölgy, a var. *tardiflora* Czern., syn.: var. *tardissima* Simk., valamint ennek alakja, a szlavin tölgy (f. *slavonica* Gay.). Gyakori még a var. *puberula* Lasch., valamint var. *fastigiata* DC. Ezenkívül még nagyon sok változata ismeretes a levelek és a makk alakja, nagysága, valamint szőrzete szerint.

A kocsánytalan tölgy [*Qu. petraea* (Matt.) Liebl., syn.: *Qu. sessiliflora* Salisb.] elterjedési területe majdnem megegyezik a kocsányos tölgyével, csak a keleti határa marad el jóval az előbbitől. A levél és a termés alakja szerinti változatai szintén igen nagyszámúak. A *Qu. petraea*-t újabban 3 önálló fajra, hazai irodalmunkban (Soó) alfajra választják szét. Legelterjedtebb a ssp. *Dalechampii* (Ten.) Soó. Ritkább a ssp. *petraea* és legritkább a ssp. *polycarpa* (Schur) Soó változat.

A molyhos tölgy (*Qu. pubescens* Wild.) északi elterjedési határa majdnem megegyezik hazánk északi országhatárával. A levélváltozatok tekintetében egyik leggazdagabb hazai tölgyfajunk. Ismertebbek a var. *undulata* (Kit.) Schwarz és a var. *glomerata* (Lam.) Schwarz.



A csertölgy (*Qu. cerris* L.) északi országhatárunkat alig lépi túl. Tömegesen a délkelet-európai országokban található. Ismertebb változatai a var. *austriaca* (Wild.) Lond. és a var. *laciniata* Petz et Kirch. Ezenkívül igen sok levélváltozatát írták le.

## 7.133 Nemesítési cél és eljárások

A hazai tölgynevelés az 1950-es évek elején *tömegszelekcióval*, magtermő állományok számbavételével kezdődött, *Mátyás V.* irányításával. Az eredetileg kijelölt 4000 ha magtermő tölgyállomány túlságosan nagy területet vont ki a fahasználat alól, ezért felülvizsgálata vált szükségessé. Az 1965-ig végrehajtott revízió után 1500 ha maradt meg. A kijelölt magtermő állományokban alaposabb törzsmínőségi, rezisztenciára vonatkozó, valamint virágzásbiológiai adatgyűjtések csak szórványosan folytak. *Harkai* 1960-tól folytatott törzsfakijelölést ezekben az állományokban, magplantázs létesítése céljából. 1971-ig 38 db kocsánytalan, 42 db kocsányos, 2 db cser- és 16 db vörös tölgy törzsfát vettek nyilvántartásba. A közelmúltban előtérbe került génmegőrzési igények a törzsfakiválasztási munkának új lendületet adtak. Jelenleg *Béky* végez törzsfajújrafelvételt, ill. -kijelölést, elsősorban gyertyános-tölgyes társulásokban.

1976-tól Sárváron több sikeres oltvány készült. 1967 óta *Vancsura* folytat – elsősorban szlavon tölgyesekben – populációgenetikai jellegű adatgyűjtést, a nyugat-dunántúli termőhelyeknek legjobban megfelelő tölgybiotípusok kiválasztása céljából. Ezzel a munkával párhuzamosan az autovegetatív szaporítás kérdésével is foglalkozik, és ezen a téren kezdeti, bár üzemi szinten még nem hasznosítható eredményeket ért el.

*Nemesítési programunkban* első lépés a hazai tölgyesek szelekciós felmérése, és újbóli nyilvántartásba vétele. Ezzel párhuzamosan erdőgazdasági tájaink tölgytermőhelyeit optimálisan hasznosító biotípusokat kell szelektálnunk, és meg kell oldanunk a szelektált szaporítóanyag nagyüzemi előállítását.

A tölgyváltozatok, biotípusok termőhelyi igényét szabatosan meg kell állapítani. Meglevő törzskönyvezett magtermelő állományainkban sürgősen gondoskodnunk kell a még lehetséges jó állományszerkezet kialakításáról. A legértékesebb populációkat fenn kell tartanunk, legalább 140 éves korig, ill. utódállományaikat el kell telepíteni.

Fiatalabb, 25 év feletti, értékes génanyagot tartalmazó szlavontölgy- és egyéb értékes ökotípus-rezervációkat is ki kell jelölni, amelyek kellő kezelés, nevelővágás hatására a jövőben nagyobb biztonsággal tudnak sok magot adni. Ezeket a magtélételeket majd szigorúan el kell különíteni, és csak a kijelölt termőhelyeken szabad felhasználni. A viszonylag fiatalabb állományok kijelölése, fenntartása különösen indokolt, mert ennek genetikai értéke a nagy törzsszám miatt jobban látható, az alaki hibákat a fák még nem növelték ki, az állomány minősége ebben a korban biztonsággal megítélhető és ekkor lehet igazán magtermővé nevelni a koronákat.

A külföldi tapasztalatokra is támaszkodva, a magtermés és rendszeressé tételének különböző módszereit, technológiáit (trágyázás, öntözés, fagy és egyéb károsítók

elleni védekezés stb.) ki kell dolgozni. A Kiss- és Szappanos-féle kocsányos tölgy hosszú lejáratú erdőnevelési és fatermési kísérleti területek (ezek között 10 törzskönyvezett magtermelő állomány is van) értékelt adatai jó alapot teremtenek a további előrehaladáshoz.

Szükséges a magtárolás megoldása több évre, valamint a makktermést károsítók biológiájának és az ellenük való védekezés módjának a kidolgozása.

A törzsfák dugványozhatóságát meg kell vizsgálni, és magtermelő ültetvényekben meg kell állapítani magtermesztési értéküket.

Nemesítési cél a jó növekedésű, egészséges „fehércser”-állományok felkutatása, magtermővé nyilvánítása, a termés rendszeres, ellenőrzött begyűjtése, ellenőrzött csemeték nevelése. A vegetatív szaporítás megoldása után a csertörzsfákat is le kell oltani és a dugványozhatóságukat meg kell vizsgálni.

## 7.14 Bükk (*Fagus silvatica* L.)

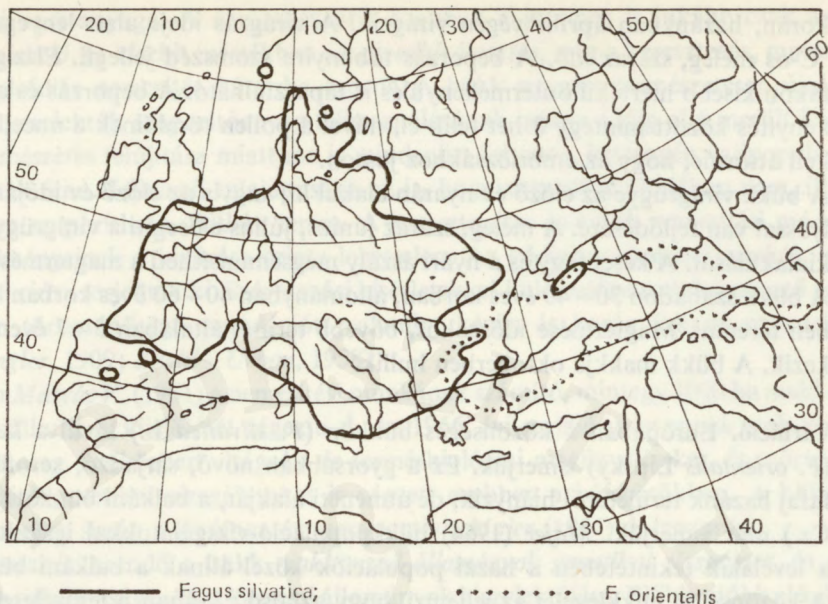
### 7.141 A faj jellemzői

**Elterjedése.** Közép-európai, szubatlantikus faj. A száraz, kontinentális klímát kerüli (35. ábra).

Hazánkban állományokat főként a középhegységekben, átlag 300 m tengerszint feletti magasság felett alkot. Legnagyobb jelentősége a Bükkben, a Bakonyban és a Mecsekben van. A Mátrában, a Börzsönyben, a Pilisben és a Vértesben kisebb jelentőségű, itt főleg az északi oldalakon fordul elő. A nyugati megyék csapadékosabb klímájában a dombvidékre is leereszkedik.

**Termőhelyigénye.** Sok tápanyagot kíván. Különösen kálium-, kalcium-, magnézium- és foszforigénye nagy. Nagy mennyiségű hamualkotórészt von ki a talajból, de ennek nagy részét gazdag lombhullatásával vissza is adja. Legszebben a meszes talajokon fejlődik. A túlságosan kötött vagy laza talajokat kerüli. Tipikus mezofil fafaj, amely üde, mély vagy középmély talajt kíván. Ebben a tekintetben ugyan elég nagy eltolódások tapasztalhatók mind a száraz, mind a nedves termőhely irányában. A bükk megköveteli a levegő megfelelő párateltségét. A szélsőséges hideget és meleget nem bírja. A kései fagyok gyakran károsítják. Árnyéktűrés tekintetében lombos fáink között az első helyen áll.

**Növekedése.** 40 m magasra megnövő fa. Az első években az anyafák árnyékában igen lassan nő, 5 éves korában 20 cm-nél nagyobb magasságot ritkán ér el. Kezdetben inkább az ágaival terjeszkedik. Kb. 10 éves korában közelíti meg az 1 m-t, és ettől kezdve magassági növekedése évenként 30–60 cm. Legerőteljesebb a gyarapodása a 30–50. években. Kb. 120 éves korában hagyja abba magassági növekedését. A 200 évet ritkán haladja meg anélkül, hogy a bélkorhadás erőt ne vegyen rajta. Növekedésének ismerete a nemesítőtevékenységhez különösen fontos. *Münch* (1949)



35. ábra. A bükk elterjedési területe

származási kísérleteivel igazolta, hogy a magashegységi (sihlwaldi) bükkösök kezdetben lassan, de 35 év után kitűnően növekednek, míg az alacsonyabbról (Spessart) származó bükkpopuláció fordítottan viselkedik: a kezdeti igen gyors növekedése hamar csökken, és a későbbiekben lassúbbá válik.

## 7.142 A faj genetikai elemzése

**Citológia, szaporodásbiológia.** A bükk kromoszómaszáma, mint a tölgyféléké  $x = 12$ . Bükkön keresztezés céljából végzett mesterséges beporzásokról 1948-tól van tudomásunk. A dán horsholmi arborétumban lefolytatott vizsgálatokról Nielsen–Schaffaliczky (1954) számolt be. Az ellenőrzött beporzást zacskó alatt végezték. A porzós virágokat előbb ivartalanították. A beporzásra külön készüléket szerkesztettek és korpafű-pollen-felhígítást alkalmaztak. Még a *F. silvatica* és *F. orientalis* esetén is kevés utódot sikerült nyerni. A hibridek közül csak a távoli keresztezésű *F. silvatica* × *F. grandiolia* (az utóbbi észak-amerikai faj esetében) tapasztaltak a kontroll európai bükkhöz képest hibridfőlényt.

A bükk egylaki, vált ivarú. A virágrügyeket a lomb- vagy vegetatív rügyektől már a földről is megkülönböztethetjük, mert a virágrügyek mindig duzzadtabbak. Kis számban vannak külön hímvirágot (főleg a korona árnyékolt belsejében) és külön nővirágot tartalmazó rügyek is. Egy fán általában többször annyi hímvirág alakul ki, mint nővirág. Amint a levélfakadás megindul, elkezdődik a termős virágok virágzása, míg a porzós virágok csak lombfakadás után hullatják pollenjüket néhány napon át. Egy virágban kb. 12 ezer pollen van. A bükk szél általi beporzását könnyíti az is, hogy

korán, hazánkban április végén virágzik. A virágzás ideje alatt lényeges a 15–25 °C-os meleg, száraz idő. A beporzás többnyire szomszéd jellegű. Elszigetelten álló fákon kisebb mértékű öntermékenyülés is tapasztalható. A beporzás és a megtermékenyítés között mintegy 3 hét telik el, mivel a pollen tömlőinek a nucellus szövetén kell áttörnie, hogy az embriózsákhoz jusson.

A bükk virágrügye az előző év nyarán alakul ki, vagyis az előző év időjárása is befolyással van fejlődésére. A meleg, száraz június, július elősegíti a virágrügyek tömeges kialakulását. A kései fagy és a nyári aszály megsemmisítheti a magtermést.

A bükk szabadon 30–40 éves korban, állományban 40–60 éves korban kezd bővebben teremni. Magtermése időszakos, bővebb termés általában 5–7 évenként jelentkezik. A bükk makkja októberben hullik.

**Variáció.** Európában a közönséges bükkön (*F. silvatica* L.) kívül a keleti bükköt (*F. orientalis* Lipsky) ismerjük. Ez a gyorsabban növő, sarjadzó, xerofilabb jellegű fajfaj hazánk területéről hiányzik, de átmeneti alakját, a balkáni bükköt (*F. moesiaca* Cz.) már ismerjük. *Majer* (1964) bükkpopuláció-vizsgálatokkal igazolta, hogy pl. a levélalak tekintetében a hazai populációk közel állnak a balkáni bükkösökhöz. A közönséges bükklevelet az jellemzi, hogy az alsó  $\frac{1}{3}$ -ában a legszélesebb. A keleti bükk levele a felső  $\frac{1}{3}$ -ban, míg a balkánié általában középen a legszélesebb.

Említettük, hogy a bükk kis elterjedésű fajfaj. Emiatt általában kevésbé változatosnak tartják. Ez a megállapítás azonban csak látszólagos, mert az egyedkiválogatás mind morfológiai, mind fiziológiai jellegeket tekintve nagy változatosságot tár fel a beavartott szakember számára.

A fa műszaki felhasználása szempontjából igen lényeges tulajdonság a *törzsalak*. *Majer* vizsgálata szerint egy bakonyi 110 éves bükkösben csak mindössze 16% volt a koronán végigfutó, sudaras egyed, míg a törzsek 56%-át kedvezőtlen (csokros elágazású, seprűs, villás) tulajdonságúnak találta. Ugyanennek a bükkös populációnak a törzsei közel 90%-ban csavarodottak voltak. Még jó, hogy ezek a tulajdonságok már fiatal korban többé-kevésbé felismerhetők, és az ilyen törzsek már korán eltüntethetők.

Nagy a variáció a kéregformák tekintetében is. Említett szerző a kőris kérgéhez hasonló bükköket (*F. silvatica* f. *corticata*), és ún. kőbükköket (*F. silvatica* f. *quercoides*) is talált, amelyeknek kérge a tölgy kérgéhez hasonlít.

A lombfakadást tekintve vannak ún. későn fakadó bükkök, amelyek 4–5 héttel fakadnak későbbben az átlagnál. Fatermésük mintegy 20%-kal nagyobb, mint a korán fakadóké (*Márkus*, 1963). A későn és a korán fakadás, ill. virágzás jelenségét rég ismerjük, és örökletességüket számos kísérlet igazolta.

## 7.143 Nemesítési cél és eljárások

Nemesítés szempontjából a bükk különleges fajfaj. A tárgyalt többi fajfajtól eltérő meg gondolásokra és nemesítési eljárásokra késztet. Nemesítésével azonban feltétlenül foglalkozni kell, mert a bükk felhasználási köre egyre bővül, mind több terméknek lesz

fontos ipari nyersanyaga. A nemesítés útja azonban a jövőben is inkább csak az *állományszелеkció*, és kisebb mértékben az *egyedkiválasztás*, míg a keresztezés, mutáció vagy ploidiás nemesítés háttérbe szorul. A bükk ugyanis természetesen újul. A költséges, szelektált szaporítóanyag felhasználásának igénye eddig alig merült fel. A bükk természetes felújítása miatt ma is mindenütt őshonos, heterogén vadpopulációi maradtak fenn. Jellemző tulajdonsága az is, hogy vegetatív általában nem, ill. igen nehezen szaporítható. Ritkán terem. A keresztezéses és egyéb nemesítési módszerek eredményeinek a kivárása szinte lehetetlen. Az eddigi nemesítési munkák is csak a szelekcióra terjedtek ki. Származási kísérletekkel különválasztottak kedvező és kedvezőtlen törzsmínőségű populációt, valamint későn és korán fakadó egyedek típusait (Engler, 1909; Krahl—Urban, 1958).

Hazánkban *Mátyás V.* (1961) a nemesítési munkának számító, mintegy 1000 ha makktermő bükkállomány kijelölését végezte el. Az 1966. évi revízió után ennek csak kb. felét hagyta meg. Időközben virágzás- és terméshiológiai megfigyeléseket, és szórványos populációgenetikai vizsgálatokat is végzett ezekben a bükkösökben. A bükk állománynevelése során a kiválogatás szempontjait *Majer* (1964) dolgozta ki.

Fontos nemesítési teendő a bükk *makktermő állományok genetikai vizsgálata*, és a kedvezőtlen tulajdonságú, öröklöttségű állományok kiszелеktálása. Előbb-utóbb el kell jutnunk odáig, hogy minden véghasználatra és felújításra kerülő bükköst genetikai szempontból ellenőrizzük és értékeljük, és csak a kedvező örökletességgel rendelkező állományok felújítását szabad engedélyezni. Fialat állományokban, újulatokban a kedvezőtlen tulajdonságú egyedeket el kell távolítani (negatív tömegszelekció), az állomány középkorában pedig a kiváló tulajdonságú egyedeket, a javafákat kell kiválogatni (tömegszelekció), vagyis a bükkösök nemesítése inkább általános erdőművelési eljárások következetes alkalmazását, az ún. *extenzív nemesítést* jelenti.

A kedvezőtlen tulajdonságú egyedeket mindenképpen ki kell vágni a magtermelő állományokból. A bükk magtermő állományok helyzete ugyanis nem olyan rossz, mint a tölgy- és cserállományoké. A nyilvántartott állományok magtermelésre való beállítása termésfokozó eljárásokkal, nevelő beavatkozásokkal (megfelelő megbontással) még elérhető, mert a bükk koronafejlesztő képessége még 100 éves korban is jó.

Több körzetben, főleg a Dunántúlon és az Északi-középhegységben új, 70—80 éves bükk makktermő állományokat kell kijelölni, lehetőleg enyhe lejtésű területeken, hogy a termésfokozásra tervezett gépi technológia is alkalmazható legyen (talajlazítás, gépi magbegyűjtés, csemelazítás és -kiemelés, műtrágyázás, vegyszeres gyomirtás). Meg kell oldani a bükkmakk károsodás nélküli hosszabb időre szóló tárolását is a külföldi (lengyel, francia) eredmények alapján.

Megemlítjük, hogy *Majer* az 1970-es évek közepén 12 bükk törzsfát vett nyilván tartásba, és ezekről oltványokat is készített, amelyeket Sopron környékén ültetett ki. Jelenleg *Mendlik* foglalkozik Kőszeg környékén törzsfakijelöléssel (10 db) és azokról oltvány készítésével. A bükknemesítés legfontosabb feladata mégsem ez, hanem a bükkösök szelekciós felmérése, a fontosabb rasszok elkülönítése, jellegeik rögzítése. Rendszabályokat kell hozni a bükk géntartalékok megőrzésére.

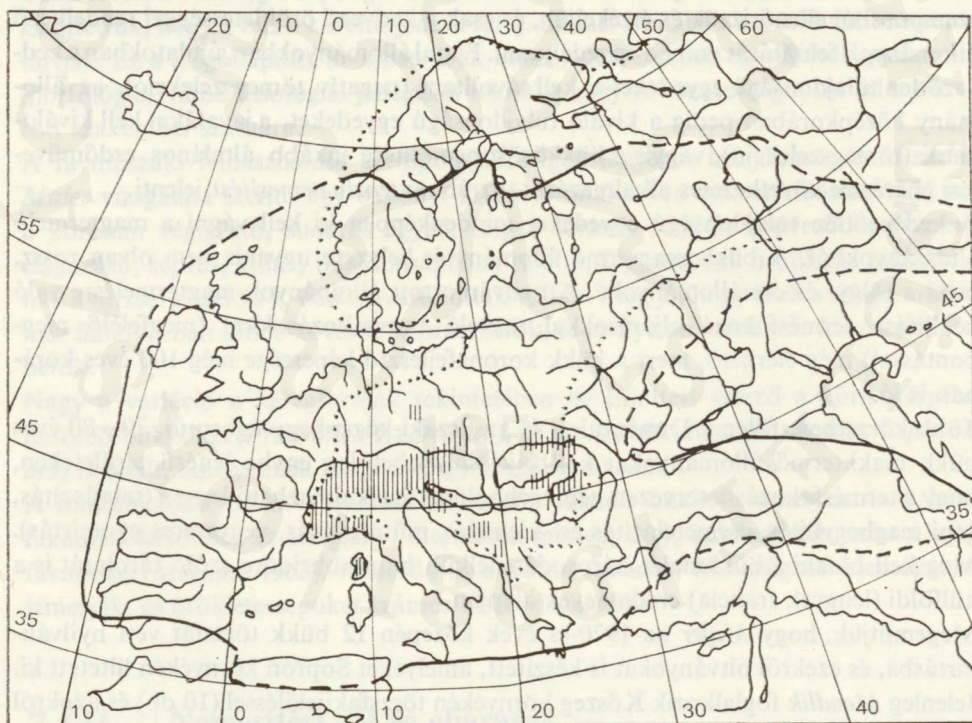
## 7.15 Mézgás éger (*Alnus glutinosa*)

### 7.151 A faj jellemzői

**Elterjedése.** Az éger areája nagy kiterjedésű, szinte egész Európát felöleli, sőt Ázsiába és Afrika északi részébe is áthúzódik. Finnországban majdnem eléri az északi sarkkört, ott a 65. szélességi fokig terjed (36. ábra).

Hazánkban közönséges, az égerlápok uralkodó fája. A hegy- és dombvidéki patakok mellett, valamint az árterek ligeterdeiben helyenként állományképző.

**Termőhelyigénye.** Termőhelyi tényezőkkel szemben eléggé igényes. Általában mély rétegű talajt, elég sok tápanyagot kíván. Nedvességkedvelő, a túlságos nedvességet is jól elbírja. Hazai fafajaink között e tekintetben a fűzzel együtt az első helyen áll. A pangó vizet nem szereti, a glejes talajokat kerüli, gyengébb sziken azonban megél. Bár az éger tenyészterülete a lápok és a talajvizes területek lecsapolása miatt egyre csökken, még sokáig lesznek olyan vizes termőhelyek, patak menti hideg öntések, ahol nem lesz nélkülözhető.



36. ábra. Az éger elterjedési területe

Gyökerén az *Actinomyces alni* sugárgomba él szimbiózisban, amely a levegő nitrogénjét köti meg, és azt az éger számára felvehetővé teszi.

**Növekedése.** Gyorsan nő. Megfelelő termőhelyen 40 éves korban eléri a 20 m magasságot és 30 cm mellmagassági átmérőt. Egyenes, sudaras törzse, keskeny koronája, fenyőkéhez hasonló habitusa olyan tulajdonságok, amelyek az éger faanyagának felhasználási körét nem csökkentik. Említésre érdemes, hogy a mézgás éger szép növekedésű egyedei mellett egészen rossz küllemű, bokrosodásra hajló populációi is ismertek. Ezért szükséges nemesítésével foglalkozni.

## 7.152 A faj genetikai elemzése

**Citológia, szaporodásbiológia.** Kromoszómaszáma  $x = 14$ . Szaporodásbiológiáját eléggé ismerjük. Az éger váltivarú, egylaki. Virágrügyei, a hímbarka- és nőbarka-kezdemények már előző nyáron megjelennek, és a keresztezéshez elkülöníthetők. Virágai nem feltűnőek, *barka-*, ill. *füzérvirágzattá* egyesülnek, szélbeporzók. A hímvirágok lelógó, könnyen mozgó barkáiból a pollen akkor jut ki, mikor a virágzat tengelye jelentősen megnyúlik, és az érett pollent a szél kinyílt portokból közvetlenül kifújhatja. Öntermékeny, ill. szomszédbeporzó. A saját pollenje egyenlő értékű az idegennel. A beporzás és a megtermékenyítés között mintegy 12 hét telik el.

Magot szabad állásban 20, állományban 40 éves korától terem. Magja októberben érik, az áltobozok azonban csak tél végén vagy tavasz elején nyílnak meg.

Bár az éger társulása és életképessége szempontjából előnyös a jó visszaszerzőképesség, de ebből a tulajdonságból folyik a fattyúhajtások kialakulására való hajlam is. Vegetatív szaporítása igen nehézkes. Zölddugványainak gyökereztetése is csak meleg és páras klímaházakban valósítható meg.

**Variáció.** A mézgás éger elsősorban Európa északi államaiban jelentős faj, ezért nemesítésével is főleg ott foglalkoznak. Az éger fajtáinak helyes megválasztására különösen a *belga mézgás éger* hívta fel a figyelmet. Ott az elbokrosodó és igen korán termő égerekről gyűjtötték be a kertészek a magot, és évtizedekig szállították Németországba. A magház az első évben igen gyors növekedésű, de már 5 éves korban magtermő, lassú és bokros növéssű utódok fejlődtek.

Az éger nagy elterjedésű területe miatt változatokban gazdag. Ezek közül északon a szőrösebb levelű *A. glutinosa* var. *pilosa*, nálunk a Balaton körül a kerek levelű *A. glutinosa* var. *Balatonialis* ismert. Kerti alakjai közül gyakoribbak a *f. pyramidalis* Dipp. oszlopos növéssű és a *f. laciniata* Willd. mélyen bemetszett levelű formái. Nagyobb jelentőségük van azonban a jó törzs- és koronaalakoknak, valamint a növekedésmenetben eltérő változatoknak. A mézgás égernek is van korán és későn fakadó változata, amelyek mintegy 2–3 hét különbséggel lombosodnak. Az éger későn fakadása előnyös, öröklődő tulajdonság (*Liebeswahr*, 1961).

A hazánkban honos másik két égerfaj, a hamvas éger [*A. incana* (L.) Mönch] és a havasi éger [*A. viridis* (Chaix) DC.] erdőgazdaságilag elhanyagolható.

## 7.153 Nemesítési cél és eljárások

Az égernemesítés célja elsősorban a fatermés növelése és a vízbő, szélsőséges termőhelyek számára megfelelő populációk szelektálása. A nemesítés útja a kiválasztás, az *egyed- és tömegszelekció*. Nálunk — az északi országoktól eltérően — kersztezéses nemesítését nem tervezik. Bár ez megfontolandó, hiszen pl. a 2.2 fejezetben leírt eredmény mellett megemlíthetjük, hogy a svéd *Johnsson* tetraploid és diploid mézgás éger keresztezésével jobb növésű triploidot nyert. A fajok közti keresztezés sok esetben nem vezet sikerre, de az égereknél ez is eredményes. *Klotzsch* már 1854-ben sikeres hibridet hozott létre a mézgás éger és a hamvas éger között (1. az 1.21 fejezetet). Az *A. glutinosa* és *A. rubra* hibridjei fiatalabb korban igen gyors növekedésűek (*Johnsson*). A svéd *Ljunger* szerint azonban a keresztezés csak egy irányban sikeres, vagyis akkor, amikor az *A. rubra* a nőpartner.

Égereseink feljavítására *állományszelekcióval* sokat tehetünk. Az éger állománynevelése során az egyszerű, negatív tömegszelekciót, az alsó szintű gyéritést alkalmazzuk. Égereseinket általában 40 éves vágásfordulóval kezeljük és tuskósarjról újítjuk fel. Sarjaztatását csak azokról a fákról szabad engedélyezni, amelyek egyenes, jó törzsűek, keskeny koronájúak, erőteljes növekedésűek. A kitermelés során a kedvezőtlen fákat mélyebb tuskóval termeljük ki, és ha ezek netalán így is sarjadzanak, vegyszerrel szorítjuk vissza őket.

## 7.16 Gesztenye (*Castanea*)

**Elterjedés, jelentőség.** A földünkön ismert kilenc gesztenyefaj (*Castanea*) közül: 1 Európában, 4 Ázsiában és 4 Észak-Amerikában honos. Közülük elsőrendű fává csak a *C. sativa*, *C. dentata*, *C. ozarkensis* és a *C. henryi* nő meg. Számunkra erdészeti-leg elsősorban a *C. sativa* syn. *C. vesca* Gärtn., *C. vulgaris* Lam. jelentős. Hazánkban őshonos, de értékes fája miatt az elmúlt századokban csaknem kipusztították. Legjelentősebb előfordulásai: a ny. határszélen Sopron és Kőszeg; a Dél-Dunántúlon Iharosberény, Pécsvárad, Zengővárkony, Visegrád, Nagymaros, Diósjenő, Somoskő, Diósgyőr és Tokaj környéke.

A gesztenye legfőbb haszna a termése, de igen értékes a tölgyet felülmúló tartós, szilárd és rugalmas fája is. Dekoratív parkfa (*C. sativa* cv. 'glabra', *C. sativa* cv. 'asplenifolia' stb.), jó mézélő; mind fája, mind kérge sok csersavat tartalmaz.

Az amerikai és európai fajokat századunkban egy veszedelmes gomba, az *Endothia parasitica* károsítja, amely Amerikában a *C. dentatá-t* gyakorlatilag szinte teljesen kiirtotta. Az Olaszországban 1939-ben felismert károsító napjainkban veszedelmesen terjed Dél- és Kelet-Európa felé (*Bazzigher*, 1957). Az ázsiai fajok — amelyek a betegségnek tartósan ki voltak téve — csaknem teljesen rezisztensek, különösen a *C. mollissima* Bl. (*Johnsson*—*Ljunger*, 1962). Sajnos ezek a fajok erdei és gyümölcs-faként egyaránt kevésbé értékesek.



**Variáció.** A gesztenyefajok között számos spontán fajhibrid keletkezett. Művelése során a gazdasági fajták özöne állt elő, így egyedül Olaszországban egyes szerzők már több mint ezer fajtáról emlékeznek meg. Ezeknek természetesen erdészeti jelentőségük nincs.

**Szaporodásbiológia.** Minden gesztenyefaj egylaki. Megporzásukban a rovaroknak nagyobb a szerepük, mint a szélnek. A fák elsősorban saját pollenjüktől termékenyülnek meg, ezért a magányos fák is bő termésűek. Ritkán előfordul a hím- és nőelzőzés (protognia, ill. protandria), de gyakori jelenség, hogy egy-egy fa szinte kizárólag csak hím- vagy nővirágokat hoz. Termékenységre feltétlenül kedvező az idegenmegporzás. Kromoszómaszáma  $x = 12$ .

**Nemesítési cél és eljárások.** A *Castanea*-nemesítésben az ismételt szelekció és a fajhibridizálás ígér jó eredményeket. A fajok csaknem valamennyi kombinációban keresztezhetőek. A számos előállított hibrid közül a *C. crenata* Sieb. et Zucc., a *C. dentata* (Marsch.) Borkh. és a *C. mollissima* Bl. fajhibridjeit említhetjük, kiemelve ez utóbbi két faj fajhibridjeinek kedvező törzsalakját. A  $F_1$  hibridek gombarezisztenciája általában a szülőké között áll. A rezisztencia a *C. mollissima* Bl. szülő visszakeresztezésével növelhető. A keresztezés technikájával Graves–Nienstaedt (1954) foglalkozik részletesen.

A kertészeti nemesítés a rezisztencián túl a rendszeres, bő termésre és a jó gyümölcsminőségre törekszik. Az erdészeti nemesítésben szem előtt tartandó szempontok: a rezisztencia, a fatömeghozam, a minőség és a tannintartalom növelése.

## 7.17 Dió (*Juglans*)

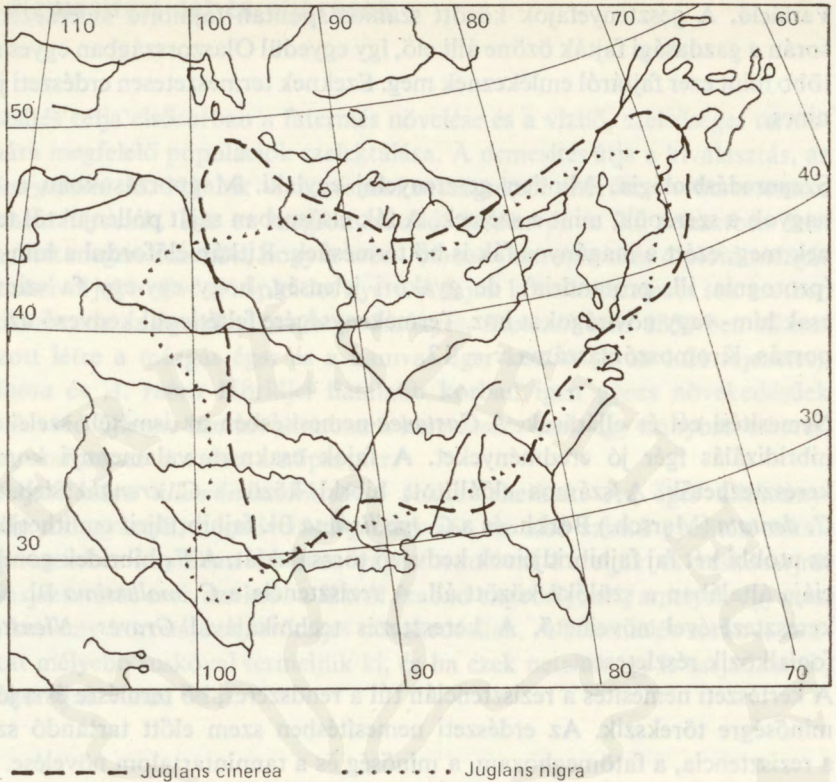
**Elterjedés, jelentőség.** A *Juglans* nemzetség tíz fajából öt Euráziában, öt Amerikában honos. A fajok közül Európában és Ázsiában a *J. regia* L., Amerikában pedig a *J. nigra* L. és *J. cinerea* L. a legjelentősebb (37. ábra).

Hazánkban erdőgazdasági jelentőségre a *J. nigra* tett szert, amely a *J. regiánál* fagyállóbb, szebb törzsfajlású és a kocsányos tölgy ártéri termőhelyein fatömeg-gyapardása is kiváló.

A *J. regia* hazánktól északabbra Európában már csak mesterségesen telepítve fordul elő. A Balkánon, Elő-Ázsiában viszont mindenütt őshonos és gyakori. Magyarországi őshonossága vitatott. Értékes magja miatt elsősorban kertészetileg művelik, de fájának bútortárolási értéke is közismert.

**Szaporodásbiológia, genetikai elemzés.** A dió jellegzetesen szélporozta, rendszerint nőelző (protandrikus), váltivarú egylaki, bár gyakoriak a csaknem kizárólag hím- vagy nővirágot hozó egyedek. A dió általában szomszédbeporzással termékenyül meg, de a két nembeli virágzatok gyakran eltérő nyílási ideje miatt gyakori a heterogámia. Előfordul az apogámia és a parthenokarpia is. Kromoszómaszáma  $x = 16$ .

Erdészeti genetikai szempontból a *J.* fajokat alig tanulmányozták. A *J. regia* erdésze-



37. ábra. Az amerikai dió elterjedése

tileg jelentős tulajdonságainak (növekedés és törzsalak) genetikai különbözőségét Fischer (1953) vizsgálta. A *J. nigra* észak–déli kline-jét a déli formák későbbi lombhullásával Wright (1954) javasolta.

**Nemesítési cél és eljárások.** Az erdészeti nemesítésben elsősorban a jobb törzsalak elérésére, a szomatikus hibridfövény kiaknázására kell törekednünk. Bensson (1955) a szép rajzolatú fajták előállítására hívja fel a figyelmet. Célszerűnek látszik olyan fajhibridek előállítása is, amelyekben a lehetőség mértékéig egyesítjük az erdészeti és a kertészeti szempontokat: a gyors növekedést, az ellenállóságot, a faanyag kiváló minőségét és az értékes bő termést. A felsorolt célok elsősorban szelekció és keresztezés útján valósíthatók meg.

Az idők folyamán számos spontán fajhibrid állt elő, és igen sok mesterséges hibridet is előállítottak. A *J. mandshurica* keresztezhető a *J. regia*val és a *J. nigrá*val is. A kertészeti nemesítés számára L. Burbank állított elő két híressé vált hibridet: a Paradox (*J. hindsii*×*J. regia*) és a „Royal” hibridet (*J. nigra*×*J. hindsii*), amelyek erőteljes gyors növekedésükkel tűntek ki, de a kertészeti nemesítésben mint alanyok is igen nagy jelentőségűek (in: De Vries, 1908). Egyébként csaknem valamennyi fajhibrid heterózist mutat, így pl. a *J. sieboldiana*×*cinerea* (Larsen, 1956), a *J. sieboldiana*×*J. regia* és a *J. regia* és a *J. regia*×*J. nigra* (*J. intermedia*) fajhibridek.

## 7.2 A fenyők nemesítése

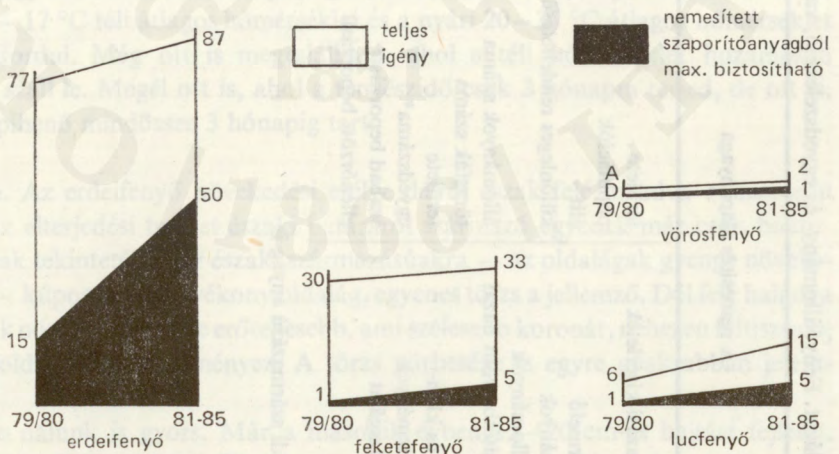
A fenyőnemesítési célokat — az általános fejezetekben tárgyaltak mellett — lényegesen befolyásolja az iparszerű fatermesztés. Ennek során egyre kevesebb lehetőség van a válogató törzsszám-csökkentésre. A kiindulási növényanyag genetikai tulajdonságainak javítása tehát ilyen szempontból is fontos és szükséges. Az elsősorban fiatalkori gyorsabb növekedés mellett az iparszerű termelési eljárások további kívánalmakat is támasztanak a növényanyaggal szemben: pl. hengeres és egyenes törzs, egyenletes évgyűrűk, hosszú rost, az átlagnál nagyobb térfogatsúly stb. Lényeges követelmény az életerős, betegségeknek, károsítóknak ellenálló ültetési anyag előállítás, vagyis a termelés biztonságának növelése. Az is ismeretes, hogy a megmaradás a kiültetést követő első kritikus évben jelentős mértékben függ az örökletes tulajdonságoktól.

Az erdőművelésben és a fahasználatban a gépesítés lehetőség szerint egyöntetű faállományokat követel. Az előállított végterméktől elvárjuk, hogy a tervezett felhasználási céloknak a legjobban megfeleljen.

A fenyőfélék nemesítésében azonban gyors eredményekre nem lehet számítani, mert a munkának nagy az idő- és helyigénye. Ezért manapság mindig a természetes állapothoz közel álló növényanyaggal gazdálkodunk.

Hangsúlyozzuk, hogy az erdei fák hosszú életciklusa nem minden szempontból hátrányos. Amíg az egyényári növények nemesítése folyamatos erőfeszítést követel, a kiválasztott egyed megőrzését és szaporítását tekintve a hosszú életciklus és a vegetatív szaporíthatóság az erdész nemesítőnek kedvez.

Fenyőnemesítésünk kiindulási alapanyagáról a 10. táblázat, ill. a nemesített szaporítóanyag a VI. ötéves terv végén várható részarányáról a 38. ábra ad tájékoztatást.



38. ábra. A fenyőszaporítóanyag-igény alakulása 1979–1980. és 1981–1985. között (millió csemete; szerk.: Mátyás Cs.)

10. táblázat. Fenyőállomány- és egyszelekció, valamint a fajtafenntartás helyzete

A nemesítés alapanyaga		Egység	Erdei	Fekete-	Luc-	Vörös-	Egyéb	Dekoratív változatok
Származási kísérletek	területe	ha	3,0	12,1	11,0	12,1	—	—
	populációk	db	26	45	1100	96	—	—
Magtermelő állományok	elit	ha	83	37	49	20	16,5	—
Utóállományok	kiülönleges rendeltetésű	ha	65	75	11	3	2	—
Nemesítésbe vont hazai	állományok száma	ha	5,0	3,0	10,0	1,0	—	—
	törzsfák száma	db	31	9	36	45	2	—
Fajta- és klón-gyűjtemények	területe	db	556	128	237	192	25	15
Utóvizsgálat	egyszelema*	ha	9,0	2,0	3,5	6,7	0,5	1,2
	szabad beporzású	db	668	221	200	441	25	236
	ellenőrzött beporzású	ha	14,2	4,2	7,5	2,5	0,5	—
		ha	1,4	—	—	1,0	—	—

\*Külföldi származású anyag is

## 7.21 Erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.)

### 7.211 A faj jellemzői

**Elterjedése.** Eurázsiai, sík vidéki és montan faj. Az erdeifenyőnek van az összes európai fenyők között a legnagyobb elterjedési területe. Hazája átnyúlik Szibériába. Kisázsiaiban és a Kaukázusban szintén előfordul. Északi határát Norvégiában éri el a 70. szélességi fok körül. Déli határa Spanyolországban van, a Sierra Nevadán a 37. szélességi foknál (39. ábra). Őshonos előfordulásának területét egyébként nagyon nehéz megállapítani, mivel eredeti határain messze túl telepítették. Magassági elterjedése szintén nagyon kiterjedt. Míg Norvégiában 100–150 m-es magasságig fordul elő, Svájcban 1800 m-re is felhatol. Észak-Európában vízszintes és magassági elterjedése is meghaladja a lucét.

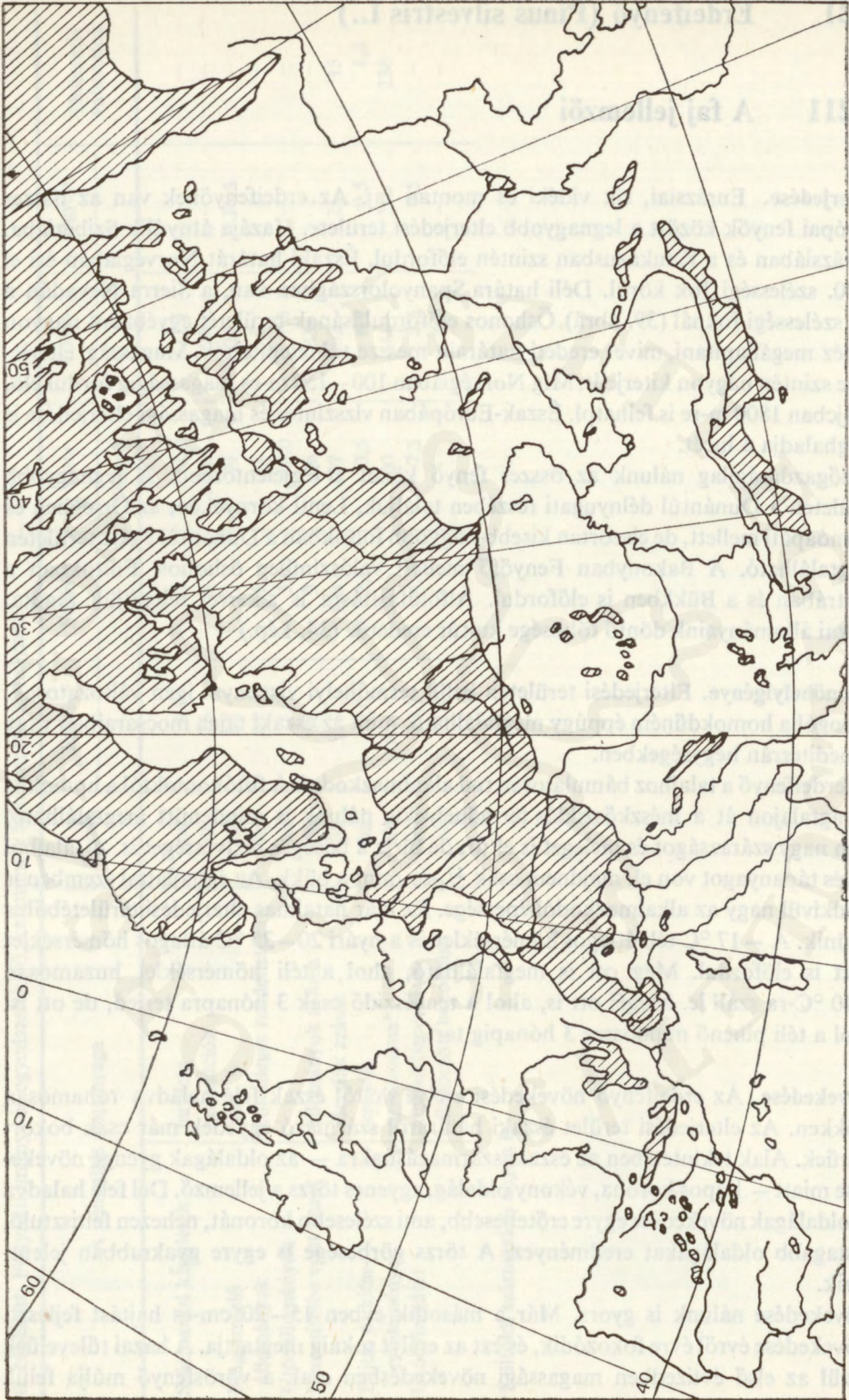
Erdőgazdaságilag nálunk az összes fenyő közül a legjelentősebb. A legnagyobb területen a Dunántúl délnyugati részében találjuk, Lenti környékén, az Őrségben és Pornóapáti mellett, de elszórtan kisebb-nagyobb foltokban a Dunántúl egész területén megtalálható. A Bakonyban Fenyőfő mellett valószínűleg őshonos. Foltokban a Mátrában és a Bükkben is előfordul. Alföldfásításra is sikerrel telepítjük régóta. Hazai állományaink döntő többsége kultúr eredetű. (34. kép.)

**Termőhelyigénye.** Elterjedési területén belül termőhelyi viszonyai igen változatosak. Mongólia homokdűnéin éppúgy megtalálható, mint az északi tajga mocsaraiban vagy a mediterrán hegységekben.

Az erdeifenyő a talajhoz bámulatosan tud alkalmazkodni. A futóhomoktól a homokos agyagtalajon át a mészkősziklás termőhelyekig nálunk is mindenütt megtalálható. Igen nagy szárazságot és meleget is eltűr, de bírja a bőséges nedvességet is. A talajból kevés tápanyagot von el, majdnem csak  $\frac{1}{4}$ -ét mint a bükk. Az éghajlattal szemben is rendkívül nagy az alkalmazkodóképessége. Ez már hatalmas elterjedési területéből is kitűnik. A  $-17\text{ °C}$  téli átlagos hőmérséklet és a nyári  $20\text{--}35\text{ °C}$  átlagos hőmérséklet közt is előfordul. Még ott is megtalálható, ahol a téli hőmérséklet huzamosan  $-40\text{ °C}$ -ra száll le. Mégél ott is, ahol a tenyészidő csak 3 hónapra terjed, de ott is, ahol a téli pihenő mindössze 3 hónapig tart.

**Növekedése.** Az erdeifenyő növekedési erélye délről észak felé haladva rohamosan csökken. Az elterjedési terület északi határáról származó egyedek már csak bokor-szerűek. Alak tekintetében az északi származásúakra – az oldalágak gyenge növekedése miatt – kúpos korona, vékony oldalág, egyenes törzs a jellemző. Dél felé haladva az oldalágak növekedése egyre erőteljesebb, ami szélesebb koronát, nehezen feltisztuló, vastagabb oldalágakat eredményez. A törzs görbessége is egyre gyakrabban jelentkezik.

Növekedése nálunk is gyors. Már a második évben 15–20 cm-es hajtást fejleszt. Növekedése évről évre fokozódik, és ezt az erélyt sokáig megtartja. A hazai túlevelűek közül az első évtizedben magassági növekedésben csak a vörösfenyő múlja felül.



39. ábra. Az erdeifenyő elterjedési területe Európában (Criticifield—Little után)

Növekedését a termőhelytől függően 40–80 éves kora közt fejezi be. Kedvező körülmények között 200–300 évig is él. Nálunk megfelelő termőhelyen 80–100 éves vágásfordulóval termesztik.

Mesterséges felújítása általában könnyű. Ahol elég világosságot kap és a terület nem nagyon gyomos, természetes úton is megtelepül. A gyomoktól sokkal jobban szenved, mint a szárazságtól. Zártabb állomány alatt nem tud felújulni. 30–40 éves koráig elbírja a teljes záródást is. A talaját javítja. Később kigyérül, talaja elgyomosodik. Ágtisztulása eléggé gyors és jó, amit alátelepítéssel még jobban elő lehet segíteni.

Hazánkban ugyan nem nyújt maximális fatermést, de jó törzsalakja miatt értékfatermesztés szempontjából nagy jelentőségű.

## 7.212 A faj genetikai elemzése

**Életciklus.** Az erdeifenyő viszonylag fiatalon már jó csírázóképeségű magot terem. Szabad állásban, főleg száraz helyen 15 éves kora körül terem, nedvesebb talajon 20 év körül, állományban 30–40 éves korában. Az idős állományok 3–6 évenként bő magtermést adnak. Általában májusban, hűvösebb helyeken június elején virágozik. Magja a második év októberében érkezik, de csak a következő tavaszon hullik ki. A toboz vagy a nyár folyamán esik le, vagy még 1–2 évig a fán marad. A hímvirágok tojásdadok, élénksárgák, az idejű hajtások csúcsrügyeinek hónaljában sűrű csomókban ülnek. A nővirágok más hajtások csúcsain kettesével-hármasával állnak, kisebbek, liláspirosak. (37. kép.)

**Variáció.** Fajon belüli változatossága a kiterjedt areáján belül – az igen eltérő termőhelyi viszonyok (éghajlat, talaj, vegetáció stb.) következtében – jelentős mértékű. Az alapfaj és a faj alatti egységek elkülönítésére számos rendszert dolgoztak ki. Az újabb osztályozások közül *Pravdiné* (1964) a legteljesebb.

Az erdeifenyőt hatalmas elterjedési területe ellenére azért rendkívüli nehéz faj alatti egységekre osztani, mert a mai areája viszonylag fiatal, jégkorszak utáni keletű, és az egyes klímátípusok között nem lehet meghatározott válaszfalat húzni. Keskeny koronás típusai legnagyobb számban a kiterjedt boreális, északi zónában találhatók, bár – ellentétben az ugyancsak jelenlevő lucfenyővel – keskeny koronás egyedek nincsenek túlsúlyban. A boreális övezet erdeifenyője lassú növekedésű, fája egyenletes, tömör szerkezetű, kiváló műszaki tulajdonságú. Hosszúnappalos növény, növekedését egy hónappal hamarabb befejezi, mint a magyarországi erdeifenyők. Leggyakrabban „*lapp erdeifenyő*” néven különböztetik el.

A Balti-tenger mellékén és a Szovjetunió mérsékelt kontinentális európai területein tenyésztő erdeifenyő-típust „*porosz*” vagy „*rigai*” erdeifenyőként írják le. Nálunk Jávorkúton (a Bükkben) található ez a származás. (39. kép.)

A kaukázusi szigetszerű előfordulást sokan *P. kochiana* Klotsch. néven külön fajnak tekintik.

Az erdeifenyőt Nyugat-Európában is régóta termesztik. Itt több kultúrváltozata alakult ki. A belga erdeifenyő óceáni klímában gyors növekedésű, jó törzsalakot meg-

őrző populáció. A Rajna mentén gyorsabb növekedésű, de rossz törzsalakú, szabálytalan koronájú, durva ágas változata alakult ki, amelyeket a darmstadti magkereskedők egész Közép-Európában — így hazánkban is — elterjesztettek.

## 7.213 Nemesítési módszerek

**Származási kísérletek.** Az erdeifenyőt gazdasági jelentősége miatt Közép-Európában már a késő középkortól kezdve mesterségesen is telepítették, a mag származására azonban nem voltak tekintettel. A módszeres származási kísérletek a századforduló táján indultak meg. Az 1941-ben 19 származással indított hazai kísérletek anyagát Királyhalmán és Kecskemét környékén ültették el. Ezek közül csupán a bugaci maradt fenn, amit *Magyar P.* (1964) értékelt. Ha a kisszámú hazai adatot a külföldi forrásokkal kiegészítjük, mégis meg tudjuk határozni az erdeifenyő azon származásait, amelyek a további honosítás szempontjából jelentősek.

A természetes populációk közül valamennyi kísérletben a közép-európai, mérsékelt kontinentális hatás alatt álló területek származásai mutatták a leggyorsabb növekedést. Ez a körzet a két Németország, Csehszlovákia és Kelet-Ausztria sík vidéki területeit foglalja magában, ami átnyúlik a hazai, vas — zalai fenyőrégióra is. A körzet déli részének (Rajna-vidék, Kelet-Morvaország, Nyugat-Dunántúl) származásai görbe törzsalakkal, durvaágassággal jellemezhetők. Az északabbra és keletebbre eső területeken tenyésző erdeifenyő-populációk gyengébben növekednek, de törzs- és koronaalakjuk lényegesen jobb. Európa-szerte kiváló alaki és műszaki tulajdonságokkal tűnik ki a „porosz” (mazuriai) és „rigai” (balti) erdeifenyő.

A dél-európai magasabb hegyvidéki erdeifenyő-származások hazánkban nem mutatnak megfelelő növekedést.

**Klónvizsgálat.** Az erdeifenyő-oltványok korai, rendszeres toboztermése lehetővé tette, hogy terméshozásuk körülményeit a kutatók részletesen értékeljék (*Bánó*, 1957, 1969, 1971). A kiültetett oltványokon kezdetben a virágzás körülményeit vizsgálták részletesebben (11. táblázat). A mintegy 2 évtizedig folytatott vizsgálatokkal nyomon követték az oltványok növekedését, terméshozamát a kiültetéstől a plantázs záródásáig. Ezeket a *magtermesztésiérték-vizsgálatokat* a 3.523 fejezetben tárgyaltuk.

A gazdaságilag is jól hasznosítható, tömeges toboztermés általában 8—10 éves korban kezdődik. A plantázsokban a kedvezőbb környezeti viszonyok következtében a toboztermés állományokból ismert ingadozása lényegesen csekélyebb mértékű.

A klónvizsgálat során bírált tulajdonságok között általánosan érvényes, határozott kapcsolatot nem találtak a kutatók. A terméshajlam és a növekedés tekintetében az erdeifenyőklónok adatai nem támasztották alá azt a hipotézist, hogy a terméshozás a vegetatív növekedés rovására történik, és a bőven termő egyedek növekedése a terméshozás javára csökken.

A klónok átlagos magtermesztési értékét két 5 éves időszak, a 8—12 és 13—17 éves kor megfigyelési adatai alapján határozták meg. Az értékelés származásonként külön-külön, az átlagtól való százalékos eltérés pontozása alapján történt. A hazai szelektált üzemi plantázsokban a klónok kiválasztásához *Bánó* ezt a módszert alkalmazta.



11. táblázat. Négy erdeifenyőklón hajtásnövekedésének és virágzásának adatai 10 éves korban (Retkes, 1965 nyomán)

Jellemzők	A klón jele	1-2	1-19	1-32	1-34
	Egység				
<i>A koronaalak jellemzői:</i>					
az átlagmagasság	m	5,11	4,57	4,48	5,22
a virág nélküli hajtások száma	db	1852	751	2855	1568
a koronahabitus		karcsú	átlagos	igen tömött	durva ágú
<i>A virágzó ágak hossza:</i>					
a hímvirágos hajtások átlagos hossza	cm	2,6	3,6	2,2	5,3
a nővirágos hajtások átlagos hossza	cm	15,1	22,8	18,6	14,9
<i>A virágzás erőssége, ivarjellege:</i>					
a hímvirágos hajtások száma	db	593	2291	862	1274
a hímvirágzás minősítése		nagyon gyenge	nagyon bőséges	gyenge	bőséges
a nővirágos hajtások száma	db	597	561	278	80
a nővirágzás minősítése		nagyon bőséges	nagyon bőséges	közepes	igen gyenge
a kistobozok száma	db	729	437	304	63
a lehullott kistobozok száma	db	246	498	20	18
a kétéves tobozok száma (előző évjárat!)	db	453	700	295	129

**Utódvizsgálat.** Az utód- és klónvizsgálatokban a genetikai eredetű változékonyság szétválasztásával Máttyás Cs. (1975) igazolta, hogy az állományok (származások) és törzsfák részaránya a különböző tulajdonságokra eltérőnek bizonyult. A magassági és átmérőbeli növekedés különbségei elsősorban származások között bizonyultak jelentősnek, míg pl. a toboztermő képesség és egyes beltartalmi tulajdonságok az azonos állományhoz tartozó törzsfák között mutattak nagyobb szórást. A magassági és az átmérőbeli növekedés természetesen az ökológiai alkalmazkodással is összefüggő, ún. adaptív tulajdonságok, míg az utóbbi, ún. nem adaptív tulajdonságok jelentősége az

egyed életben maradása szempontjából viszonylag csekély. Ebből következik, hogy a fatermés növelésére irányuló nemesítés elsősorban a populációk közötti válogatástól várhat nagy eredményt. A törzsfák szelekciója ugyanakkor inkább a nem adaptív tulajdonságcsoport javítása szempontjából fontos. Mivel a korszerű nemesítésnek több tulajdonság komplex értékelésére kell irányulnia, mindkét szelekciós módszert alkalmaznunk kell.

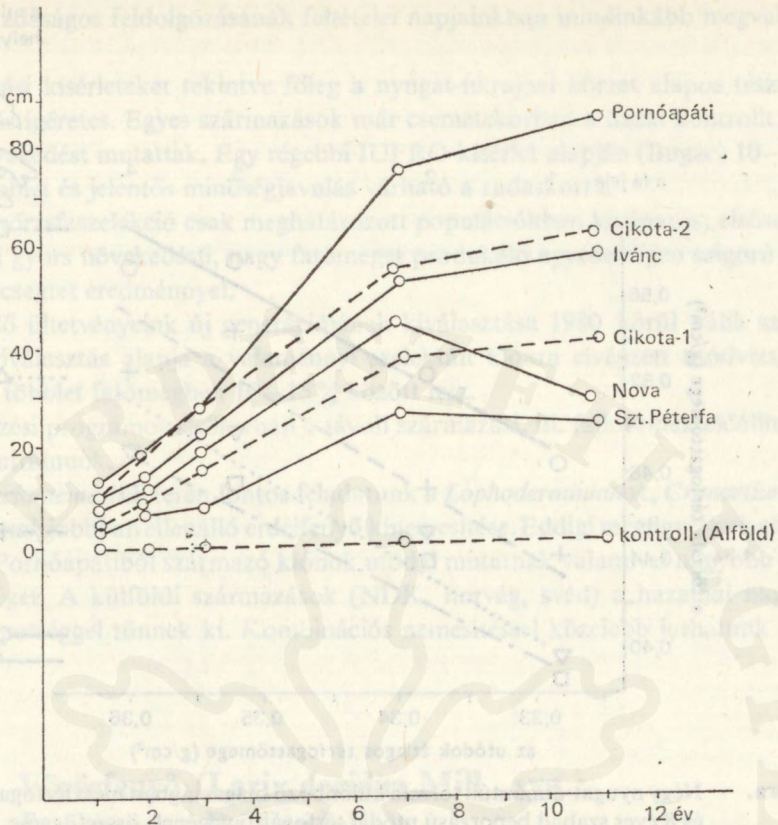
A generatív utódok vizsgálata a klónok genotípusának megismeréséhez feltétlenül szükséges. Ennek előfeltétele természetesen a megfelelő mennyiségben rendelkezésre álló mag. Így az utódvizsgálati munka csak mintegy évtizednyi idő elmúltával követheti a törzsfák leoltását, hacsak nem a törzsfákról gyűjtött magot használják fel. Magyarországon *Mátyás Cs.* 1963-ban kezdte meg az erdeifenyő-törzsfák utódvizsgálatát, részben szabad beporzású, részben ellenőrzött keresztezésből nyert maggal. A mintegy 20 ha-nyi erdeifenyő-utódvizsgálati kísérletek alapján a 3.534 fejezetben részletezett megállapításokat tette.

A legfontosabb kérdés, hogy a szelektált törzsfák utódai mennyivel jobbak az általánosn természetű üzemi átlagnál, a kontrollnál. Ez a kontroll az Alföldön szelektált törzsfák átlaga volt, mivel ezek több állományból, mesterséges eredetű erdőkből kerültek ki. A kiválasztott törzsfák utópopulációi az üzemi átlaghoz képest átlagosan mintegy 10% növedéktöbbletet mutattak (12. táblázat). Ehhez hozzá kell számítani, hogy a kontrollként szereplő populációk is válogatott törzsfákról származtak. Így a *törzsfák szelekciója során mintegy 15% növedéktöbbletet mutattak ki* a kutatók. Az utópopulációk közötti szelekció során a legjobb származások kiválasztásával újabb 15%-os szelekciós haladás érhető el. Ennek alapján lehet megválasztani a következő plantázsnemzedék (elitplantázs) klónösszetételét (40. ábra).

A törzsfák szelekciója során nyert mintegy 15% növedéktöbblet hasznosítása tehát üzemi szinten már lehetséges. Termőre fordult plantázssaink ugyanis egyre növekvő mennyiségű magot teremnek. Nagy értéke miatt a nemesített mag elkülönített kezelést, fémzárolását rendeletek írják elő. Ezt szolgálja az üzemi plantázssok magjának

12. táblázat. A 'Cikota-1' nemesített erdeifenyő klónösszeállításának utódvizsgálatokban mért teljesítménye (szelekciós haladás) (*Mátyás, 1975*)

Tulajdonság	Kor (év)	A kísérlet nyilván tartási száma	'Cikota-1' klónösszeállítás átlaga	A kontroll átlaga	A szelekcióból adódó többlet %
Magasság (cm)	9	1945	318,6	270,4	+17,8
	11	402	385,0	353,7	+8,8
	12	401	365,0	337,2	+8,2
Átmérő (cm)	11	402	5,79	5,27	+8,0
	12	401	5,44	4,99	+9,0
Az átlagfa fatömege (dm <sup>3</sup> )	11	402	7,01	6,38	+9,9
	22	401	6,80	5,81	+6,9



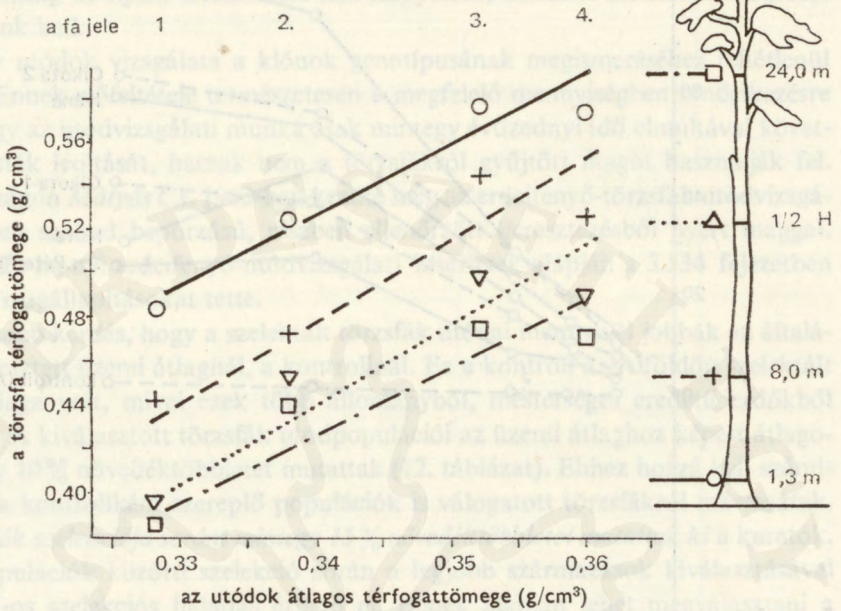
40. ábra. Erdeifenyő-klóncsoportok magasságinövedék-többlete (cm) a gödöllői 1495/c kísérletben (szerk.: Mátyás Cs.)

állami fajtaelismerése is. 'Cikota-1' néven a szelektált erdeifenyő plantázs mag első elismert hazai fenyőfajtánk.

A magassági és átmérőbeli növekedésben mutatkozó különbségek mellett legfontosabb alaki tulajdonság az *ágvastagság* és az *egyenestörzsűség*. Mindkét tulajdonság különösen a nagy hálózatú telepítések szempontjából fontos. A nemesítés feladata olyan fajták előállítására, amelyeknek törzsalakja az újabban terjedő tág hálózatban ültetve is jó.

*Halupáné—Szőnyi* (1972, 1975) meghatározta az erdeifenyő-oltványklónok, ill. törzsfák és néhány utódpopulációjuk *beltartalmi tulajdonságait* is. A megvizsgált 32 oltványklón átlagos térfogattömege  $0,37-0,45 \text{ g/cm}^3$ , lignintartalma  $26-30\%$ , összes szénhidrát-tartalma  $65-70\%$  között változott. A legnagyobb szórást a növekedési adatokban tapasztalták. Az eddig vizsgált utódpopulációk átlagos térfogattömege  $0,34-0,37 \text{ g/cm}^3$  között változott. A térfogattömeg és a magasság-, ill. átmérő-növekedés között nem találtak szignifikáns kapcsolatot. Négy szentpéterfai erdeifenyő-törzsfafa és szabad beporzású, 9 éves utódaik vizsgálata alapján megállapították, hogy a törzs különböző magasságában mért térfogattömeg-különbségek viszonylag jól öröklődnek az utódokban (41. ábra). A vizsgált törzsfák átlagában  $0,1 \text{ g/cm}^3$  extrakt-

a mintavételi  
helyek jelei



41. ábra. Négy nyugat-dunántúli törzsfa különböző magasságban mért térfogatátömegének és 8 éves szabad beporzású utódai térfogatátömegének összefüggése. Az utódok térfogatátömeget mellmagasságban mérték (*Halupáné* után)

mentes térfogatátömeg-különbség, a szabad beporzású utódoknál mintegy  $0,03 \text{ g/cm}^3$  különbséggént jelentkezett. Az extrakttartalom értékét számos tényező befolyásolja, ezért a szülő–utód összefüggés erre a mutatóra kevésbé szoros.

## 7.214 Nemesítési program

Az erdeifenyő-nemesítés hazai programját a 3.61 fejezetben körvonalaztuk. Itt ismételten megállapíthatjuk, hogy az erdeifenyő-nemesítés valóban képes javítani a gazdaságilag fontos tulajdonságokon. Gyors előrehaladásra a vegetatív szaporítás üzemi szinten való megoldása esetén számíthatunk. A kutatásnak elsősorban az időtakarékos, gyors eredményt adó nemesítési eljárásokra kell irányulnia. Ehhez a populációs genetika szélesebb körű alkalmazására van szükség. A rövidebb vágásfordulójú, ún. ipari erdők felvetik annak szükségességét, hogy az eddigi, fűrészrönk-centrikus szemléletet bizonyos mértékig módosítsuk, és főleg a biomassa-termelést vegyük figyelembe. Ezt az is indokolja, hogy a jövő fenyőerdősítései egyre kedvezőtlenebb termőhelyeken történnek, és a hagyományos iparifa-minőségtől eltérő minőségű

faanyag gazdaságos feldolgozásának feltételei napjainkban mindinkább megvalósulnak.

A származási kísérleteket tekintve főleg a nyugat-ukrajnai körzet alapos tesztelése szükséges és ígéretes. Egyes származások már csemetekorban a hazai kontrollt meghaladó növekedést mutattak. Egy régebbi IUFRO-kísérlet alapján (Bugac) 10–15% fatömegtöbblet és jelentős minőségjavulás várható a rudaskorra.

A további törzsfaszelekció csak meghatározott populációkban kívánatos; elsősorban a fiatalkori gyors növekedésű, nagy fatömeget produkáló egyedek igen szigorú kiválasztása kecsegtet eredménnyel.

Magtermelő ültetvényeink új generációjának kiválasztása 1980 körül válik szükségessé. A kiválasztás alapja a valamennyi szelektált klónra elvégzett utódvizsgálat. A várható többlet fatömegekben 10–15% között lesz.

A keresztezési programot elsősorban a távoli származási, ill. fajhibridek előállítására kell koncentrálnunk.

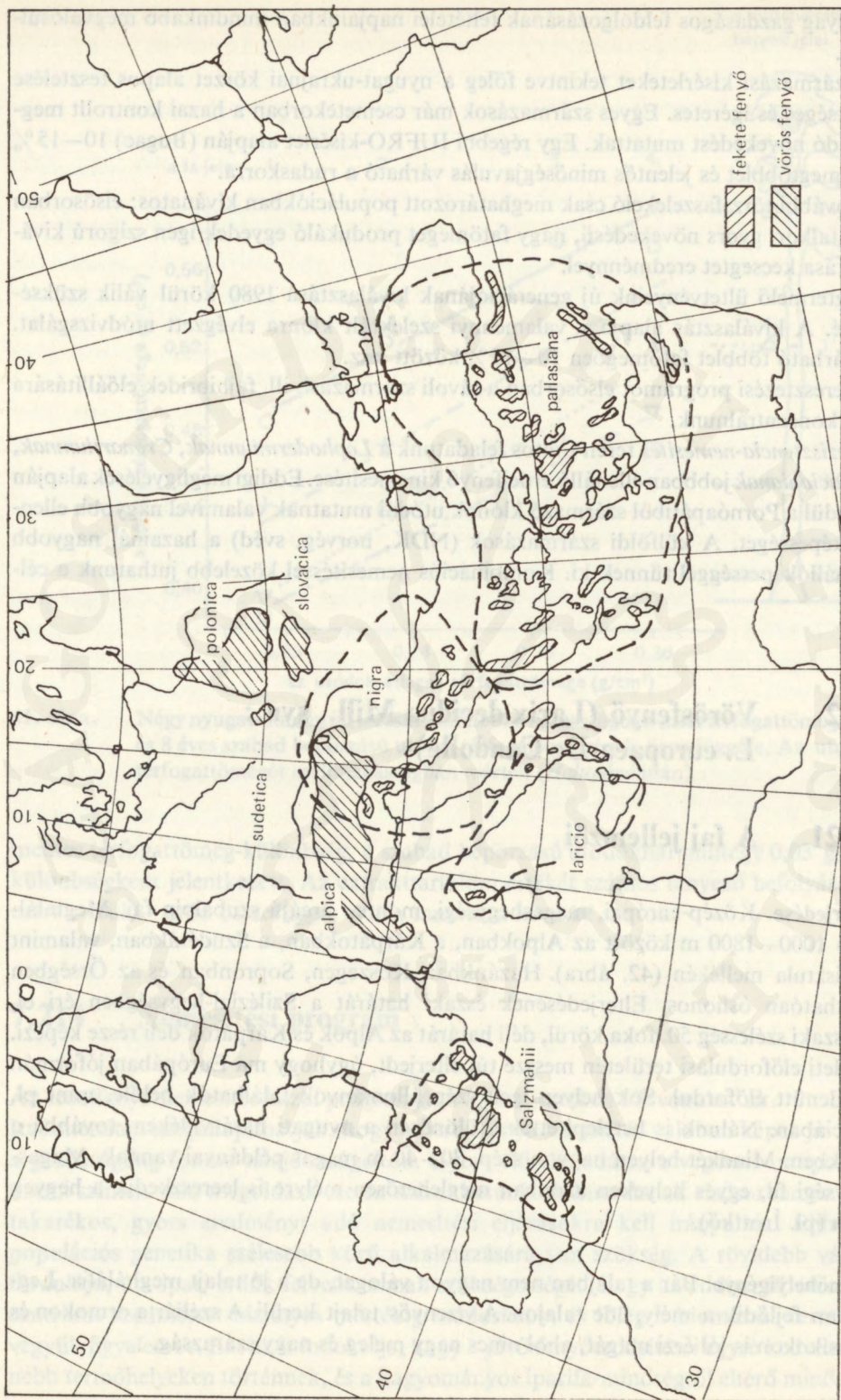
A *rezisztencia-nemesítés* terén fontos feladatunk a *Lophodermiumnak*, *Cronartiumnak*, *Rhyacionianak* jobban ellenálló erdeifenyő kinemesítése. Eddigi megfigyelések alapján egyedül a Pornóapátiból származó klónok utódai mutatnak valamivel nagyobb ellenállóképességet. A külföldi származások (NDK, norvég, svéd) a hazainál nagyobb ellenállóképességgel tűnnek ki. Kombinációs nemesítéssel közelebb juthatunk a célhoz.

## 7.22 Vörösfenyő (*Larix decidua* Mill., syn.: *L. europaea* De Candolle)

### 7.221 A faj jellemzői

**Elterjedése.** Közép-európai, magashegységi, montan areájú szubalpin faj. Megtalálható 1000–1800 m között az Alpokban, a Kárpátokban, a Szudétákban, valamint a Visztula mellékén (42. ábra). Hazánkban Kőszegen, Sopronban és az Őrségben vitathatóan őshonos. Elterjedésének északi határát a Sziléziai-hegységben éri el, az északi szélesség 50. foka körül, déli határát az Alpok és Kárpátok déli része képezi. Eredeti előfordulási területén messze túl elterjedt, úgyhogy ma Európában jóformán mindenütt előfordul. Sok helyen igen szép állományok találhatók belőle, mint pl. Skóciában. Nálunk is betelepítették, különösen a nyugati határvidéken, továbbá a Bükkben. Mindkét helyen nagyon szép, 30–40 m magas példányai vannak. Magashegységi fa, egyes helyeken azonban meglehetősen mélyre is leereszkedik a hegyek alján (pl. Írottkő).

**Termőhelyigénye.** Bár a talajban nem nagyon válogat, de a jó talajt meghálálja. Legjobban fejlődik a mély, üde talajon. A vizenyős talajt kerüli. A széljárta ormokon és fennsíkokon is jól érzi magát, ahol nincs nagy meleg és nagy szárazság.



**42. ábra.** A feketeenyő és a vörösfenyő elterjedési területe Európában. A térképen az alfajok, ill. változatok elterjedési területe is szerepel (Critchfield–Little és Rubner után)

**Növekedése.** Általában 25–30 m magasra nő, de optimális körülmények között 50 m magasságot is elérhet, 2 m átmérővel. Telepíthetőségét megkönnyíti, hogy természetes újlata is van. Csemetenevelése könnyű. 1–2 éves korában ültethető ki. A kétéves csemete 50 cm magasságot is elér. Visszaszerző képessége igen nagy, sebei könnyen beforrnak, elvesztett ágait könnyen pótolja. Gyors növekedésű, ezért kiválóan alkalmas fiatal telepítések hiányainak pótlására. Mivel gyors hossznövekedése elég hamar, 20–30 éves korában csökken, más fafajok később elnyomhatják. Ezért ügyelni kell arra, hogy mindig felül tudjon maradni. 500–600 évig is él. Hektáronként 400 m<sup>3</sup> fatömeget adhat.

## 7.222 A faj genetikai elemzése

**Életciklus.** A vörösfenyő hajtása összetett. A hosszúhajtáson a tűlevelek egyesével, spirálisan helyezkednek el. Az 1 évesnél idősebb ágakon törpehajtások találhatók, amelyeken a tűk csomósan állnak. A törpehajtások több évig élnek, és évente új levél-csomót fejlesztenek. Lombhullatók, s csak az 1 éves csemetéken maradnak fenn többnyire a tűlevelek. A váltivarú tobozvirágok a törpehajtások csúcsán jelennek meg. Érés után a toboz nem hullik le: 3–4 évig is a fán marad. A világosbarna új tobozokat a fakószürke színű régiektől meg lehet különböztetni. A hím- és a nővirágok gyakran ugyanazon a hajtáson vannak. A hímvirág tojásdad-gömbös, később rövid hengeres, kezdetben világoszöld, porzaskor sárga, lefelé hajló. A nővirág kárminpiros vagy ibolyás (később zöldessárga), hengeres, tövén felfelé futó tengellyel.

Április–májusban virágzik. Már elég fiatalon, 15 év körül hoz virágot. A fiatal fák magtermése nagyobbra meddő. Elég gyakran, 3–4 évenként terem.

**Variáció.** 4 felé szakadt areájában általában két alfaját különböztetik meg. Az alpesi előfordulásokat tekintik az alapfajnak (var. *decidua* vagy ssp. *alpica* Svoboda), amelynek toboza nagyobb (2–3,5 cm), enyhén görbült, tobozpikkelye kicsípített, kifelé hajló peremmel. Törzsalakja általában görbülésre hajlamosabb, növekedése gyengébb, mint a másik alfajé, a lengyel vörösfenyőé (var. *polonica* Rac. vagy ssp. *carpatica* Svoboda). A lengyel vörösfenyő változatai: a szudéta, a tátrai (kárpáti) és a lengyel sík vidéki vörösfenyő.

A japán vörösfenyővel képezett hibridjei a keresztezés irányától függően *Larix* × *europaeis*, ill. *L.* × *leptoeuropaea* néven ismertek.

## 7.223 Nemesítési módszerek

**Származási kísérletek.** A vörösfenyő hazánk erdőterületének csupán 0,3%-át foglalja el. A szakmai közvélemény azonban az utóbbi 1–2 évtizedben fokozott figyelemben részesíti, ezért nagyobb területen telepítik. Az ezredfordulóra területi részesedése remélhetőleg eléri a 2%-ot. Ezt a fokozott figyelmet meg is érdemli, mert növekedése

gyors, kevés az ellensége, érzéketlen az időjárás szélsőségeivel szemben. Fája a fenyők között a legkeményebb, legtartósabb. Nagyfokú alkalmazkodóképessége következtében őshonos elterjedési területétől távol is sikerrel telepíthető.

Hazai vörösfenyő-állományaink nagyobbreszt ismeretlen származásúak. A külföldről újabban behozott magról legtöbbször ma sem tudunk többet, mint azt, hogy melyik országból származik.

Hazánkban az utóbbi 2 évtizedben *Tuskó L.* 96 származási hely anyagából mintegy 12 ha-on telepített származási kísérletet. Ezekből a következők adtak figyelemre méltó eredményeket.

1. *A lengyel vörösfenyő* az 1959-ben telepített kísérletek 15 évi fatömeghozama alapján az első helyen áll.

A szudéta változatok kiemelkedő teljesítménye alapján 1973-ban 49 szudéta vörösfenyő-törzsfá oltványklónjainak magjából nevelt csemetékkel Sopronban utódvizsgálati ültetvényt telepítettek. Egyidejűleg plantázstelep is létesült 99 törzsfá oltványaiból.

2. *A japán vörösfenyő* [*L. kaempferi* (Lamber) Carr. = *L. leptolepis* Gord.] 1962-ben telepített, 10 őshonos származási helyről származó ültetvényei 8 éves korban az európai vörösfenyő kontroll körül helyezkedtek el. Főleg azok a származások érdemelnek figyelmet, amelyek eredeti termőhelyének évi átlagos csapadéka viszonylag a legalacsonyabb.

Az első skóciai spontán fajhibridek óta az ellenőrzött keresztezéssel előállított *L. eurolepis* fajhibridek hibridfölnyűkkel bizonyítják a japán vörösfenyő mint keresztezési partner kiválóságát. Ezt igazolják a hazai kísérletek is. 1972-ben a legjobb keresztezési partnernek ígérkező származások kiválasztott törzsfáit leoltották, virágpornyerés céljából.

3. *Az európai vörösfenyő* (*L. decidua* Mill.) 1967-ben létesített származási kísérleteiben, az 5 éves adatok alapján a nemzetközileg elismert legjobb származások hazánkban is igazolták fölnyűket. Ilyenek a Cervená Skala, Jägerndorf, Poprád, Cierny Váh (Csehszlovákia), Lilienfeld, Bischofswiesen (Ausztria). Az Olasz- és a Francia-Alpok származásai mind a kontroll alatt maradtak.

**Egyedkiválasztás.** Hazánkban ez ideig 192 db vörösfenyő-törzsfát jelöltek ki, és a klóngyűjteményben további 249 külföldi klón oltványát is eltelepítették. Utóbbiak elsősorban a Szudétákból, az Alpokból, a Kárpátokból és Lengyelországból valók. A klóngyűjtemény kereken 7 ha kiterjedésű, ahol egy-egy törzsfát átlagosan 5 oltvány képvisel.

*A klónvizsgálatok* során a főbb jellemzők (alaki tulajdonságok, növekedési erély, magtermesztési érték, rezisztencia stb.) tekintetében ez ideig a hazai oltványklónoknak csupán mintegy 25–30%-át találták megfelelőnek.

*A magtermesztési értéken* belül kiemelt jelentőségű a pergethetőség és a magkihozatal. A pergetés után a vörösfenyőmagnak mintegy 60–70%-a a tobozban marad. A termő törzsfaklónok magkihozatali átlaga pergetéssel 21 %, zúzással 79 %. *A Tuskó L.* által szerkesztett vörösfenyő-toboztépő gép tehát nagymértékben javítja a magkihozatali százalékot.



**Keresztezések.** Skóciában évtizedekkel ezelőtt megfigyelték, hogy a japán és az európai vörösfenyő spontán hibridjei — jobb növekedésük mellett — a vörösfenyőrákkal (*Dasiscypha Willkommii*) szemben ellenállóak. Ennek alapján elsősorban a *L. decidua* és *L. kaempferi* felhasználásával Európa-szerte széles körű keresztezéseket végeztek (*Albenszkij*, 1940; *Langner*, 1962; *Larsen*, 1956; továbbá *Bustinov*, *Dengler*, *Gathy*, *Kiellander* stb.). Ezek a fajhibridek eddig kivétel nélkül heterózist eredményeztek. *Tuskó L.* kiemelkedően jó növekedésűnek találta az 1962-ben keletkezett ún. „kőszegi” spontán *L. eurolepis* fajhibridet. Ennek példányai 10 éves korukban olyan mérvű hibridfőlényt mutattak a *L. decidua* kontrollal szemben, amelyet eddig egyetlen hazai mesterséges fajkeresztesés sem ért el (l. az 1.3 fejezetet).

Az első ellenőrzött vörösfenyő-fajkereszteséseket *Tuskó L.* 1954-ben hajtotta végre. Az így nyert fajhibridek 10 éves megfigyelése nemcsak főlényüket igazolta a kontrollal szemben, hanem a külföldi kutatók több évtizedes adataival egybevágóan azt is bizonyította, hogy a vizsgált fajhibridek növekedési ütemében az évek során lényeges változás nem történt.

Az 1961-ben a soproni Dalos-hegyen kitelepített kísérletben a *L. eurolepis* fajhibridek ugyanúgy az első helyen szerepelnek, mint a János-pihenői 1967-es kísérletben.

A vörösfenyő viszonylag gyors generációváltása lehetővé teszi a szisztematikus kombinációs nemesítést; számos keresztezés  $F_1$ -éből már további utódgenerációkat állítottak elő.

## 7.224 Nemesítési program

A vörösfenyő-nemesítés feladatai:

1. további származási kísérletekkel a legmegfelelőbb fajták kiválasztása,
2. hazai és külföldi törzsfák oltványaiból a fajtagyűjtemény bővítése,
3. a törzsfák felhasználásával ivaros keresztezéses nemesítés, elsősorban a hibridfőlény kiaknázása,
4. a legalkalmasabbnak bizonyuló törzsfák felhasználásával, további magtermő plantázatok útján mind jobb nemesített vetőmag előállítás.

A plantázstelepítés megoldható az eredményes keresztezéshez használt két klón váltott sorú vagy a két faj csemetéinek kevert kiültetésével. Önsteril klónok alkalmazásával tiszta hibrid magot nyerhetünk. *L. decidua* és *L. kaempferi* keresztezése esetén, bármilyen módon állítjuk elő a hibrideket, a csemetéket már a csemetekertben kiválogathatjuk erőteljesebb növekedésük és intermedier színük alapján.

A hazai és a külföldi törzsfák klónvizsgálata, további ellenőrzött keresztezések, utódvizsgálatok adnak majd választ arra, hogy milyen fajok, honnan származó elitfái adják a legnagyobb és tartós hibridfőlényt. A jövő fogja megmutatni, hogy a beltenyésztéses heterózisnemesítés hoz-e kiemelkedő eredményt a vörösfenyő esetében. Ugyanezt mondhatjuk a poliploidiaról is. A vörösfenyő nem reagál olyan érzékenyen a kromoszómaszám változására, mint a lucfenyő vagy az erdeifenyő. Nyilvánvaló, hogy a természetes poliploidok lényegesen jobb kiindulási anyagot adnak az erdészet számára, mint az ivarsejtképzésben zavarokkal küzdő mesterséges poliploidok.

A vörösfenyőmutánsok között az irodalom elsősorban kertészeti változatokat tart nyilván (pl. piramis és gömb alakú korona, szalagosodás, eltérő levélszín stb.), amelyeknek elszaporítása nálunk is kívánatos volna.

## 7.23 Lucfenyő (*Picea abies* Karst., syn.: *P. excelsa* Link.)

### 7.231 A faj jellemzői

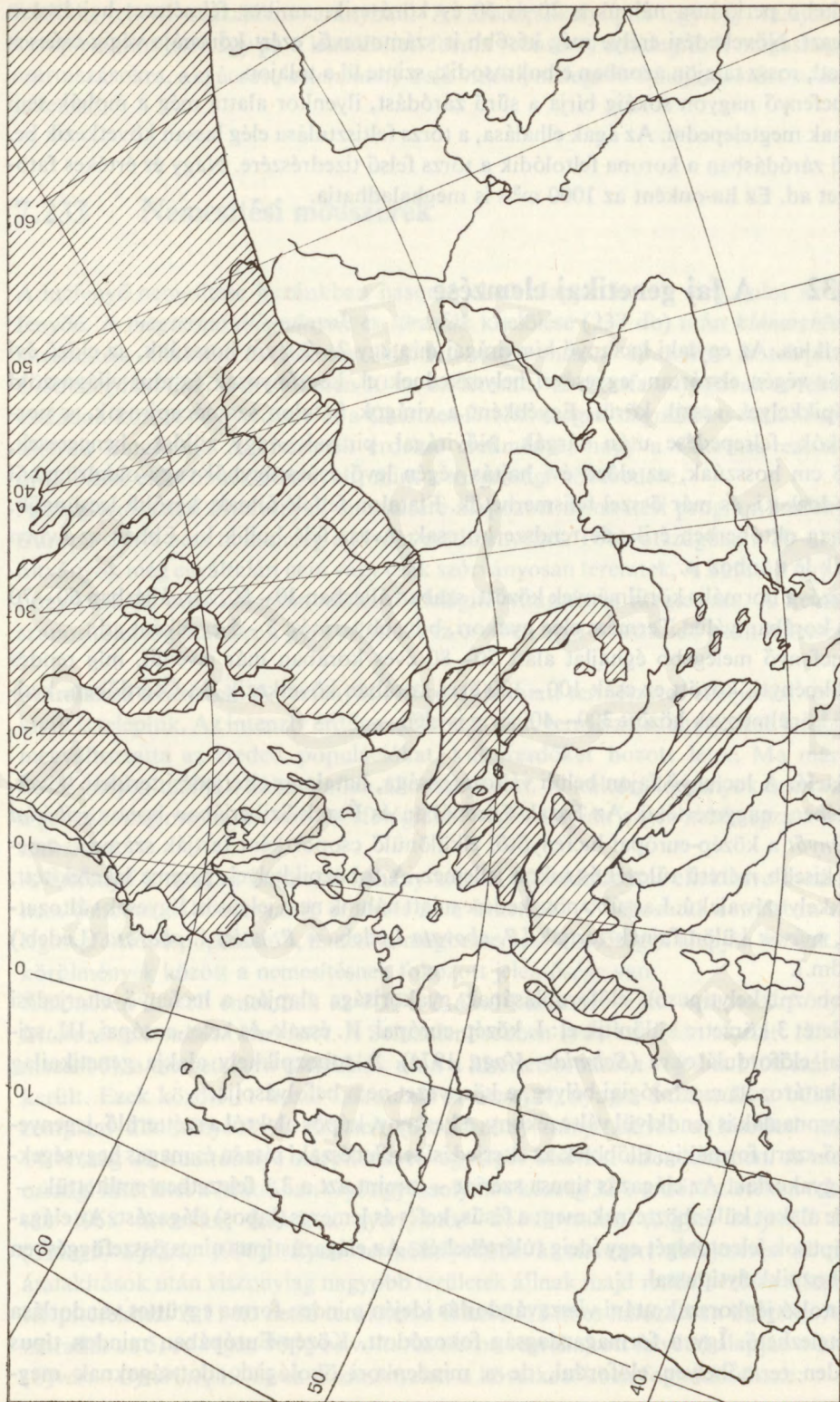
**Elterjedése.** A lucfenyő eurázsiai fafaj. Természetes elterjedési területe Észak-, Közép- és Kelet-Európa, valamint Szibéria (43. ábra). Összefüggő állományokat a 65. szélességi fokig alkot. Északi előfordulásának szélső határát Norvégiában éri el a 69. szélességi fokon. Szibériában a *Picea obovata* váltja fel, amely sokkal nagyobb kiterjedésű területen tenyészik, mint a *P. excelsa*. Magassági elterjedése is tág határok között mozog. Északon és keleten sík vidéken is, délen a magas hegységekben él. Európában a legmagasabb ismert előfordulása az Olasz-Alpokban, a Pederköpfli déli lejtőjén 2230 m tengerszint feletti magasságban van. Ugyanitt a törpe forma 2450 m-ig terjed. Keleten az Altáj-hegységben *Abies sibiricával*, *Larix sibiricával* és *Pinus cembraival* egyenesen 3000 m magasságban is előfordul.

**Termőhelyigénye.** A luc erdőgazdasági jelentőségét fokozza fejlődő iparunk egyre növekvő szükséglete. Hazánkban természetes előfordulása nem bizonyított, legfeljebb Sopron mellett a Rák-patak mentén, egész kicsi területen. Összefüggő állományokat csak a nyugati határszélen alkot, Kőszeg és Sopron vidékén, azonban ezek is mesterséges telepítések. Kisebb foltokon, igen szép példányokkal a Bükk hegységben is előfordul. Ez a szűk előfordulási területe mutatja, hogy termesztési feltételeit nálunk korlátozott mértékben találja meg. Ennek oka elsősorban túl száraz, meleg nyarunk. A luc ugyanis megkívánja, hogy a júliusi középhőmérséklet ne emelkedjék 18,7 °C fölé. Valószínű, hogy a nyáron erősen kiszáradt talajból sem tudja azt a vízmennyiséget kivenni, amire erős növekedése folytán szüksége lenne. Annál is inkább érzékeny erre a luc, mert sekély gyökérzete miatt főleg csak a talaj felső részéből tudja fedezni a vízszükségletét.

Fontos szerepe van a mikroklímának. Főleg az északi fekvésű, hűvösebb oldalakon, magasabb fekvésű völgyekben termesztethető. Egyébként talajigénye szerény. Talaját javítja, bár helytelen kezelés esetén könnyen el is savanyítja. Nálunk 50–60 éven túl nemigen érdemes fenntartani.

A luc a mesterséges felújítást kiválóan bírja. Magja jól csirázik, csirázóképességét sokáig megtartja. Természetes felújítása sem nehéz. Különösen oldalvilágításnál telepszik meg könnyen.

**Növekedés.** A lucfenyő 30–50 m magasságot és 1,5–2,0 m törzsátmérőt elérő faj. Törzse zárt állományban jól feltisztuló, míg szabad állásban földig ágas. A luc az első években főleg a csúcshajtását növeszti és viszonylag lassan nő. 8–10 éves kora után erősebb növekedésbe kezd, ami később még fokozódik. Hossznövekedésének leg-



43. ábra. A lucfenyő elterjedési területe Európában (Rubner után)

élénkebb periódusa nálunk a 20 és 50 év közé esik, amikor félméteres hajtásokat növeszt. Növekedési erélye még később is számottevő, ezért koronája végig csúcsos marad, rossz talajon azonban elbokrosodik, szinte ül a talajon.

A lucfenyő nagyon sokáig bírja a sűrű záródást, ilyenkor alatta még a mohák sem tudnak megtelepedni. Az ágak elhalása, a törzs feltisztulása elég lassan következik be. Sűrű záródásban a korona feltolódik a törzs felső tizedrészére. Nagy és értékes fatömeget ad. Ez ha-onként az 1000 m<sup>3</sup>-t is meghaladhatja.

## 7.232 A faj genetikai elemzése

**Életciklus.** Az egylaki lucfenyő hímvirágai mintegy 2–2,5 cm hosszúak, az előző évi hajtás végén elszórtan, egyesével helyezkednek el, kocsányosak és alul világoszöld fedőpikkelyek veszik körül. Egyébként a virágok fiatalon szamócapirosak, a porzacsók felrepedése után sárgák. Nővirágai pirosak vagy zöldek, hengeresek, 4–5 cm hosszúak, az előző évi hajtás végén levő csúcsrügyből vagy oldalrügyből fejlődnek ki, és már ősszel felismerhetők. Fiatalon felfelé állnak, később lecsüngők. A mag októberben érik, de rendszerint csak tavasz felé hullik ki. Ebben az évben hullik le a toboz is.

Magzóvá normális körülmények között, szabad állásban 30–50, zárt állásban 60–70 éves korában válik. Termése elég gyakori, bővebb termést 3–5 évenként ad.

A lucfenyő melegebb éghajlat alatt 70–80 éves korában már elvéniül, míg rendes körülmények között ez csak 100–120 éves korában következik be. Őserdőben, kedvező körülmények között 300–400 évig is él.

**Variáció.** A lucfenyő fajon belüli változatossága, hatalmas elterjedési területe következtében, nagymértékű. Az Észak-Európában és Észak-Szibériában honos *szibériai lucfenyőt* a közép-európai lucfenyőtől elkülönülő csoportként tartják számon, amelyet kisebb méretű tűlevelű és toboz jellemez. A tobozpikkelyek pereme lekerekített, a pikkely szív alakú. Lassúbb növekedése miatt nálunk nem jelentős. Egyesek változatnak, mások külön fajnak tartják [*P. obovata* Ledeb. = *P. abies* f. *obovata* (Ledeb.) Lindm.].

A tobozpikkelytípusok előfordulásának gyakorisága alapján a lucfenyő elterjedési területét 3 körzetre különítik el: I. közép-európai, II. észak- és kelet-európai, III. szibériai előfordulásokra (Schmidt–Vogt, 1974). A tobozpikkely alakja genetikailag meghatározott morfológiai bélyeg, a környezet nem befolyásolja.

A koronaalak is rendkívül változékony, a keskeny, kúpos alaktól a szétterülő, jegenyefenyő-szerű formákig. Előbbiek az elterjedési terület északi részén és magas hegységekben gyakoriak. Az elágazás típusa szerint – amint azt a 3.1 fejezetben említettük – 3-féle alakot különböztetnek meg: a fésűs, keféss és lémezes (lapos) elágazást. Az elágazástípusok jelentőségét egy ideig túlértékelték. Az elágazástípus nincs összefüggésben a tobozpikkelytípussal.

Az utolsó jégkorszak utáni visszavándorlás idején minden forma együttes vándorlása feltételezhető. Így a formagazdagság fokozódott. Közép-Európában minden típus minden termőhelyen előfordul, de a mindenkori ökológiai adottságoknak meg-

felelően, eltérő százalékos arányban. A tobozpikkelytípus egy-egy tulajdonság-komplexumot jelöl. Így pl. a lekerekített forma (*obovata*) a hidegtűrő, magashegységi származásokra, a csúcsos (*acuminata*) a sík vidéki, melegebb éghajlatú származásokra jellemző.

## 7.233 Nemesítési módszerek

A lucfenyő nemesítése hazánkban hasonló elvek alapján indult meg, mint az erdei-fenyőé. A *magtermő állományok és törzsfák* kijelölése (237 db) után *klónarchívumot* létesítettek. Cikotán és Recskén kísérleti *magtermesztő ültetvényt* is telepítettek. *Utóvizsgálati ültetvény* 1970-ben 10 ha-on létesült, 42 törzsfaj anyagával. A féltestvér családok között növekedésre és a Chermes-fertőzöttségre szignifikáns különbségeket sikerült kimutatni. A kísérletek érdekes eredménye, hogy a Chermes-rezisztencia öröklődése erősebbnek bizonyult, mint a magassági növekedése.

A magtermesztési ültetvények létesítésére alapozott nemesítési program lucfenyőnél Európa-szerte nem hozta meg a kívánt eredményeket. Több országban a 10–15 éves oltványok még egyáltalán nem vagy csak szórványosan teremtek. A kutatók úgy vélik, hogy csak 20 éves kor után várható kielégítő virágzás és magtermés. A nemesített szaporítóanyag átadása a gyakorlatnak ez esetben igen hosszú idő után lehetséges.

**Származási kísérletek.** A lucfenyőt értékes fája miatt természetes elterjedési területén kívül is telepítik. Az intenzív erdőgazdálkodás a luc természetes elterjedésű területén is megváltoztatta az eredeti populációkat, kultúrerdőket hozott létre. Ma már igen kevés helyen találjuk háborítatlan állományait. A kultúrállományok származását a genetikailag meghatározott morfológiai bélyegek alapján is igen nehéz egzakt módon kideríteni.

A lucfenyő a nyugati határszél néhány kisebb előfordulásától eltekintve hazánkban nem őshonos. Állományaink eredetét nem ismerjük. A behozatal a múltban nem a legmegfelelőbb populációk, hanem a magbeszerzési lehetőségek alapján történt. Ilyen körülmények között a nemesítésnek fokozott jelentősége van.

Különösen ki kell emelnünk az IUFRO által kezdeményezett *nemzetközi lucfenyő-leltározó származási kísérletet*. A Schmalenbeckben 1964 tavaszán elvetett 1300 származásból, a csemetekerti szelekciók után a kísérletsorozatba végül is 1100 származás került. Ezek között 11 hazai származás is szerepel, nyugat-dunántúli, a bükk és a zempléni állományokból. *Krutsch* (Stockholm) irányításával a kísérleti anyagot 14 ország 20 kutatóhelye telepítette el, egységes kísérleti elrendezésben. A magyarországi kísérletet a Mátrában Gyöngyössolymos község 32/c erdőrészletében telepítették 1968 tavaszán, félszáraz gyertyános–kocsánytalan tölgyes sarjerdő helyén (*Szőnyi–Ujvári*, 1970). Ilyen termőhelyekből a tervezett fafajcserés állományátalakítások után viszonylag nagyobb területek állnak majd rendelkezésre a lucfenyő-telepítésekhez. A 11 ha nettó területen a fákat 2×2 m-es hálózatban ültették. A megmaradás az 5. év végén 90%-os volt. Az ekkor végrehajtott felvétel alapján a kutatók (*Ujvári–Ujváriné*, 1978) az eredményeket a következőkben foglalták össze:

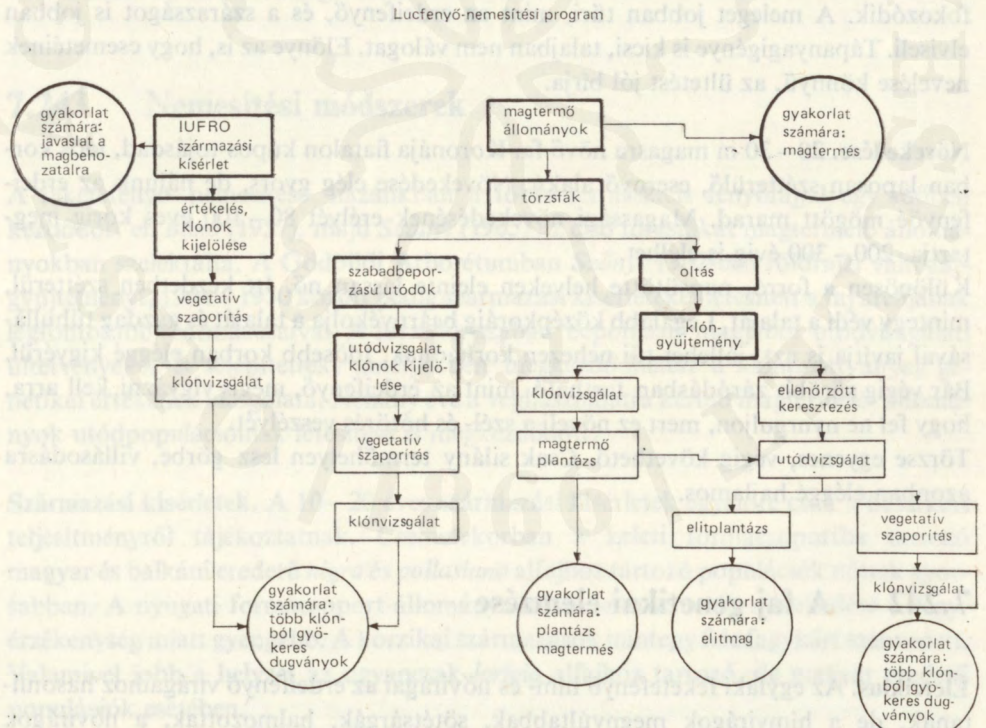


**Rezisztencianemesítés.** Súlypontos feladat a biotikus és az abiotikus károsításnak ellenálló származások, klónok felkeresése. Magasabb hegyvidéken a hótörésnek ellenálló fákat, iparvidéken a levegő szennyezettségét elviselő klónokat szelektálnak. A kéregminőség is lehet a szelekció alapja, mivel a durva kérgű fákat a vad kevésbé károsítja. A fagyveszély miatt több termőhelyen a későn fakadó egyedeket részesítik előnyben. A Chermes-fertőzöttség tekintetében a származások között szignifikáns különbség van. Az utóvizsgálatok során az egyes törzsfák szabad beporzású utódai között is bizonyított különbség adódott. A vitalitás és a Chermes-fertőzöttség között viszont a kutatók nem találtak összefüggést.

Több országban kiterjedt vizsgálatokat folytatnak a nagy károkat okozó *Fomes annosus* (Fr.) Cooke károsításával kapcsolatban. Megállapították, hogy a gomba főként a sebzett helyeken támadja meg a fát. A fertőzési rezisztencia mégis kisebb jelentőségű, hogyha a fában a revesedés nem terjed tovább. *Dimitri* (1976) a továbbterjedési rezisztencia vizsgálata során jelentős különbségeket talált az egyes származások között.

## 7.234 Nemesítési program

A hazánkban folyó nemesítési munkát a 44. ábra szemlélteti. A már megvalósított eredményeket vastag vonallal kereteztük be. A IUFRO származási kísérlet kiváló



44. ábra. A lucfenyő nemesítési programja (a vastag vonal az eddig végzett munkát jelöli; *Ujváriné* után)

egyedeit és a törzsfák szabad beporzású utódai közül a legjobbakat vegetatív úton elszaporították. A lucfenyő-nemesítőink néhány éven belül lefolytatják a klónvizsgálatot, s a nemesített szaporítóanyag mintegy 10 év múlva a gyakorlat rendelkezésére állhat.

A virágzás késése miatt a keresztezések végrehajtása több időt vesz igénybe. Nemcsak a fajon belüli, hanem a fajok közötti keresztezéseket is tervezik. Az utódnemzedékek legkiválóbb egyedeit majd vegetatív úton szaporítják el.

## 7.24 Feketefenyő (*Pinus nigra* Arn., syn.: *P. austriaca* Höss., *P. nigra* Arn. var *austriaca* Badoux)

### 7.241 A faj jellemzői

**Elterjedése.** Dél- és Kelet-Európa hegyvidékén honos, mediterrán-balkáni faj. Areája felszakadozott, ennek megfelelően több változata fordul elő (l. 42. ábrát). Hazánkban homokos és kopár területeink erdősítésére széles körben elterjedt.

**Termőhelyigénye.** Hazai erdőgazdasági jelentősége főleg a homok- és kopárfásításban fokozódik. A meleget jobban tűri, mint az erdeifenyő, és a szárazságot is jobban elviseli. Tápanyagigénye is kicsi, talajban nem válogat. Előnye az is, hogy csemetéinek nevelése könnyű, az ültetést jól bírja.

**Növekedése.** 20–30 m magasra növő fa. Koronája fiatalon kúpos-tojásdad, idős korban laposan szétterülő, esernyő alakú. Növekedése elég gyors, de nálunk az erdeifenyőé mögött marad. Magassági növekedésének erélyét 80–100 éves korig megtartja. 200–300 évig is élélhet.

Különösen a forró, napsütötte helyeken eleinte lassan nő. Itt kezdetben szétterül, mintegy védi a talaját. Legalább középkoráig beárnyékolja a talaját és gazdag tűhullásával javítja is azt, jóllehet tűi nehezen korhadnak. Idősebb korban eléggé kigyérül. Bár végig sűrűbb záródásban tartható, mint az erdeifenyő, mégis vigyázni kell arra, hogy fel ne nyurguljon, mert ez növeli a szél- és hőtörés veszélyét.

Törzse egyenes, végig követhető. Csak silány termőhelyen lesz görbe, villásodásra azonban eléggé hajlamos.

### 7.242 A faj genetikai elemzése

**Életciklus.** Az egylaki feketefenyő hím- és nővirágai az erdeifenyő virágaihoz hasonlítanak, de a hímvirágok megnyúltabbak, sötétsárgák, halmozottak, a nővirágok nagyobbak és pirosak. A mag a második év októberében érik, de csak a következő tavaszon hullik ki. A toboz a harmadik év nyarán esik le.



Magzókorát szabad állásban már 20 éves korában eléri, zárt állásban csak a 30. éve körül terem. Délen május elején virágozik, elterjedésének északi határán május végén, június elején.

**Variáció.** A feketefenyő erősen felszakadozott areája következtében többé-kevésbé elkülönülő ökotípusok alakultak ki. A fajt ma általában 2 nagy alakkörre és 4 alfajra osztják. A nyugati alakkörhöz sorolják a Spanyolország és Franciaország területén előforduló ssp. *Salzmannii*, és a Korzikán, valamint Dél-Olaszországban tenyésző ssp. *laricio* alfajokat. A keleti alakkör tartalmazza az Ausztriában és a Balkánon élő ssp. *nigra*, valamint a kisázsiai-krími ssp. *pallasiana* alfajokat.

A fény- és melegigényes *Salzmannii* alfaj növekedése hazai körülmények között nem kielégítő, de dekoratív megjelenése miatt figyelmet érdemel.

A ssp. *laricio* gyors növésű, 30–45 m magasságot elérő állományai jórészt savanyú talajokon fordulnak elő. Magyarországon található néhány állománya szintén ígéretes alfajnak mutatja. Sajnos fiatal korban fagyérzékeny, és a fiatal telepítések a vadhántástól sokat szenvednek.

A ssp. *nigra*, az osztrák feketefenyő-alfaj terjedt el Magyarországon is. Jellemzője a viszonylag egyenes törzs és jó növekedés. Az alfajon belül igen nagy a változékonyság. Az egyes változatok elkülönítése morfológiai bélyegek alapján bizonytalan. A ssp. *pallasiana* kisázsiai származásai különösen durva ágúak, már fiatal korban széles koronával, rossz törzsalakkal. Növekedésük lassú. A krími származás növekedése a hazai kísérletekben ígéretes.

## 7.243 Nemesítési módszerek

A feketefenyő nemesítése hazánkban a többi termesztett fenyőfajjal egy időben kezdődött el. *Bánó* (1957), majd *Szönyi* (1965) az első törzsfákat magtermelő állományokban szelektálta. A Gödöllői Arborétumban *Szönyi* 1962-ben földrajzi változatgyűjteményt, 1964–1970 között pedig származási kísérleteket létesített a faj areájának legfontosabb származásaival. A törzsfák szabad beporzású magjából utódvizsgálati ültetvényeket is telepítettek, amelyekben megkezdődhetett a klónozott anyag genetikai értékének vizsgálata. Néhány éve a véghasználatra kerülő magtermelő állományok utódpopulációinak létesítése is megkezdődött.

**Származási kísérletek.** A 10–20 éves származási kísérletek egyelőre csak a fiatalkori teljesítményről tájékoztatnak. Csemetekorban a keleti formacsoportba tartozó magyar és balkáni eredetű *nigra* és *pallasiana* alfajhoz tartozó populációk nőttek gyorsabban. A nyugati formacsoport állományairól nevelt csemeték növekedése a fagyérzékenység miatt gyengébb. A korzikai származások mintegy fele fagykárt szenvedett. Valamivel jobb a helyzet az ugyancsak *laricio* alfajhoz tartozó, de magyar eredetű populációk esetében.

Az első évek után a származások átlagmagasság szerinti sorrendje megváltozott. A hazai populációk továbbra is az élen álltak, de már a legjobbak között szerepeltek

a mediterrán származások is. A *pallasiana* alfajhoz tartozó krími és balkáni származások egy része azért érdemel figyelmet, mert jó növekedés és minőség mellett — a *laricio* formacsoporttal szemben — nem fagyérzékenyek. A *nigra* alfajhoz tartozó származások között a hazai kísérletekben jó és gyenge teljesítményt nyújtók is vannak. Ez azzal magyarázható, hogy az alfaj nagy területen, változatos termőhelyen él. Termőhely-állóságukkal és a betegségekkel szembeni nagy ellenállóképességükkel tűnnek ki. Műszakilag hátrányos tulajdonságuk viszont a durvaágasság. Emiatt a jövőben elsősorban a talajvédelmi erdősítésekben marad meg a jelentőségük.

A hazai származási kísérletekben kevés *Salzmannii* alfajhoz tartozó populáció van, ezek növekedése azonban általában jobb az átlagnál, és minőségük is jó.

Szélsőséges termőhelyeken, mészkopáron, vázhomokon a jugoszláv, a magyar és a krími feketefenyők nőttek a legjobban. Barna erdőtalajokon a soproni származás állt az élen. Az utóbbi években viszont a jugoszláv származások foglalták el a magyarok helyét.

**A tűlevél szövettani vizsgálata.** Feketefenyeseink elsősorban a környező országok őshonos állományairól gyűjtött magból létesültek. A kutatók fontos feladatnak tartják az alfajok szerinti elkülönítés alapján a fatermési és termőhelyi jellemzők közti összefüggések meghatározását. Erre a fenyőtű anatómiai vizsgálata bizonyult alkalmasnak. A hazai állományok értékelése *Vidaković* (1953) munkája nyomán folyik. Megállapítják a tűkeresztmetszet magasságát és szélességét, a hypodermasejtek nagyságát és a tű különböző részein található sejtrétegek számát, a gyantajáratokat, a légzőnyílások és a szklerenchimarétegek számát. A pontosabb elkülönítés végett mérik minden sejtípus falvastagságát, és leírják alakotani jellemzőit. A tűkeresztmetszet vizsgálata alapján *Faragó* (1972) a különböző alfajokat 2 csoportba osztotta. A szélesebb és magasabb tűjű, több (2–5 hypoderma) sejtrétegű csoportba tartozik a *nigra* és a *pallasiana* alfaj. A keskenyebb és alacsonyabb tűjű, kevés (1–2) hypoderma-sejtrétegű *laricio* alkotja a másik csoportot. A belső morfológiai jegyekhez külső elkülönítő bélyegek is kapcsolódnak. A második csoportba tartozó egyedek termesztési céljainknak jobban megfelelnek, gyorsabb növekedésük, kevés és vékony águk miatt szebb a törzsalakjuk.

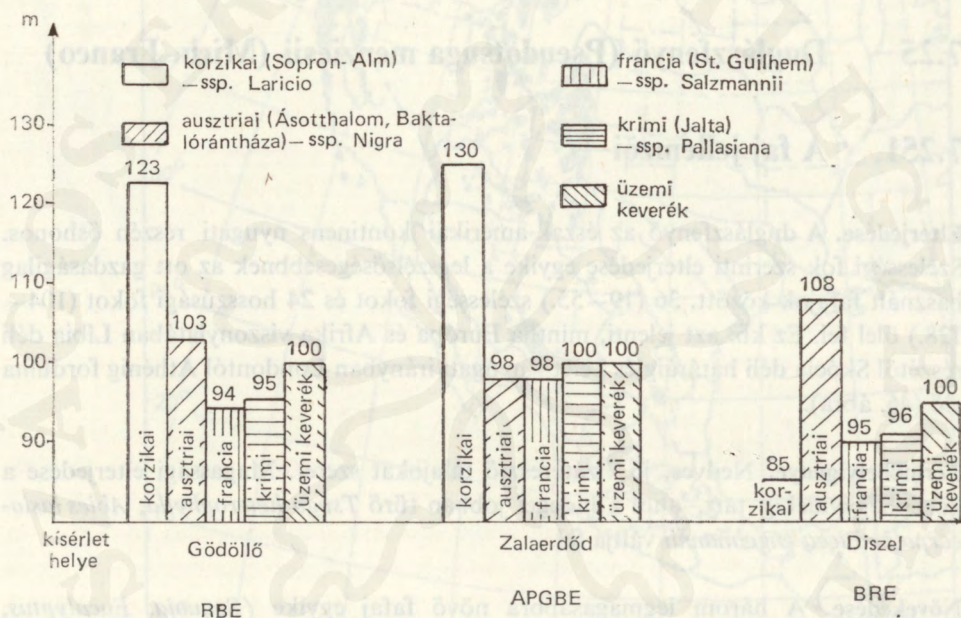
A Duna–Tisza közén az állományok zömét átmeneti formák alkotják, amelyek mintáiban a különböző alfajok jellemzői keverednek. Ezek a formák sűrű, dús túlombozatukkal a szélsőséges homoki termőhelyeken nagyon fontos talajvédelmi szerepet töltenek be, és emellett még el nem hanyagolható fatömeget is adnak.

Mivel a származási kísérletekben a *laricio* alfaj jónak bizonyult, ez reményt nyújt arra, hogy ezekből az állományokból a szelektált klónok is kiválóak lesznek. Az egyik legjelentősebb közülük a Nyíraczádon levő *laricio* populáció, amely 68 éves korára talajvízhatástól független, vákroványos barna erdőtalajon 470 m<sup>3</sup>/ha összes fatermést ért el. Emellett a vékony ágakból keletkező apró göcsök a fa szélesebb körű felhasználását teszik lehetővé. Ennek az alfajnak a telepítését javasolják a kutatók savanyú homokú termőhelyeinken, ott, ahol más igényesebb fafaj már nem találja meg életfeltételeit.

**Egyedszelekció, klónvizsgálat.** Feketefenyő-törzsfáink nagy része idős magtermelő állományban található, de néhány ígéretes fát a gödöllői származási kísérletekben is szelektáltak. A törzsfákat tartalmazó populációk többsége a *nigra* alfajt képviseli.

Az értékes *laricio* alfajhoz tartozó klónok egy részét Sopronban, másik részét az 1962. évi gödöllői földrajzi változatok gyűjteményében szelektálták. A saját klónokon kívül olyanok is szerepelnek az archívumban, amelyeket a származási kísérletekhez magot adó populációkból választottak ki. Így a származási kísérletek befejezésekor a magyar nemesítők majd a jó származások ismert klónjaival rendelkeznek.

A gyűjteményben levő, 10 évnél idősebb oltványokon már jól felismerhetők az alfajok jellemzői. Itt is kitűnnek a *lariciók* gyors növekedésükkel, karcsú alakjukkal és vékony ágaikkal. A *nigra* és a *Salzmannii* alfajhoz tartozó klónok növekedésben alig maradnak el, de rosszabb minőségűek. A *pallasianák* általában gyenge teljesítményt nyújtanak.



45. ábra. Feketeenyő-származások relatív magassági növekedése (üzemi magkeverék = 100%; szerk.: Mátyás Cs.)

## 7.244 Nemesítési program

A program hasonló az erdeifenyőnél tárgyaltakhoz.

A feketeenyő az eddigi vizsgálatok szerint nálunk rendszertelen termőnek bizonyult. Újabb megfigyelések szerint a klóngyűjteményben a fiatal oltványok mind több tobozt teremnek. Bár néhány évvel később fordulnak termőre, mint az erdeifenyő, de a legjobb klónok már 3 kg tobozt is teremnek oltványonként. Ez ideig kevés a hímvirág,

így a virágpor is, ezért a termett mag egy része léha. Ez az arány különösen a *laricio* alfajhoz tartozó klónoknál nagy. Ezek virágzása 3 hetet késik a többi klónéhoz képest. A megtermékenyítést azonos alfajhoz tartozó fákból álló, nagyobb területű plantázsban lehetne kedvezőbbé tenni. Mivel az oltványplantázs drága, ezeket a feltételeket mindinkább magoncplantázs létesítésével kívánják teljesíteni. A magoncplantázsban lehetőség nyílik további válogatásra is. Különösen gyors haladást remélhetünk a fagyűrésre szelektálásban, mivel csemetekerti vizsgálatok szerint ez a tulajdonság klónjellemzőnek bizonyult.

A származási kísérletekben kiemelkedő korzikai és krími populációkkal további kísérleteket kell beállítani. A fagyérzékenységre végrehajtott válogatás után egyes korzikai klónok üzemi elterjesztése javasolható.

## 7.25 **Duglászfenyő (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb. Franco)**

### 7.251 **A faj jellemzői**

**Elterjedése.** A duglászfenyő az észak-amerikai kontinens nyugati részén őshonos. Szélességi fok szerinti elterjedése egyike a legszélsőségesebbnek az ott gazdaságilag használt fafajok között. 36 (19–55.) szélességi fokot és 24 hosszúsági fokot (104–128.) ölel fel. Ez kb. azt jelenti, mintha Európa és Afrika viszonylatában Líbia déli részétől Skócia déli határáig és kelet–nyugati irányban Londontól Athénig fordulna elő (46. ábra).

**Termőhelyigénye.** Nedves, jó vízáteresztő talajokat szeret. Magassági elterjedése a középhegyvidékig tart, ahol a hideget jobban tűrő *Tsuga heterophylla*, *Abies lasiocarpa* és *Picea engelmannii* váltja fel.

**Növekedése.** A három legmagasabbra növő fafaj egyike (*Sequoia*, *Eucalyptus*, *Pseudotsuga*). *Isaac–Dimock* (1965) 126 m magas, 5,1 m mellmagassági átmérőjű egyedtet írt le. Legidősebb egyedének életkorát 1325 évesnek találták. Tengerparti változatának magja megkívánja a rétegelést, de szárazföldi változata 6–8 nap alatt rétegelés nélkül is kicsírázik, kedvező csemetekerti viszonyok esetén. 1 éves csemetéi 25–30 cm magasságot is elérhetnek. A 10–15 éves egyedek évi növekedése a 200 cm-t is meghaladhatja; később ez csökken, de a 40–60 cm átlagos évi növekedését 100–120 éves koráig is megtartja. Vágásfordulója a termőhelytől függően 60–100 év. Eredeti termőhelyén évi átlagnövedéke 12–20 m<sup>3</sup>/ha. A tengerparti duglászfenyő-állományok gyakran adnak ha-onként 1000–1500 m<sup>3</sup>-t, de már 5453 m<sup>3</sup>/ha fatermést is mértek (*Worthington*, 1958).

Hazánk erdeibe a századfordulón kezdték telepíteni nagyobb mértékben. Ezekből a telepítésekből maradt fenn néhány állomány, amelyek közül legjelentősebb a Zempléni-hegységben Háromhután és a Dunántúlon Iharosban található. *Bánó* felvételei alapján a 10 évesnél idősebb duglászállományok redukált összterülete nem



46. ábra. A duglászfenő elterjedési területe

haladja meg a 30 ha-t. Idősebb állományokban mind a var. *glauca*, mind a var. *viridis* előfordul, de erdőgazdasági jelentősége csak a zöldduglászknak van. A háromhutaizhoz hasonló típusok felkutatására egzakt származási kísérletek létesítése folyamatban van.

## 7.252 A faj genetikai elemzése

**Életciklus.** A duglászfenő életciklusát Allen, Owen (1972) írta le (47. ábra).

A virágrügyek szerkezete és fejlődése nagyon hasonlít a *Larix* genuszéra. Ugyanazon a hajtáson hím- és nővirágok fejlődnek ki. A nővirágok az első, második vagy jó ter-

13. táblázat. A duglászfenyő genetikai jellemzőinek örökölhetősége  
(Silen, 1978 után)

Tulajdonság	Örökölhetőség (h <sup>2</sup> )			
	kis < 1	közepes 1–3	erős 3–5	igen erős 5 <
Magasság	-----	-----		
Átmérő		-----		
Egyenesség		-----		
Száraz súly	-----			
Fajsúly		-----	-----	-----
Sejthosszúság		-----		
Nyári pászta, %		-----		
Geszt, %	-----			
Fatelíthetőség	-----			
Terpéntartalom		-----	-----	-----
Spirális vastagodás		-----		
Fagyállóság		-----		
Gombarezisztencia		-----		
Rovarrezisztencia		-----		
Egyéb állapot rezisztencia			-----	
Sziklevelek száma		-----		
Oltásnál inkompatibilitás				-----
Toboztermés				-----
Csometemegmaradás		-----	-----	-----
Virágszín				-----
Magtermés	-----	-----		

más esetén még a harmadik–ötödik oldalrügy helyén is kifejlődnek, a vegetatív csúcsrügy alatt. A hímvirágok a nővirágok alatti rügyek helyein találhatóak. A virágokra a hímelőzés jellemző. A beporzás általában áprilisban, a megtermékenyítés júniusban következik be, a mag szeptemberben érik meg. Alacsony, déli fekvésű oldalakon a magtermés 3–5 évenként várható. Némelykor azonban 10–12 év is eltelik jelentős toboztermés nélkül.

**Variáció.** A genetikai variáció igen nagymértékű, ami ennél a nagy areájú és hosszú életű fafajnál természetes is (13. táblázat).

## 7.253 Nemesítési módszerek

**Kiválasztás.** Az erősen tagolt, hegyes-völgyes termőhelyen előforduló állományokban a fenotípusos kiválasztás nagyon körülményes és költséges. Kanadában 1957-ben a tengerparti változat magas fekvésű termőhelyein kezdték a törzsfák kiválasztását (Orr–Ewing–Sziklai, 1959). Három, 20 m-nél nem távolabb fekvő domináns szép fa mért értékeit, jellemzőit átlagolták és ennek alapján jelölték ki véglegesen a törzsfákat. 1977-ig 766 tengerparti és 45 szárazföldi változat törzsfáját vonták be a végleges



47. ábra. A duglászfenyő életciklusa: A) vegetatív rügy növekedésének kezdete, oldalrügyek kialakulása; B) vegetatív rügy kifakadása; C) hajtások növekedése és rügypikkelyek kialakulása; D) az oldalrügyek kifejlődése kifejezett; E) levél, rügypikkely és mikrosporofillumok kialakulásának kezdete; F) a meiózis lefolyása és a virágpor kifejlődése; G) virágrügyek kifakadása (virágzás), beporzás, a tobozkezdemények lehajlanak; H) a pollentömlő növekedése a nővirágon; I) megtermékenyítés; J) a tobozok növekedése; K) az embrió és a magfejlődés; L) a tobozok megérnek, pikkelyeik kinyílnak és a mag kihullik

nemesítési programba (42. kép). Az USA Washington és Oregon államában az ún. progresszív nemesítési programot alkalmazzák (Silen, 1966): jelenleg több mint 6 millió ha-on folyik a kiválasztás. Általában az utak mentén minden egyes nemesítési övezetben (kb. 100 ezer ha) kb. 400 ha-onként egy-egy egyed, vagyis összesen 250 törzsfát választanak ki. A fenotípusos jó tulajdonság mellett (növekedés, magasság, átmérő, korona- és törzsalak) a toboztermés mennyiségét is messzemenően figyelembe veszik. Mivel a környező fákkal összehasonlító méréseket nem végeznek, az egyes fák genetikai értékét majd a szabad beporzáson alapuló utódvizsgálat dönti el.

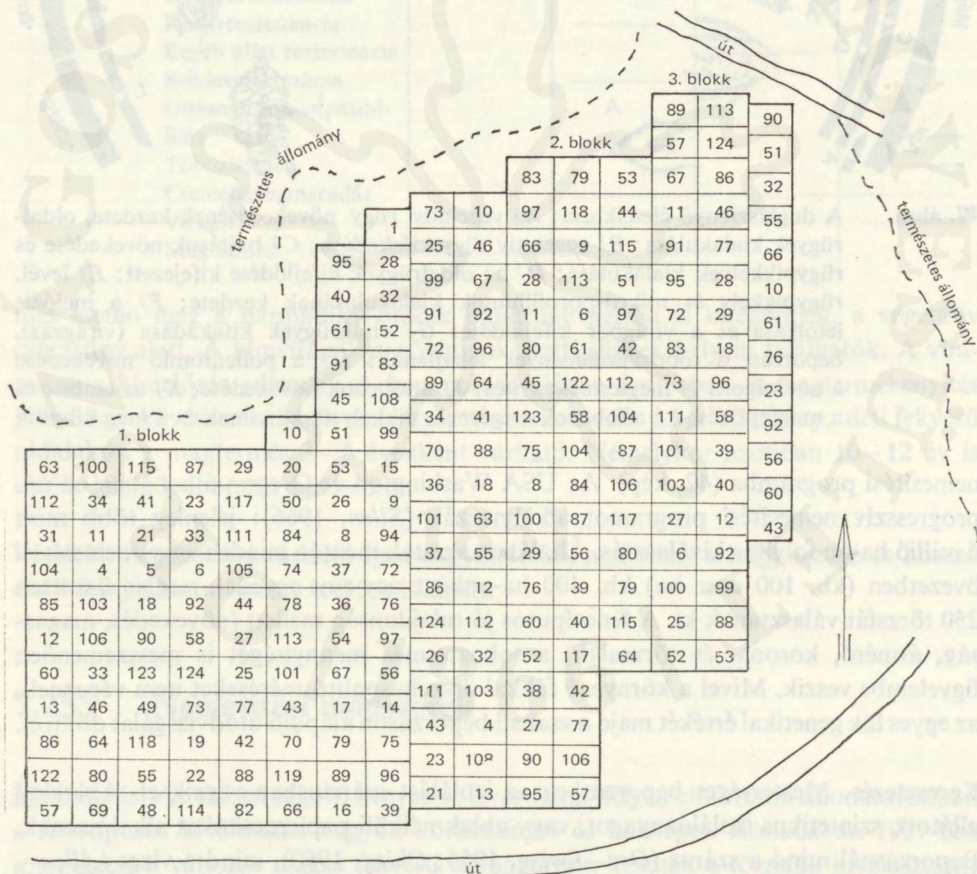
**Keresztezés.** Mesterséges beporzáskor az izolálást márciusban végzik el. Ablakkal ellátott, szintetikus izolálóanyagot, vagy ablak nélküli papírzacskókat alkalmaznak. Beporzásnál mind a száraz (Orr–Ewing, 1956; Ching, 1960), mind a vizes (Allen–Sziklai, 1962) eljárást alkalmazzák. A tobozonkénti teljes magszám 20–40 db között változik. Igen lényeges a károsító rovarok (*Megastigmus*) elleni védekezés, mivel ezek gyengébb termésű évben az egész maghozamot elpusztíthatják.

Magplántázokban öntözéssel igyekeznek a virág kifejlődését hátráltatni: ezáltal sikerül a környező állományok nemkívánatos pollenjével történő beporzást elkerülni.

**Utódvizsgálat.** Az utódvizsgálat megkívánja, hogy azt ugyanazon a termőhelyen hajtsák végre, ahol majd az erdősítések történnek. A nyugati tengerparti termőhelyek változatos domborzata nagyon sokszor megnehezíti a szükséges egységes kísérleti területek helyének kiválasztását.

A csemetekertekben családokként 100–250 csemetét nevelnek. Az átültetés hatására bekövetkező növekedésmegtorpanás elkerülésére konténerben nevelt 1 vagy 2 éves csemetékét alkalmaznak.

Az utódvizsgálati ültetvényeket leggyakrabban négyzet alakú parcellákból kialakított, randomizált blokkokban létesítik (48. ábra). Újabbán mind több ún. egyfaparcellás kísérletet állítanak be, 40–60-szoros ismétléssel.



**48. ábra.** IUFRO duglászfenyő utódvizsgálati ültetvény Brit-Kolumbiában. A számok a származást jelentik. A 4×1 m-es hálózatu kísérletben egy-egy származást 8 fa 5–5 szabad beporzású csemetéje képvisel

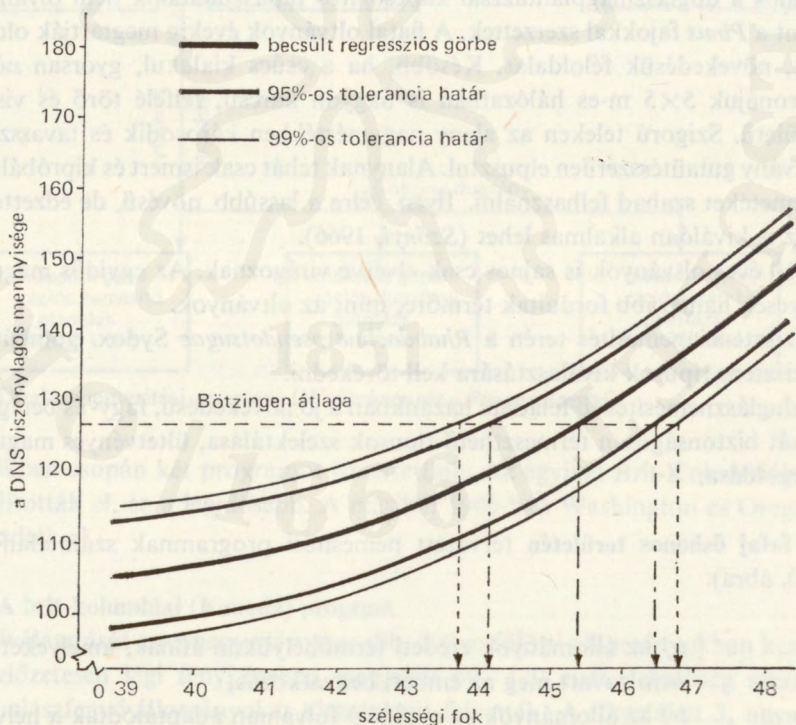


## 7.254 Nemesítési program

**A fafaj nem őshonos területén:** 1828 óta, amikor *Douglas, David* sikeresen telepítette a róla elnevezett észak-amerikai fafajt a skóciai Scone gazdaság területén, a duglász-fenyőt sok országban telepítik egyre fokozódó mértékben. Ez a meghonosított fenyőfaj növekedésben legtöbb helyen lényegesen felülmúlta a hazai fafajokat. Ez ideig több mint 21 ország honosította meg a duglászot. Legnagyobb területtel, 106 ezer ha-on Franciaországban fordul elő. Angliában 47 ezer ha, Németországban 45 ezer ha, Hollandiában 12 ezer ha, Új-Zélandban 26 ezer ha, Chilében 2 ezer ha, Ausztráliában 850 ha a duglászerdősítés. Az idősebb állományok származása legtöbb esetben kétséges, és ennek következtében nem lehet az újabb magbeszerzést az eredeti származási helyről megismételni. *Berney* (1972) a DNS-tartalom alapján próbálta megállapítani egy svájci (Bötzingen) állomány valószínű származási helyét (49. ábra).

Nagyon sok esetben nincs más lehetőség az újabb nemesítési program összeállításakor, mint követni *Bonnerav* (1969) javaslatát:

- a) a fafaj természetes elterjedési területén keresni kell egy olyan területet, amelynek a termőhelyi viszonyai azonosak vagy hasonlóak azzal a területtel, ahová a fafajt bevezetni igyekszünk;



49. ábra. A DNS változása a duglászfenyő természetes állományaiban, és egy svájci (bötzingeni) állomány valószínű származási helye (*Berney* után)

- b) tanulmányozni kell a korábbi származási kísérleteket, és különösen azokat a származásokat kell figyelembe venni, amelyeknek eredeti termőhelye hasonló a kérdéses területéhez;
- c) értékelni kell a kérdéses területhez hasonló termőhelyen növő idősebb állományok fatermesét, egészségi állapotát.

A *duglászneszesítés* kiindulópontja hazánkban a háromhutaihoz hasonló jó típusok felkutatása és azokból a szükséges vetőmag előállítás. A hazai idős állományok már bizonyították jó növekedésüket, klímaállóságukat, ezért ezek szolgáltatják a legértékesebb kiindulási alapanyagot. A létesülő származási kísérletekbe lehetőleg be kell vonni ezeket a „hazai” származásokat kontrollként. A most létesülő származási kísérletekből végleges eredményt csak évtizedek múlva kaphatunk. Ezért igen sürgős feladatunk a hazai állományok minősítése és a magtermesztési célra alkalmas állományok lehetőleg teljes termésének rendszeres begyűjtése. Megjegyezzük, hogy az eddigi eredmények alapján külföldről, Washington állam (USA) északkeleti részéről célszerű a magot behozni (Szőnyi—Ujváriné, 1970).

Az a kevés, termőkorban levő, jó típusú állomány, ami hazánkban található, a teljes termés begyűjtése esetén sem fedezi magszükségletünket. Igyekezni kell tehát magplantázásokat létesíteni a legszebb állományokban kijelölt törzsfákról készített oltványokból. Az úttörő ezen a téren is Bánó volt, aki 20 törzsfát jelölt ki Háromhután, és azokat leoltva 1956 tavaszán telepítette el oltványait Kámonban és Bajtiban.

Sajnos a duglászmagplantázssal kapcsolatos tapasztalataink nem olyan kedvezőek, mint a *Pinus* fajokkal szerettek. A fiatal oltványok évekig megtartják oldalágjellegüket, növekedésük féloldalas. Később, ha a csúcs kialakul, gyorsan nőnek felfelé, koronájuk 5×5 m-es hálózatban is nagyon karcsú, felfelé törő és viszonylag kis felületű. Szigorú teleken az alany nagymértékben károsodik és tavasszal a kihajtó oltvány gutaütésszerűen elpusztul. Alanynak tehát csak ismert és kipróbáltan fagyűrő csemetéket szabad felhasználni. Ilyen célra a lassúbb növésű, de edzettebb kékduglász is kiválóan alkalmas lehet (Szőnyi, 1966).

A 10 éves oltványok is sajnos csak elvétve virágoznak. Az egyidős magoncok közül egyesek hamarabb fordultak termőre, mint az oltványok.

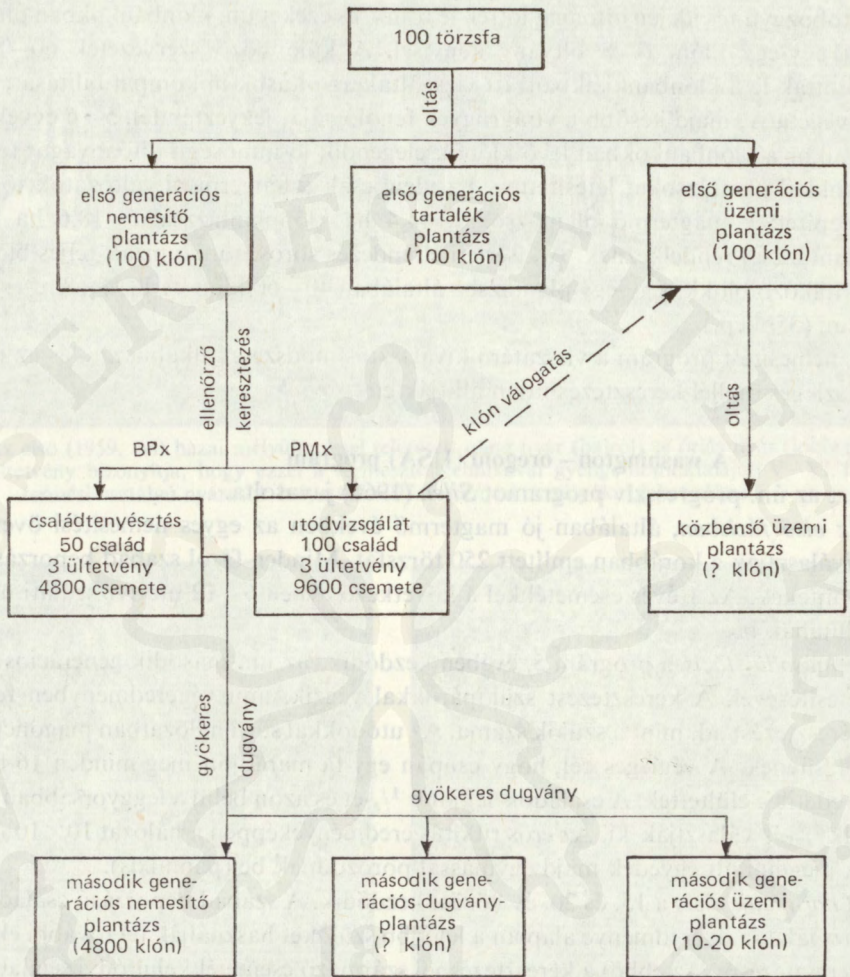
Rezisztencianemesítés terén a *Rhabdocline pseudotsugae* Sydow. gombával szemben rezisztens típusok kiválasztására kell törekedni.

A duglászneszesítés fő feladata hazánkban a jó növekedésű, fagy- és betegségellenálló, tehát biztonságosan termesztendő típusok szelektálása, ültetvényes magtermesztésük megoldása.

**A fafaj őshonos területén** tervezett nemesítési programnak számtalan előnye van (50. ábra).

- a) az állományok eredeti termőhelyükön állnak, amelyeket sok esetben nem zavart meg az emberi beavatkozás,
- b) az állományok az evolúció folyamán adaptálódtak a helyi környezethez,
- c) a populációkban a genetikai változékonyság igen nagy.

BPx = kétszülős keresztezés  
 PMx = pollenkeverékes keresztezés



50. ábra. Duglász nemesítési program (Weyerhaeuser – Proposal után)

A következőkben csupán két programot ismertetünk. Az egyiket Brit-Kolumbiában 1957-ben indították el, ez a legidősebb. A másikat 1966-ban Washington és Oregon államban kezdték el.

### A brit-kolumbiai (Kanada) program

A törzsfák kiválasztását a tengerparti magasabb, 500 m fölötti állományokban kezdték el. Az előzetesen légi fényképeken megjelölt 60–120 éves, lehetőség szerint elegendően duglászfenő-állományokat törzsenként felvették. A törzsfákat 3, ugyancsak a felső koronaszintben levő fához hasonlították, amelyek nem voltak a törzsfától 20 m-nél távolabb. Korban az eltérés a négy fa között nem lehetett több  $\pm 5$  évnél

A törzsfák mellmagassági átmérőjét, magasságát, koronaméreteit, rezisztenciáját, magtermését és egyéb tulajdonságait mérték vagy értékelték, és az összehasonlítás alapján legkiválóbbnak bizonyult törzsfákat állították be a nemesítési programba. Mivel a törzsfák sokszor az utaktól távol voltak és nagy területen szétszórtan álltak, a tobozgyűjtés idején oltóágot lőttek le róluk, és ezeket ún. klónbankokban oltották le. Itt egy-egy klónt 6–8 oltvány képvisel. A különböző szervezetek 60–80 klónt oltottak le a klónbankjaikban. Itt vizsgálták az oltások inkompatibilitását, továbbá a vegetatív, majd később a virágrügyek fenológiáját jegyezték fel. 5–6 évvel később, amikor a klónbankokban levő klónok elegendő, jó minőségű oltóanyagot termeltek, azokkal plantázsokat létesítettek. Ez ideig csak a tengerparti változatok törzsfáiból telepítettek magtermő plantázsokat. 44,4 ha klónplantázssal és 18,6 ha magoncplantázssal rendelkeznek. A kísérleti elrendezés soros, randomizált teljes blokk vagy váltakozó blokk. Egy-egy plantázsba általában 40–60 klón kerül, 4×8 m-es hálózatban. (35. kép.)

A nemesítési program a visszatérő kiválasztás módszerét alkalmazza, és az utódokat részleges diállal keresztezés útján állítják elő.

### A washington—oregoni (USA) program

Ezt az ún. progresszív programot *Silen* (1966) javasolta.

*Az első fázisban*, általában jó magtermő években az egyes nemesítési övezetekben kiválasztják a korábban említett 250 törzsfát. Minden fáról szabad beporzású magot gyűjtenek. Az 1 éves csemetékkel a következő évben 6–12 utódvizsgálati ültetvényt állítanak be.

*A második fázis* a program 5. évében kezdődik, az ún. második generációs plantázst létesítésével. A keresztezést szülőpárokkal végzik, ami végeredményben fele annyi keresztezést ad, mint a szülők száma. Az utódokkal sűrű hálózatban magoncplantázst létesítenek. A végleges cél, hogy csupán egy fa maradjon meg minden 16-ból, amit eredetileg elültettek. A családok legjobb  $\frac{1}{4}$ -ét és azon belül a leggyorsabban növekvő fák  $\frac{1}{4}$ -ét választják ki. Az erős ritkítás eredményeképpen a hálózat 10×10 m-es lesz. A megmaradt egyedek majd egymással porozódnak be (panmixis).

*A harmadik fázis* a 15. és 20. év között kezdődik. A szabad beporzású családok utódvizsgálatának eredménye alapján a legjobb szülőket használják fel további ellenőrzött keresztezésre. Az ebből a keresztezésből származó csemetékkel utódvizsgálatot végeznek, és azokkal egyidejűleg magoncplantázst létesítenek.

A program során ez ideig 10 ezer fát választottak ki és a 16 egyesülés közül több már a második fázison dolgozik.



**1. kép.** Az első (1959. évi) hazai mélyültetéssel telepített olasz nyár (balról) és óriás nyár (jobbról) 20 éves ültetvény bizonyítja, hogy ezzel a termesztéstechnikával gyenge homoktalajon V–VI. fatermési osztályú nyárasok helyett II–III. fatermési osztályúkat lehet elérni



**2. kép.** Az újvidéki Nyárfakutató Intézet kísérleti csemetekertjében  $6 \times 6$ -m-es hálózatban telepített, 7 éves klónvizsgálati ültetvény *Populus \times euram*. cv. 'I-214' egyedei 36 cm átmérőjűek és 16 m magasak



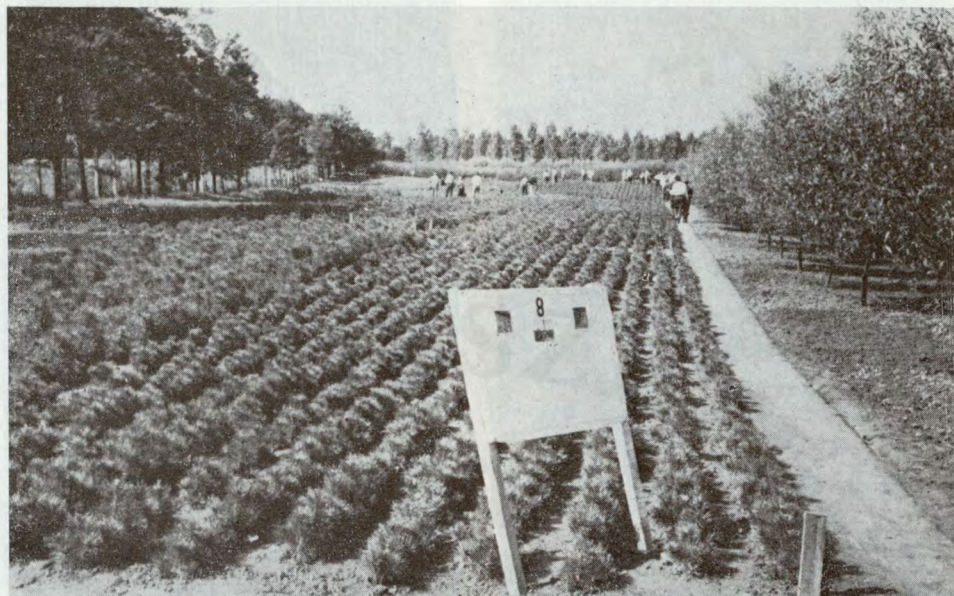
**3. kép.** A kiválasztásnál a fatömegprodukciónak is fontos. A képen látható Queen Charlotte szigetén álló, 270 éves *Picea sitchensis* Carr. törzsa mellmagassági átmérője 261 cm



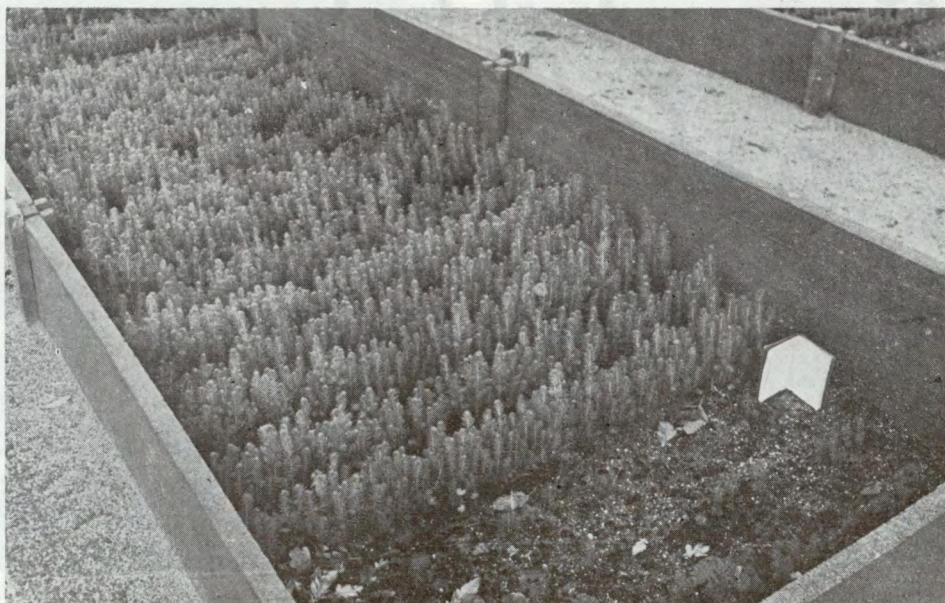
4. kép. A fa minőségének vizsgálata a kiválasztás fontos mozzanata. Egy duglászfenyő-törzsfából Kanadában motoros fúróval 25 mm átmérőjű mintát vesznek a rosthosszúság meghatározásához



5. kép. Lucfenyő-bábaseprőből nyert mag-utódpopuláció a graftrathi csemetekertben (NSZK). Hátterben az anyafához közelálló habitusú egyedek



**6. kép.** Az erdeifenyő-csemeték az ERTI bajti kísérleti csemetekertjében származás szerint már a 2 éves magágyban jól elkülönülnek



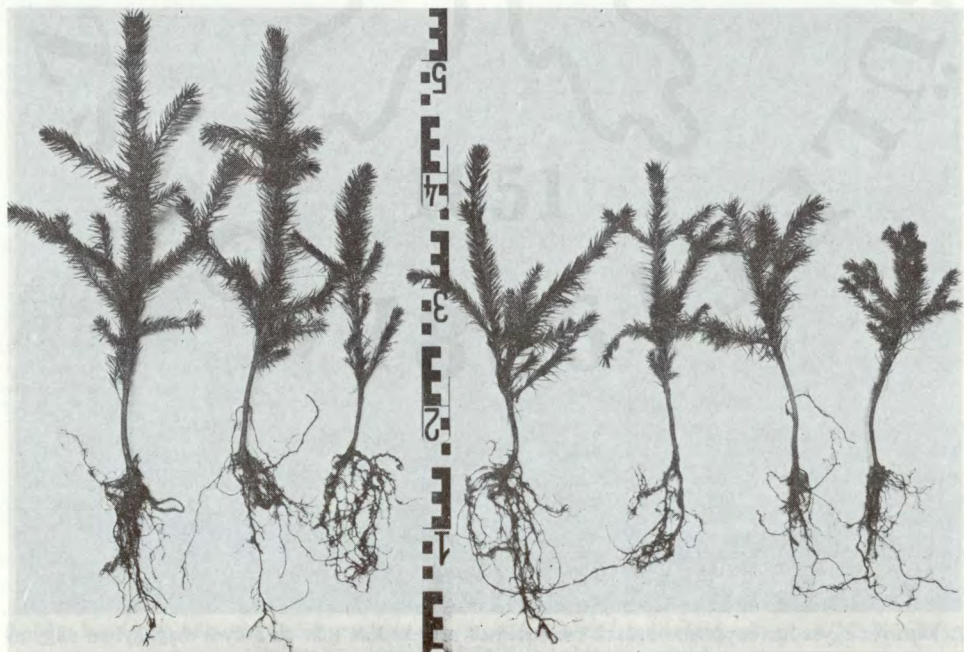
**7. kép.** Az egyes lucfenyőszármazások csemetéinek növekedése már a 2 éves magágyban nagyon elütő



8. kép. A duvavesei Petőfi-nyárfa (*Populus alba* L.)

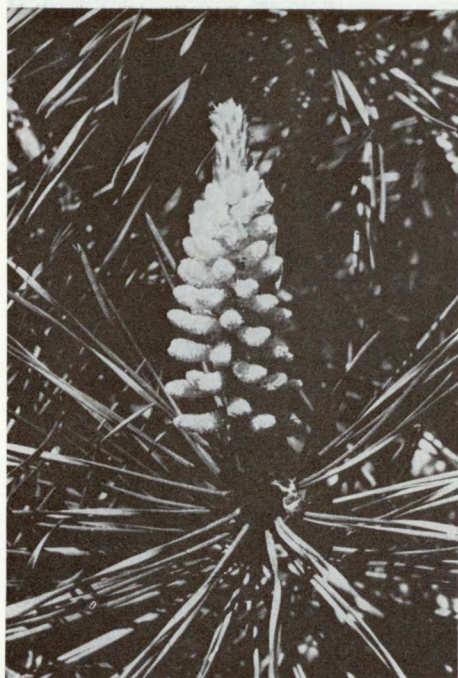


9. kép. Az 1,5×1,5 m-es hálózatba ültetett *Cryptomeria japonica* oltványokról Japánban évenkénti nyessel 5–6 éves korban kb. 50 dugványt gyűjtenek. A 35–45 cm hosszú dugványokat szabadföldön 13×12 cm-es kötésben dugványozzák el, és 40–100%-os gyökereződést érnek el

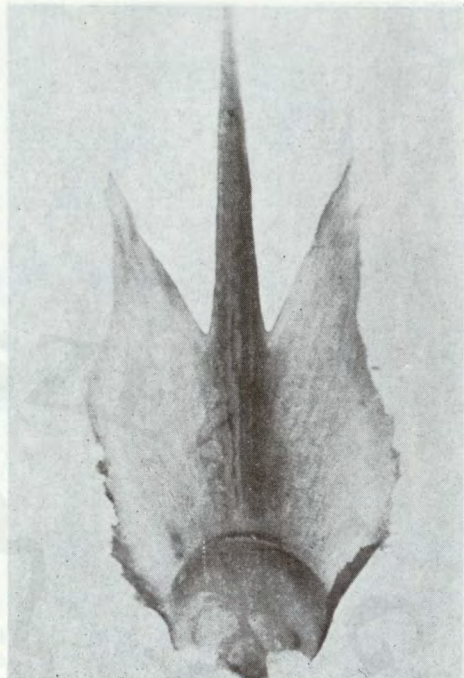


10. kép. A csemetekertekben az 1+2 éves iskolázott lucfenyőcsemeték jobb oldali 4 rossz típusát ki kell selejtezni





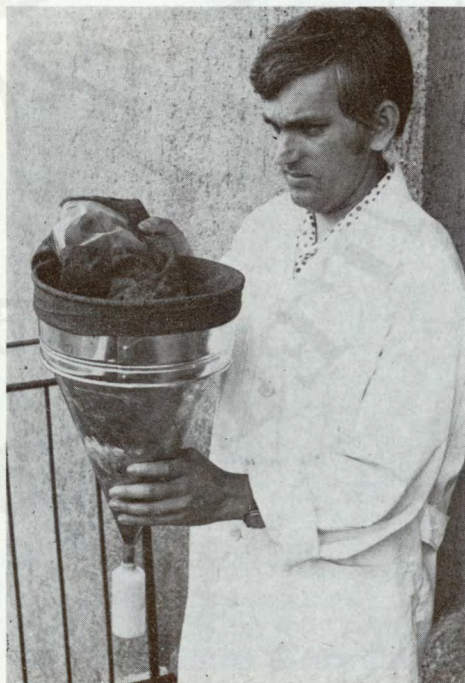
11. kép. Az erdei fenyő hímvir ág



13. kép. A duglászfenyő termőlevele a 2 magrüggyel



12. kép. A keresztezési munkához az egyes fajok virágzásbiológiáját jól kell ismerni. Pl. a zöldduglász hímvirágán 77 mikrosporofillum és mindegyikben kb. 300 pollenszemcse van



14. kép. A pollenpergetéshez használt Placerville típusú szitabetétes bádogtölcsér, a tetején ablakos vászonzacskóval az idegen virágpör bejutásának megakadályozására. (fotó: Mátyás Cs.)



15. kép. Egy iglói (Csehszlovákia) erdeifenyő-törzsfá vizsgálatára *Stastny T.* a koronába nyúló állványzatot épített



16. kép. Az egyik pornóapáti erdeifenyő-törzsfá



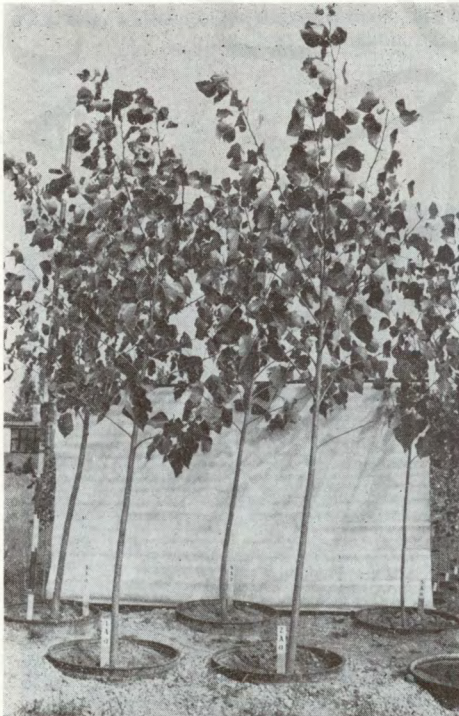
17. kép. Motoros, hidraulikus létra, amely két embert 1 perc alatt 18 m magasra emel, nagy segítséget jelent az ellenőrzött beporzásnál



18. kép. A kézi felhúzásos teleszkópos létra (8 m magasságig használható) a keresztezések szabadföldi elvégzéséhez



19. kép. Ugyanazon kísérlet részére azonos feltételek között kell a csemeteanyagot felnevelni. Egy erdeifenyő-törzsfáról származó 1 éves csemeték a képen látható eltérő méreteket adhatják, ha azokat a szokásos talajban, tőzegágyban vagy tűvarban neveljük

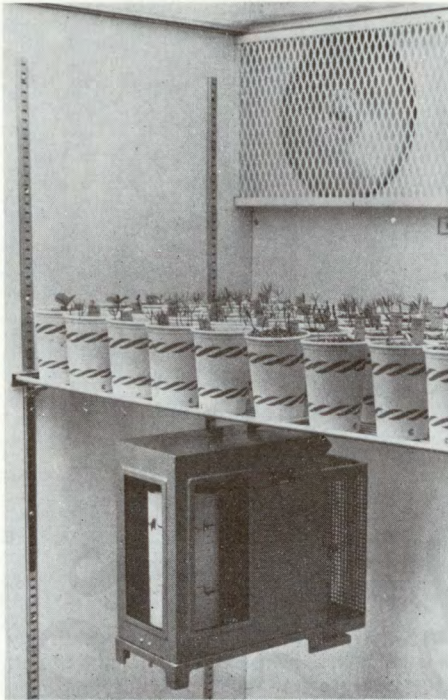


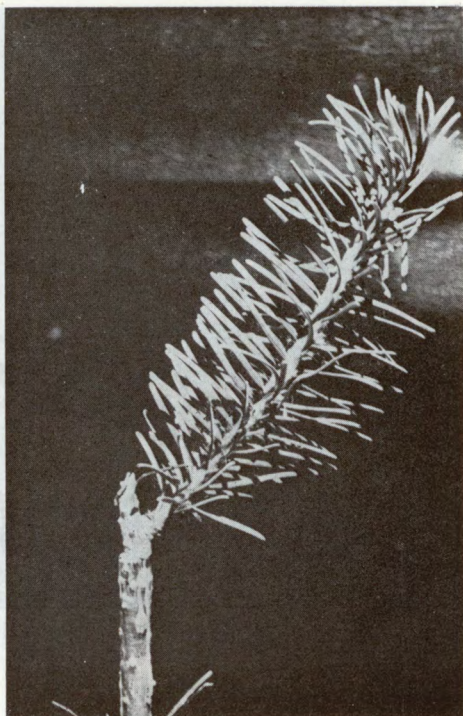
20. kép. Az Erdőtelepítéstani Tanszék szennyvízöntözéses nagy tenyészedenyes kísérletének 2 éves olasznyár- (*Populus × euram.* cv. 'I-214') egyedei



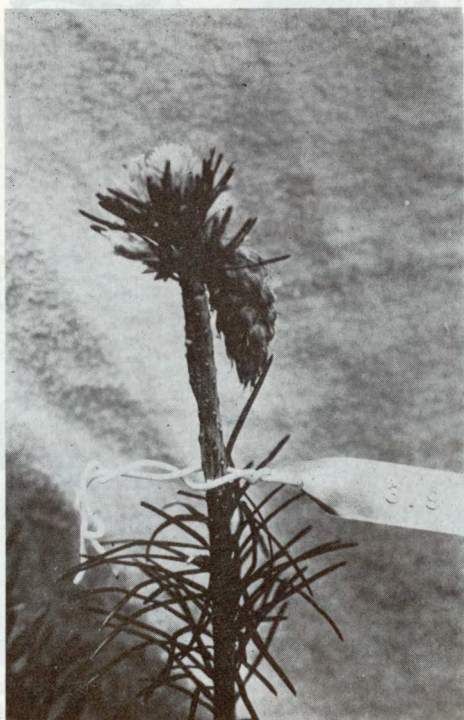
21. kép. A 18 éves bajti populétum részlete. Előtérben a *Populus × euram.* cv. 'I-214' olasz nyár

22. kép. Klímaszekrények (fent) és üvegházak (lent) segítségével a keresztezések utódpopulációinak vizsgálati idejét le lehet rövidíteni





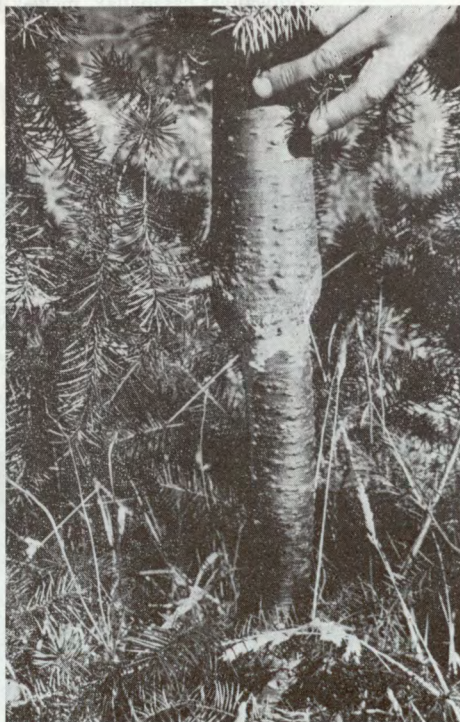
23. kép. 1 éves zölduglászoltványok. Hasítékolással csúcsrügyes (balra) és oldalrügyes (jobbra) oltógallyat használtak, melyek 1 év alatt 10–15 cm-t növekedtek



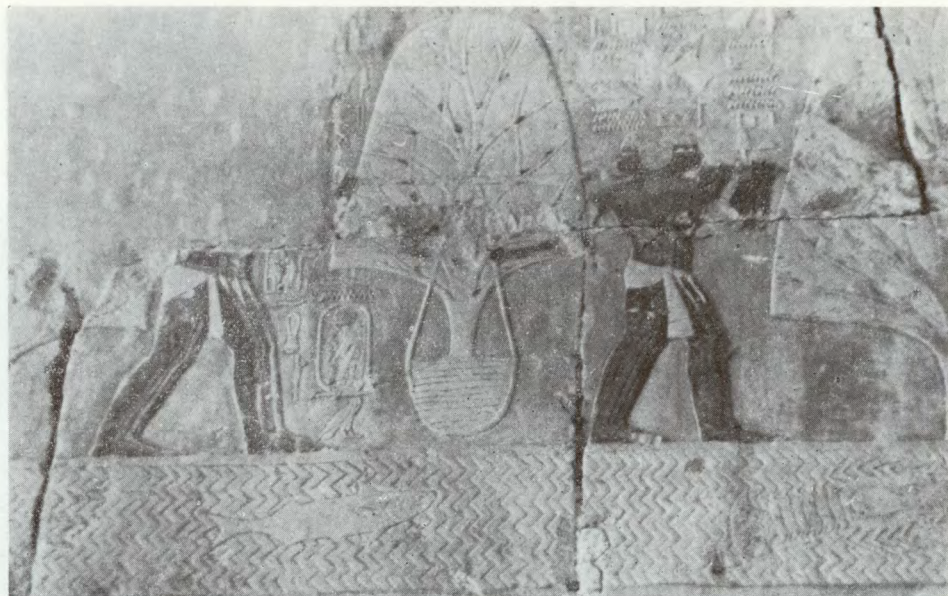
24. kép. 1 éves toboztermő zölduglászoltvány



25. kép. Duglászfenyő-légbujtás Escherode-ban (NSZK)



26. kép. A fenyők oltásos ivartalan szaporításakor nagy szerepe van a kompatibilitásnak. 3 éves duglászfenyőoltványon jelentkező kompatibilitás (balról) és inkompatibilitás (jobbról)



27. kép. A Hatsepszut királynő sírján talált dombormű feltehetően az első szervezett növényhonosítást ábrázolja az i. e. 1500 körüli időből, amint a *Bosvellia carteri* fát szállítják



28. kép. 3 × 3 m-es hálózatban telepített, 6 éves *Abies sachalinensis* Mast. klónplantázs Hokkaidóban. A topofízis még a telepítés utáni 6. évben is jelentkezik



29. kép. Csemetekertben általában rövid időtartamú mikroparcellás, keretes és cserepes kísérleteket állítunk be



30. kép. A lucfenyő-dugványcsemeték gyökérzete szeptember végi kiemelésük alkalmával





31. kép. Előtérben a szentpéterfai 1-es (terebélyes, *Evetriás*), háttérben a szentpéterfai 2-es törzsfaj (keskeny koronájú) 7 éves oltványai Kámonban



32. kép. 9 éves duglászfenyő-klónplantázs Vancouver szigetén (Pacific Logging Company). Ültetési hálózat  $4 \times 8$  m. Az öntözőrendszer függőleges csövei 5–7 m magasak. Permetező öntözéssel 7–10 nappal visszatartják a virágrügyek fejlődését, és így a környező nemkívánatos pollentől izolálni tudják a plantázst



**33. kép.** Az 5 éves 'Ulsio 1' olasz fehérfűz-klónt a *Dotichiza* károsította a sopron-tóalmi csemetekertben



**34. kép.** Hótörést szenvedett nyugat-magyarországi erdeifenyves



**35. kép.** A Pacific Logging Company duglászfenyőplantázásának légi fényképe Vancouver szigetéről. Előtérben a 72 klónt tartalmazó, 2,1 ha-os klónplantázs magját az alacsony (< 500 m) tengerszint feletti termőhelyekre, a háttérben látható 4,9 ha-os plantázs magját pedig a magas (500<) tengerszint feletti termőhelyekre szánják (középen a víztároló látható)



36. kép. A 37. sz. gergelyugornyai 35 m magas, 58 cm átmérőjű, 46 éves *Salix × rubens* Schrank törzsfá, Európa egyik legrégebbi fűzfája

37. kép. Erdeifenyő terméshiológiai vizsgálatainak céljára épített állványzat a malonyai parkban (Csehszlovákia)

38. kép. Mátyás V. terméshiológiai vizsgálatokat és mikroklímaméréseket végzett a soproni hegyvidéken kocsánytalantölgy-egyedek koronáiban is





39. kép. A jávorkúti „svéd erdeifenyves”



40. kép. Egy zselicségi ezüsthárs törzsfá



41. kép. A lajasmizsei *Populus alba* cv. 'Bolleana' fásor, mely *Kopecky* keresztezéseinak és az ország fiatalabb bollenyár fásításainak alapja



42. kép. Zöldduglász törzsfá a vancouveri egyetem kísérleti erdejében: 76 éves, 47,6 m magas és 79 cm átmérőjű. A három összehasonlító fa átlaga: magasság: 43,3 m, átmérő 68 cm

## A fontosabb és felhasznált erdészeti genetikai és nemesítési könyvek

- Albenszkij, A. V.** (1959): Szeleckija drevesznüh porod i szemenovodosztvo, Moszkva—Leningrád, Goszleszbumizdat, 306 p.
- Andersson, M. L.** (1950): The Selection of Tree Species, Edinburgh, Oliver and Boyd, 151 p.
- Enescu, V.** (1972): Ameliorarea arborilor, Partea generala, Bucuresti, Editura „CERES”, 302 p.
- Enescu, V.** (1975): Ameliorarea principalelor specii forestiere. Partea speciala, Bucuresti, Editura „CERES”, 314 p.
- Gantschew, A.** (1962): Prinosz vrhu hibridizacijata szelekcioniraneto i prizaszdaneto na topolite. Szofija, Izdatelstvo na bilgarszkata akademija na naukite, 147 p.
- Jablokov, A. Sz.** (1962): Szelekcija drevesznüh porod, Moszkva, Szel’hozizdat, 487 p.
- Jablokov, A. Sz.** (1965): Leszoszemennoe hozjajsztvo, Moszkva, 463 p.
- Kantor, J.—Pospisil, J.** (1958): Slechteni lesnich drevin (se základy genetiky), Praha; Státni pedagogické nakladatelství, n. p., 140 p.
- Kappert, H.—Rudorf, W.** (1958): Handbuch der Pflanzenzüchtung, Berlin u. Hamburg; P. Parey Verl., 2. Aufl. Bd. VI. Forstpflanzen-züchtung, 884—889 p.
- Langner, W.** (1957—1958): Einführung in die Forstpflanzenzüchtung. München—Bonn—Wien, BLV Verlagsgesellschaft, 32 p.
- Larsen, C. S.** (1956): Genetics in Silviculture. Edinburgh, Oliver and Boyd, 224 p.
- Lindquist, B.** (1954): Forstgenetik in der schwedischen Waldbaupraxis. Radebeul und Berlin; Neumann Verlag, 156 p. (A svéd eredeti 1946-ban jelent meg)
- Münch, E.** (1949): Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. München, Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH, 118 p.
- Nemky E. szerk.** (1968): Erdészeti növénynemesítés. Bp. Mezőgazdasági Kiadó, 304 p.
- Pjatyickij, Sz. Sz.** (1961): Praktikum po lesznoj szelekcii. Moszkva, Szel’hozizdat, 271 p.
- Pravdin, L. F.** (1964): Szoszna obüknovennaja. Moszkva, 192 p.
- Richens, R. H.** (1945): Forest tree breeding and genetics. Cambridge, England, Imperial Agricultural Bureaux, 79 p.
- Rohmeder, E.—Schönbach, H.** (1959): Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg u. Berlin, Paul Parey Verlag, 339 p.
- Sato, K.** (1949): Forest tree breeding. Fukuola, Japan
- Schröck, O.—Kootz, F. W.—Hoffmann, K.** (1954): Forstliche Samenplantagen. Radebeul und Berlin, Neumann Verlag, 80 p.
- Stern, K.** (1960): Plusbäume und Samenplantagen. Frankfurt am Main, J. D. Sauerländers’s Verlag, 116 p.
- Vereszin, M. M.** (1963): Lesznoe szemenovodsztvo. Moszkva, 160 p.
- Wright, J. W.** (1962): Genetics of forest tree improvement, Róma, FAO Forestry and Forest Products Studies, 16. sz., 399 p.
- Wright, J. W.** (1976): Introduction to Forest Genetics. New York, San Francisco, London, Academic Press, 463 p.

## Egyéb forrásmunkák

- Albenszkij, A. V. (1940): Specifikus jellegek a Larix fajhibridekben. Proc. Lenin. Acad. Agr. Sci. USSR, 23—24.
- Allard, W. W. (1960): Principles of Plant Breeding. New York: Wiley.
- Allen, G. S.—Owens, J. N. (1972): The life history of Douglas-fir Inf. Canada, Can. For. Serv., Ottawa, 139 p.
- Allen, G. S.—Sziklai O. (1962): Pollination of Douglas-fir with water suspension of pollen. For. Sci (8): 64—65.
- Andersson, E. (1963): Seed stands and seed orchards in the breeding of conifers. Proc. World Cons. For. Gen. Tree Imp. Stockholm, Vol. II. Sec. 8/1. FAO, Róma
- Armitage, F. B. —Burrows, P. M. (1966): Preliminary heritability estimates for *Pinus patula* in Rhodesia. Rhod. Zamb. Mal. J. Agric. Res. 4: 111—117.
- Balsay L. (1961): Tölgyeseink érdekében. Az Erdő, 10. 7: 265—270.
- Baradat, Ph. et al. (1970): Conception et réalisation d'un verger a graines test de descendances de pin maritime. AFOCEL, Comté rendu., 16—44.
- Barber, J. C. (1961): Growth, crown form and fusiform rust resistance in open-pollinated Slash Pine progenies. Proc. 6th Sou. Conf. on Forest Tree Improvement, 6: 97—104.
- Barber, J. C. (1964): Inherent variation among Slash Pine progenies at the Ida Cason Callaway Foundation. U. S. Forest Service Research Paper SE-10: 1—90.
- Bazzigher, G. (1957): Indagini fitopatologiche sull'Endothia parasitica causa della moria del castagno. Mitt. Schweiz, Anst. Forstl. Versuchsw., 33, 34—44.
- Bálint A. (1964): Az öröklés- és származástan alapjai, Bp. Mezőgazdasági Kiadó, 339 p.
- Bánó I. (1952): Tapasztalataink a fenyő-magtermelő ültetvények létesítése terén. Az Erdő, 1. 1: 57—65.
- Bánó I. (1957): A magyar fenyőmagtermő plantázs. Erdészeti Kutatások, Bp. 53. 1+2: 31—48.
- Bánó I. (1971): Conifer seed orchards in Hungary. Erdészeti Kutatások, Bp. 67. 2: 81—109.
- Bánó I.—Marjai Z. (1961—1963): Erdeifenyő-oltványok növekedése, fejlődése és magtermesztése. I. II. Erdészeti Kutatások 1—3: 135—164, 1—2: 107—131.
- Bánó I.—Retkes J. (1965): A Kámoni Arborétum. Bp. Mezőgazdasági Kiadó, 216.
- Bánó I.—Mátyás Cs. (1973): A génmegőrzés helyzete és feladatai az erdőgazdálkodásban. Agrobotanika, 15: 81—89.
- Bánó I.—Mátyás Cs. (1978): A fenyők nemesítése. In: Keresztesi B.—Solymosi R. szerk.: A fenyők termesztése és a fenyőgazdálkodás. Bp. Akad. Kiadó, 116—138.
- Bensson, H. P. (1955): Importance of Wood Quality in Tree Breeding, J. Forestry, 53, 659—661.
- Berney, J. L. A. (1972): Studies on probable origin of some European Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) plantations. M. S. Thesis Univ. B. C., Vancouver, 99 p.
- Bingham, R. T. et al. (1969): Breeding blister rust resistant Western White Pine. V. Estimate of heritability, combining ability, and genetic advance based on tester mating. Silvae Genetica, 18: 28—38.
- Blinkenberg, Ch.—Brix, H. (1958): Controlled pollination in Fagus. Silvae Genetica, Frankfurt.
- Bodor A.—Gál J. (1976): Erdészeti szaporítóanyag-termelés, Bp. Mezőgazdasági Kiadó, 262 p.
- Bouvarel, D. (1956, 1957): Génétique forestière et amélioration des arbres forestiers (I et II) Bull. Soc. Bot. France, 1956. 103 (35—74), 104 (552—586)
- Bouvarel, P. (1955): La sélection individuelle des arbres forestières (résineux) à la Station de recherches et expériences forestières. Rev. for. franc. 7 (11): 785—807.

- Burkill, H. M.** (1959): Large scale variety trials of *Hevea brasiliensis* Muell-Arg. on Malayan estates. *J. Rubber Res. Inst. of Malaya*, 16: 1–37.
- Callaham, R. Z.—Hasel, A. A.** (1961): *Pinus ponderosa*. Height growth of wind-pollinated progenies. *Silvae Genetica*, 10: 33–42.
- Callaham, R. Z.** (1964): Provenance Research: Investigation of genetic diversity associated with geography. (Chapter 4 of Report FAO/IUFRO Meeting on Forest Genetics) *Unasylva*, Vol. 18 (2–3). No. 73–74.
- Campbell, R. K.** (1964): Recommended traits to be improved in a breeding program for Douglas-fir, Weyerhaeuser Co. For. Res. Note 57. 19. p.
- Ching, K. K.** (1960): Controlled pollination of Douglas-fir — a pictorial manual on technique. For. Lands Res. Cent., Oreg. State Univ. Res. Note 40, 11 p.
- Cieslar, A.** (1895): Über den Einfluss des Fichtensamens auf die Entwicklung der Pflanzen, nebst einigen Bemerkungen über schwedischen Fichten- und Weissföhrensamen. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*.
- Clark, G. M. et al.** (1968): Germination and survival of confers following chronic gamma-irradiation of seed. *Radiation Botany*, 8: 59–66.
- Cochran, W. G.—Cox, G. N.** (1957): *Experimental designs* z. ed. New York—London, John Wiley and Sons, Inc.
- Csapody I.—Csapody V.—Rott F.** (1966): *Erdei fák és cserjék*. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Bp. 327 p.
- Csapody I.—Szodfridt I.** (1970): Természetes erdőtípusok védelme. *Az Erdő*, 19. 5: 222–226.
- Danszky I. szerk.** (1973): *Erdőművelés I—II*. Bp. Mezőgazdasági Kiadó, 923 + 418 p.
- Darlington, C. D.** (1937): *Recent Advances in Cytology*. London
- Darlington, C. D.—Wylie, A. P.** (1955): *Chromosome atlas of flowering plants*. London, George Allen and Unwin LTD.
- Dengler, A.** (1955): *Waldbau auf ökologische Grundlage*. 2 Aufl. Berlin, Springer Verl.
- De Vries, H.** (1908): *Pflanzenzüchtung*. Berlin, P. Parey
- Dietrichson, J.** (1962): Breeding for frost resistance. *Silvae Genetica*, 10: 172–179.
- Dimitri, L.** (1976): Die Resistenz der Fichte gegenüber dem Wurzelschwamm *Fomes annosus*, *Beih. Forstw. Cbl.* 36: 67–75.
- Dimpfleier, R.** (1959): Die Bastardierung in der Gattung *Larix*. *Forstwiss. Forschungen*, Parey, Hamburg und Berlin
- Dorman, K. W.** (1976): *The genetics and breeding of Southern Pines*. USDA Forest Service, Agriculture Handbook No. 471. 407 p.
- Ehrenberg, C. E.** (1958): Über Entwicklungsanomalien in Kreuzungsnachkommen bei *Pinus silvestris*. *Meddelanden fran Statens Skogsforskningsintitut* 48.
- Ehrenberg, C. E.** (1961): Increment and branch development of Pine Progenies. *Skogen*, 48: 6–8.
- El-Lakany, M. H.—Sziklai O.** (1970): Effects of gamma-irradiation on some western conifers. *Radiation Botany*, 10: 411–420.
- El-Lakany, M. H.** (1971): The effects of ionizing radiation on forest trees: a review. *Atomic Energy of Canada Limited AECL-3951*. 72 p.
- Eldridge, K. G.** (1966): Genetic improvement of *Eucalyptus regnans* by selection of parent trees. *Appita*, 19: 133–138.
- Eriksson, G. et al.** (1966): Genetic changes induced by semi-acute-radiation of pollen mother cells in *Larix leptolepis* (Sieb et Zucc.) Gord. *Hereditas*, 55: 213–226.
- Evelyn, J.** (1664): *Slyva, or a discourse of forest-trees and the propagation of timber*. Royal Society, London, 120 p.
- Fábíán Gy.** (1966): Fenogenetika. *MTA Biol. Oszt. Közl. különlenyomata*, 8. 3–4. és 9. 1–2: 113–140.

- Faragó S.** (1972): Investigations and the Growth Rate of Austrian Pine (*Pinus nigra*) Roots and Side Branches. Erdészeti Kutatások Bp. 68. 2: 155–176.
- Fodor S.** (1975): Tobozkárosítók elleni szelekció jelentősége a bajti erdeifenyő magtermelő ültetvényben 1973-ban végzett vizsgálatok alapján. Erdészeti Kutatások Bp. 71. 2: 93–100.
- Fischer, F.** (1953): Die Nachzucht des Nussbaumes als Waldbaum (*Juglans regia* L. und *J. nigra* L.) Mitt. Schweiz, Anstl. Forstl. Versuchsw., 29, 267–292.
- Fleischmann, R.** (1943): Akácnesesítési Kísérletek Kompolton. Erdészeti Lapok, 73: 221–232.
- Fowler, D. F.—Lester, D. T.** (1970): The genetics of Red Pine. Forest Ser. Res. Paper WO-8. USDA Forest Ser. 13 p.
- Funk, D. T.** (1970): Genetics of Black Walnut. Forest Ser. Res. Paper WO-10. USDA Forest Ser. 13 p.
- Gencsi L.** (1969): Az anatómiai jellemzők átlagos értékeinek változása az erdeifenyő fatörzsének hosszában. EFE Tud. Közl., Bp. 2: 34–35.
- Gergác J.** (1975): A nyárfák rezisztenciakutatásának eredményei a levél- és kéregkárosító gombák figyelembevételével. Erdészeti Kutatások, Bp. 71. I: 205–216.
- Gergác J.** (1978): Az Aigeros nyárok rezisztenciára nemesítésének lehetőségei. Agrártudományi Közlemények, 37: 271–274.
- Gergác J.** (1978): Rezisztenciára nemesítés. In: Keresztesi B. szerk.: A nyárok és a füzek termesztése, Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 54–56.
- Giertych, M.** (1971): Systematic lay-outs for seed orchards. Silvae Genet., 20, 137–138.
- Gombócz E.** (1926): Keresztező kísérletek *Populus alba* L. és *Populus tremula* L. között. Magyar Bot. Lapok, 25: 111–116.
- Graves, A. H.—Nienstaedt, H.** (1954): Chestnut Breeding. Report for 1953. Ann. Rept. North Nut Growers Ass., 136–144.
- Grisjuk, N. M.** (1959): The inheritability of thorn formation in *Gledistia triancanthos*. Otd. Biol., 64: 117–122.
- Gustafsson, A.** (1960): Polyploidy and mutagenesis in forest-tree breeding. Proc. 5th World Forestry Congress, Seattle, USA, 2: 793–805.
- Guttenberg, H. V.** (1952): Lehrbuch der allgemeinen Botanik, Zweite Aufl. Berlin: Akad. Verl.
- Győrffy B.** (1960): Az erdei fák hibridjeinek főlénye és a heterózis jelenség genetikai értelmezése. Erdészeti Kutatások, 1–3: 327–340.
- Győrffy B.** (1964): A mutáció mint evolúciós tényező. MTA Közleményei, XXIII. 3–4: 303–321.
- Halmágyi L.—Keresztesi B.** (1975): A méhlegelő, Akadémiai Kiadó, Bp. 792 p.
- Halupáné Grósz Zs.—Szőnyi L.** (1972): Az erdeifenyő papír- és cellulózipari mutatói I. közlemény. Erdészeti Kutatások, Bp. 68. 273–287.
- Halupáné Grósz Zs.—Szőnyi L.** (1974): Adatok a feketefenyő néhány fontosabb papíripari mutatójáról és felhasználási lehetőségéről, Erdészeti Kutatások, Bp. 70. 1: 187–202.
- Halupáné Grósz Zs.—Szőnyi L.** (1975): Az erdeifenyő papír- és cellulózipari mutatói. II. Közl. Erdészeti Kutatások, Bp. 71. 1: 355–380.
- Halupáné Grósz Zs.—Szőnyi L.** (1976): Adatok a lucfenyő néhány fontosabb kémiai mutatójáról és térfogatsúlyjáról. Erdészeti Kutatások, Bp. 72. 83–88.
- Hanover, J. W.** (1962): Clonal variation in Western White Pine. I. Graftability. Intermountain Forest et Range Exp. Sta. Res. Note 101. 4 p.
- Hanover, J. W.—Barnes, B. V.** (1969): Heritability of height growth in Western White Pine seedling. Silvae Genetica, 18: 80–82.
- Hassenkamp, W. von** (1952): Geschichtliches zur Samenplantage. Z. Forstgenet. Forstpfl. Zücht, 1, 77–78.



- Hattemer, H. H.** (1966): Die Eignung einer Blatt und Verzweigungsmerkmale für die Unterscheidung von Schwarzpappel Hybridklonen. *Der Züchter*, 36: 317–327.
- Heimbürger, C.** (1940): Report on poplar hybridization. *Forestry Chronicle*, 2: 149–161; 12: 289–290.
- Herpka, I.** (1965): Culture des saules. In: *Comiss. Nat. Jougosl. du Peuplier: Rapport preliminaire sur les saules*. Beograd, 21–46.
- Hesmer, H.** (1949): Lebensweise und Eigenschaften der Weiden. In: *Hilf, H. H.: Das Flechtweidenbuch*. Hannover, 23–36.
- Hoffmann, I.** (1959): Die bisherigen Ergebnisse von Buchen-Provenienzversuchen. *Forst u. Jagd.*, 4.
- Houtzagers, G.** (1952): Forest genetics and poplar breeding in the Netherland. *Euphytica*, 1: 10–14; 3: 161–174.
- Hyun, J. K.** (1974): A brief review of forest tree breeding in Korea. In: *Forest tree breeding in the World*, Tokyo, 154–160.
- Igmándy Z.—Milinkó I.—Szatala Ö.** (1954): Vizsgálatok és védekezési kísérletek a fenyőcsemete-dőlés leküzdésére. *Erd. Tud. Int. Évkönyve*, 2: 210–226.
- Isaac, L. A.—Dimock II. E. J.** (1965): Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] var. *menziesii*. In: *Silvics of forest trees of the United States*. U. S. Dept. Agric., Agric. Handb., 271, 547–553.
- I'só I.—Berzsenyi D.—Janosits L.** (1961): Szántóföldi kísérletek technikája. Bp. A Kísérlet Módszertani Témakollektiva kiadványa 106.
- Ivannikov, Sz. P.** (1959): Szelekciija oszini v leszosztepi Szb. rabot po lesznomu hozjasztvu. *Vüp* 38. VNIILM.
- Jánossy A.—Muraközi T.—Aradszky G.-né szerk.** (1966): *Biometriai értelmező szótár*. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 928 p.
- Járó Z.** (1966): A hazai fafajok elterjedése. In: *Babos et al: Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés*. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Johannsen, W.** (1909): Om arvelighedsforskning med hendblik på skovbruget. *Tidsskr. for Skovvasen* 21, Rk. B., 114–224.
- Johnsson, H.** (1940): Citological studies on diploid and triploid *Populus tremula* and crosses between them. *Hereditas*, 26: 321–352.
- Johnsson, H.** (1945): The triploid progeny of the cross diploid  $\times$  tetraploid. *Populus tremula*. *Hereditas*, 31.: 411–440.
- Johnsson, H.** (1956): Heterosiserscheinungen bei Hybriden zwischen Breitengradrassen von *Populus tremula*. *Z. Forstgen*, 5: 65–70.
- Johnsson, H.—Ljunger, A.** (1962): Castanea, Juglans 815–817. In: *Kappert, H.—Rudolf, W.: "Handbuch der Pflanzenzüchtung" 2. Auflage*
- Jovancević, M.** (1963): Selekcija plus stabala. (Selection of plus trees) *Nar. Sumar.*, 18 (9–10) 329–342.
- Jovanović, B.—Tucović, A.** (1959): The effect of ionizing radiation on seed and seedling growth of *Populus deltoides* and *P. serotina*. Primary report. *Sumarstvo*, 12(9/10): 451–462.
- Kellison, R. C.** (1970): Phenotypic and genotypic variation of Yellow Poplar. Ph. D. Dissertation NCSU Raleigh, N. C. 111 p.
- Keiding, H.** (1972): Seed orchards of Hevea and teak. *For. Tree Impr.* 4, Horsholm, Denmark 107–123.
- Keresztesi B. szerk.** (1965): *Akáctermesztés Magyarországon*. Akadémiai Kiadó, Bp. 665 p.
- Keresztesi B. szerk.** (1967): *A tölgyek*. Akadémiai Kiadó, Bp. 655 p.
- Keresztesi B. szerk.** (1978): *A nyárak és a füzek termesztése*, Mezőg. Kiadó, Bp. 374 p.
- Keresztesi B.—Solymos R. szerk.** (1978): *A fenyők termesztése és a fenyőgazdálkodás*. Akadémiai Kiadó, Bp. 562 p.

- Kiellander, C. L. (1950): Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung in Schweden, Weltforstw. 10/12.
- King, J. P.—Nienstaedt, H. (1965): Variation in needle cast susceptibility among 29 Jack Pine seed sources. *Silvae Genetica*, 14: 177—208.
- Kleinschmit, R. (1961): Versuche mit Fichtenstecklingen für einen genetischen Test: *Silvae Genetica*, 10: 10—20.
- Kleinschmit, J. (1974): Considerations regarding breeding programs with Norway Spruce (*Picea abies*) Proc. of the IUFRO Meet. of Working Parties on Genetics, Stockholm
- Koltay Gy.—Kopecky F. (1954): Őshonos nyáraink leromlott öröklöttségének megjavítása. *Erdészeti Kutatások*, 2: 65—86.
- Kopecky F. (1965): Az akác nemesítése. In *Keresztési: Akáctermesztés Magyarországon*. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 121—156.
- Kopecky F. (1966): Nyár utóvizsgálatok korai diagnózis segítségével. W. P. 26. IUFRO 22. szekció megbeszélés, Magyarország, IX. 5—10.
- Kopecky F. (1966): Indukált nyár és akác poliploidok jelentősége a gyors növésű fafajok nemesítésében. *Erdészeti Kutatások*, 1—3 :161—175.
- Kopecky F.—Gergác J.—Halupa L. (1974): Kísérletek populétumokban. Kísérletügyi Közlemények LXVI/D. Erdőgazdaság és Faipar, 1—1: 53—64.
- Kovács M. szerk. (1977): A környezetvédelem biológiai alapjai. 2., jav. kiadás, Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 333 p.
- Krahl-Urban, J. (1953): Hinweise individuelle Erbanlagen bei Eichen und Buchen. *Z. für Forstg.*, 2. 3: 51—59.
- Krahl-Urban, J. (1958): Vorläufiger Ergebnisse von Buchen — Provenienzversuchen. *Allg. F. u. J.*
- Kraus, J. F. (1967): Heritability of some seed characteristics in Slash Pine (*Pinus elliottii* Engelm.) Dissertation Abs., 27: 4199-B.
- Kriebel, H. B. (1965): Parental and provenance effects on growth of Red Oak seedlings. *Proc. 4th Cent. States For. Tree Improve. Conf.*, 19—25.
- Kriebel, H. B. (1969): Genetics of Sugar Maple. *Forest Ser. Res. Paper WO-7. USDA Forest Ser.*, 17 p.
- Krüsmann, G. (1972): *Handbuch der Nadelgehölze*. Berlin—Hamburg, Parey Verl.
- Lacaze, J. F.—Arbez, M. (1971): Variabilité infraspecificque de le picea. Heritabilité et correlations genetiques de quelque caractères au stade juvenile. *Ann. Sci. For.*, 28: 141—183.
- Lacaze, J. F. (1974): Amelioration des Arbes Forestiers en France. Historique Organisation et Programmes en course In Toda, R. 1974. *Forest Tree Breeding in the World*, Tokyo, 46—56.
- Langlet, O. (1960): Wissenschaftliche Grundlagen der Untersuchungen über den Einfluss der Provenienz bei Kiefer und Fichte. *Sb. CSAZV Lesnictvi*, 8/9: 635—644.
- Langner, W. (1953): Eine Mendelspaltung bei Aurea-Formen von *Picea abies* (L.) Karst. als Mittel zur Klärung der Befruchtungsverhältnisse im Walde, *Z. Forstgenetic*, 3: 49—51.
- Langner, W. (1956): Möglichkeiten der Saatgutgewinnung von züchterisch geprüften Einzelbäumen. *Der Züchter*, 26, 276—278.
- Langner, W. (1958): Prüfungsverfahren in der Forstplanzenzüchtung. *Allg. Forstz.*, 13: 198—199.
- Langner, W. (1962): Lärche, *Larix Mill.* In: Kappert, H. Rudolf, W.: *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, Band VI. 824—837.
- Langner, W.—Stern, K. (1964): Untersuchungen über den Austriebstermin von Fichten und dessen Beziehungen zu anderen Merkmalen. *Allg. Forst u. Jagdztg.*, 3: 63—60.
- Larsen, C. S. (1937): The employment of species, types and individuals in forestry. C. A. Reitzel, Kopenhagen

- Larsen, M. (1960): L'amélioration du peuplier par voie génétique. — Bull. Soc. Roy. Forest., Belg. 1—48.
- Lattke, H. (1966): Stand und Perspektiven der Baumweiden Züchtung. Archiv für Forstwesen, 1: 27—47.
- Ledig, F. T.—Perry, T. O. (1967): Variation in photosynthesis and respiration among loblolly pine progenies. Proc. 9th Sou. Conf. on Forest Tree Improvement, 120—128.
- Li, C. C. (1955): Population Genetics — Chicago: Univ. Press
- Liebeswahr, K. (1961): Beobachtungen über den Zeitpunkt des Austriebes verschiedener Laubbäume. Allg. Forstz., 21/22.
- Magyar P. (1931): Makkvetési kísérletek. Erdészet Kísér., 33. 1—2: 82—92.
- Magyar P. (1964): Erdeifenyő származási kísérletek Bugacon. Erdészeti Kutatások, 60. 1—3: 5—31.
- Majer A. (1964): A javafák kiválasztásának irányelvei az állománynevelésben. Az Erdészeti és Faipari Egy. Tud. Közl., 2: 59—116.
- Matthews, J. D. (1953): Forest Tree Breeding in Britain, Z. Forstgen., 2. 3: 59—65.
- May, S. A. (1962): La coltivazione del Salice. Pioppicoltura, Rom. 5: 6—8.
- Márkus L. (1963): Lombfakadás és lombohullás megfigyelések az ugodi bükkösökben. Erdészeti Kutatások.
- Márkus L. (1965): A magasbakonyi korán- és későnfakadó bükk erődnevelési és fatermési vonatkozásai. Az Erdő, 16. 7: 300—306.
- Mátyás Cs. (1974): Az örökölhetőség fogalma és becslése az erdészeti nemesítési gyakorlatban. Erdészeti Kutatások, Bp. 70. 1: 207—217.
- Mátyás Cs. (1975): A hazai erdeifenyő-nemesítés távlati lehetőségei az utóvizsgálatok eddigi eredményei alapján. Erdészeti Kutatások, Bp. 71. 1: 345—354.
- Mátyás Cs.—Palotás F. (1979): Egyes fafajok nemesítésével kapcsolatos eredmények. Az Erdő, 3: 124—127.
- Mátyás V. (1954): Az erdei- és feketefenyőmag ezermagsúly-vizsgálatainak eredményei. Erdészeti Kutatások, 50. 3: 83—104.
- Mátyás V. (1960): Magtermelő állományaink célja, értelme és kezelése. Az Erdő, 9. 5: 183—191.
- Mátyás V. (1961): Bükköseink fenntartása és a magtermelés célját szolgáló állományok szerepe, Erdészeti Kutatások, 87—103.
- Mátyás V. (1965): Magtermelő állományok a magtermelés és nemesítés szolgálatában. Az Erdő, 14. 8: 357—361.
- Mátyás V. (1970): A cser alakváltozatossága Magyarországon (Formae diversae *Q. cerris* L. in Hungaria) Erdészeti Kutatások, 66: 179—211.
- Mátyás V. (1971): A magyarországi kocsánytalan tölgyfajok alakkörének kritikai elemzése. Erdészeti Kutatások, 67. 1.: 43—96.
- Mátyás V. (1973): Magyarországi kocsányos tölgyeinek alakjai. Formae *Quercus Roboris Hungariae*. Erdészeti Kutatások 69. 1.: 223—249.
- McFarlane, N. R. (1974): Energy in agriculture. Nature, 252: 531.
- Mehra, P. N.—Khoshoo, T. N. (1956): Cytology of conifers I and II. Journal of Genetics, 54: 163—186.
- Mergen, F.—Simpson, B. A. (1967): Effect of ionizing radiation on megasporogenesis in *Pinus rigida* Mill. Rad. Bot., 7: 247—252.
- Mergen, F.—Stairs, G. R. (1962): Low level chronic gamma irradiation of pitch pine oak forest — its physiological and genetical effects on sexual reproduction. Rad. Bot., 2: 205—216.
- Moffett, A. A.—Nixon, K. N. (1963): One parent progeny testing with black wattle (*Acacia mearnsii*). World CONS. FTL, Stockholm. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 11 p.

- Mohácsy M.**—**Porpáczy A.** (1951): Dió, mandula, mogyoró, gesztenye. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
- Morozov, I. R.** (1950): Ivi i SZSZSZR, ih iszpolyzovanie i promenyenije v zascitaom leszorazvedenii. Moszkva—Leningrád, Goszleszbumizdat
- Muzik, T. J.**—**Cruzado, H. J.** (1958): Transmission of juvenile rooting ability from seedlings to adults of *Hevea brasiliensis*. Nature, 181: 1288.
- Nanson, A.** (1964): Les grandes lignes de l'amélioration des essences forestières par voie génétiques. Bull. de la Société Royale Forestière de Belgique, 2: 121—135.
- Nanson, A.** (1968): La valeur des tests précoces dans la sélection des arbres forestiers en particulier au point de vue de la croissance. Groendaal—Hoeliaart, 242 p.
- Nägeli, V.** (1931): Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. IV. Mitt.: Die Fichte, Mitt. d. Schweiz, G. anst. f. d. forstl. Versuchsw., 17: 150—237.
- Nemky E.** (1956): A makk nagyságának hatása a tölgycsemete fejlődésére. Kiadatlan kézirat, Tanulmányi szakkör munkája, Sopron
- Nicholls, J. W. P.**—**Dadswell, H. E.**—**Fielding, J. M.** (1964): The heritability of wood characteristics of *Pinus radiata*. Silvae Genetica, 13: 68—71.
- Nielsen, P. C.**—**Schaffaliczky, M.** (1954): Flower Observations and Controlled Pollinations in Fagus. Z. für Forstgen
- Nilsson-Ehle, H.** (1936): Über deine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula*. Hereditas, 21: 379—382.
- Orr-Ewing, A. L.** (1956): Controlled pollination techniques for the Douglas-fir. For. Sci., 2 (4): 251—257.
- Orr-Ewing, A. L.**—**Sziklai O.** (1959): Plus-tree selection for Douglas-fir seed orchards. Forest Research Review, 39 p.
- Ortmann, Chr.** (1961): Vorläufig Untersuchungsergebnisse zur Frage der Selektionstypen für die Frühdiagnose von *Salix alba*-Population. Silvae Genetica, 2: 43—48.
- Pagony H.**—**Lengyel Gy.**—**Kolonits J.** (1972): Fenyvesek egészségi állapotának vizsgálata 1971-ben. Erdészeti Kutatások, Bp. 68. 1—3: 113—130.
- Palmberg, Ch.** (1979): Tree improvement in Mannaal on Eucalyptus for planting. FAO publication. En print
- Papp L.** (1962): A káros légszennyeződés hatása az erdőre. Az Erdő, 10: 452—456.
- Papp L.** (1978): Szaporítóanyag-termelés. In: *Keresztesi B.*—*Solymos R.* szerk.: A fenyők termesztése és a fenyőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 157—194.
- Papp L.** (1978): Szaporítóanyag-termesztés. In: *Keresztesi B.* szerk.: A nyárok és a füzek termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 105—118.
- Páris J.** (1959): Hazai és külföldi akáccsemetek ásványos táplálkozásának összehasonlítása. Kandidátusi értekezés. ELTE Növényélettani Kutatóintézet, Bp.
- Piccarolo, G.** (1951): La pioppicoltura nella valle Padana. Atti del Congresso Nazionale Pioppicoltura, 1951: 121—136.
- Pjatnickij, Sz. Sz.** (1954): Szelekciya duba. Moszkva, Goszleszbumizdat
- Pozsár B.**—**Sági F.** (1965): Biokémiai módszerek a növénygenetikai kutatásban. Téma-dokumentáció. OMgK, Bp.
- Prakken, R.** (1959): Mutation production by ionizing radiation. Euphytica, 8: 270—322.
- Prodan, M.** (1961): Forstliche Biometrie. München—Bonn—Wien, BLV Verlages (384 írodalmi forrással), 432 p.
- Prokazin, J. P.** (1959): Szelekciya szmoloproductivnich form szosznü obiknovennaj, Trud i VNIILM 38. sz., Moszkva
- Retkes J.** (1966): Erdeifenyő utóvizsgálatok a gödöllői arborétumban. St. T. P. 9. IUFRO 22. szekció megbeszélés, Magyarország, IX. 5—10.

- Rohmeder, E.** (1956): Untersuchungen über Samenausbeute aus Lärchenzapfen. Aus Messer. Fortschr. d. forstl. Saatgutwesens, 33—42. Sauerländer, Frankfurt
- Rohmeder, E.** (1964): Die Bedeutung der Samenherkunft für die Forstwirtschaft im Hochgebirge. In: Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge (Herasug. von H. Schmidt-Vogt, München Basle—Wien), 17—35.
- Roth Gy.** (1914): A likavkai m. kir. erdőgondnokság kerületében fekvő kísérleti területéink, Joerges, Selmecbánya
- Roth Gy.** (1935): Erdőművelés II., Sopron
- Ruden, T.** (1965): Ein Nachkommenschaftversuch aus dem Jahre 1951 mit *Picea excelsa* (Lam.) Link. nach freien Ablühen u. seine Ergänzung durch Stecklingsversuche. Tagungsberichte No. 69, Waldsiefersdorf
- Rudolph, T. D.—Nienstaedt, H.** (1962): Polygenic inheritance of resistance to winter injury in Jack Pine-Lodgepole Pine hybrids. J. Forestry, 60: 138. 139.
- Rudolph, T. D.** (1965): The effect of gamma irradiation of pollen on seed characteristics in white spruce. Use of Mutation in Plant Breeding. FAO-IAEA Publication, 185—191.
- Rudolph, T. D.** (1967): Effects of X-irradiation of seed on  $X_1$  and  $X_2$  germination in *Pinus banksiana*. Radiation Botany, 7: 303—312.
- Saylor, L. C.** (1969): Chromosome number, polyploidy and mutagenesis in forest tree species. 5. p. Lecture Notes. FAO-NORTH Carolina State. Forest Tree Improvement Training Centre. Raleigh.
- Scheele, M.** (1954): Die Lochkartenverfahren in Forschung und Dokumentation mit besonderer Berücksichtigung der Biologie, Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Erwin Nägele
- Schenk, C. A.** (1939): Fremländische Wald- und Parkbäume. Berlin, Parey Verl.
- Schmidt, W.—Stern, K.** (1955): Methodik und Ergebnis eines Wachstumvergleichs an vier u. zwanzigjährigen Kiefernversuchsflächen. Forstgen, 38—58.
- Schmidt, W.—Stern, K.** (1974): Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung in Deutschland. In Toda R.: Forest Tree Breeding in the World, Tokyo, 24—29.
- Schmidt-Vogt, H.** (1952): Die Verzweigungstypen der Fichte und ihre Bedeutung für die forstliche Pflanzenzüchtung. Zeitschrift f. Forstgen u. Forstpflz., 1: 81—91.
- Schmidt-Vogt, H.** (1964): Frühbeurteilung von Nachkommen spitz- und breitkroniger Kiefern alpiner und voralpiner Herkunft. In: Forstsamengewinnung und Pflanzenzüchtung für das Hochgebirge. BLV, München—Basel—Wien, 109—117.
- Schober, R.** (1961): Zweckbestimmung, Methodik und Vorbereitung von Provenienzversuchen. Allg. Forst- u. Jagdz., 2: 29—38.
- Schönbach, H.** (1973): Einführung in die Genetik, und Züchtung von Waldbaumarten. Hochschulfernstudium, Manuskript, 94 p.
- Schreiner, E. J.** (1958): Possibilities for genetic improvement in the utilization potentials of forest trees. Silvae Genet., 7 (4): 109—136.
- Schreiner, E. J.** (1945): Variation between two hybrid poplars in susceptibility to the inhibiting effect of grass and weeds. J. For., 43: 669—672.
- Silen, R. R.** (1966): A simple, progressive, tree improvement program for Douglas-fir. USDA For. Serv. Res. Note PNW-45, 13. p. Pac. Northwest For. and Range Exp. Stn., Portland, Oregon
- Silen, R. R.** (1978): Genetics of Douglas-fir. USDA For. Serv. Research Paper, W-35. 34 p.
- Simon M.** (1971): Erdészeti igéretes fa alakú fűzek. I. Erdészeti Kutatások, Vol. 67. I: 97—129.
- Solymos R.** (1976): Kutatási eredmények a fenyőállományok nevelési technológiájának kidolgozásával kapcsolatban. Kísérletügyi Közlemények, Bp. 1—3: 23—42.

- Solymos R. (1978): Fenyvesek telepítése és felújítása. Erdőnevelés, In: *Keresztesi B.—Solymos R. szerk.: A fenyők termesztése és a fenyőgazdálkodás*. Akadémiai Kiadó, Bp. 195—277.
- Sparrow, A. H.—Binnington, J. P.—Pond, V. (1958): Bibliography on the effects of ionizing radiations on plants, 1896—1955. BNL 504 (L-103), 222 p.
- Squillance, A. E. (1966): Combining superior growth and timber quality with high gum yield in slash pine. Proc. 8th Sou. Conf. on FTI, 73—76.
- Squillance, A. E.—Harrington, T. A. (1968): Olustee's high-yielders produce 487 barrels per crop for 4 years. AT-FAI, 30 (8): 9—10.
- Staszkievicz, J. (1961): Biometric studies on the Cones of *Pinus silvestris* L. Crowing in Hungary. Acta Botanica VII., 451—466.
- Stastny, T. (1958): Az 1909—1912-ben létesített erdőfenyő származási kísérletek értékelése Likavkáról. Erdészeti Kutatások 3/4: 68—103.
- Stebbins, G. L. (1956): Artificial polyploidy as a tool in plant breeding. Brookhaven Symp. in Biol. (Genetics in Plant Breeding), 9: 37—52.
- Stern, K. (1953): Methodik der vergleichenden Beurteilung von nach der Langparzellenmethode angelegten Kiefernzelstammabsaaten. Der Züchter, 23: 1—16.
- Stettler, R. F. (1968): Irradiated mentor pollen; its use in remote hybridization of black cottonwood. Nature, 5155: 746—747.
- Stone, B. (1963): Statistické metody v Lesnictví. Praga, Statni Zemedelski Nakladatelství, 351.
- Stonecypher, R. W. (1966): The loblolly pine heritability study. Inter. Paper Co. Techn. Bull., 5: 1—128.
- Strickland, R. K.—Goddard, R. E. (1966): Inheritance of branching and crown characteristics in slash pine. Proc. 8th Sou. Conf. on FTI, 57—63.
- Száb J. (1966): A populáció és kvantitatív genetika alapfogalmai. Budapest, OMg. Fajta-minősítő Int.
- Sziklai O. (1964): Variation and inheritance of some physiological and morphological traits in *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*. Ph. D. thesis. Univ. B. C., 136 p.
- Sziklai O. (1973): Further information on the variation of Douglas fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] in its native habitat 16 p. IUFRO S. 2.02.5. Working Party Meeting, Göttingen
- Szodfridt I. (1978): Az erdősítések sajátos feladatai. In: *Keresztesi B.—Solymos R. szerk.: A fenyők termesztése és a fenyőgazdálkodás*, Akadémiai Kiadó, Bp. 221—230.
- Szőnyi L. (1966): Az exóta fenyők termesztésének különleges kérdései. In: *Keresztesi B. szerk.: A fenyők termesztése*: 386—427. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Szőnyi L. (1966): A douglászfenyő termesztése és felhasználása. In: *Keresztesi B.: A fenyők termesztése*, Akadémiai Kiadó, Bp.
- Szőnyi L. (1966): A simafenyő termesztése. In: *Keresztesi B.: A fenyők termesztése*. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Szőnyi L. (1978): Az erdőszeti nemesítés helyzete és feladatai. Az Erdő, 27. 7: 292—298.
- Szőnyi L.—Ujvári F.-né (1970): Douglászfenyő kereskedelmi magtélékek értékelése. MÉM 1969.-i főbb kutatási eredményei, 277—281.
- Szőnyi L. et al. (1973): Pulp and paper production from the main conifer species in Hungary (Preliminary report). Erdészeti Kutatások, Bp. 69. 195—204.
- Tigerstedt, P. M. A. (1966): Development of the genetic variances of growth in height in a field experiment with *Betula verrucosa*. Silvae Genetica, 15: 136—137.
- Toda, R. (1961): Studies on the genetic variance in *Cryptomeria*. Bull. For. Exp. Sta. Japan, 132: 1—46.
- Tomcsányi F.—Zsombor F. (1973): Erdészeti növényfajták minősítésének alapelvei. Az Erdő, 7: 297—300.

- Tompa K.** (1960): A fűzfavessző termelés néhány kérdése. Sopron, kandid. dissz., 232.
- Tompa K.** (1966): A fűz klónvizsgálatok néhány eredménye. W. P. 13. IUFRO 22. szekció megbeszélés Magyarországon, IX. 5–10.
- Tompa K.—Bründl L.** (1964): A fűz. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 251 p.
- Tompa K.—Tuskó L.** (1967): A származáskutatás. Erdészeti és Faipari Egyetemi jegyzet.
- Tompa K.** (1977): Erdészeti növénynevelés, EFE Jegyzet. Sopron, kézirat, 187 p.
- Tóth B.** (1972): Szikések fásítása. Akadémiai Kiadó. Bp. 266 p.
- Tóth B.** (1975): Nyár fajtaösszehasonlító kísérletek tanulságai az alföldi kötött talajokon Erdészeti Kutatások, Bp. 1: 79–92.
- Trombitás T.—Faragó S.** (1978): A feketefenyő nemesítése. In: *Keresztesi B.—Solymos R.* szerk.: A fenyők termesztése és a fenyőfagazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 138–143. p.
- Tuskó L.** (1962): A vörösfenyő erdőgazdasági jelentősége és nemesítésének néhány kérdése. Kandidátusi disszertáció
- Tuskó L.** (1966): Vörösfenyő magtermő ültetvények. W. P. 4. — Vörösfenyő-klón vizsgálata. W. P. 16. — Vörösfenyő fajkeresztezési kísérletek. W. P. 27. — IUFRO 22. szekció megbeszélés. Magyarország, IX. 5–10.
- Tuskó L.** (1978): A vörösfenyő nemesítése. In: *Keresztesi B.—Solymos R.* szerk.: A fenyők termesztése és a fenyőfagazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 150–156.
- Ujvári F.—Ujváriné Jármái É.** (1978): A lucfenyő nemesítése. In: *Keresztesi B.—Solymos R.* szerk.: A fenyők termesztése és a fenyőfagazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 144–149.
- Vančura R.** (1960): Lombos fák és cserjék. Bp. Mezőgazdasági Kiadó
- Vasziljev, I. M.** (1962): The effect of ionizing radiation on Plants, Zidetil'stva Akademii Nauk SSSR, Moscow (Cited after Forestry Abst. Vol. 24, 2227.)
- Vida G.** (1966): Az evolúció genetikai alapjai. MTA Biol. Oszt. Közl. különnyomata, 8. 3–4 és 9. 1–2: 245–278.
- Vidaković, M.** (1960): Effect of gamma-rays on the germination of certain conifer seeds. Sumarskog Lista, 7–8: 234–235.
- Vidaković, M.** (1965): Selection of plus trees. IUFRO Sectin 22. Special meeting and excursions in Yugoslavia. Zagreb, 13 to 17. September 1965.
- Vidaković, M.** (1974): Genetics of European black pine (*Pinus nigra* Arn.) Ann. Forestales, 6/3, 57.
- Vidaković, M.—Zsuffa L.** (1965): The preservation of the genepool in natural stands for genetical research. IUFRO Special meeting and excursion in Yugoslavia, 13–17. 9., 20 p.
- Vincent, G.** (1957): Einige Unterscheidungsmerkmale der Fichten und Kieferntypen in ihrer früher Jugend. Der Züchter 4. Sonderherft, 88–93.
- Vins, B.** (1964): Standardizace metod provenienciiniho vyzkumu a testováni. Lesn. casopis., 2: 216–218.
- Vivani, W.—Sekawin, M.** (1953): Esperienze di poliploidia indotta nel genere *Populus* L. Congr. Comm. Internat. Peupliér, Roma, 3–23.
- Walker, L. C.—Hatcher, R. D.** (1965): Variation in the ability of slash pine progeny groups to absorb nutrients. Soil Sci. Soc. Proc., 29: 616–621.
- Walter, H.** (1954): Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Ulmer Verl., Stuttgart
- Webb, C. D.** (1970): Early results of performance trials of American sycamore. First North American Forest Biology Workshop (in press)
- Weber, E.** (1963): Genetische, pflanzenzüchterische und baumschultechnische Untersuchungen an Baumweiden. Diss., München
- Wettstein, W.** (1933): Die Kreuzungsmethode, und die Beschreibung von  $F_1$  Bastarden bei *Populus*. — Z. Pflanzenzgt., 18: 597–626.

- Wettstein, W.** (1938): Forstpflanzenzüchtung, Abschnitt Forstpflanzen im Handb. d. Pflanzenzüchtg., 198—217.
- Wilcox, J. R.** (1970): Inherent variation in South Mississippi Sweetgum. *Silvae Genetica*, 19: 91—94.
- Wilcox, J. R.—Farmer, R. E. Jr.** (1967): Variation and inheritance of juvenile characters of eastern cottonwood. *Silvae Genetica*, 16: 162—165.
- Wilcox, J. R.—Farmer, R. E. Jr.** (1968): Heritability and C effects in early root growth of eastern cottonwood cuttings. *Heredity*, 23: 239—245.
- Wright, J. W.** (1954): Preliminary Report on a Study of Races in Black Walnut. *J. Forestry*, 52, 673—675.
- Wright, J. W.** (1963): Genetic variation among 140 half-sib Scotch Pine families derived from 9 stands. *Silvae Genetica*, 12: 83—89.
- Wright, J. W.** (1970): Genetics of eastern White Pine. For. Ser. Res. Paper WO-9. USDA For. Ser., 16 p.
- Yarnell, S. H.** (1933): Inheritance in an oak species hybrid. I. *Arnold Arbor.* 14: 68—75.
- Zatykó J.—Simon I.** (1964): Nützungsmöglichkeiten der Gibberellinsäure in der Obstzüchtung. *Z. Pflanzenz.*, 3: 262—272.
- Zimmermann, P. W.—Hitchcock, A. E.** (1946): The relation of between age of stem tissue and the capacity to form roots. *J. Gerontol*, 1: 27—32.
- Zobel, B. J.** (1964): Amélioration des arbres forestiers pour les qualites du bois. *Unasylya*, Vol., 18. (2—3) No. 73—74: 90—102.
- Zsuffa, L.** (1963): Glavne vrste vrba, njihovo rosprostranjenje i staniste. *Topola*, 36 37: 3—18.
- Zsuffa, L.** (1965): Genetique et amelioration des Saules. In: Rapport preliminaire sur les saules. *Beograd, Com. Nat. Ing. d. Peupl.*
- Zsuffa, L.** (1968): The present work on Poplar breeding in Ontario. 19 p. *Int. Poplar Commission 13th Session Montreal*



# Fontosabb kifejezések magyarázata

- Aberráció:** a normális típustól szélsőségesen eltérő egyed vagy szerkezetileg eltérő kromoszóma kialakulása (l. kromoszómaaberráció).
- Adaptáció:** → Alkalmazkodás
- Additív gén:** a gének külön-külön is önálló hatással rendelkeznek, de együttes hatásuk is befolyásol bizonyos tulajdonságokat; végeredményben összegeződően (additív hatás) hatnak. Ez az alapja a legtöbb kvantitatív átöröklődési elméletnek.
- Akklimatizáció** (meghonosodás): a szervezetek eltérő éghajlatú környezethez való alkalmazkodási folyamata.
- Alany:** oltáskor a saját gyökéren növekvő komponens, amelyre oltanak. Csíraoltáskor az endospermium alanyértékű.
- Albinizmus:** a növényeknél klorofillhiány (az egyébként zöld szövetekből) mint öröklődő tulajdonság; környezethatásként is jelentkezhet mint módosulás. A klorofill az egész növényből vagy a növény egyes részeiből teljesen vagy közel teljesen hiányzik. Hatása a növényben általában sárgás vagy fehér színben jelentkezik. Pl. az aranyos luc vagy az arany szitkafenyő sárga. A teljesen fehér növény általában már csíranövényként elpusztul.
- Alkalmazkodás** (adaptáció, epharmosis): a populációt alkotó egyedek, azok egyes részeinek szerkezeti vagy működésbeli megváltozása, amely az adott környezethez való tökéletesebb hozzáilleszkedést, A.-t segíti elő, növelve az egyedek fennmaradásának esélyét. Lehet egyszerű fenotípusváltozás (adaptív módosulás), lehet a kiválasztódás során genetikailag rögződött, ezáltal evolúciós értékűvé válhat. Az A. eredménye az *alkalmazkodottság*.
- Allél:** a homológ kromoszómák egymásnak megfelelő helyein (lokuszaiban) elhelyezkedő génpár egyike. *Alternáló* (mendelező) hatás esetén ugyanazok a tulajdonságok különböző allélekkel jelentkeznek. Ha ugyanazon lokuszon több mint 2 allél van jelen, *multiplex* (többszörös) *alléliáról* beszélünk. Ezek a multiplex allélek az ismétlődő mutációk hatására keletkeznek, és mindegyik különböző tulajdonságokkal rendelkezik.
- Allopatrikus** (faj): földrajzilag izolált faj vagy változat, amely földrajzilag elkülönülő területeket foglal el.
- Allopoliploid:** olyan poliploid szervezet, amelyben különböző fajok három vagy ennél több kromoszómaszerelvénye van jelen.
- Amfidiploid:**  $F_1$  fajhibridek kromoszómaszerelvényének megkettőzésével előállított allopoliploid.
- Anafázis:** a sejtosztódás metafázist követő szakasza, amelyben az utódkromoszómák az ekvatoriális síkból a sejtek két pólusához vonulnak.
- Aneuploid:** egy olyan szervezet vagy sejt, amelynek kromoszómakészlete különbözik a normál  $n$  tartalmú gaméták vagy  $2n$  tartalmú szomatikus sejtek kromoszómáitól: pl.  $2n + 1$ ,  $2n - 1$  stb.
- Anthézis:** a virágok kifejlődési fokozata vagy időszaka. Az A. gyakran a virágporzsákok kinyílását és az azt követő virágporzsétszóródást jelenti.
- Anyafa** (anyató): az eredeti egyed, amelyről a klón származik.
- Anyai öröklődés** (citoplazmás öröklődés): citoplazmásan determinált tulajdonságok (szintetecskék öröklődése, citoplazmás sterilitás) átörökítése az anya révén; a reciprok keresztezésekben megmutatkozó anyai hatás.



származéksorok létrejötte, amelyek keresztezése gyakran heterózisos  $F_1$  nemzedéket eredményez.

**Beltenyésztett származéksor** (beltenyésztett törzs, vonal, inbred strain): beltenyésztett utódnemzedék ( $I_1, I_2, I_3$  stb.).

**Biogenetikai alaptörvény:** az egyed- és törzsfajlás összefüggését kifejező szabály, amely szerint az egyedfejlődés egyes kezdeti szakaszai a törzsfajlás eseményeire emlékeztetnek.

**Biokémiai genetika:** a genetika egyik ága, amely az anyagcsere biokémiai eseményeinek genetikai meghatározottságával és öröklődési viszonyaival foglalkozik.

**Biometriai** (matematikai, kvantitatív) **genetika:** a mennyiségi tulajdonságok öröklődését elemző, matematikai-statisztikai módszereket alkalmazó tudományág.

**Biotípus:** azonos v. azonosnak vehető genotípusú, homo- v. heterozigóta egyedek csoportja a populáción belül.

**Biszexuális** (hermafrodita): mindkét nemű életképes szaporodási szerv ugyanazon az egyeden fordul elő (egylaki növények).

**Bivalens kromoszómák:** a meiózis metafázisában párosodott két homológ kromoszóma.

$C_1, C_2, C_3$  (Clon): a vegetatív szaporodás vagy szaporítás egymás utáni „nemzedékei” (v. kolhicinezett szülők utódai);  $\rightarrow K_1, K_2, K_3$ .

**Citogenetika:** a genetika és a citológia határterülete, amely a kromoszómák viselkedésével, szerkezetével, számviszonyaival foglalkozik. A citogenetika körébe tartozik a sejtosztódás folyamán létrejövő jelenségek, rendellenességek, kromoszóma-aberrációk és azok hatásainak tanulmányozása is.

**Citoplazma** (sejtplazma): a protoplazmának a sejtmagot magába záró része, amelyet a növényi sejtek esetében a sejtthártya és a sejtfallal, az állati sejtek esetében csak a sejtthártya határol.

**Citoplazmás hímsterilitás:** anyai öröklődésű, citoplazmáson átvitt pollensterilitás.

**Citoplazmás (plazmás) öröklődés:** olyan öröklésmenet, amelyben nem érvényesül v. legalábbis nem mutatható ki a sejtmagban, ill. a kromoszómákban elhelyezkedő gének meghatározó szerepe. C.-kor az utódnemzedékben sohasem tapasztalható a Mendel-szabályok alapján várható hasadás. Egyidejűleg viszont határozott anyai öröklődés figyelhető meg.

**Crossing-over:** a homológ kromoszómák szegmentjeinek (darab) a kicserélődése (a benne levő kapcsolt génekkel), többnyire a meiózisban.

**Család** (növénynemesítés): idegentermékenyülő anyanövény szabad levirágzásból származó utódainak összessége (családtenyésztés).

**Családszelekció** (családtenyésztés): az idegenmegporzó növények egyedkiválasztásos nemesítésének egyik módszere, amelyben a kiválasztást csak anyai vonalon követik nyomon, s a megtermékenyítésben a családok egyedei közül mindegyik egyenlő eséllyel vesz részt. A legjobbnak bizonyult A-, B-, C-törzsekből ismételtelen nagyszámú anyanövényt emelnek ki, néhány generáción át, amíg az anyag annyira kiegyenlített nem lesz, hogy értékes tulajdonságait jól örökíti át.

**Csíraplazma:** a protoplazma olyan része (genetikai anyag), amely feltevések szerint (*Weissmann*) a környezet hatásaitól változatlanul megy át egyik nemzedékből a másikba.

**Darwinizmus:** a fajok keletkezésének a természetes kiválogatódáson alapuló magyarázata.

**Deficiencia** (hiány): a deficiens kromoszómából vagy egy közbeeső darab (intersticiális rész), vagy a végéről egy rész (terminális rész) hiányzik ( $\rightarrow$  Kromoszómaaberráció).

**Dezoxiribonukleinsav** (DNS): elsősorban a kromoszómában található, a gén elsődleges anyagának tekinthető vegyület. Foszforsavból, cukorból (dezoxiribóz), kétféle purin- (adenin- és guanin-) és kétféle pirimidin- (timin- és citozin-) bázisból áll.

**Dichogámia:** hímnős virágban a porzók és termők, váltivarú növényeknél a porzós és termős

virágok, ill. egyedek virágainak eltérő időben való megérése. Ez a kölcsönös beporzást (allogámia) biztosítja.

**Dihibrid:** két génben eltérő szülők hibridje.

**Diploid (2n):** a haploid ivarsejt kromoszómáinak (n) kétszeresét tartalmazó szervezet (2n). Az elnevezés onnan származik, hogy a homológ kromoszómák párokat képeznek (kétszeresen vannak jelen). A sejt diploid, amikor a kromoszómáknak két sorozatát (2n) tartalmazza. A két sorozat a két ivarsejttől származik, amelyek a redukciós osztódás során keletkeztek.

**Diszgenikus:** a genetikai tulajdonságoknak nemkívánatos leromlása az utódnemzedékekben. Ez a kifejezés főleg az emberi beavatkozások révén előálló veszteségekre vonatkozik, pl. negatív szelekció révén előállt, rontott állományok.

**Diszkontinuus (megszakított) variáció:** a variációnak az a formája, amelyben az egyes osztályok jól elkülöníthetők (magas vagy törpe növény, sárga vagy zöld csíranövény a borsóban stb.).

**Dominancia:** ugyanabban a lokuszban az egyik allél erőteljesebb hatása. Az „elnyomott” allél recesszívnek nevezik.

**Double-cross:** → Kétszeres keresztezésű hibrid.

**Drift** (véletlen genetikai sodrás): egyes gének lehetősége arra, hogy nagyobb arányban jelenjenek meg egy populációban, mint amilyen arányban az eredetiben szerepeltek. A D.-ot felfedezőjéről *Sewall Wright-effektusnak* (hatás) is nevezik. A D. a populáció egyedszámával fordítottan arányos.

**Dugvány:** az anyanövényről leválasztott ág-, rügy-, gyökér-, levélrész, amely kedvező körülmények közé juttatva, hiányzó részeit pótolja és olyan önálló növényé fejlődik, mint amilyenből az anyagot gyűjtötték. Ha zöld részeket használunk D.-nak *zöld-D.-ról*, ha fás részeket, *fás D.-ról* beszélünk. További D.-félések: *csücs- és talp-D., egyszerű* (sima), *kalapácsos és szakított D.*

**Egyedfejlődés** (ontogenezis): a szervezetek életének a megtermékenyüléstől (vagy vegetatív szaporodástól vagy szaporítástól) az utódszervezetek létrehozásáig, ill. elpusztulásáig terjedő folyamata. A különböző szervezetekben több fejlődési fázisra, szakaszra oszlik, ami jellemző az egyes szervezetek fejlődési sajátosságaira (→ Fejlődési fázis, → Fejlődési szakasz).

**Egyedkiválasztás:** faegyedek kiválasztása egy családból vagy egy populációból, általában a kiváló fenotípusos tulajdonság figyelembevételével.

**Elimináció:** egyes allélek kiesése egy populációban; új változatok kialakulásához vezethet.

**Elismert szaporítóanyag:** kereskedelmi mag vagy egyéb szaporítóanyag előállítására bizonyos feltételek szerint, egy hivatalos szervezet irányításával és ellenőrzésével.

**Elit:** az a kiválasztott faegyed, amely öröklődési teszttel bizonyítottan lényegesen felülmúlja az ugyanolyan fajfajú átlagos egyedet bizonyos átöröklött tulajdonságokban (növekedés, rezisztencia, rosthosszúság, cellulóztartalom stb.).

**Ellenőrzött beporzás** (ellenőrzött keresztezés): minden tudatos, határozott célú keresztezés. A virágpor egy tudott származási helyről egy női virágra való átvitele, ahol a női szülőt ismerjük és minden idegen virágpor megtermékenyítő hatását kizártuk. Általában a nővirágot izolálózacskókkal takarják be a megporzás előtt, és az egylaki virágok esetében a hím virágrügyeket eltüntetik a zacskókból (emaszkuláció → Kasztrálás).

**Előzetes vegetatív közelítés:** a faj- és nemzetségkeresztezők létrehozásának olyan módszere, amelyben a kereszteződés nehézségeit a keresztezendő fajok egymásra oltása után (1–5 év) végzett keresztezéssel oldják meg.

**Emaszkuláció:** → Kasztrálás

**Episztatikus gén:** olyan gén, amely akadályozza a kromoszóma más lokuszában lokalizált gén működését. (Ha az elnyomás ugyanazon lokuszban levő génre vonatkozik, *dominanciáról* beszélünk.) Az elnyomott gén hiposztatikus helyzetben van.

**Episztázis:** intergénikus hatás, amikor egy gén elnyomja egy olyan másik gén hatását, amelyik nem ugyanazon lokuszban helyezkedik el.

**Erdészeti növényfajta:** klónonként fenntartható és ivartalanul továbbspórizható növény-egyedek utódai, ill. ivartalanul, esetenként ivaroson fenntartott és ivartalanul elszaporított szülőnövény-egyedek ivaros utódnemzedékének populációi.

**Erdészeti növénynemesítés:** genetikai tudományos ismereteinek alkalmazása abból a célból, hogy újabb és jobb egyedeket, ill. állományokat válasszanak ki, amelyeknek tulajdonságai genetikailag rögzítődtek. Szélesebb értelemben magában foglalja mindazokat a nemesítési lépéseket, amelyek az értékes szülőegyedek kiválasztásától, a beporzástól, a mag begyűjtésétől, az új növény felnevelésétől, telepítésétől a több generáción keresztül mesterséges beporzással előállított utódokig terjed.

**Eugenika:** az a tudományág, amely mindazon tényezőket kutatja, amelyek segítségével az ember örökletes tulajdonságait megjavítani, ill. a közösség legnagyobb hasznára fordítani képes. Hasznos eredményei mellett a fajelmélet hívei reakciós, tudománytalan nézeteik alátámasztására használják az E. kutatási eredményeit. A pozitív E. a kívánatos tulajdonságokkal rendelkező egyedek szaporodását segíti, a negatív E. a terheltek szaporodását csökkenteni igyekszik.

**Euploid:** szabályos kromoszómaszámú poliploid ( $3n$ ,  $4n$ ,  $5n$  stb.) szerelvényekkel rendelkező sejtek, ill. szervezetek.

**Evolúció** (leszármazás, az élővilág fejlődése): az élővilág örökletes megváltozásának dinamikájával, a változatok, fajok, nemzetségek, családok kialakulásával és származási kapcsolataival foglalkozó tudományág.

**Extranukleáris** (extrakromoszómás) **öröklődés:** → Citoplazmás öröklődés.

**F<sub>1</sub>:** a vizsgált génre homozigóta szervezet keresztezéséből származó első utódnemzedék (filiális nemzedék) rövidített jelzése. Ha mindkét szülő homozigóta, az F<sub>1</sub> utódok genetikailag megegyeznek egymással.

**F<sub>2</sub>:** két F<sub>1</sub> keresztezéséből vagy önmegporzó növények esetén öntermékenyülésből származó populáció. A későbbi utódnemzedékeket F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> stb.-vel jelöljük. Az F<sub>2</sub> generáció egyedei általában lényegesen különböznek egymástól (szegregáció).

**Faj- és nemzetséghibridek** (távoli hibridek): azonos vagy különböző nemzetségek fajaihoz tartozó egyedek kereszteződése.

**Fajhibrid:** két faj keresztezéséből származó utód.

**Fajta** (kultivár): a nemesített és természetű egyedek olyan összessége, amelyek a termesztés szempontjából jelentős tulajdonságaikban (alakotani, élettani stb.) elkülöníthetők, és amelyek (ivaros vagy ivartalan) szaporítás esetén elkülöníthető bélyegeiket megtartják.

**Fajtabírálat:** olyan kutatási módszer, ami az erdészeti fajták értékét nemcsak mennyiségben értékelhető kísérletekkel, hanem a fajta megfigyelésével (helyszíni bizottsági bírálat), bonitálásával és közvetett vizsgálatokkal határozza meg.

**Fajtahibrid:** a fajon belüli keresztezésből származó utód.

**Fajtaminősítés:** hozamkülönbségek kimutatására alkalmas, statisztikailag értékelhető nemesítői kísérletek alapján végzett állami fajtaelismerés, aminek alapján a fajták köztermesztésbe kerülnek. Hazai növényfajta esetében *előzetesen elismert* és *államilag elismert* fokozat van. A külföldi fajták *forgalomba hozatalra előzetesen engedélyezett* és *forgalomba hozatalra engedélyezett fajta* minősítést kapnak.

**Fajta-összehasonlító kísérletek:** a genotípusos tulajdonságok összehasonlítására végzett kísérletek. Olyan egytényezős kísérletek, amelyekben a kezeléseket a különböző fajták vagy törzsek alkotják. A legfontosabb feladat a környezet (termőhely) hatásának elkülönítése.

**Faktor:** az öröklődést meghatározó tényezők régi kifejezése (→ Gén).

**Fejlődési fázis:** a növények egyedfejlődése során morfológiailag jól elkülöníthető állapotváltozások (pl. rügyezés, hajtásképzés, virágzás, terméshozás stb.).

**Fejlődési szakasz (stádium):** magasabb rendű növények egyedfejlődése során a belső minőségben és a környezeti igényben elkülönülő szakaszok (pl. a vegetatív és reprodukív fejlődési szakasz).

**Fenogenetika** (fejlődésgenetika): a gének tanulmányozása az egyedfejlődés során.

**Fenológia:** ökológiai tudomány, amely az egyedek egyedfejlődésének morfológiailag jól elkülönülő fázisait, *fenofázisait* (csírázás, kihajtást, virágzás, termésérlelés, hervadás) tanulmányozza, valamint vizsgálja az egyes fenofázisok kifejlődését indukáló ökológiai tényezők (pl. hőmérséklet, naphosszúság stb.) minőségi és mennyiségi viszonyait.

**Fenotípus:** az egyedek megjelenési formája, amit a genotípus és a környezet kölcsönhatása alakít ki.

**Fertilitás** (termékenyülőképesség): ivaros egyesülésre és szaporodásra való képesség.

**Fotoperiodizmus:** növények és állatok válaszureakciója a nappalok és éjszakák relatív hosszára. Növénynél a megvilágítás és a sötétség napi ritmikus változása a reprodukív szervek kialakulásának alapfeltétele.

**Földrajzi izoláció:** egy populáció elszigetelődése valamilyen földrajzi, ill. térbeli gát (hegység, folyó stb.) révén. A F. általában geográfiai rasszok v. allopatrikus fajok kialakulásához vezet. Ma általánosan minden rendű és formájú topográfiai akadály gyűjtőneve.

**Gaméta** (ivarsejt): hím- vagy női ivarsejt.

**Gametofiton:** a növényeknek a gamétákat képező, redukált kromoszómaszerelvényű ( $n$ ) sejtekből álló része.

**Gametikus** (szövet vagy nemzedék): a diploid szövetekkel, szervezetekkel szemben haploid,  $n$  kromoszómával rendelkezik.

**Gemmula:** Darwin pángeneziselmélete szerint az öröklődés hipotetikus szupramolekuláris egysége.

**Gén:** a genetikai információt hordozó öröklődési anyag, a DNS (egy- vagy több szálú) egy- vagy több-kevéssé állandó szerveződésű egysége; a polinukleotida kettős spirál olyan körülhatárolt, hosszabb v. rövidebb szakasza, amely önmagában vagy más G.-ek közreműködésével és a környezeti feltételek megszabta határok közt meghatározza a szervezet egy bizonyos mendelező tulajdonságának vagy tulajdonságcsoportjának fenotípusos megjelenését.

**Génállomány** (-készlet): egy adott populáció génjeinek összessége és az abban kódolt teljes genetikai információmennyiség. (Elvileg a populációban előforduló minden egyes allél gyakoriságával írható le. Gyakorlatilag néhány ismert öröklődésmenetű tulajdonság genotípusos gyakoriságából számított allélgyakorisággal jellemezhető. → Géngyakoriság.)

**Géncentrum** (fajkeletkezési központ): az a hely, ahol egy vad vagy természetett kultúrnövényfaj formagazdagsága és genetikai variációja a legnagyobb. *N. Vavilov* szerint ugyanis itt van keletkezésük és szétterjedésük központja.

**Gének jelölése:** a recesszív mutáns gént kisbetűvel (pl. *su*, *r*), a normális domináns nagybetűvel (*Su*, *R*) vagy (+) jellel jelölik.

**Genetika** (örökléstan): a szervezetek elődeikhez hasonló és attól eltérő öröklődő tulajdonságainak kialakulásáról szóló tudomány.

**Genetikai egyensúly:** olyan helyzet egy populációban, amelyben egy adott allél gyakorisága állandó.

**Genetikai korreláció:** két tulajdonság egyeden belüli összefüggését jelenti, és ezen összefüggés génhatáson alapuló szorosságát fejezi ki. Mértékéből korreláló tulajdonságok alakulására lehet következtetni a szelekciós munka során.

**Genetikai nyereség:** az utódpopuláció átlagos javulása a szülőkhöz viszonyítva. A nyereséget a szülői generációkban végzett kiválasztással lehet elérni, és értéke a kiválasztás intenzitásától, a szülők változékonyságától és a kérdéses tulajdonság átöröklő-

désétől függ; a  $G$ . a heritabilitás és a szelekciós különbség szorzata ( $\Delta G = i\sigma_p h_A^2$ ).

**Géngyakoriság** (frekvencia): egy génforma (allél) gyakorisága (ill. előfordulási valószínűsége) a populációban. A domináns allél gyakoriságát általában  $p$ -vel, a recesszív allélet pedig  $q$ -val jelölik. *Hardy–Weinberg*-egyensúlyban, amikor pánmixis fordul elő, továbbá nincs szelekció és mutáció, a képlet a következő:  $(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$

**Génkapcsolódás** (linkage): két vagy több tulajdonság együttes öröklődése, amit az idéz elő, hogy az együttesen öröklődő gének a kromoszómában összekapcsolódnak. A  $G$ . → crossing-overrel módosul.

**Génmozgás** (áramlás, a populációs és evolúciós genetikában flow): valamely génforma stabilizálódása vagy → eliminációja a populációból.

**Genom**: egy haploid ( $n$ ) kromoszómaszerelvény, amely egy működőképes egyedre tartalmaz információt. A poliploid sorozatokban a diploidoknak két, a triploidoknak három, a hexaploidoknak hat genomjuk van stb. A gamétákban feleannyi genom van, mint a zigótában.

**Genotípus**: egy szervezet genetikai felépítése, öröklődő tulajdonságainak vagy génjeinek összessége.

**Genotípus–környezet kölcsönhatás**: ha eltérő környezetben a genotípusok fenotípusos értéke közötti különbség megváltozik, vagyis a környezet változása genotípusonként különböző hatású, akkor a genotípus és környezet között kölcsönhatás van. Több helyen beállított faktoriális kísérletekből határozható meg.

**Haploid**: a diploid szervezet kromoszómáinak fele (a gaméták kromoszómaszáma).

**Hardy–Weinberg-szabály**: a géngyakoriság és genotípus-gyakoriság állandóságának törvénye a populációkban (→ Genetikai egyensúly, → Géngyakoriság).

**Helyezhetőség** (pozícióeffektus): egy gének a kromoszómában elfoglalt helyzete szerinti, a szomszédos génektől befolyásolt, s ezért géncicserélődés esetén módosuló hatása.

**Heritabilitás**: → Örökölhetőség

**Hermafrodita**: → Biszexuális

**Heteroploid**: a normálistól eltérő számú kromoszómát tartalmazó szervezet. Típusai: aneuploidia, poliploidia (→ Aneuploid, → Poliploid).

**Heterozigóta**: egy gén tekintetében különböző alléleket (a borsó zöld és sárga magszíne) tartalmazó szervezet. E géne kétféle gamétát ( $A$ ,  $a$ ) képez.

**Heterozigózis**: heterozigóta egyed genetikai állapotának jelölése.

**Heterózis** (hibridvigor): hibrideknek a szülőkhöz viszonyított fejlődésbeli fölénye valamilyen tulajdonságban (növekedés, ellenállóság stb.). →  $F_2$ -ben az →  $F_1$  teljesítményéhez képest rendszerint erős depressziót mutat.

**Hibrid** (bastard): jelentős mértékben eltérő öröklöttségű szervezetek keresztezésének eredményeként jön létre. Fajon belüli beporzásból *fajtahibrid*, a fajok közötti beporzásból *fajhibrid* keletkezik.

**Hibridálás** (hibridizáció, hibridogámia, keresztezés): hibrid egyed létrehozása. Az előállítás növényekben idegen pollennel való megporzással, állatoknál különböző genotípusok párosztatásával történik.

**Hibrid származéksor** vagy **hibridsor**: → Származéksor

**Hímelőzés**: → Protogínia

**Hiperploid**: egy v. több szám feletti kromoszómát tartalmazó egyed.

**Hipoploid**: a kromoszómaszerelvényből egy v. több kromoszóma hiányzik.

**Hipostatikus gén**: → Episztatikus gén

**Homeosztázis** (genetikai v. kollektív  $H$ .): a populációban, mesterséges kiválogatás után, az eredeti géngyakoriságot természetes kiválasztódással helyreállító folyamat.

**Homológ kromoszómák**: a meiózis profázisában párosodó, nagyságra, alakra, szerkezetre, működésre megegyező kromoszómák, amelyek ugyanazon gének alléljeit tartalmazzák.

**Homozigóta:** egy adott gén azonos alléljeit tartalmazó szervezet. Egyféle gamétát ( $A$ ,  $A$  vagy  $a$ ,  $a$ ) hoz létre.

**Homozigótis:** homozigóta egyed genetikai állapotának jelölése.

**Információ** (tájékoztatás): a kibernetikától átvett fogalom; genetikai értelemben az élőlények azon berendezéseit jelenti, amelyekkel utódaik fejlődési irányát (kialakulásának programját) meghatározzák.

**Inkompatibilitás** (összeférhetetlenség):

1. normális ivarszervek megléte esetén a kereszteződés v. önmegporzás nem következik be valamilyen genetikai (élettani) ok miatt;
2. az alany és az oltóallyal összeférhetetlenség következtében előáll, hiányos összeforrása, amely miatt nincsen meg az elvárt, normális növekedés.

**Interfázis:** a sejtosztódásban használt terminológia szerint a nem osztódó sejt telofázis és profázis közötti állapota (nyugvó mag állapot).

**Interfertilitás:** két növény egymást megtermékenyítő képessége.

**Intermedier** (köztes): egy v. több jelleg köztes (pl. piros  $\times$  fehér = rózsaszín virágszín stb.) megjelenési módja.

**Introgresszió** (introgresszív hibridálás): az egyik faj egyes génjeinek egy másik faj genotípusába való bevitele a hibridek sorozatos visszakereszteződése útján.

**Ivaros szaporodás:**  $\rightarrow$  Szexuális szaporodás

**Ivartalan szaporodás:**  $\rightarrow$  Aszexuális szaporodás

**Ivarsejt** (csírasejt):  $\rightarrow$  Gaméta

**Izoláció** (elszigetelődés, izolálódás): a populációk elkülönülése (v. elkülönítése), amelyek között, a fellépő akadályok miatt a beporzás, termékenyülés, korlátozott vagy akadályozott. Az izoláció lehet: földrajzi, ökológiai, fenológiai, ivari és genetikai. Utóbbinál a kromoszómák számbeli és szerkezetbeli változása biztosítja az elkülönülést, mivel az a kereszteződést kizárja. Az izolálódás evolúciós jelentőségű folyamat. Az elszigetelődött egység: izolátum.

**$K_1, K_2, K_3$  (Klón):** ivartalan szaporítású (dugványozás, klónozás), egymás utáni „nemzedékek”;  $\rightarrow$  még  $C_1, C_2, C_3$ .

**Kasztrálás** (ivartalanítás, emaszkuláció): a keresztezésre előkészített virág még nem ivarérett porzóinak eltávolítása az önmegporzás megakadályozása céljából.

**Keresztezés:**  $\rightarrow$  Hibridálás

**Keresztezési módszerek:** az erdészeti nemesítésben különböző módszereket alkalmaznak, amelyeket főleg a mezőgazdasági nemesítőktől vettek át. A leggyakrabban használt módszerek a következők. (Bővebben l. a 3.33 fejezetben):

1. **Rákeresztezés** (top cross): a nőiivarú egyedeket ( $n_1$ ) egy vagy több apai egyeddel ( $n_2$ ) porozzuk be. A szülők száma változhat:  $n_1 \geq n_2$ . A szülők kiválasztásakor sok esetben a rendelkezésre álló virágrügyek száma a döntő tényező.

Pl.

$\begin{matrix} \diagup & \text{♂} \\ \text{♀} & \diagdown \end{matrix}$	K	L
A	A $\times$ K	A $\times$ L
B	B $\times$ K	B $\times$ L
C	C $\times$ K	C $\times$ L
D	D $\times$ K	D $\times$ L

$$n_2 = 2$$
$$T = n_1 \times n_2 = 8$$

$$n_1 = 4$$



2. Diállél keresztezés: több szülőt, minden lehetséges kombinációban keresztezünk.

Pl.

♂ ♀		A	B	C	D
A	A×A	A×B	A×C	A×D	
B	B×A	B×B	B×C	B×D	
C	C×A	C×B	C×C	C×D	
D	D×A	D×B	D×C	D×D	

$$n = 4$$

Teljes D.: olyan keresztezési módszer, amikor  $n$  számú szülővel (példánkban  $n = 4$ ) az összes lehetséges beporzást végrehajtjuk, beleértve az önbeporzást és a reciprok beporzást is.

Az összes keresztezések száma:  $\ddot{O} = n^2 = 16$ .

Részleges D.: bármelyik kombináció elmaradhat.

Pl.

nincs önbeporzás  $\ddot{O} = n^2 - n = 12$ ,

nincs reciprok keresztezés  $\ddot{O} = \frac{n^2 + n}{2} = 10$ ,

nincs reciprok keresztezés és nincs önbeporzás:

$$\ddot{O} = \frac{n^2 - n}{2} = 6.$$

3. Pollenkeverékes (tömeges) keresztezés (poly-cross): a női egyedek több egyedről gyűjtött pollenkeverékkel porozzunk be.

Pl.

♂ ♀		Keverék (K+L+M+N)
A	A×Keverék	
B	B×Keverék	
C	C×Keverék	
D	D×Keverék	

$$n_2 = 1$$

$$T = n_1 \times n_2 = 4$$

$$n_1 = 4$$

4. Kétszülős keresztezés: minden szülő csak egyszer szerepel mint női vagy mint hím partner a keresztezésben.

Pl.

♂ ♀		A	B	C	D
A	-	A×B	-	-	
B	-	-	-	-	
C	-	-	-	C×D	
D	-	-	-	-	

$$n_1 = 4$$

$$T = n_1 \cdot 2 = 2$$

$$n_1 = 4$$

5. **Visszakeresztés** (back-cross): egy  $F_1$  hibrid visszakeresztése valamelyik szülővel ( $A \times B$ ) ♀  $\times$  A ♂). Az ismétlődő visszakeresztés különösen alkalmas arra, hogy egyszerűen öröklődő tulajdonságokat átvigyünk: pl. kórokozók elleni rezisztencia.

**Kétszeres keresztésű hibrid** (double-cross): két olyan  $F_1$  hibrid keresztése ( $A \times B$ )  $\times$  ( $C \times D$ ), amelynek mind a négy nagyszülője (A, B, C, D) különböző genotípusú.

**Kiméra** (chimera): különböző genetikai összetételű szövetek társulása egy szervezet azonos részében (pl. hajtás stb.). Leggyakrabban egymásra oltással vagy rügymutációval, hasadással, megzavart mitózissal keletkezik. A *periklinális* kimérában a genetikailag eltérő szövetek párhuzamos, koncentrikus rétegekben, a *szektoriálisban* csikokban, kórszövetekben helyezkednek el, és az egyik típusú beburkolja a másikat. A *meriklinális* kiméra az előbbi kettő olyan keveréke, amelyben a periklináliskiméra-jelleg csak részlegesen alakult ki. *Mixoploid*: olyan különböző ploidiásintű szövetekből álló kiméra, amely rendszerint a kolchicines kezelés után lép fel, és a diploid, valamint poliploid szövetek keverten fordulnak elő benne.

**Kiválasztás** (kiválogatás, szelekció): a növénynemesítésben alkalmazott módszer a meglévőknél jobb fajták előállítására. Vele a nemesítő a nemesítési alapanyagból (populációk, mutánsok, poliploidok) mennyiségi és minőségi értékelés alapján a nemesítési célnak megfelelő típusokat, formákat válogat ki és szaporít tovább. Formái: *tömegkiválasztás* és *egyedkiválasztás*.

**Klin** (cline): egy faj v. populáció összefüggő elterjedési területén a genotípus gyakoriságok (*genoklin*) v. fenotípus gyakoriságok (*fenoklin*) fokozatos változása, földrajzi (*geoklin*) vagy ökológiai (*ökoklin*) gradiensekkel korrelációban. A K.-es változékonyság fő tényezője a génáramlás és a stabilizáló szelekció. Felbomlása ökotípusok, földrajzi rasszok, alfajok keletkezését eredményezheti.

**Klón** (clon): egy egyedi ivartalan szaporodásából vagy szaporításából származó azonos genotípusú utódnemzedék.

**Klóncsoport**: klónok, ill. klónfajták meghatározott csoportja  $\rightarrow$  Szintetikus állomány.

**Klónegyed**: a klónok egyes egyedei.

**Klónfajta**: az egy növényegyed vegetatív elszaporításával, *klónozásával* nyert fajta.

**Klónkísérlet**: a kiválasztott egyedek vagy klónok olyan kísérletekben való értékelése, amikor az egyedeket és a klónokat egymás mellé telepítjük. Ezek a kísérletek adatokat szolgáltatnak a különböző genotípusokra, de legtöbbször nem adnak felvilágosítást a nemesítési értékre.

**Klónösszeállítás**: magtermesztő ültetvényhez (magplantázshoz) kiválasztott klónok meghatározott részarányú összeállítása.

**Kombináloképesség** (kombinációs hajlam): az egyednek v. vonalnak az a sajátsága, hogy más genotípusú szülőpartnerrel történt kombináció után az utódban meghatározott kvantitatív v. kvalitatív tulajdonságokat mutat.

**Kompatibilitás**:

1. egymással való termékenyülőképesség,
2. alany és oltógally eredményes összeforrása.

**Kontinuus variáció**: a variációnak az a formája, amelyik nem osztható élesen elkülöníthető osztályokba (pl. növények, állatok magassági, súlymértelei stb.), hanem egyik szélsőségtől (pl. a legkisebbtől) a másikig (a legnagyobbig) terjedő sorozatot alkot. Legtöbbször poligénes és polimer öröklődésű.

**Környezet**: *külső környezet* mindazon külső feltételek és behatások gyűjtőfogalma, amelyek a szervezetek életét és fejlődését befolyásolják; *belső környezet*: a sejtek tulajdonságai a szervezeten belül befolyásolják egyes tulajdonságok kifejlődését.

**Kromatida**: az anafázisban való szétválás előtt a kromoszómát alkotó két spirálfonalból hosszanti szétválás után két testvérkromatida és ebből két kromoszóma keletkezik.

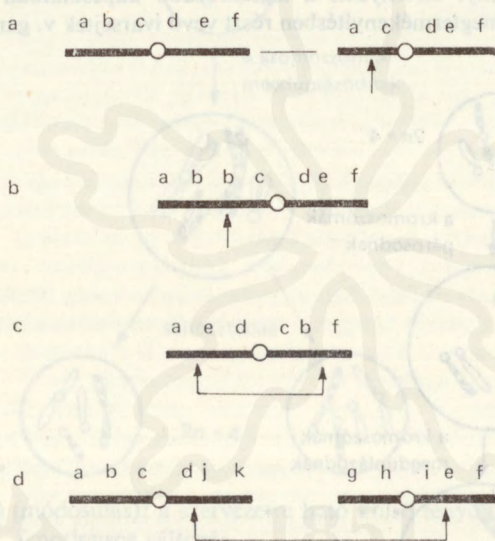
**Kromatin:** a sejtmag nagyrészt DNS-t tartalmazó, jól festődő anyaga, amely a kromoszómák fő alkotórésze.

**Kromomérek:** a meiózis vagy mitózis profázisában a kromoszómák gyöngysorszerű, sötétre színeződő részecskéi.

**Kromoszómák:** a sejtmagban található, osztódáskor szerveződő, jól festődő hosszanti osztódással szaporodó DNS-tartalmú struktúrák. Ezekben helyezkednek el a gének, lineáris elrendezésben. Számuk, hosszúságuk, szélességük, alakjuk általában jellemző az egyes fajokra.

**Kromoszómaaberráció:** abnormális kromoszómamódosulások, amelyek deficienciából (vesztéséből), duplikációból vagy a genetikai anyag átrendeződéséből származnak. *Deficiencia (a)* a kromoszóma egy részének elvesztése. *Duplikáció (b)* a kromoszóma kiesett része úgy illeszkedik a homológ partnerbe, hogy benne ezáltal ugyanaz a szerelvény kétszer, ismétlődő kettőzéskor többször fordul elő. Az *inverzió (c)* megváltoztatja a lokuszok sorrendjét, de a számát nem. Ezek az *intrakromoszóma-* vagy *kromoszómán belüli aberrációk*.

Az úgynevezett *interkromoszóma-* vagy *heteroszóma-aberráció* esetében nem homológ kromoszómák törnek el és cserélődnek ki bizonyos részeik; ez esetben *transzlokációról (d)* beszélünk.



**Kromoszóma-alapszám:** egy rendszertani csoport legkisebb, haploid kromoszómaszáma.

Pl. Pinus nemzetség alap-kromoszómaszáma:  $x = 12$ .

**Kultivár (cultivar, röv.: cv.):** → Fajta

**Kvantitatív öröklődés (mennyiségi öröklődés):** a kvantitatív tulajdonságok (→ Tulajdonság) öröklésmenete, amelynek törvényszerűségeivel a biometriai genetika egyik fejezete, az ún. *kvantitatív genetika* foglalkozik (→ Biometriai genetika).

**Labilis gén:** az egyedfejlődés vagy az egymás utáni nemzedékek során többször mutálódó, a környezettől könnyen befolyásolt működésű gén.

**Letális dózis (LD<sub>50</sub>, halálos dózis):** a besugárzásnak ez a mennyisége, amelynek hatására a besugárzott egyedek 50%-a elpusztul.

**Letális mutáció (gén):** okozhatja a gaméták életképtelenségét (gametikus letalitás), v. megakadályozhatja a zigóta fejlődését (zigotikus letalitás). Ez utóbbi a megtermékenyülés után későbbi időpontban is jelentkezhet.

**Levegőbujtás:** a vegetatív szaporítás egyik módszere, amelynek során az ágakon gyűrűzés vagy sebzés segítségével gyökérfejlődést idéznek elő. A megsebzett részt mohával vagy vattával veszik körül, amit sokszor gyökérserkentő anyaggal itatnak át.

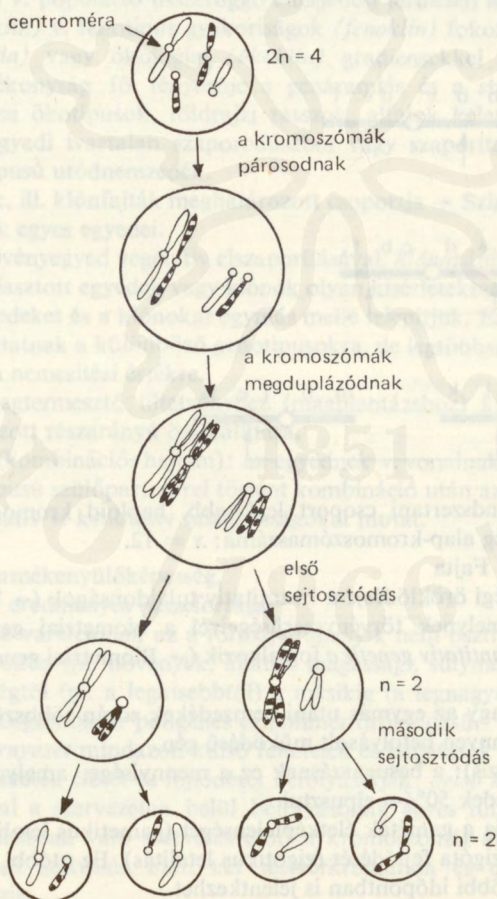
**Lokusz (locus):** a → gén fizikai helye a → kromoszómában.

**Magtermesztő ültetvény (magplantázs):** nemesített anyaggal, genetikailag értéktelenebb populációktól izolálva telepített ültetvény, amelyet intenzíven gondozunk a könnyen begyűjthető mag bőséges és gyakori előállítására érdekében. Létesítéskor klónokat (oltványt vagy dugványt) vagy csemetéket ültetnek olyan fákról, amelyeket kívánatos tulajdonságaik miatt választottak ki. (Bővebben I. a 3.6 fejezetben.)

**Makroevolúció:** genetikai változások eredményeként jelentkező, populációrendszerek elkülönülésére vezető evolúciós folyamat. Új fajok (új nemzetségek) kialakulására vezető.

**Megtermékenyítés:** a petesejt és a spermium egyesülése, amelynek eredményeként a zigóta keletkezik. Némely faj esetében a megtermékenyítés hónapokkal a beporzás után történik.

**Meiózis (számcsökkentő sejtosztódás):** a közvetett vagy fonalas sejtosztódásnak az a típusa, amelynek során az adott szervezetre jellemző kromoszómaszám a felére csökken. Valamennyi élőlényben a legszorosabb kapcsolatban áll az ivari folyamattal, ill. a megtermékenyítésben részt vevő ivarsejtek v. gaméták képzésével.



**Mendel szabályai** (törvényei, mendelezés): azt az elvet tükrözik, hogy az öröklődést elkülönült részek határozzák meg, amelyek a meiózisban véletlenül válnak szét, és a megtermékenyüléskor kombinálódnak.

1. **Uniformitás szabálya:** az első hibridnemzedék ( $F_1$ ) egyöntetűsége.

2. **Hasadás szabálya:** a tulajdonságok az  $F_2$  nemzedékben szétválnak, hasadnak, mendeleznek.

3. **Szabad rekombinálódás szabálya:** a tulajdonságok független öröklődésének szabálya.

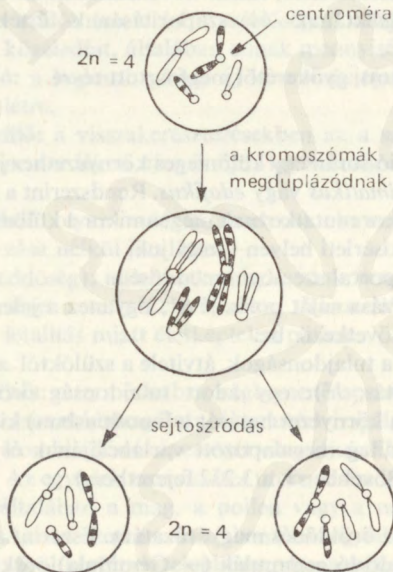
**Metafázis:** a sejtosztódásnak ebben a szakaszában a kromoszómák megrövidülnek és a sejt közepén, az ekvatorális síkban helyezkednek el.

**Metaxénia:** a növényvilágban az apai szülő pollenjének a magház v. a vacok anyai szöveteire (a termés méreteire) gyakorolt hatása.

**Mikrobiális genetika:** a genetikának a mikroszervezetek vizsgálatával foglalkozó ága.

**Mikroevolúció:** fajon belül a populációkban fellépő öröklődő megváltozásokon alapuló evolúciós folyamat. Új változatokat, fajokat hoz létre.

**Mitózis** (szám tartó osztódás): a sejtosztódás olyan formája, amelyben minden kromoszóma egyformán kettéoszlik, úgyhogy a számuk az utódsejtekben ugyanannyi, mint amennyi az anyasejtekben volt.



**Modifikáció** (módosulás): a szervezetre ható külső tényezők által előidézett, nem öröklődő fenotípusos változás.

**Monohibrid:** olyan hibrid, amelynek szülei ( $RR$  és  $rr$ ) egymástól egyetlen genpárban különböznek, és ennek következtében az utód heterozigóta lesz ( $Rr$ ).

**Monoploid:** olyan egyed, amely egyetlen genommal (kromoszómaszerelvénnyel) rendelkezik.

**Monoszómia:**  $2n - 1$  kromoszómával rendelkező szervezet.

**Multiplex** (többszörös) **alléllia:** kettőnél több allél jelenléte ugyanazon lokuszon (egy diploidban mindig csak kettő van).

**Mutagének:** mutációt kiváltó fizikai hatások, ill. vegyületek. Egyes gének is lehetnek közvetve mutagén hatásúak más génekre.

**Mutáció:** az öröklődési anyagban ugrásszerűen végbemenő olyan megváltozás, amely nem genetikai rekombinációval jött létre. Mutációk általában rendszeresen, de igen kis gyakorisággal jelentkeznek; gyakran recesszívek és károsak, de fontos részei az evolúciónak, és a nemesítés alapanyagát adják. A megváltozott egyedeket mutánsnak hívjuk. (Bővebben l. a 4.15 alfejezetben.)

**Mutabilis gén:** gyakran, könnyen mutáló gén.

**Mutációs nyomás (pressure):** egy populációban a mutáns gének keletkezésének állandó mennyisége (aránya).

**Mutáns:** a mutáció során előállt egyed; általában a vad típustól eltérő, mendelező öröklődést mutató variáns.

**Neokombináció (újrakombinálódás):** az  $F_2$  és további nemzedékek újszerű génkombinációja, ami a keresztezés utáni ( $F_1$ ) heterozigóta allélpárok független mendelezésének az eredménye.

**Nőelözés:** → Protandria.

**Nősterilitás:** a sterilitás olyan formája növényekben, amikor a petesejt életképtelen, de a pollen fertilis.

**Nulliszómia:** egy teljes kromoszómapár hiánya. Képlete:  $2n-2$ .

**Oltás:** szövet vagy szerv átültetésén alapuló vegetatív szaporítási mód. A jó oltás feltétele az egészséges, jól fejlett alany és oltóvessző (-gally). Az időpont akkor megfelelő, amikor az alany kambialis rétege intenzív működésben van. Az oltóág általában megtartja eredeti genetikai összetételét; ennek következtében az oltás az oltóanyag megőrzésének, vizsgálatának és szaporításának értékes módszere (→ Alany, → Oltvány).

**Oltvány:** a növényalanyra (→ Alany) ráoltott, gyökerétől megfosztott része.

**Overdominancia:** → Szuperdominancia

**Ökotípus:** olyan változat, amely az evolúció során egy különleges környezethez jól alkalmazkodott. Az ökotípus lehet *klimatikus* vagy *edafikus*. Rendszerint a tájfajta is Ö. Az ökotípusok különösen akkor mutatkoznak meg, amikor a különböző helyről származó anyagot egységes kísérleti helyen vizsgáljuk.

**Önmeddőség (autosterilitás):** a saját virággal szembeni meddőség.

**Önmegtermékenyítés:** egy növény megporzása saját pollenjével; ugyanez a jelenség önmegtermékenyülőknél spontán következik be.

**Öröklődés (átöröklés, öröklés, hereditás):** a tulajdonságok átvitele a szülőktől az utódokba.

**Örökölhetőség (öröklékenység, heritabilitás,  $h^2$ ):** egy adott tulajdonság öröklettségének szilárdságát (a genotípus és a környezet hatását a fenotípusban) kifejező értékszám; e tulajdonság genetikailag megalapozott varianciájának és fenotípusos varianciájának hányadosa. (Bővebben l. a 3.232 fejezetben.)

**Pangenezis:** Darwin túlhaladott elmélete az öröklődés magyarázatára. Eszerint a szomatikus sejtekből az ivarsejtekbe vándorló gemmulák (→ Gemmula) öröklítik az egyes sejtek tulajdonságait az utódokba.

**Panmixis:** egy kölcsönösen termékenyülő (allogám) populációban az egyedek közti teljesen szabad, véletlenszerűen végbemenő párosodás.

**Partenogenezis:** petesejtből megtermékenyítés nélkül kialakuló új generáció (→ Apomixis).

**Partenokarpija:** mag nélküli termésképződés. A magház a magkezdemények termékenyítése nélkül, valamilyen rendellenes stimuláló hatás (magas hőmérséklet, hirtelen fagy, rovarszúrás) következtében terméssé fejlődik. Mesterségesen is előállítható idegen virággal vagy hormonok alkalmazásával, kéreggyűrűzéssel stb.

**Poliploid:** kettőnél több genomot tartalmazó szervezet (→ Triploid, Tetraploid stb.).

**Poligénia:** egy külsőleg egységes jelleget több gén határoz meg.

**Poliméria:** egy tulajdonságot (pl. nagyság) több, egymásra különféle módon ható gén határoz meg.

**Populáció (népesség):** az élőlényeknek genotípus tekintetében nem teljesen azonos, de sokszor hasonló csoportja, amely egy adott területet népesít be és amelynek tagjai ivaros szaporodás esetén kölcsönösen termékenyülnek.

**Populációgenetika:** a genetikának az az ága, mely a gének (allélek) gyakorisági megoszlását, s ennek változási dinamikáját vizsgálja az egyes populációkban.

**Profázis:** a sejtosztódás első fázisa, amelyben a kromoszómák először láthatók fénymikroszkóppal. Megelőzi a metafázist.

**Protandria** (proteroandria, nőelőzés): a porzók termők előtti beérése ugyanazon a növényen vagy ugyanabban a virágban.

**Protoginia** (proteroginia, hímelőzés, porzót előzés): a termők porzók előtti beérése ugyanazon a növényen vagy ugyanabban a virágban.

**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>:** a mutációk előállítása érdekében besugárzott alapanyag utónemzedékek jelzésére használt jelölés.

**Rassz** (race): egészen általános fogalom a fajon belüli, meghatározott bélyegek tekintetében elkülönülő, kisebb-nagyobb csoportok megjelölésére. A földrajzi vagy ökológiai rasszok kialakulása egyik leggyakoribb útja a fajképződésnek. A rasszok igen különféle rendűek lehetnek, s jellemzőjük, hogy meghatározott genetikai bélyegek azonosak. Izolációjuk formája alapján megkülönböztetünk *történelmi rasszokat*; *ökológiai rasszokat* (ugyanazon földrajzi terület eltérő ökológiájú területein) stb.

**Recesszív:** → Domináns

**Regresszió:** a szülők (esetenként szélsőséges) értékeitől az utódokban a faj átlagához való közeledést, általában ennek mennyiségi jellemzőit kifejező értékszám.

**Rekombináció:** a kapcsolt gének új kombinációja, amely a szülőktől eltérő típusokat hoz létre.

**Rekurrens szülő:** a visszakeresztezésekben az a szülő, amellyel az F<sub>1</sub>-et, s ennek utónemzedékeit újra és újra keresztezik.

**Spontán mutáció:** olyan mutáció, amelynek oka rendszerint ismeretlen. Mutagének alkalmazása nélkül jön létre.

**Sterilitás** (meddőség): alkalmatlanság utódok létrehozására. *Nősterilitás:* a petesejt meddősége a termékenyülésben. *Hímsterilitás* (genikus S.): homozigóta recesszív letalítás miatt életképtelen pollen.

**Szabad beporzás:** a természetben végbemenő spontán beporzás.

**Szabadbeporzásos utódvizsgálat:** olyan utódvizsgálat, amellyel a kiválasztott szülők általános kombinálódóképességét vizsgáljuk. Csak a magtermő szülők azonossága ismert. Az egyedek természetes úton, szabad beporzással termékenyülnek meg.

**Származás:** általában a mag, a pollen vagy a növény eredeti földrajzi származási helye. Az erdészeti nemesítésben azon egyedek gyűjtőneve is, amelyek eredeti helyüktől távol kerülnek telepítésre, de nagyjából az eredeti populációval egyenértékűek, részei az alfajnak, az ökotípusnak vagy változatnak.

**Származáskutatás** (-vizsgálat): a faj tartományán belüli genetikai variáció kutatása.

**Származéksor:** egy egyedtől ivaros szaporodással létrejött utónemzedék; önmegetermékenyülő homozigóta vagy két azonos genotípusú szülőtől *tiszta származéksor* (v. tiszta vonal), heterozigóta vagy eltérő genotípusú szülőktől *hibrid származéksor* (*hibridsor*) jön létre.

**Szelekciós index:** több tulajdonság összevont értékének komplex mutatója. Minden tulajdonságot ökonómiai súllyal súlyoznak. A Sz. meghatározásának modern biometriai módszerei a diszkriminanciafüggvényen alapszanak, ami lehetővé teszi az örökletes tulajdonságok messzemenő figyelembevételét a szelekciós munkában.

**Szelekciós különbség:** az utópopuláció kisselektált egyedeinek fenotípusos középértéke és a szelektálás előtti alappopuláció fenotípusos középértéke közötti különbség. A Sz. annál nagyobb, minél kisebb a szelektált egyedek aránya az alappopuláció egyedeinek számához viszonyítva és minél nagyobb a kérdéses tulajdonság fenotípusos szórása.

**Szelekciós intenzitás:** a populációnak az a részaránya, amelyet kisselektálnak és tovább-szaporítanak. (Bővebben l. a 3.233 fejezetben.)

- Szemzés:** az oltásnak az a módja, mikor egy szemet vagy rügyet illesztünk egy bevágásba az alanyra. Ha az egyesülés megtörtént, az alanynak az oltás fölötti részét levágják.
- Szerzett tulajdonság:** a normális típus megváltozása a környezeti tényezők hatására.
- Szerzett tulajdonságok öröklődése:** olyan, többnyire csak feltételezett folyamat, amelynek során a szülőknél a környezet hatására bekövetkező anyagcsere-életteni, alak- és működésbeli adekvát megváltozásai az utódok öröklődő tulajdonságává válnak.
- Szexuális szaporodás:** az utód (zigóta) két ivarsejt (gaméta) egyesüléséből jön létre.
- Szimpatikus (faj):** ugyanazon vagy egymást átfedő területeken élő fajok vagy populációk.
- Szintetikus állomány:** sok klónból (multiklónos állomány), vonalból v. több törzsfá szabad megporzású családjából összetett utóállomány (I. utódnemzedék).
- Szintetikus fajta:** több, egymással természetes viszonyok között is jól kereszteződő és kombinálódó, klón, vonal, v. család szabad megporzásából eredő, termőképes populációt adó fajta.
- Szomatikus (testi sejt):** a testhez tartozó, két rendes, egy apai és egy anyai kromoszómaszerelvényt tartalmazó sejt.
- Szuperdominancia (overdominancia):** a domináns allél heterozigótás ( $Aa$ ) összetételben erőteljesebben érvényesül, mint homozigótában ( $Aa > AA > aa$ ).
- Telofázis:** a sejtosztódás utolsó fázisa, amelyben a kromoszómák a sejtek két pólusán gyűlnek össze.
- Termesztési kísérletek:** a növényfajta teljesítőképességének, életteni tulajdonságainak, természeti értékének meghatározása céljából beállított szabadföldi kísérletek.
- Tetraploid:** két genom helyett négy ( $4n$ ) szerelvénnyel bíró egyed.
- Tiszta származéksor vagy vonal:** → Származéksor
- Tömegkiválasztás:** a populációból a minket érdeklő egyedeket kiválasztjuk, azok szabad beporzású vagy ellenőrzött beporzásból származó magját összekeverjük és a magoncokat együtt kezeljük. A tömegkiválasztást végrehajthatjuk egy alkalommal vagy pedig több generáción át folytatjuk. A T. a legrégebb és legegyszerűbb nemesítési módszer.
- Tőgyed (klónalap):** a klónozás alapjául szolgáló anyanövény.
- Törzsfá: (pluszfá):** a fenotípus alapján kizselektált faegyed, amely valamely tulajdonságban kimondottan meghaladja az átlagos fát. A kifejezést általában mind állományban, mind egyedül álló fára használjuk. A kiválasztás sokszor több tulajdonságban is jelentkezik, mások a törzsfá csak egy tulajdonságban (pl. fagy vagy károsítók elleni ellenállóképesség) múlja felül a többi fát.
- Törzsfajlás (filogenezis):** az a folyamat, amelynek során meglévő fajokból új fajok alakulnak ki; az élő szervezetek kialakulásának, evolúciójának története.
- Transzgresszív szegregáció:** olyan egyedek megjelenése az  $F_2$ -ben (v. később), amelyeken egy adott sajátság szélsőségesebb jellegű a szülőknél, s ez rögzíthető.
- Triploid ( $3n$ ):** három genommal rendelkező szervezet.
- Tulajdonság (jelleg, sajátság, minőség, működés):** elkülöníthető és többé-kevésbé egyöntetű bélyeg, amely egy egyedet vagy egy csoportot, pl. egy fajt vagy változatot jellemez. Külső megjelenési forma, amely a gének és a környezet hatására fejlődik ki. *Morfológiai tulajdonság:* az élőlény külső, alakjellemezője. A M.-t a növényeken általában a virág, a termés, a mag és a levél, a szár és a gyökér leírásával tanulmányozhatjuk. *Fiziológiai tulajdonság:* az élő szervezetek életjelenségei, életfolyamatai. Ilyenek pl. a táplálkozás, a növekedés, a szárazság, fagy, rovarok, gombák elleni ellenállás. *Minőségi (kvalitatív) tulajdonság:* általában a nem mérhető, csak kategóriákba, csoportokba sorolható jellegek (pl. piros, rózsaszín virágszín szerinti beosztás). *Mennyiségi (kvantitatív) tulajdonság:* a szokványos mérő módszerekkel és mértékegységekkel (kg, cm stb.) mérhető és kifejezhető jellegek (pl. termésmennyiség). *Domináns tulajdonság:* az utódban megjelenő, az egyik szülő megfelelő tulajdonságát elnyomó



sajátság (→ Dominancia). *Recesszív tulajdonság*: valójában jelen van a növényben, de megjelenését a domináns tulajdonság elnyomja. A későbbi generációkban tanulmányozható, amikor a domináns és recesszív tulajdonságok szétválasztása megtörténik.

**Utódnemzedék:** populációból kiválasztott törzsfák ivaros v. vegetatív úton nyert szaporulata. Az előző esetben *magról vetett nemzedékről*, az utóbbiban *klónnemzedékről* beszélünk. A keresztezést követő első U. az  $F_1$  hibridgeneráció.

**Vad típus:** egyedeknek, fajnak a természetes (vad) populációkban meglévő uralkodó és a természetben előforduló allélek teljes együttesével rendelkező típusa. Így az evolúció folyamán az adott környezetben a legtöbb esélye van a fennmaradásra. (Mai ismereteink alapján a V. egy sor különféle genotípus.)

**Változat:**

1. Fajon belüli taxonómiai egység; a fajtól eltérő minőségi bélyegek kicsik és öröklődnek, de nincs sem térbeli, sem időbeli izolálódás.
2. Azoknak a nemesítés után előállított alakoknak a gyűjtőfogalma, amelyek egy bizonyos hasznos vagy újra előállítható tulajdonságban különböznek az alapfajtól. Ebben a második értelmezésben a taxonómusok jobban ajánlják a kultivár (→ Fajta) kifejezés használatát.

**Variáció** (változatosság): minden élőlényre jellegzetes tulajdonságok különbségei. A genetika ezek tanulmányozásával foglalkozik. (Bővebben I. a 3.1 fejezetben.)

**Variáns:** a megváltozott, eltérő geno- vagy fenotípusú egyed.

**Vegetatív szaporodás:** ivarsejtek közreműködése nélkül, gumóval, hagymával, rügyekkel, oltással stb. történő szaporodás vagy szaporítás.

**Visszakeresztezés:** egy  $F_1$  hibrid visszakeresztezése valamelyik szülővel.

**Vonal:** → Beltenyésztett származéksor

**Xénia:** a pollent adó szülő tulajdonságainak jelentkezése a hibrid mag embrionális szöveteiben. A kettős megtermékenyítés következménye. *Metaxénia:* a növényvilágban az apai szülő pollenjének a magház v. a vacok anyai szöveteire (a termés méreteire) gyakorolt hatása.

**Zigóta:** két ivarsejt egyesüléséből származik; a keletkezett egyed (ha a gaméták haploidok) diploid ( $2n$ ).

... a ...  
... a ...  
... a ...

... a ...  
... a ...  
... a ...

... a ...  
... a ...  
... a ...

... a ...  
... a ...  
... a ...

... a ...  
... a ...  
... a ...

... a ...  
... a ...  
... a ...

... a ...  
... a ...  
... a ...

# Tárgymutató

A fogalmak részletesebb magyarázatának, ill. leírásának oldalszámait *kurzívvval* szedtük,

- A**
- aberráció 285
  - Abies* genus 112
    - *amabilis* 198
    - *cephalonica* 18, 198
    - *concolor* 127, 195, 197–198
    - *grandis* 127, 197, 198
    - *lasiocarpa* 198
    - *normanniana* 197
    - *numidica* 127
    - *pinsapo* 18, 127
    - *sibirica* 254
  - Acacia mearnsii* 40
  - Acer* genus 112, 116
    - *negundo* 195
    - *rubrum* 113
    - *saccharinum* 113
    - *saccharum* 40, 53
  - Actinomyces alni* 235
  - adaptáció → alkalmazkodás 53, 285
  - additív gén (-hatás) 39, 60, 61, 156, 285
    - , nem- (non-) 60–61
  - Aesculus glabra* 112
    - *octandra* 112
    - *pavia* 112
  - akác 219–225
    - citológiája 220
    - elterjedése 220
    - fajtaválaszték (-szelektált fajták) 28
    - nemesítése 221–225
    - növekedése 220
    - szaporodásbiológiája 220–221
    - termőhelye 220
    - variációja 221
  - aklimatizáció (meghonosodás) 285
  - alany 285
  - alapkutatás 51, 204
  - albinizmus 285
  - alkalmazkodás (adaptáció, epharmózis) 53, 285
  - alkalmazott kutatás 51–52
  - allél 285
  - allopatrikus (faj) 285
  - alloplidia 286
    - , auto- 286
    - , genomos 286
    - , szegmentális 286
  - allopoliploid 119, 183, 187, 285
  - Alnus* genus 188
    - *glutinosa* 18, 101, 234
    - – var. *Balatonialis* 235
    - – var. *pilosa* 235
    - – f. *laciniata* 235
    - – f. *pyramidalis* 235
    - *incana* 18, 234, 235
    - x *rubra* 35
    - *viridis* 234, 235
  - amfidiploid 285
  - anafázis 285
  - aneuploid 285
  - anthézis 285
  - antibiózis 47
  - anyafa (anyató) 285
  - anyai öröklődés (citoplazmás öröklődés) 285
  - apogámia → apomixis 286
  - apomixis 286
  - Araucaria cunninghamii* 35
  - arborétumok 197
  - aszexuális (ivartalan) szaporodás 286
  - atavizmus (visszaütés) 286
  - autopoliploid 183, 187, 286
  - autoszómák 286
  - autotetraploid 286
- Á**
- álgesztesedés 216
  - államilag minősített fajta 202
  - állományszelekció 73–81, 229, 233, 236

átöröklési mechanizmus 37  
átváltás 89

## B

*Bambus* genus 18  
barka 208, 209, 235  
bastard → hibrid  
bázisgyűjtemény 214  
beltartalmi tulajdonság 247  
beltenyésztett származéksor  
( $I_1, I_2, I_3$  stb.)  
50, 123, 287  
beltenyésztés 286  
beltenyésztési minimum 123  
beporzás 118, 126  
—, ellenőrzött (mesterséges) 118,  
126  
—, félig szabad 118  
—, idegen 213  
—, ön- 118  
—, szabad 118, 128  
—, szomszéd- 118  
*Betula* genus 188  
— *verrucosa* 53, 184  
biogenetikai alaptörvény 287  
biokémiai genetika 287  
biometria 141  
biometriai (matematikai, kvan-  
titatív) genetika 20, 51, 287  
bioszisztématicai (kísérleti taxo-  
nómiai) vizsgálat 71  
biotípus 287  
biszexuális (hermafrodita) 287  
bivalens kromoszómák 287  
blokk 130  
—, inkomplett 130  
—, teljes 130  
*Bothrytis* sp. 83  
brit-kolumbiai (Kanada) dug-  
lászfenyő-nemesítési program  
272  
bükk 230—233  
— citológiája 231  
— elterjedése 230—231  
— nemesítése 232—233  
— növekedése 230  
— szaporodásbiológiája 231  
— termőhelye 230  
— variációja 232

## C

$C_1, C_2, C_3$  (Clon) 287  
*Caragana arborescens* 44  
*Castanea* genus 116, 236, 237  
— *crenata* 45, 237  
— *dentata* 45, 127, 236, 237

— *henryi* 236  
— *mollissima* 45, 127, 237  
— *ozarkensis* 236  
— *pumila* 45  
— *sativa* (syn.: *vesca, vulgaris*)  
45, 197, 236  
— — cv. *asplenifolia* 236  
— — cv. *glabra* 236  
*Cedrus atlantica* 198  
— *libanoni* 198  
*Ceratocystis ulmi* 45  
*Chamaecyparis* genus 112, 198  
*Chermes cooley* 47  
*Cichona ledgeriana* 161  
citogenetika 287  
citológia 15  
citoplazma (sejtplazma) 287  
citoplazmás himsterilitás 287  
citoplazmás (plazmás) öröklődés  
287  
*Cronartium asclepiadeum*  
(syn.: *Cr. flaccidum, Perider-  
mium pini*) 45, 249  
— *ribicola* 46, 47  
crossing-over 287  
*Cryptomeria japonica* 53, 117,  
195, 198  
cukorérték 224  
*Cupressus* genus 112

## CS

család 50, 287  
családszelekció (családtenyész-  
tés) 98, 99, 287  
csemeteosztályozás 88—90  
— — hatásai 90, 91  
csertölgy 225  
cserzőanyag-tartalom 40, 227  
csíraplazma 287

## D

darwinizmus 287  
*Dasyscypha willkommii* 29, 46,  
253  
deficiencia (hiány) 287  
demonstrációs (bemutató) ültet-  
vény 140, 146  
determinációs koefficiens 160  
dezoxiribonukleinsav (DNS) 269,  
287  
dichogámia 287  
dihibrid 288  
dió 237, 238  
— elterjedése 237, 238  
— genetikai elemzése 237  
— nemesítése 238

dió szaporodásbiológiája 237  
 diploid (2n) 288  
 diszgenikus 288  
 diszkontinuus (megszakított) 288  
 dominancia 46, 56, 57, 60, 288  
*Dotichiza populea* 45  
 double-cross 288  
 drift (véletlen genetikai sodrás)  
     288  
 duglászfenő 264–272  
   – egyedszelekció 266, 267  
   – elterjedése 264  
   – életciklusa 265–267  
   – genetikai jellemzői 266  
   – keresztezése 267, 268  
   – klónvizsgálat 267  
   – nemesítés 266–272  
   – növekedése 264  
   – szaporodásbiológiája 265–  
     267  
   – termőhelye 264  
   – utóvizsgálat 268  
   – variációja 266  
   – vegetatív szaporítása 265  
 dugvány 288

## E

EFE (Erdészeti és Faipari Egye-  
 tem) 9, 25, 197  
 egyedfejlődés 288  
 egyedkiválasztás 288  
 elimináció 288  
 elismert szaporítóanyag 288  
 elitfa 98, 288  
 ellenőrzött beporzás (kereszte-  
 zés) 288  
 előzetes vegetatív közelítés 288  
 elszigetelés → izoláció  
 eltolási effektus 59  
 emaszkuláció → kasztrálás  
 energiaültetvény (-erdő) 33, 40  
*Endothia parasitica* 45, 113, 236  
 episztatikus gén 288  
 episztázis 56, 60, 289  
 erdeifenyő 241–249  
   –, 'Cikota-1' 246, 247  
   –, 'Cikota-2' 247  
   – elterjedése 241, 242  
   – életciklusa 243  
   – klónvizsgálat 247  
   – nemesítés 244–249  
   – növekedése 241  
   –, porosz 243  
   –, rigai 243  
   – szaporodásbiológiája 245

erdeifenyőszarmazási kísérlet 244  
   – termőhelye 241  
   – utóvizsgálat 245–248  
   – variációja 243, 244  
 erdészeti genetika 53  
 erdészeti nemesítés 23, 24  
 erdészeti nemesítők 21, 22  
 erdészeti növényfajta 289  
 erdészeti növénynemesítés (erdei  
   fák nemesítése) 11, 14, 289  
   – feladatai (célkitűzései) 30,  
     32, 33  
   – módszerei 12–14, 20  
   – világkonferenciái 20  
 Erdészeti Növénynemesítési Al-  
 bizottság 27, 104  
 erdészeti szaporítóanyag forgal-  
 mazása 29  
 erdészeti világkongresszusok 20,  
   22  
 ERTI (Erdészeti Tudományos  
 Intézet) 9, 25–27, 40, 104,  
   147, 151, 152, 197, 198, 213,  
   221  
*Eucalyptus* genus 18, 34, 133, 264  
 eugenetika 289  
 euploid 183, 289  
 euramerikai nyárak → *P. × eur-*  
   *americana*  
 evolúció (leszármazás, az élő vil-  
   lág fejlődése) 289  
 exótahonosítás. (-bevezetés) 194  
   – céljai 195, 196  
 extenzív nemesítés 233  
 extrakttartalom 36, 37, 247  
 extranukleáris (extrakromoszó-  
   más) öröklődés 289  
 ezermagtömeg 87, 88

## É

élelem termelése erdőben 40–42  
 értékelési kor 156

## F

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, 289  
*Fagus* genus 230–233  
   – *moesiaca* 232  
   – *orientalis* 231, 232  
   – *silvatica* 53, 101, 231, 232  
   – f. *quercoides* 232  
   – × *grandifolia* 231  
 faj- és nemzetséghibridek (távoli  
   hibridek) 289  
 fajhibrid 289  
 fajta (kultivár) 14, 194, 289  
   – bevezetése 52, 194

fajtabírálat 289  
 – -gyűjtemény 26, 204  
 – -hibrid 289  
 – -kísérlet 146, 147, 201, 202  
 – -minősítés (elismerés) 30, 31, 200–202, 289  
 – -összehasonlító kísérlet 216, 289  
 – –, technológiai 216  
 – -védelem 200  
 faktor 289  
 faktoriális → Nemesítési kísérlet  
 fa minőségének javítása 30, 36–39  
 FAO (Food and Agriculture Organisation) 27  
 FAO–UNDP (–United Nations Development Programme) Oktatási Központ 27  
 fatermesztés ipari forradalma 27  
 fatermés (-hozam, -termés) növelése 33–36  
 faültetvény 28  
 fejlődési fázis 289  
 fejlődési szakasz (stádium) 290  
 feketefenyő 260–264  
 – egyedszelekció 262, 263  
 – elterjedése 260  
 – életciklusa 260, 261  
 – klónvizsgálat 262, 263  
 – -nemesítés 261–264  
 – szaporodásbiológiája 260, 261  
 – származási kísérlet 261  
 – szövettani vizsgálata 262  
 – termőhelye 260  
 – variációja 261  
 fenogenetika (fejlődésgenetika) 290  
 fenológia 146, 290  
 fenotípus 290  
 – elemzése 60, 61  
 fenyő fajtafenntartás 240  
 fenyők nemesítése 239–272  
 fenyőszaporítóanyag-igény 239  
 fertilitás (termékenyülőképesség) 58, 185, 290  
 fiatalkori tesztelés 216  
*Fomes annosus* 259  
 fotoperiodizmus 159, 290  
 fotoszintézis intenzitása 34  
 fototropizmus 159  
*Fraxinus* genus 116

*Fraxinus americana* 124  
 – *excelsior* 101  
 – *pennsylvanica* 195  
 földrajzi izoláció 290  
*Fusicladium radiosum* 127  
 fűz 208–218  
 – genetikai elemzése 212  
 – elterjedése 209, 211  
 – nemesítése 213, 214, 218  
 – növekedése 209, 211  
 – szaporodásbiológiája 208  
 fűzvirágzat 235  
 fűzfafélék → *Salicaceae*  
 fűzszomszéd → *Salix* genus

## G

gaméta (ivarsejt) 290  
 gametikus (szövet v. nemzedék) 290  
 gametofiton 290  
 gemmula 290  
 gén 290  
 génállomány (-készlet) 56, 229, 290  
 – megőrzése 93, 97  
 génbak 204  
 géncentrum (fajkeletkezési központ) 90, 290  
 gének jelölése 290  
 genetika (örökléstan) 11, 290  
 – eseményei 23  
 genetikai egyensúly 290  
 – elemek 51  
 – korreláció 290  
 – nyereség (szelekciós-) 50, 57, 58, 63–65, 92, 156, 290  
 gényakoriság (-frekvencia) 56, 291  
 génkapcsolódás (linkage) 291  
 génmozgás (áramlás, flow) 52, 291  
 genom 291  
 genotípus 115, 144, 291  
 – környezet kölcsönhatás 60, 61, 291  
 gesztenye 236, 237  
 – elterjedése 236  
 – nemesítése 237  
 – szaporodásbiológiája 237  
 – termőhelye 236  
 – variációja 237  
 génrezervátum 91, 92, 94, 204  
*Gilletella colley* 100  
*Gleditsia triacanthos* 53, 195

**GY** gyakorlati nemesítési munkák 51, 52  
gyantatartalom (-hozam) növe-  
lése 40, 158  
gyérintési módszer (kísérletben)  
139, 140  
gyökérdugványozási módszer  
224  
gyűjteményes anyatelep 146

**H** haploid 291  
hárs, ezüst 101  
—, kislevelű 101  
—, nagylevelű 101  
Hardy—Weinberg szabály 291  
helyszíni bizottsági bíráló 201  
helyezhetőség (pozícióeffektus)  
291  
heritabilitás → örökölhetőség  
hermafrodita → biszexuális  
heterogén 53  
heteroploid 291  
heterozigóta 56, 213, 291  
heterozigózis 291  
*Hevea brasiliensis* 162  
hibrid (bastard) 113, 291  
—, luxuriáló 113, 127  
— -vizsgálat 116  
hibridálás (hibridizáció, hibrido-  
gámia, keresztezés) 48, 52,  
112, 291  
hibridfőlény (-vigor) 17, 114,  
115, 231, 291  
—, adaptív 114  
—, reprodukzív 114  
—, szomatikus 114  
hibrid származéksor v. hibridsor  
291  
hímelőzés → protoginia  
hiperploid 291  
hipoploid 291  
hiposztatikus gén → episztatikus  
gén  
homeosztázis (genetikai v. kol-  
lektív) 291  
homogén (állomány, ültetvény)  
39  
homológ kromoszómák 291  
homozigóta 56, 57, 292  
homozigózis 90, 292  
honosítás 52, 194, 213  
—, arborétumban 197  
—, félüzemi 198

honosítás, nagyüzemi 198  
honosítási kísérlet 197—199  
hosszúhajtás 209

**I** információ (tájékoztatás) 292  
inhibitor 51  
inkompatibilitás (összeférhetet-  
lenség) 292  
intenzív termesztés 31  
interfázis 292  
interfertilitás 292  
intermedier (köztes) 292  
introgresszió (introgresszív hib-  
ridálás) 113, 292  
IPTNS (Internat. Provenance  
Trial Norway Spruce, Nemzet-  
közi Lucfenyő Származási  
Kísérlet) 82, 86, 258  
ismétlés 130, 133  
IUFRO (Erdészeti Kutatóinté-  
zetek Nemzetközi Szövetsége)  
kísérlet 249, 258, 259,  
268  
— kongresszusok 20, 22, 27  
ivaros szaporodás → szexuális  
szaporodás  
ivarsejt (csírasejt) → gaméta  
ivartalan szaporodás → aszexuá-  
lis szaporodás  
izoláció (elszigetelődés, izoláló-  
dás, izolálás) 93, 222, 292  
izoláló zacskó 118

**J** *Juglans* genus 237, 238  
— *cinerea* 237  
— *hindsii* × *J. regia* 238  
— *mandschurica* 238  
— *nigra* 53, 197, 237, 238  
— — × *J. hindsii* 238  
— *regia* 195, 197, 237, 238  
— — *J. nigra* (*J. intermedia*)  
238  
— *Sieboldiana* × *J. cinerea* 238  
— — × *J. regia* 238  
*Juniperus sabina* 195

**K**  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  (klón) 292  
kasztrálás (ivartalanítás, emasz-  
kuláció) 125, 292  
keresztezés (hibridálás) 112—128  
— céljai 128  
—, diallél 119, 293  
—, egyszerű 118

- keresztelés, ellenőrzött (mesterséges) 113
- , faj- (távoli) 119, 127
  - , fajta- (közeli) 114, 119, 129
  - , kétszeres 118
  - , kétszülős 118, 293
  - , komplex 119
  - munkafázisai 125
  - munkaszakaszai (lépcsőfokok) 116–118
  - növényházban 125, 126
  - , rá- (top-cross) 293
  - , reciprok 119
  - szabadban 126, 127
  - , tömeges (pollenkeverékes, poly-cross) 293
  - , vissza- (ismételt, back-cross) 118, 293
- kereszteléses nemesítés 214, 215, 222
- keresztelési módszerek 118–123, 292–294
- technika 123–127
- kéregfekély 215
- kétszeres keresztelésű hibrid (double-cross) 294
- kiméra (chimera) 294
- kísérlet terjedelme (nagysága) 134
- kísérleti adatfelvétel 140
- hiba 131
  - hibaszórás 131
  - reprezentáció 132, 141
  - terület 206
- kísérleti elrendezés 135
- –, latin négyzet 136
  - –, latin téglá 136
  - –, rácsnégyzög (négyzetes rács) 136, 137
  - –, rácsnégyzet (kettős rács) 136
  - – randomizált (véletlen) blokk 135
- kísérletsorozat 133, 134
- kísérlet típus 132–135
- , csemetekerti 132
  - , egyes 134
  - , egyfa-parcellás 133
  - , hosszú időtartamú 133, 134
  - , kisparcellás 132, 133
  - , közepes időtartamú 133
  - , középparcellás 133
  - , laboratóriumi 132
  - , ladás (keretes) 132
- kísérlet típus, mikroparcellás 132
- , nagyparcellás 133
  - , rövid időtartamú 133
  - , szórt 135, 138
  - , terepi (szabadföldi) 133
- kiválasztás (szelekció) 11, 49, 56–58, 294
- , állandósító (stabilizáló) 65
  - célkitűzései 58
  - , -egyed- 59, 95, 96, 233, 236
  - , felbontó (diszruptív) 65
  - genetikai hatása 56
  - , fenotípusos 65
  - , indirekt 47, 51, 58
  - , irányító (lineáris) 65
  - , lépcsős (tandem) 50
  - módszerei 64–66
  - , negatív 64, 65, 88
  - , negatívan ható 65
  - , pozitív 64, 65, 67, 88, 89
  - több jellegre (egyidejű) 50, 51
  - , tömeg- 59, 66, 67, 88, 229, 233, 236
- kiválasztásos (szelekciós) nemesítés alapelvei 57, 58
- kiválasztódás (kiválás) 56
- kiválogatás 56
- klimatikus rassz 18
- klímaturés 43, 44, 221
- klin (cline) 238, 294
- klón (clon) 294
- klóncsoport 294
- klónnegyed 294
- klónelszaporítás 98
- klónfajta 294
- klóngyűjtemény 26
- klónkísérlet 294
- klónkiválasztás 98
- klón- (oltvány-) plantázs 165
- –, elit 168
  - –, előnyei 169
  - –, hátrányai 170
  - –, hibrid 165
  - –, ökotípus 165
  - –, primer 168
  - –, származás 165
  - –, szelektált 168
- klónarchívum (országos törzsgyűjtemény) 146, 204
- klónkísérlet 216, 252
- klónösszeállítás 294
- klónszelekció 49, 205



klónvizsgálat (klónellenőrzés)  
 49, 143, 145, 244  
 kocsányos tölgy → *Quercus robur*  
 kocsánytalan tölgy → *Quercus  
 petraea*  
 kolhicin 186  
 kombinálóképesség (kombináci-  
 ós hajlam) 123, 294  
 kompatibilitás 294  
 kontinuos variáció 294  
 korai értékelés 51, 57, 157, 160,  
 202  
 korrelációs koefficiens (r) 141,  
 157, 160  
 kölcsönhatás 131  
 környezet 294  
 —, belső 61  
 —, hatás 60, 61  
 —, külső 61  
 kromatida 294  
 kromatin 295  
 kromomérek 295  
 kromoszóma-aberráció 295  
 kromoszóma-alapszám 212, 295  
 kromoszómák 295  
 kultivár → fajta  
 kutatás és gyakorlat kapcsolata  
 205—207  
 kvantitatív (mennyiségi) öröklő-  
 dés 295  
 — genetica → biometriai gene-  
 tika

## L

labilis gén 295  
*Larix* genus 116, 249—254, 265  
 — *decidua* (*europaea*) 44, 47, 90,  
 100, 161, 252  
 — — var. *alpica* 251  
 — — var. *polonica* (syn.: *car-  
 patica*) 251  
 — — ×*leptolepis* (*L.* × *eurole-  
 pis*) 29, 46, 117, 127  
 — ×*eurolepis* 29, 35, 127, 251—  
 253  
 — *leptolepis* (syn.: *L. kaemp-  
 ferii*) 44, 47, 90, 195, 198  
 — — ×*decidua* 44, 46  
 — ×*leptoeuropaea* 251  
 — *sibirica* 198, 254  
*Lentinus edulis* 41  
 letális dózis (halálos dózis) 295  
 letális mutáció (gén) 295  
 levegőbujtás 296  
 lignintartalom 36, 247

*Liquidambar styraciflua* 53  
*Liriodendron tulipifera* 53, 195  
 lombfák nemesítése 208—238  
*Lophodermium pinastri* 45, 134,  
 159, 249  
 lokusz (locus) 60, 296  
 lucfenyő 254—260  
 — anatómiája 259  
 — elterjedése 254, 255  
 — életciklusa 256  
 — -nemesítés 257—260  
 — növekedése 256  
 — szaporodásbiológiája 256  
 — -származási kísérlet 257, 258  
 — termőhelye 254, 256  
 — -utóvizsgálat 257, 260  
 — variációja 257  
 — vegetatív szaporítása 258,  
 259

## M

magasköris → *Fraxinus excelsior*  
 magfák kiválasztása 92  
 magoncplantázs 168  
 — előnyei 170  
 — hátrányai 169  
 magosztályozás 86—88  
 magrezervátum 92, 93, 98  
 magszármazás 17  
 magtermelő állomány 26, 91,  
 92—95, 229, 257  
 — —, elit 91  
 — —, fenotípus alapján kijelölt  
 91  
 magtermelő ültetvény (magplan-  
 tázs, plantázs) 296  
 magtermesztési érték 143, 149,  
 244, 252  
 magtermő kor 102  
 makktermő állomány 233  
 makktermő képesség 227  
 makroevolúció 296  
 mammutfenyő 18  
 Marssonina 215  
 matematikai statisztika 15  
 Megastigmus 267  
 meghonosodott növény 194  
 megtermékenyítés 296  
 meiózis (számcsökkentő sejt-  
 osztódás) 296  
*Melampsora* 216  
 — *pinitorqua* 45, 46  
 meliorálás 28, 36  
 Mendel szabályai (törvényei,  
 mendelezés) 297

mesterséges (provokatív) fertőzés  
46  
metafázis 297  
metaxénia 297  
méhészeti érték 40, 221–223  
— —, összetett 221  
mézgas éger 234–236  
— — citológiája 235  
— — elterjedése 234  
— — nemesítése 236  
— — növekedése 235  
— — szaporodásbiológiája 235  
— — termőhelye 234  
— — variációja 235  
mikrobiális genetika 297  
mikroevolúció 297  
mitózis (számtartó osztódás) 297  
modifikáció (módosulás) 297  
monohibrid 297  
monoploid 297  
monoszómia 297  
multiplex (többszörös) allélia 297  
murvapikkely 208  
mutabilis gén 297  
mutabilitás 190  
mutagének 297  
mutáció 43, 52, 182, 190, 297  
—, extranukleáris 191  
—, genom- 191  
—, indukált (provokált) 190  
—, irányítatlan 191  
—, irányított 191  
—, kromoszóma- 191  
—, rügy- 191  
—, spontán 190, 191  
mutációs nemesítés 52, 190–193  
— nyomás (pressure) 298  
mutáns 190, 298

## N

nektártermelés 40, 220, 224  
nemesített (ellenőrzött) szaporítóanyag 28  
nemesítés 11  
—, beltenyésztés (heterózisos) 122, 123  
—, keresztezéses nemesítés eredményei 127, 128  
—, kombinációs 115, 120, 121  
— módszerei, eljárásai 11, 49  
— stratégiája 50, 204  
— szervezése 205–207  
— transzgressziós 121, 122  
nemesítési érték 143

nemesítési kísérlet 128  
— — célja 128  
— —, egytényezős 130  
— — munkarészei 129, 130  
— — szakaszai 129  
— —, többtényezős (faktoriális) 130  
nemesítési program (— cél) 15, 38, 39, 203–205, 229, 248, 249, 269–272  
neokombináció (újrakombinálódás) 298  
növelés → protandria  
nősterilitás 298  
növekedési ritmus 158  
nulliszómia 298  
nullkontroll 130

## NY

nyárok 208–218  
— elterjedése 209, 210  
— genetikai elemzése 212  
— nemesítése 212–218  
— növekedése 216, 217  
— rendszertani felosztása 208, 209  
nyárfaszortiment 218  
nyárfatermesztés 213  
nyárnemzettség → *Populus* genus  
nyárszekciók 209

## O

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) szaporítóanyag-osztályozás 197  
olasznyár → *Populus* genus  
oltás 126, 298  
oltási módok 167  
oltógally 126  
oltvány 126, 298  
OMFI (Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet) 200, 201  
OMFT (Országos Mezőgazdasági Fajtaminősítő Tanács) 200, 201, 218, 223  
— Erdészeti Szakbizottsága 200, 201  
országos törzsgyűjtemény → klónarchívum  
overdominancia 298  
OVSZF (Országos Vetőmag- és Szaporítóanyag Felügyelő-ség) 30

- Ö**
- ökotípus 298
  - önmeddőség (autosterilitás) 122, 298
  - önmegtermékenyítés 298
  - öröklődés (átöröklés, öröklés, hereditás) 11, 298
  - örökölhetőség (öröklékenység, heritabilitás,  $h^2$ ) 50, 51, 57, 61, 154, 298
  - , szűkebb 61, 63, 64
  - , tágabb 61

- P**
- pangenezis 298
  - panmixis 298
  - parafatermelés 40
  - parcella 131
  - , al- 131
  - , bruttó 131
  - , fő- 131
  - , nettó 131
  - , szegély- 131
  - partenogenezis 298
  - partenokarpia 298
  - Phaeocryptopus gäumannii* 45, 100
  - Phellodendron amurense* 195
  - Phyllostachys* 18
  - Picea* genus 112, 116, 254–260
  - *abies* (syn.: *excelsa*) 53, 72, 100, 112, 193, 254
  - – ssp. *obovata* 257
  - – var. *aurea* 193
  - – f. *acuminata* 257
  - *engelmannii* 127, 264
  - *glauca* 24, 127, 192
  - *jezoensis* 24, 127
  - *obovata* 112, 254, 257
  - *orientalis* 198
  - *pungens* 195
  - *saághy* 24
  - *sitchensis* 72, 192, 193, 198
  - Pinus* genus 112, 116, 134, 270
  - *banksiana* 53, 89, 193, 195
  - *cembra* 194, 254
  - *contorta* 71
  - – var. *latifolia* 198
  - *densiflora* 113
  - *elliottii* 35, 37, 40, 53, 127
  - *griffithii* 46, 113, 198
  - –  $\times$  *strobos* 46
  - *jeffreyi* 198
  - *kochiana* 243
  - *monticola* 46, 53

- Pinus mugo* 194
- *nigra* (syn.: *P. austriaca*) 100, 127, 194, 198, 260–264
- – ssp. *laricio* 161, 261–263
- – ssp. *nigra* 261–263
- – ssp. *pallasiana* 261–263
- – ssp. *Salzmannii* 261, 262
- *patula* 53
- *peuce* 198
- *pinaster* 198
- *ponderosa* 19, 53, 67, 198
- – var. *scopulorum* 68
- *radiata* 34, 53, 127, 133
- *resinosa* 47, 53, 55, 127, 188
- *rigida* 117, 127, 198
- *silvestris* 53, 99, 100, 128, 192
- *strobos* 46, 47, 100, 113, 193, 195
- *taeda* 35, 37, 53, 117, 127
- *thunbergii* 113
- Pissodes pini* 134
- *strobi* 47, 48
- plantázs 95, 161, 206, 222, 257
- , beltenyésztéses 169
- elrendezési típusai 172–179
- –, ciklikus, kiegyensúlyozott, nem teljes blokk 175
- –, irányított, ciklikus, kiegyensúlyozott, nem teljes blokk 175
- –, kiegyensúlyozatlan, nem teljes blokk 173
- –, kiegyensúlyozott, nem teljes blokk 174
- –, kiegyensúlyozott rácsnégyzet 176
- –, randomizált blokk 172
- –, randomizált teljes blokk 172
- –, soros blokk 172
- –, szisztematikus elrendezés 176
- –, váltakozó blokk 173
- –, változatlan blokk 172
- –, visszafordított blokk 173
- , fenntartó 169
- , kereskedelmi 169
- , kísérleti 169
- , klón- 165–168
- létesítése 170–181
- , magonc- 168–170
- méretezése 171
- nyesése 180, 181

- plantázs, speciális 259  
 — telepítése 171  
 — területe 163, 164  
 — típusok 165–170, 204  
*Platanus occidentalis* 53, 195, 196  
 — *orientalis* 196  
 ploidia 43  
 —, aneu- 183  
 —, eu- 183  
 —, hiper- 183  
 —, hipo- 183  
 — jelentősége 189, 190  
 — okai 185  
 poligénia 298  
 poliméria 298  
 polimorfizmus (sokalakúság,  
 többalakúság) 54, 55, 298  
 poliploid 182, 298  
 —, allo- 119, 183, 187  
 —, auto- 183, 187  
 — nemesítés 182–190  
 — sor 184  
 poliploidizálás 185–187  
 poliploid nemesítés 52, 223  
 pollenhígítás 118  
 pollentermelés 125  
 populáció (népesség) 298  
 —, hasadó 121  
 —, hibrid 115  
 —, vad- 233  
 —, mesterséges 58, 59  
 —, természetes 58, 59  
 populációgenetika 298  
 populációt jellemző fa 98  
 populétum 26, 217  
*Populus* genus (nyárnemzetség)  
 112, 116, 117, 144, 188,  
 208–210  
*P. alba* 186, 212, 213, 217  
 —  $\times$  *P. alba* 'H-425/4',  
 'H-325/10' 215  
 —  $\times$  *P. alba* cv. 'Bolleana'  
 'H-427/3' 215  
 —  $\times$  *P. grandidentata* 215, 216–  
 218  
 —  $\times$  *P. grandidentata* 'Favorit'  
 (= 'H-422/1') 216, 218  
 —  $\times$  *P. grandidentata* ('H-422/1',  
 'H-422/6') 215, 216  
 —  $\times$  *P. tremula* 215–217  
 —  $\times$  *P. tremula* 'H-380/3' 216  
 —  $\times$  *P. tremuloides* 215  
 — *canescens* 214  
 —  $\times$  *P. alba* 214, 215  
*P. alba*  $\times$  *P. alba* cv. 'Bolleana'  
 'H-372/1', 'H-372/2' 216  
 —  $\times$  *P. grandidentata* 214, 215  
 —  $\times$  *P. grandidentata* 'H-424/2'  
 216  
 —  $\times$  *P. canescens* 214, 216  
 — *deltoides* 45, 112, 193, 212–  
 215  
 — 'B-60' 217  
 — 'S-298/8' 217  
 — 'S-235/16' 217  
 — 'S-307/22' 217  
 — 'S-611/C' 218  
 — 'V-247' 217  
 —  $\times$  *P. nigra* 215  
 —  $\times$  *P. nigra* cv. 'Italica'  
 'H-381' 218  
*P.  $\times$  euramericana* 127  
 — cv. '4B' 217  
 — cv. 'Blanc du Poitou' 217, 218  
 — cv. 'BL' 218  
 — cv. 'H-328' 217  
 — cv. 'Pannonia' ('H-490/3')  
 218  
 — cv. 'I-45/51' 213, 218  
 — cv. 'I-137' 213, 217, 218  
 — cv. 'I-154' 213, 218  
 — cv. 'I-214' 28, 216–218  
 — cv. 'I-273' 213, 218  
 — cv. 'I-477' 217  
 — cv. 'I-488' 217, 218  
 — cv. 'Marilandica' 218  
 — cv. 'OP-229' 216–218  
 — cv. 'Robusta' 214, 218  
 — cv. 'Sacrau' 216  
 — cv. 'Serotina' 193, 214  
 — *grandidentata* 212  
 — *Maximoviczii* 212  
 —  $\times$  *P. berolinensis* N°-21 217  
 — *nigra* 113, 212–214  
 — cv. 'Italica' 214  
*Populus* szekeció 209  
 —, *Aigeiros* (feketenyárok) 125,  
 126, 217  
 —, *Leuce* (rezgő- és fehérenyárok)  
 209, 215, 216, 218  
 —, *Leucoides* (nagylevelű nyá-  
 rak) 209  
 —, *Tacamahaca* (balzsamos nyá-  
 rak) 126, 209, 212  
 —, *Turanga* (félsivatagi nyárok)  
 209  
 — *tremula* 35, 45, 116, 127, 212,  
 213, 217

*Populus f. gigas* 19  
 —  $\times P. tremuloides$  212, 215  
 —  $\times P. tremuloides$  'H-452/4',  
 'H-452/6' 216  
 — *tremuloides* 127, 212, 217  
*P.  $\times$  tremuloides* 35, 45  
*P. trichocarpa* 192, 212, 214  
*Prays cuertisellus* 101  
 profázis 299  
 protandria (proteroandria, nő-  
 előzés) 299  
 protoginia (proteroginia, hím-  
 előzés, porzót előzés) 118,  
 299  
*Prunus serotina* 195  
*Pseudotsuga* genus 264  
 — *menziesii* (syn.: *P. Douglasii*)  
 53, 192, 195, 264–272

## Q

*Quercus* genus 53, 112, 225–230  
 — *borealis* 228  
 — *cerris* 225  
 — — var. *austriaca* 229  
 — — var. *laciniata* 229  
 — *dentata* 227  
 — *lyrata* 228  
 — *macrantera* 127  
 — *petraea* (syn.: *sessiliflora*) 100,  
 225, 228  
 — — ssp. *Dalechampii* 228  
 — — ssp. *petraea* 228  
 — — ssp. *Polycarpa* 228  
 — *phellos* 228  
 — *pubescens* 225  
 — — var. *glomerata* 228  
 — — var. *undulata* 228  
 — *robur* (syn.: *pedunculata*) 100,  
 127, 225, 228  
 — — var. *fastigiata* 228  
 — — var. *puberula* 228  
 — — var. *tardiflora* 228  
 — — — f. *slavonica* 228  
 — *rubra* 53, 195, 196, 197, 225,  
 228  
 — *virginiana* 228

## R

$R_1, R_2, R_3$  299  
 rassz (race) 299  
 recesszív  $\rightarrow$  domináns  
 regisztrgyűjtemény 201  
 regresszió 299  
 — -analízis 141  
 rekombináció 53, 115, 299  
 rekurrens szülő 299

rendszerinti felosztás 208  
 rezgőnyárok  $\rightarrow$  *Populus* genus  
 rezisztencia 42–48  
 —, abiotikus tényezőkkel szem-  
 ben 42–44  
 —, biotikus tényezőkkel szem-  
 ben 45–48  
 —, kedvezőtlen talajtényezők el-  
 len 44  
 —, kémiai 42  
 —, kései fagy elleni 43  
 —, korai fagy elleni 43  
 —, látszólagos 42  
 —, mechanikai 42  
 —, rovarok elleni 46–48  
 —, szárazság elleni 44, 227  
 —, szél elleni 44  
 —, téli fagy elleni 43, 159  
 —, teljes 42  
 —, valódi 42  
 —, viszonylagos 42  
 rezisztenciára (ellenállóképesség-  
 re) nemesítés 42–48, 215, 249,  
 259  
*Rhabdocline pseudotsugae* 45,  
 100, 133, 270  
*Rhizobium* 219  
*Rhus typhina* 195  
*Robinia* genus 116, 220, 221  
 — *ambigua* cv. *decaisneana*  
 221–223  
 — *boytonii* 220  
 — *hispida* 220  
 — *luxurians* 220  
 — *pseudoacacia* 100, 195, 219–  
 225  
 — — var. *galliana* 223  
 — — var. *inermis* 223  
 — — var. *monophylla* 24, 221  
 — — var. *praecox* 223  
 — — var. *pyramidalis* 221  
 — — var. *rectissima* 221  
 — — var. *unifolia* 221  
 — — cv. 'Appalachia' 223  
 — — cv. 'Császártöltési' 223  
 — — cv. 'Jászkiérei' 223  
 — — cv. 'Kiskunsági' 223  
 — — cv. 'Nyírségi' 223  
 — — cv. 'Pénzesdombi' 223  
 — — cv. 'Zalai' 223  
*Rosa rugosa* 41  
 rózsaszín AC akác 223  
 rövidhajtás 209

*Ryacionia* (syn.: *Evetria*) *buoliana* 47, 249

- S** *Saliceae* (fűzfafélék) 208–218  
*Salix* genus (fűznezemzetség) 117, 144, 208, 209, 212  
– *alba* 209, 214  
– – cv. 'Bédai egyenes' 218  
– – cv. 'Csertai' 218  
– – cv. 'Pörbölyi' 218  
– – cv. 'I-1/59' 218  
– – cv. 'I-4/59' 218  
– – cv. 'Veliki Bajar' 218  
– – var. *vitellina* 211  
– *caprea* 209  
– *fragilis* 209  
– *humboldtiana* 218  
– *pentandra* 209  
– *petiolaris* 211  
– *purpurea* 211  
– *triandra* 211  
– *vininalis* 211  
sárgafenyő → *Pinus ponderosa*  
Schelle-szegély-lyukkártya 104  
*Scolytus* ssp. *Hylorgopinus rufipes* 45  
*Sequoia* genus 264  
– *giganteum* 18  
– *sempervirens* 18, 117  
simafenyő → *Pinus strobus*  
simafenyő-héjzroszda 46  
sorozat 130  
speciális (egyéb) nemesítési cél 38, 40–42  
spontán mutáció 299  
standard 252  
sterilitás (meddség) 118, 299

- SZ** szabad beporzás 299  
szabadbeporzásos utóvizsgálat 299  
számítógép genetikai alkalmazása 142  
származás 59, 67, 69–71, 299  
származási kísérlet 17, 35, 59, 68, 69, 214, 244  
– – adatfelvétele 84–86  
– – elrendezése 82–84  
– – következtetései 69–71  
– – , szabadföldi 71  
– – szakaszai 71–73  
származáskutatás (-vizsgálat) 67, 299  
– – célja 73

- származáskutatás módszerei 71–86  
származéksor 299  
százalékos hibaszórás 131, 141  
szelekció → kiválasztás  
szelekciós index 50, 51, 58, 299  
– intenzitás 58, 61–63, 299  
– különbség (-differenciál-) 62, 299  
– nyereség → genetikai nyereség  
szemzés 300  
szerzett tulajdonság 300  
szerzett tulajdonságok öröklődése 300  
szexuális szaporodás 300  
szignifikancia szint 129, 141  
szimpatrikus (faj) 300  
szintetikus állomány 300  
– fajta 193, 300  
szomatikus (testi) sejt 300  
szomszédhatás 131  
szórás 141  
szuperdominancia 300  
szülőpartnerek kiválasztása 123

- T** tanúfa 94  
telepítési körzet 204  
telofázis 300  
termesztési eljárások 52  
– (technológiai) kísérlet 147, 300  
– – , félüzemi 147  
– – , üzemi 147  
– körzet 204  
teszter 119  
tesztklón 148  
tetraploid 300  
térfogattömeg (-súly, fajsúly) 36–39, 247, 248  
*Thuja occidentalis* 195  
– *plicata* 198  
*Tilia argentea* 101  
– *cordata* 101  
– *platyphyllos* 101  
tisza származéksor v. vonal →  
→ származéksor  
toboz pergethetősége 150  
– -termő képesség 155  
toktermés 208  
töpefizis 145  
tögyed (klónalap) 300  
tölgy 225–230  
– citológiaja 227

tölgy, cser- 225  
 — elterjedése 225, 226  
 —, kocsányos 225—226  
 —, kocsánytalan 225, 226  
 —, molyhos 225  
 — -nemesítés 229, 230  
 — növekedése 225, 227  
 — szaporodásbiológiája 227  
 — termőhelye 225  
 — variációja 228, 229  
 —, vörös- 225  
 tömegkiválasztás 300  
 törpefa 125  
 törzsalak 232  
 törzsállomány 204  
 törzsfa (pluszfa) 95, 204, 300  
 — értékelő lap 108, 109  
 — felvételi lap 104—107  
 — fenntartása 104  
 — kiválogatás célja 97  
 — kiválogatás módja 103, 104  
 — kora 102  
 — megjelölése 104  
 —, mennyiségi 101, 102  
 —, minőségi 102  
 — osztályozása 101, 102  
 — száma 103  
 törzsfajlódás (filogenezis) 300  
 törzsgyűjtemény 146  
 törzskönyv 94  
 törzslap 104, 111, 112  
 t-próba 141  
 tracheida 37  
 transzgresszió 114  
 transzgresszív szegregáció 114,  
 300  
 triploid (3 n) 300  
 triploid rezgőnyár 184  
*Tsuga canadensis* 198  
 — *heterophylla* 72, 192, 193, 198,  
 264  
 tulajdonság (jelleg, sajáttság, mi-  
 nőség) 300  
 —, adaptív 155  
 —, belső 36  
 —, külső 36  
 —, kvalitatív (minőségi) 59  
 —, kvantitatív (mennyiségi) 59  
 —, nem adaptív 156

## U

új nemesnyárok 218  
*Ulmus carpinifolia* 46  
 — *hollandica* 46  
 — *pumila* 46

## V

utódállomány 93, 204  
 utódnemzedék 301  
 utódvizsgálat 95  
 — célja 144  
 —, ellenőrzött beporzások 151,  
 152  
 — eredményei 154—156  
 —, ivaros 143, 150—156  
 —, ivartalan → klónvizsgálat →  
 → magtermesztési érték vizs-  
 gálat  
 —, szabad beporzások 150, 151  
 utódvizsgálati ültetvény 152  
 — teszt 204  
 vad típus (-faj) 14, 301  
*Valsa nivea* 45  
 variabilitás → változékonyság  
 variáció → változatosság  
 variancia (szórásnégyzet) 60, 61,  
 141  
 —, additív 154  
 —, nem additív 154  
 variációs koeficiens → száza-  
 lékos hibaszórás 131, 141  
 variáns 301  
 változat 11, 301  
 változatosság 32, 53—55, 72, 301  
 —, folytonos (kontinuus) 53  
 —, nem folytonos (diszkonti-  
 nuus) 53, 54  
 változékonyság 11, 14, 47, 52, 55  
 —, potenciális (rejtett) genetikai  
 53  
 —, szabad genetikai 53  
 vegetatív szaporodás (szaporítás)  
 224, 301, 258, 259  
 vektoranalízis 141  
 villásodás 100, 101, 227  
 virágzat előkészítése (kereszte-  
 zéshez) 125  
 virágzásindukálás (-stimulálás)  
 51, 57  
 virágzási típus 149  
 visszakeresztelés 301  
 vízhajtás 227  
 vízkultúrás módszer 125  
 vonal → beltenyésztett száрма-  
 zéksor  
 vörösfenyő 249—254  
 — egyedkiválasztása 252  
 — elterjedése 249, 250  
 — életciklusa 251  
 — keresztzése 253

vörösfenyő-nemesítés 251—254  
— növekedése 251  
— szaporodásbiológiája 251  
— származási kísérlet 251, 252  
— termőhelye 249  
— variációja 251

**W** washington—oregoni (USA)  
duglászfenyő nemesítési  
program 277

**X** xénia 301

**Z** zigóta 301  
zöldduglász — *Pseudotsuga*  
*menziesii* 53, 192, 195, 264—  
272  
Zöldhajtás — dugványozás 224

Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat  
Felelős kiadó dr. Sárkány Pál



81/634 Franklin Nyomda, Budapest  
Felelős vezető Mátyás Miklós igazgató

---

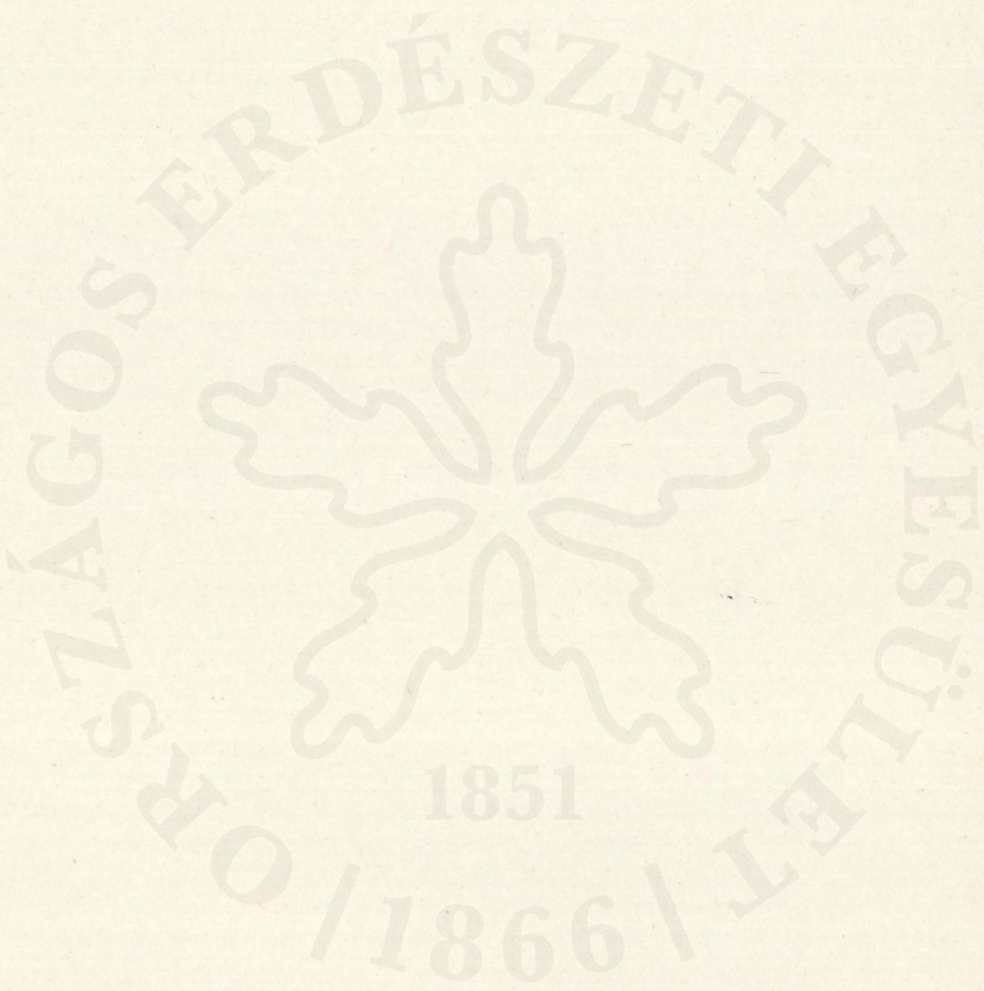
Felelős szerkesztő Szabadi Gusztáv  
Műszaki vezető Asbóthné Alvinczy Katalin  
Műszaki szerkesztő Héjjas Mária  
A kötetsterv Killer Marcella munkája  
Nyomásra engedélyezve 1981. február 19-én  
Megjelent 2500 példányban, 27,75 (A/5) ív + 16 oldal  
melléklet terjedelemben, 54 ábrával és 45 képpel  
Készült az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabvány szerint

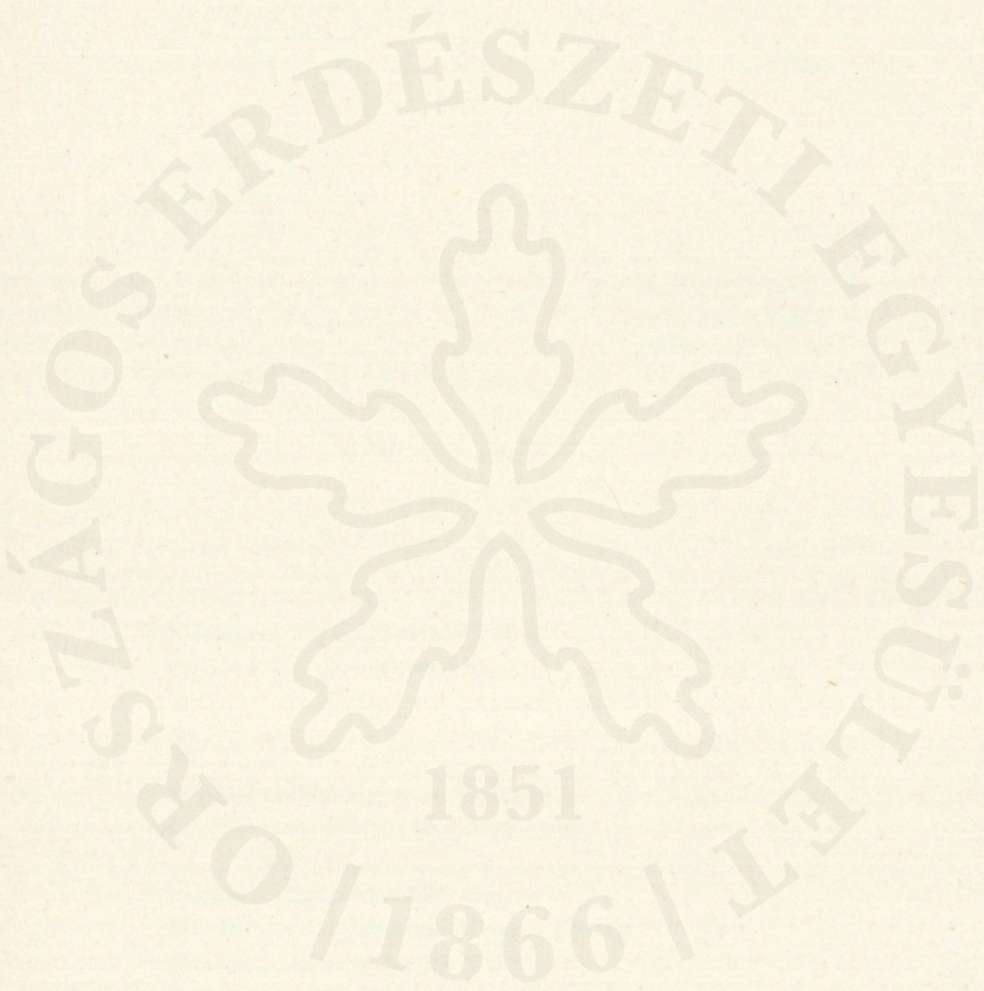
---

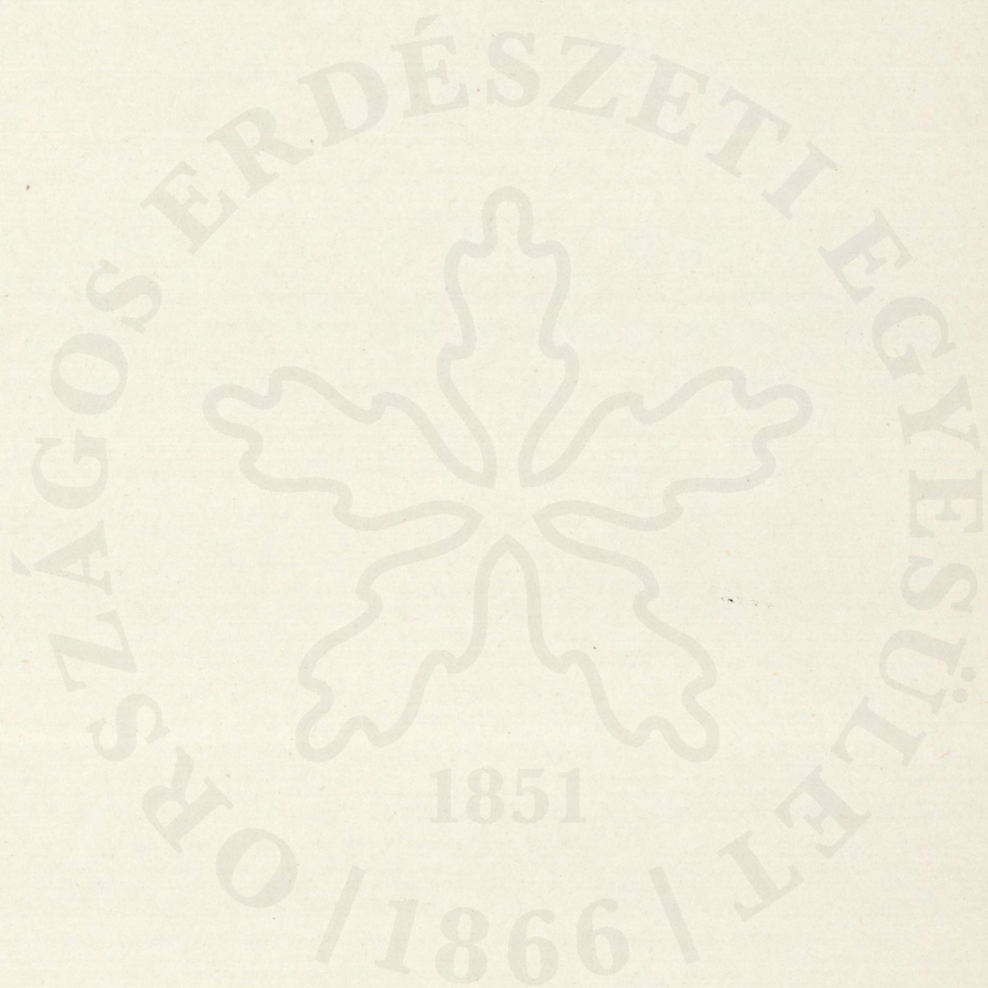
MG 3050-k-8183

---











TOMPA KÁROLY  
SZIKLAI OSZKÁR

ERŐDELTETI ÖNÉNYEMERÍTÉS