

ERDŐNEVELÉSÜNK GENETIKAI HÁTTERÉRŐL

DR. TOMPA KÁROLY

Ismeretes, hogy erdeink csaknem 70%-a a 40 évesnél fiatalabb korosztályokba tartozik, másrészt évente kerekén 30 ezer ha erdőtelepítést és vágásfelújítást kell végrehajtanunk. Így évente mintegy 35 ezer ha tisztítást és 55 ezer ha gyérítést tervezünk, vagyis a VI. ötéves tervben erdőterületünk közel egyharmadán kell nevelővágásokat folytatnunk.

Erdőművelési feladataink tehát a közeli és a távolabbi jövőben sem csökkenni, de a munkaerő mind kevesebb és a költségek egyre nagyobbak. Emiatt az utóbbi évtizedben élénk szakmai viták folynak arról, hogy csökkenthető-e a nevelővágások száma? Sőt a gyérítések nélküli erdőgazdálkodás lehetőségét is felvetették. Mindenesetre polgárjogot nyert a „korán, ritkán és erősen” alapelv. Alkalmazása azonban genetikailag káros.

Az erdőnevelés fő célját a szakemberek általában

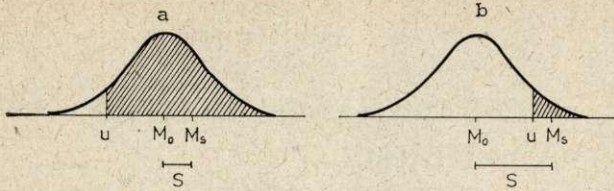
- a fatermés növelésében;
- elsősorban a lábon maradó állomány fatermésének minőségi javításában és
- esetenként a közvetlen faanyagnyerés lehetőségében látják.

Ismerik a kedvező elegyarányú állományok létrehozásában, a nagyméretű, jó minőségű fa termesztésében, a rezisztens állományok kialakításában, a környezet esztétikai formálásában stb. rejlő biológiai és ökológiai előnyöket, de az erdőnevelés genetikai alapjáról kevés szó esik.

Néhány alapfogalom

A tisztítások és gyérítések során tömegkiválasztást végzünk. Eltávolítjuk az állományból a kevésbé értékes törzseket és megfelelő növőtér-szabályozással az egészséges, jó törzsalakú, jól növekedő egyedek fejlődését elősegítjük. A nemesítésben pozitívnak mondjuk a szelekciót, ha az alappopulációból a célunknak megfelelő részpopulációt választjuk ki és csak ebből képezzük az új populációt. Ha a célunknak nem megfelelő részpopulációt választjuk ki, és csak ezt zárjuk ki az utódnemzedék létrehozásából, akkor negatív a szelekció. A kétféle eljárást az 1. ábra mutatja, ahol a populáció normális eloszlást követ. A görbe alatti terület = 100%, jelöli a szelektálatlan, M_0 középértékű alappopulációt. A vonalkázott felület azon egyedek összességét fejezi ki, amelyek az utógeneráció képzésében részt vesznek. A populációgenetikában nem különböztetik meg a pozitív és negatív szelekciót, mert az csak a szelekció végrehajtásának módját jelenti. A populációgenetika nézőpontjából a vonalkázott felülettel képviselt részpopuláció sorsa az érdekes, mert az szaporodik. Azt a fenotípusos értéket, amelytől kezdődően megtartjuk a részpopuláció egyedeit, szelekciós, ill. csonkítási pontnak nevezzük és az ábrákon u -val jelöljük.

1. ábra. Negatív (a) és pozitív (b) szelekció



A szelektált részpopuláció középértéke, M_s és az alappopuláció középértéke, M_0 közötti különbség a szelekciós differenciál, jele: S .

$$S = M_s - M_0$$

A szelektált részpopulációból származó utódpopuláció középértéke M_1 . Az M_1 és M_0 középértékek közötti különbség a szelekciós haladás vagy nyereség, jele: R .

$$R = M_1 - M_0$$

A szelekciós intenzitás (i) gyakorlatilag a szelektált egyedek száma az alappopuláció összes egyedének százalékában kifejezve. Minél kevesebb fa kerül kiválasztásra, annál nagyobb lesz a szelekciós differenciál. A szelekciós intenzitás értékét a jobb összehasonlíthatóság érdekében többnyire nem abszolút értelemben adjuk meg, hanem, mint a vizsgált jelleg szórására vonatkoztatott viszonyszámot. A szelekciós differenciált elosztjuk a szórással és ezzel egyszerűsítjük:

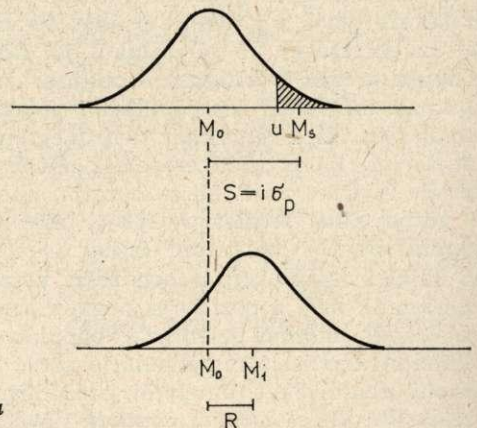
$$i = \frac{S}{\sigma_p}$$

ahol σ_p az alappopuláció fenotípusos szórása.

Tehát, ha a jellegvariánsok (famagasság, törzsegyenesség stb.) legalább megközelítőleg megfelelnek a szabályos eloszlásnak, a szelekciós differenciált a szelekciós intenzitás segítségével határozhatjuk meg: $S = i\sigma_p$.

A szelekciós haladás a szűkebb értelemben vett örökölhetőség (heritabilitás, h^2_{sz}) és a szelekciós differenciál szorzata.

Utóbbi kizárólag a nemesítő eljárásától függ. Ha utódellenőrzések révén



2. ábra. A szelekciós differenciál (S) és a szelekciós haladás (R) összefüggése

ismeretes a h^2_{sz} becsült értéke, a genetikai haladás egy bizonyos szelekciós különbségre megközelítéssel előre megmondható, a következő képlet segítségével:

$$R = i\sigma_p h^2_{sz}$$

Az örökölhetőség egy adott mennyiségi jelleg öröklöttségének szilárdságát (a genotípus és a környezet hatását a fenotípusban) kifejező értékszám. A szűkebb értelemben vett heritabilitás e jelleg additív varianciájának (a genotípusos varianciának az a komponense, amely additív — összegező — génhatásra vezethető vissza) és fenotípusos varianciájának a hányadosa:

$$h^2_{sz} = \frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_P}$$

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. A legracionálisabb nemesítési eljárás megválasztása szempontjából döntő, hogy h^2_{sz} a felső ($>0,7$, erős öröklöttség) vagy a középső ($0,3 < h^2_{sz} < 0,7$, közepes öröklöttség) tartományban fekszik-e. Ha h^2_{sz} közel van 1-hez, már egyszerű, a fenotípus alapján végzett tömegkiválasztástól nagy szelekciós nyereséget várhatunk. Az eddigi kísérletek szerint erősen öröklődik pl. a törzsegyenesség, az ágak szögállása, a csavaros növés, közepes öröklöttségű pl. a magassági növekedés, a sudarlósság, ághosszúság, térfogatsúly, fagyrezisztencia, kis öröklöttségű ($h^2_{sz} < 0,3$) pl. a vastagsági növekedés, ágvastagság, örvenkénti ágszám, rovarkárral és korhadással szembeni rezisztencia stb.

Gyakorlati megállapítások

A nemesítési szempontból negatív tömegszelekciót jelentő erdőnevelési beavatkozásának mérsékelt a javító hatása, elsősorban azért, mert a nem kívánatos jellegek megítélése az erdőművelő felfogásától függ és másodsorban azért, mert ezt a szelekciót az egész vágásforduló folyamán azonos elvek alapján, azonos módszerekkel hajtják végre. Meg kell jegyezni továbbá, hogy a nagy területekre kiterjedő erdőnevelési munkákat általában nem úgy végzik, hogy megakadályozzák az ápolóvágásban nem részesült környező állományokból a pollen beszóródását.

Genetikai nézőpontból az erdőnevelési beavatkozások hatása attól függ, hogy milyen a kivágás alapjául szolgáló jelleg, illetve a visszamaradó fák e jellegének varianciája, de legfőképpen attól, hogy van-e az állományban megfelelő számú, kiváló tulajdonságú faegyed. A nagyjából közepes és kis értékű egyedekből álló állományból az erdőművelő hiába távolítja el a leggyengébbeket, a visszamaradó fák átlagos értéke ezáltal alig javul.

Az erdőművelési gyakorlatban előfordul, hogy azonnali eredményre törekedve, az állományból akaratlanul is a legjobb fiatal fákat távolítják el, általánosan az elkövetkező generációk teljesítményét csökkentik. Hasonló helyzet állhat elő a természetes felújítógások alkalmával is amikor az első belenyúlások alkalmával (az előkészítő és vetővágáskor) gazdaságosságra törekedve sok értékes egyedet is kivágunk, és a felújulás gyengébb visszahagyott fákról történik. A korszerű nevelővágások sikere attól függ, hogy valóban a legértékesebb genotípusok javára dolgozunk-e. Ez a munka pl. a törzs alakját tekintve eredményes, de eléggé kétséges a növekedést illetően. Az ígéretes fák fenotípusos kiválasztása általában nehézségekbe ütközik, mert viszonylag fiatal korban kell dönteni, amikor a jellegek teljességükben még nem mutatkoznak meg. A korral a kiválasztott fák értéke változhat és a környezeti hatás is erősebben érvényesülhet.

Rá kell mutatnunk az erdőnevelési eljárásokat racionalizálni szándékozó, ritkább és erősebb belenyúlásokkal dolgozó újabb irányzatok genetikai hátteréire. Ha ritkábban végzünk ápolóvágásokat, kevésbé van lehetőségünk a legjobb feno-, ill. genotípusok fenntartására.

Feltétlenül hangsúlyozni kell viszont azt, hogy a helyesen gyéritett állományokról származó magvak gyűjtése már tartalmazza a *rekurrens* (megismételt) szelekció bizonyos elemeit és javítja az apai, ill. anyai örökletes tulajdonságokat. Az eljárás hatékonyságát a vizsgált tulajdonság öröklődése, valamint a szelekció intenzitása határozza meg. Ha erős öröklöttségről van szó, az anya genotípusa pontosan kimutatható és az utódok mérhetően jobb tulajdonságúak. A cél az, hogy néhány nemzedéken át folyamatosan növeljük a populációban a jobb genotípusok arányát és ezzel javítsuk a populáció vizsgált tulajdonságra vonatkoztatott általános értékét.

Hazánkban Mátyás Csaba igazolta utódvizsgálatok kvantitatív genetikai értékelésével, hogy a klónvizsgálat alapján létesült cikotai, ún. szelektált plantázsunk segítségével a kontrollhoz képest az erdeifenyő növekedésében 10–15%-os genetikai haladást értünk el.

Shelbourne, C. J. A. Új-Zélandban kiterjedt *Pinus radiata* nemesítési ültetvények segítségével, a törzsegyenesség és a mellmagassági átmérő adatainak felhasználásával különböző nemesítési eljárásokat hasonlított össze az üzemi gyakorlatnak megfelelő szelekciós intenzitások mellett. A legnagyobb genetikai nyereséget (törzsegyenességben 87%, átmérőben 27%) a kétszeri szelektálással létesített klónplantázsok segítségével érték el. A törzsfák szabad beporzások utódaival tesztelt klónplantázsokban és két legjobb kombinálódóképességű klónnal létesített plantázsban, valamint az ellenőrzött keresztezésből származó magonplantázsban mérhető nyereség minden esetben azonos nagyságrenddel kisebb volt. A fenotípus alapján létesülő (primér) klónplantázsok és a szabad beporzású magonplantázsok, sokkal kisebb genetikai haladást eredményeztek mint az ivaros utódvizsgálat alapján létesített klónplantázsok (a törzsegyenességet tekintve 2/3 és az átmérőt tekintve 1/2 értékkel). A magtermelő állományok mintegy fele akkora genetikai nyereséget adott mint a primér klónplantázsok. A kiválasztott törzsfákról történt szabad beporzású maggyűjtés viszont lényegesen kisebb haladást jelentett mint a magtermelő állomány. Az utódvizsgálatok bármely formája jelentős genetikai nyereséget biztosít mind az erős, mind a kis öröklöttségű jelleg esetében. (Az utódvizsgálati eljárások különbözősége nem befolyásolja lényegesen az ilyen maggal létesített plantázsokban képződő nyereséget.) Az átlagos kombinálódóképesség megítélése céljára a gyökeres dugványok alkalmazása előnyösebb mint a tömeges (pollenkeverékes vagy poly-cross) keresztezéses és a szabad beporzású utódvizsgálat, mert a klónvizsgálati ültetvény korán létesíthető és vizsgált (tesztelt) klónként sokkal kevesebb növényre van szükség a klónon belüli kis fenotípusos változatosság miatt. Tehát minden erőfeszítést meg kell tenni az ivaros szaporított erdei fák vegetatív szaporításának megoldására.

Ismételten kiemeljük, hogy az erdei fák nemesítése számára a magtermelő állományok által nyújtott nyereség fontos közbenső megoldás. A vázolt kísérletsorozat igazolta, hogy ha 20 fa közül csak egy legjobbról gyűjtjük be a magot, a törzsegyenességben számított nyereség 15%; fenotípusos szelekció alapján telepített klónplantázsban ez az érték 48%. Ha a magtermelő állományt az eredeti állapothoz képest 10%-ra gyéritjük, a törzsegyenességben 25% nyereség érhető el. Ezeknek az eljárásoknak nagy előnye az olcsóság és a nemesített mag korai megtermelési lehetősége.