

# A HIBRIDÁLLOMÁNYOK REPRODUKÁLHATÓSÁGÁNAK POPULÁCIÓGENETIKAI SZEMPONTJAI

SVÁB JÁNOS

Agrártudományi Egyetem Növénytermesztési Tanszék, Keszthely

Az elmúlt évtizedekben a genetika fokozatosan két önálló kutatási területre, két diszciplínára vált szét. Az egyik diszciplína súlypontosan a tulajdonságok generációról generációra történő öröklődésének szabályaival foglalkozik. Ez a szorosabb értelemben vett örökléstan. A másik diszciplína súlypontosan az öröklött tulajdonságoknak az egyeden belüli, fenotípusos realizálódásával foglalkozik, beleértve a tulajdonságok kódolását és reprodukálásuk mechanizmusát.

A genetika e két területének azonos a bölcsője. Mendel azon felismerésén alapszik, hogy a tulajdonságok a hasadó nemzedékben az  $(a+b)$  binom négyzetének matematikai szabálya szerint öröklődnek. E matematikai felismerésből levont alapvető biológiai következtetése az volt, hogy kell lennie önálló  $a$  és  $b$ -nek, a tulajdonságok tehát kvantáltan és nem folytonosan öröklődnek. Óriási volt ez a következtetés! Kulesot adott az örökléstan kifejlődéséhez. Ezt a felismerést csak a fizikus Max Planck kvantumelméletével hasonlíthatom össze, nevezetesen, hogy az elektromágneses energia átadása sem folytonos, ahogy addig hitték, hanem energiaegységekben, kvantumokban történik.

Az öröklődési egységeket, kvantumokat — ahogy Mendel nevezte: faktorokat — nevezték el később géneknek.

E felismerése még kiegészült a binomból adódó azon másik biológiai következtetéssel, hogy az öröklődési kvantumok, a gének párosan, két allélként alakítják ki az egyed fenotípusát. Ezután adva volt a kutatás két iránya. Éspedig az, hogy az örökléstan az  $(a+b)^2$  öröklési szabály általánosítását, a bioregulációs kutatás pedig az öröklődési kvantumok, a gének mibenlétét és hatásmechanizmusát kutassa.

Mint minden tudomány, az örökléstan is kvalitatív bázison, kvalitatív tulajdonságok öröklődésének elemzésével indult. Mígnem felismerték, hogy a binomban az  $a$  és  $b$  betűk  $1:1$  arányát általánosan  $p + q = 1$  relatív géngyakorisággal, génfrekvenciával fejezhetjük ki, kiegészítve azzal, hogy nemcsak két egyed párosításáról, hanem populáción belüli szabad párosításról van szó. Ezzel megszületett a populációgenetika. Majd felismerték, hogy a binom  $a$  és  $b$

tagjának mennyiségi érték is adható. Így született meg a populációgenetika részterületként a kvantitatív genetika. Ezekről az alapokról jutottunk el a modern populációgenetikához, az öröklődési szabályokat matematikai rendszerbe foglaló deduktív elmélethez. Megalkotói túlnyomóan biológiai képzettségű fizikusok, matematikusok és egy orvos. Hogy csak a legnagyobbakat említsem: Hardy, Weinberg, Wright, Fisher, Haldane, Lush, Kempthorne, Malécot.

Egy elmélet akkor alkotó, ha segítségével az alkalmazott kutatás, esetünkben az állat- és növénynevelés számára, a megoldatlan problémákra magyarázatot kapunk, ezáltal előrejelzést, javaslatot lehet adni a „miért” és a „hogyan tovább” kérdésekre.

A számos lehetőség közül a populációgenetika elméletéből levonható gyakorlati következtetéseket a heterózishatás reprodukálhatóságának problémáján tárgyalom.

Ismeretes, hogy az utóbbi évtizedek egyik legnagyobb gazdasági jelentőségű nevelési módszere a heterózishatás kihasználása hibridpopulációkban. Így például Magyarország vetésterületének több mint egynegyed része minden évben hibridkukoricával van elvetve. Magyarország broiler- és tojtyúkállományának igen nagy hányada ugyancsak hibrid. Gazdaságosságuk a heterózishatáson alapszik. Nemrégén jelentek meg az első hazai hibridállományok nyúlból, sertésből, juhból és szarvasmarhából.

A hibridek előállítása igen sok gonddal és költséggel jár. Első lépésként próbakeresztezéssel ki kell válogatni azokat a vonalakat, családokat, amelyek mint szülőpopulációk a heterózishatás szempontjából egymással jól kombinálódnak. A továbbiakban a kiválasztott szülői vonalak, családok keresztezésével a heterózishatást minden hibridpopulációban újból reprodukálni kell. A hibridpopulációt ugyanis önmagában szaporítva a heterózishatás az utódgenerációkban gyorsan elvész, csak kivételes esetekben rögzíthető.

Súlyos probléma adódik azonban abból, hogy a gyakorlati tapasztalat szerint a szülői vonalak több-kevesebb generációja után a hibridpopulációban érvényesülő heterózishatás csökken vagy eltűnik, esetleg teljesen új, káros tulajdonságok lépnek fel. Éspedig annak ellenére, hogy a szülői vonalak fenotípusosan nem változtak és a szülői vonalak keresztezésekor, tehát a hibridelőállításban sem történt technikai hiba. Ismeretes e jelenség a növény- és az állathibridek területén egyaránt. Nem ismeretes azonban az oka. Különböző elképzelések vannak — nem is nevezném ezeket elméleteknek. Van, hogy a hibridelőállítás technikáját okolják, máskor a vonalak „kifáradásáról” van szó, olykor nem ismerik el a genetikai leromlás tényét, a leromlást környezethatásra vagy kísérleti metodikai hibára vezetik vissza. Mások nem beszélnek a jelenségről, de csendben kicserélik a fáradt szülői vonalakat.

Ahhoz, hogy a problémát megoldjuk, magyarázatot kell találnunk e jelenség okára. És ha kényes is a téma, itt az ideje hogy beszéljünk róla és

kutatás tárgyává tegyük. Mert minél több és kiterjedtebb növénykultúrában és minél drágább, s minél kisebb szaporodási rátájú állatfajban terjed a hibridek használata, annál nagyobb a népgazdasági kár leromlás esetén.

A populációgenetika elméletének a tükrében a heterózishatás csökkenésének vagy megszűnésének az okát a szülői vonalak, családok speciális kombinálódóképességének a változásában kell keresnünk. Elméletileg is helyesnek bizonyul az a gyakorlati kifejezés, hogy a vonalak kifáradnak. De konkrétan mit is jelent ez? Ezt kell értelmeznünk, hogy az orvoslás módját megtaláljuk.

Ismeretes, hogy a különböző kromoszómaszakaszokban, lokuszokban bizonyos gyakorisággal transzlokációk és mutációk következnek be.

A beltenyésztett, illetve rokontenyésztett vonalak, családok párosításával előállított hibridek esetében a szülői vonalakat, családokat kevés egyeddel tartjuk fenn. Kevés egyedből álló vonal vagy család esetén a kis elemszámú mintavétel matematikai szabályai érvényesülnek és merő véletlen, hogy valamely egyeddel mutáns gént vagy valamilyen más kromoszómaváltozást, vagy a beltenyésztés során még parciálisan heterozigótának megmaradt egyedet viszünk tovább a vonal fenntartójaként. Az ilyen egyedek irreverzibilisen megváltoztatják a vonal, a család géngyakoriságát, genetikai összetételét. Ezt a jelenséget nevezik a populációgenetikában driftnek, génsodrásnak. A változás a vonal fenotípusán gyakran nem is észlelhető, ezért szelekcióval e jelenség ellen nem lehet védekezni. A driftnek, minthogy megváltozik a vonal genetikai összetétele, kihatása lehet a vonalak egymásközötti speciális kombinálódóképességére, a dominancia- és az episztatikus hatásokra, ezeken keresztül a heterózishatásra. De az is lehetséges, hogy ezek a genetikai változások, még ha a heterózishatás nem is csökken, olyan jelenségeket idéznek elő a hibridben, amelyek gazdasági szempontból — gondolok takarmányértékre, rezisztencia-kérdésekre stb. — kifejezetten károsak, sőt olyan tulajdonságokat váltanak ki, amelyek az eredeti, még nem beltenyésztett, egyensúlyi populációban ismeretlenek voltak. Így az is előfordulhat, hogy bizonyos, gazdaságilag káros tulajdonságok csak a köztermesztésben vagy köztenyésztésben jelentkeznek, mert a próbakeresztezesek során vagy a hibrid minősítésekor, tehát néhány generációval korábban még nem is léteztek.

A drift folyamata nem ritka kivétel, hanem a kis egyedszámú populációkban törvényszerűen érvényesülő jelenség. Nem lehet megakadályozni és nem lehet ellene védekezni. A populáció genetikai összetétele a drift miatt néhány generáció alatt szükségszerűen megváltozik.

Megoldásnak kínálkozhatna, hogy a beltenyésztett populációt nagy egyedszámmal felszaporítva tartsuk fenn. Eltekintve a technikai nehézségektől, ebben az esetben a drift hatása ugyan már nem érvényesül, ezzel szemben a természetes szelekció miatt változik meg óhatatlan a genetikai struktúra. A transzlokációk, mutációk ugyanis az egyedeken belül egy-egy homológ lokuszban heterozigóta állapotot hoznak létre. A változásnak nem kell szükségszerűen

olyan méretűnek lenni, amit észlelni is lehet. Ezeknek, az egyes lokuszokban heterozigóta egyedeknek azonban általában sokkal nagyobb a fitnessze, azaz a szaporasága, mint a vonal többi egyedéé. A megmaradt parciálisan heterozigóta egyedek fitnessze ugyancsak nagyobb. Ezáltal automatikusan a heterozigóta lokuszokat hordozó egyedek szaporodnak fel a homozigóták terhére, amihez gyakran még az is hozzájárul, hogy a nemesítő önkéntelenül is a jobban szaporodó egyedekkel igyekeznek a vonalakat továbbvinni. E jelenség ellen védekezni csak úgy lehet, ha a felszaporított állományt kis egyedszámú részpopulációkra bontva újra beltenyészítjük, rokontenyészítjük. Közben azonban már megváltozott az eredeti vonal genetikai összetétele, a változás irreverzibilis, elsősorban az állatoknál. Látható tehát, hogy a felszaporított beltenyészített szülői populáció esetében sem tudunk védekezni a genetikai struktúra változása ellen. Következésképpen a heterozis hatás reprodukálhatóságát és az egyéb tulajdonságok teljes spektrumát sem lehet a szülői vonalak több generációján át változatlanul megőrizni.

Némileg eltérő a helyzet a nem beltenyészítéses fajtahibridek esetében. Itt egymástól távoli populációkkal állítjuk elő a hibridet, ahol a szülői populációk egyedei egymással nem rokonok. Ilyenek például a fajtakereszteztések. A heterozis hatás ezekben a fajtakereszteztésekben általában sokkal kisebb, mint a beltenyészítéses hibridekben. Viszont nincsenek is az említett fenntartási problémák, mert a szülői populációk, a fajták nagy egyedszámúak, nem beltenyészítettek, genetikai egyensúlyban levő populációk. Ezért sem drift, sem természetes szelekció nem módosítja rövid idő alatt lényegesen a genetikai szerkezetüket. Az ilyen fajtahibridekben a heterozis hatás reprodukálhatósága döntően attól függ, hogy a külföldi populáció — mert általában ilyen szülőpartnerről van szó — mennyire honosítható kellő létszámmal, vagy mennyire biztosítható a rendszeres sperma- vagy hímállat import.

Végül is szembe kell nézni azzal a problémával, hogy a beltenyészített vonalak egymás közötti speciális kombinálóképességének reprodukálhatósága alapvetően a drift miatt nem lehet tartós. A kérdés, amire válaszolnunk kell, az, hogy mi legyen a megoldás?

A jelenlegi populációgenetikai ismeretek szerint teljesen indokolt, sőt szükséges az a megoldás, hogy az úgynevezett fáradt szülői vonalat a nemesítő egy megfelelőbb, jobb speciális kombinálóképességű vonallal kicserélje. Amit a klasszikus nemesítési felfogás szerint nem illett bevallottan csinálni, azt a populációgenetika elmélete alapján mint a heterozis hatást fenntartó nemesítési módszert el kell ismerni. Még azt a következtetést is le lehet vonni, sőt le kell vonni, hogy nem perspektivikus az a hibrid, amelynek nincs széles beltenyészített vonal bázisa, amiből a cserét végre lehet hajtani.

A fenti megoldás előfeltétele nagyszámú beltenyészítéses vonal folyamatos előállítás. Ezek lehetnek hasonló vagy igen eltérő típusúak is. Nem baj, ha a fenntartásuk során drift vagy egyéb okok miatt változik a vonalak gene-

tikai struktúrája. Lényeg az, hogy sok vonal álljon rendelkezésre, ezek beltenyésztettek, tehát potenciálisan alkalmasak legyenek speciális kombinálódóképességre, a szükséges cserék végrehajtására. E vonalak, családok „vonalkombinációkban” lehetnének elhelyezve, ahol a folyamatos beltenyésztés technikai végrehajtása biztosítva van. E bankból a nemesítők rendszeres próbakeresztezésrel válogathatnák ki, hogy mely vonalak adják adott generációban, illetve várhatóan a következő néhány generációban a célnak megfelelő speciális kombinálódóképességen alapuló heterózishatást.

Nem vitás, hogy a vázolt megoldásnak költségkibátásai lennének. De mérlegelni kell, hogy népgazdasági szinten nem drágább-e a jelenlegi eljárás.

Az elmondottak értelmében, a populációgenetika elmélete alapján ez alkalommal ismét felvetem azt a gondolatot, hogy a hibridekre nem alkalmazható ugyanaz a fajtaminősítési koncepció és eljárás, amely a klasszikus nemesítési módszerekkel előállított genetikai egyensúlyban levő, úgynevezett ekvilibriumpopulációkra alakult ki és azokra ma is megfelelő. Az új tartalom, amit a hibrid jelent, új minősítési formát követel. Fokozottan vonatkozik ez az állat-hibridpopulációkra.

A számos öröklési probléma közül egyetlen résztemát emeltem ki, hogy bemutassam a populációgenetika elméletének gyakorlati vetületét. Talán már nincsen messze az az időpont, amikor a most még csak populációgenetikailag értelmezhető öröklődési jelenségeket molekuláris szinten is értelmezni tudjuk. Ekkor a matematika és a biológiai kutatás együttesen biztosabb bázist fog nyújtani a növény- és az állatnemesítés tapasztalati megfigyeléseinek értelmezéséhez, a nemesítési módszerek továbbfejlesztéséhez, az előnyös tulajdonságok gyors kialakításához és megtartásához.