

A HIBRIDÁLLOMÁNYOK REPRODUKÁLHATÓSÁGÁNAK POPULÁCIÓGENETIKAI SZEMPONTJAI*

SVÁB JÁNOS

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Agrártudományi Egyetem, 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! Kulcsot adott az örökléstan kifejlődéséhez. Ezt a felismerést csak a fizikus 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 állékként 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. Míg nem 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

* Az MTA IV., V. és VIII. Osztálya együttes tudományos ülésén 1973. május 9-én elhangzott előadás.

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 nemesítési módszere a heterózishatás kihasználása hibridpopulációkban. Így például Magyarország vetésterületének több mint egynegyed része minden évben hibridkukoricával van elvetve. Magyarország broiler- és tojótyúkállományának igen nagy hányada ugyancsak hibrid. Gazdaságosságuk a heterózishatáson alapszik. Nemrégien 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 kombinálódhatnak. 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. Máskor 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 tükrében a heterózishatás csökkenésének vagy megszűnésének az okát a szülői vonalak, családok speciális kombinálódóképességének 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 egymás közötti 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 próbakeresztezések 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 egyedszámra 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 heterozigota állapotot hoznak létre. A változásnak nem kell szükség-szerűen olyan méretűnek lenni, amit észlelni is lehet. Ezeknek, az egyes loku-szokban heterozigota egyedeknek azonban általában sokkal nagyobb a fit-nesze, azaz a szaporasága, mint a vonal többi egyedéé. A megmaradt parciáli-san heterozigota egyedek fitnesze ugyancsak nagyobb. Ezáltal automatikusan a heterozigota lokuszokat hordozó egyedek szaporodnak fel a homozigoták terhére, amihez gyakran még az is hozzájárul, hogy a nemesítő önkéntelenül is a jobban szaporodó egyedekkel igyekszik a vonalakat továbbvinni. E jelen-ség ellen védekezni csak úgy lehet, ha a felszaporított állományt kis egyed-számú részpopulációkra bontva újra beltenyésztjük, rokontenyésztjük. Köz-ben azonban már megváltozott az eredeti vonal genetikai összetétele, a válto-zás irreverzibilis, elsősorban az állatoknál. Látható tehát, hogy a felszaporított beltenyésztett szülői populáció esetében sem tudunk védekezni a genetikai struktúra változása ellen. Következésképpen a heterózishatás reprodukálható-ságát és az egyéb tulajdonságok teljes spektrumát sem lehet a szülői vonalak több generációján át változatlanul megőrizni.

Némileg eltérő a helyzet a nem beltenyésztéses hibridek esetében. Itt egymástól távoli populációkkal állítjuk elő a hibridet, ahol a szülői populációk egyedei egymással nem rokonok. Ilyenek például a fajtakeresztezesek. A hete-rózishatás ezekben a fajtakeresztezesekben általában sokkal kisebb, mint a bel-tenyésztéses hibridekben. Viszont nincsenek is az említett fenntartási problé-mák, mert a szülői populációk, a fajták nagy egyedszámúak, nem beltenyész-tettek, genetikai egyensúlyban levő populációk. Ezért sem drift, sem termé-szetes szelekció nem módosítja rövid idő alatt lényegesen a genetikai szerke-zetüket. Az ilyen fajtahibridekben a heterózishatás reprodukálhatósága döntően attól függ, hogy a külföldi populáció — mert általában ilyen szülő-partnerről van szó — mennyire honosítható kellő létszámmal, vagy mennyire biztosítható a rendszeres sperma- vagy hímállatimport.

Végül is szembe kell nézni azzal a problémával, hogy a beltenyésztett vonalak egymás közötti speciális kombinálódóképességének reprodukálható-sága 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 kombinálódóképességű vonallal kicserélje. Amit a klasszikus nemesítési felfogás szerint nem illett bevallottan csinálni, azt a populációgenetika elmélete alapján mint a heterózishatást 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 beltenyésztett vonalbázisa, amiből a cserét végre lehet hajtani.

A fenti megoldás előfeltétele, nagyszámú beltenyésztéses vonal folyama-tos előállítás. Ezek lehetnek hasonló vagy igen eltérő típusúak is. Nem baj,

ha a fenntartásuk során drift vagy egyéb okok miatt változik a vonalak genetikai 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 próbakeresztezéssel 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 költségkihatásai 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.