

HETERÓZIS A KROMOSZÓMÁK ALAKVÁLTOZÁSAIBAN*

BÁLINT ANDOR

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Agrártudományi Egyetem, Gödöllő

Bevezetés

A heterózis jelenségének tanulmányozása (KOELREUTER, 1766, DARWIN 1877, BEAL 1880, EAST 1908, SHULL 1908 és mások) a hibridek *morfológiai* jellegekben megmutatkozó fölényének vizsgálatával kezdődött. Ezekre a megfigyelésekre alapozva dolgozták ki a jelenség elméleti magyarázatát is.

A morfológiai változásokkal párhuzamosan megfigyelhető fiziológiai változások (WHALEY, 1952) növényeken eleinte csak a hibridek fölényét kialakító tényezők jobb megismerését segítették elő. Később (ROBBINS, 1941, WHALEY és LONG, 1944 és mások) kezdődtek el azok a vizsgálatok, amelyek a növekedésserkentő anyagok mennyiségi változásaival mint következménnyel hozzák a hibridek fölényét kapcsolatba. Ezek a vizsgálatok (MACKOV, 1959, BÁLINT, 1962 és mások) több vonatkozásban elősegítették a jelenség megismerését, de az elméleti alapok feltárásához nem bizonyultak elégségesnek.

Viszonylag kevesebb vizsgálat foglalkozik a morfológiai megváltozások és az ezt kísérő *citológiai* eltérések elemzésével (REES, 1955). Olyan közleményekkel sem találkozunk, amelyek a morfológiai és biokémiai adatok között a „citogenetikai híd” megépítésére törekednének (növényeken), annak ellenére, hogy az egyes defektusok kromoszómális lokalizációjával, a heterozigóta „szegmentek” előnyös morfológiai következményeire sok közlemény utal (JONES, 1941, 1942 és mások). Ennek az az egyik oka, hogy a genetikai változások nem járnak minden esetben együtt a kromoszómák morfológiai változásaival.

Irodalmi áttekintés

A kromoszómák szerepének tanulmányozása során a kromoszómák *kettős helyzetéből* kell kiindulnunk (REES, 1955). A kromoszómák tartalmazzák a genotípust meghatározó öröklődési anyagot (géneket, a plazmatikus faktoroktól eltekintve); ezek a gének határozzák meg a kromoszómák *fenotípusát* is, de a kromoszómák fenotípusának kialakulásában is részt vesznek a *környezeti*

* Előadás a „Heterózis a növényvilágban” c. konferencián, 1966. március 8-án.

feltételek (a szervezetek fiziológiai változásain keresztül) is. Nyilvánvaló, hogy a kromoszómák fenotípusos változásai hatással vannak a szervezetek morfológiai tulajdonságaira is.

Ismeretes, hogy kalcium (STEFFENSEN, 1955), nitrogén, foszfor és kálium-hiányos (WALTHER, 1959) tápoldatban nevelt növényekben a kromoszóma aberrációk mennyisége lényegesen megnövekszik. MÜNTZING és PRAKKEN (1941) gyengén termékenyülő rosznövények magvaiból nevelt növényeken az aberrációk arányának növekedését figyelték meg az ismert heterozigóta egyedekhez viszonyítva.

REES (1955) kísérleteiben 26 évig beltenyésztett rosztörzsek és ezek hibridjeiben végzett hasonló vizsgálatokat. Elemezte a kiazmagyakoriságot, a kromoszóma töréseket, a meiózis zavarait stb. A F_1 -ben a vonalakhoz képest az aberrációk aránya pl. 43%-ot csökkent. A kiazmagyakoriság variabilitása is sokkal kisebb a hibridekben, mint a szülőkben. Az adatokból REES (1955) azt a következtetést vonja le, hogy a beltenyésztett törzsek kiegyensúlyozatlan homozigóta genotípussal rendelkeznek (DARLINGTON és MATHER, 1949), szemben pl. a természetes kiválogatódás és rekombinálódás alapján kiegyensúlyozott homozigóta, hatékonyan működő kromoszómákkal rendelkező genotípusokkal.

Vizsgálatainkban, ezekre az eredményekre támaszkodva, kukoricán foglalkoztunk a kromoszómaváltozások tanulmányozásával. A célunk ezzel kapcsolatban az volt, hogy a megfigyelt morfológiai változások és egyes biokémiai adataink közötti összefüggések értelmezéséhez kapjunk további támpontot.

A kísérletek módszere és eredményei

Kísérleteinkhez 1963-ban a C5, 1965-ben a T18-as vonalakat használtuk fel. A C5-ös régi USA-ból származó vonal, több ismert hazai hibridben szerepel. A T18-as törzs egy magasabb fehérjetartalmú fehér lófogú populációból származik, még teljesen stabilizálódott vonalnak nem tekinthető.

Vizsgálatok céljára öntermékenyített és szabadon elvirágoztatott csöveket használtunk fel. A csöveket a termékenyülés mértéke szerint csoportosítottuk (I. táblázat). A C5-ből 30—30, a T18-asból 20—20 csőről vett magvakat csíráztattunk. Egy-egy kezelés 40—60 gyökércsúcs vizsgálati adatainak az összesítése.

Citológiai analízis céljából a magvakat Petri-csészében szűrőpapíron csapvizet nedvesítéssel csíráztattunk 20—23 °C-on. Amikor a magvakon a másodlagos gyökércsúcsok is megjelentek, akkor a főgyökérről és néhány másodlagos gyökérről 1—2 mm-es gyökértényészőcsúcsokat Carnoy-rögzítőben fixáltuk. A 24 órás fixálás után a gyökércsúcsokat 30%-os alkoholban tartósítottuk. A gyökércsúcsok további citológiai analízise folyamatosan történt.

Festés előtt a gyökércsúcsokat 1 n HCl-ben 60 C°-on 11–15 percig hidrolizáltuk, hogy a gyökércsúcsok 1 sejtsorra szétnyomhatók legyenek, majd 30–40 perces fukszinos festés következett. Az így megfestett gyökércsúcsok kármin-ecetsavban néhány óráig eltarthatók. A megfestett gyökércsúcsokat 45%-os ecetsavban tárgylemezen fedőlemezzel lefedtük, dörzsöltük, majd NFPK kutató mikroszkóppal 800-szoros nagyítással vizsgáltuk a mitózisban levő sejtek normális és kromoszóma aberrációt (anafázis híddal és fragmenssel) tartalmazó anafázisait.

Az eredmények (1. táblázat) kukoricára vonatkozóan a rosnál kapott adatokhoz hasonló tendenciát mutatnak. A szabadlevirágzású populáció egyedeiben az aberrációk aránya a C5-ös törzsnél 15%-os termékenyülés esetén szignifikánsan, az 50%-osnál is ezt megközelítően elmarad a szabadlevirágzású populációtól. A T18-as törzsből a 40% alatt termékenyült csövek hasonló összefüggésre utalnak (a jó termékenyülések miatt 15%-osan termékenyült csoportot nem sikerült összehozni). Az évjárat és a vizsgált törzsek különbségeitől eltekintve, mindkét évben a szabadlevirágzású populációban is elég nagyarányú az aberrációk aránya.

I. táblázat

*A kromoszóma aberrációk számának és a magkötési %-nak az összefüggése
önmegporzott és szabadlevirágzásból fejlődött magvak csíranövényeiben
(Gödöllő, 1963, 1965)*

Magkötés	Levizsgált anafázis		Kromoszóma aberráció		
	db	%	db	%	m%
	C5 vonal				
15%	992	100	34	3,43	±0,57
50%	1343	100	38	2,83	±0,44
95%	745	100	14	1,88	±0,50
Szabadon elvirágzott csövek termése	880	100	15	1,70	±0,43
			SzD 5% = 1,33		
			SzD 1% = 1,75		
	T18 vonal				
40% alatt	1530	100	14	0,89	±0,10
40% felett	1995	100	11	0,54	±0,10
Szabadon elvirágzott csövek termése	1699	100	6	0,35	±0,14
			SzD 5% = 0,31		
			SzD 1% = 0,41		

Hasonló tendenciát mutatnak, bár a különbségek nem szignifikánsak, ugyanezen magvakból fejlődött 18 napos növények növekedési adatai is (II. táblázat).

Az eredmények megvitatása

BIANCHI (1965) szabadlevirágzású olasz kukoricafajták 3750 csövet öntermékenyítve a szemek tulajdonságaiban 8,61% monohibrid hasadási arányt mutató mutánst talált, amely addig heterozigóta állapotban volt

II. táblázat

18 napos kukoricánövények növekedési adatai
(1966)

Megnevezés	Növényhossz (cm)	Zöld súly (g)	Száraz súly (g)
T18 40% alatti magkötés	30,65 ± 1,43	2,65 ± 0,24	0,24 ± 0,020
T18 40% feletti magkötés	31,54 ± 0,89	2,71 ± 0,18	0,23 ± 0,017
Szabadon elvirágzott csövek termése	33,93 ± 1,08	2,81 ± 0,18	0,26 ± 0,016
	SzD 5% = 3,59 SzD 1% = 4,82	SzD 5% = 0,60 SzD 1% = 0,81	SzD 5% = 0,05 SzD 1% = 0,07

(recesszíven öröklődő tulajdonságok). Feltehető, hogy e defektusok manifesztálódása részben a kromoszóma aberrációk következménye.

Izotópos vizsgálataink során kukoricán (BÁLINT, 1962) az öntermékenyülés depresszív hatása a ³²P felvételre nagy egyedi különbségeket mutatott. Vizsgálataink alapján úgy látjuk, hogy ezen eltérésekhez hasonlóan a termékenyülés mértékével összhangban az aberrációk jelentkezésének arányában hasonló különbségek állapíthatók meg.

A beltenyésztési minimumot a kukorica JONES (1939) 30 éven keresztül folytatott vizsgálatai szerint a növénymagasságban átlag 5 év alatt eléri. A termőképességben a minimumot még 25 év alatt sem érték el. Ez a tény többféleképpen magyarázható. Létrejöttében azonban valószínűen szerepe van a rossz magkötés, depresszált tápanyagellátottság miatt kialakuló kromoszóma aberrációknak is. Erre utalnak a növények vegetatív fejlődésére vonatkozó vizsgálataink eredményei is.

Összefoglalás

1. Vonalak öntermékenyített csöveiben — a szabadlevirágzottakkal szemben — a termékenyülés mértékével fordított arányban növekszik a kromoszóma aberrációk aránya.

2. A szabadlevirágzott és a jól termékenyült önmegporzott csövekben az aberrációk aránya nem mutat lényeges eltérést.

3. Az idegentermékenyülés, illetve az ezt követő heterózis megszünteti, illetve csökkenti a csírázó szemekben kimutatható aberrációk arányát.

IRODALOM

- BÁLINT, A. (1962): A heterózis elméleti kérdései. MTA. Biológiai Csoportjának Közleményei. 5, 45—65.
 BEAL, W. J. (1880): Indian corn. Rept. Michigan State Board Agric. 19, 279—289.
 BIANCHI A. (1965): Some aspects of mutagenesis in maize. Induction of mutations and the

- mutation process c. kötetben 30—37. oldal. Publ. House of the Czech. Acad. of Sciences. Prague.
- DARLINGTON, C. D., MATHER K. (1949): The elements of genetics. London. Allen and Unwin.
- DARWIN CH. (1877): The effects of cross and self fertilization in the vegetable kingdom viii+482 pp. D. Appleton and Company: New York.
- EAST, E. M. (1908): Inbreeding in corn. Rept. Connecticut Agric. Expt. Sta. for 1907. pp. 419—428.
- JONES, D. F. (1939): Continued inbreeding in maize. *Genetics* **24**, 462—473.
- JONES, D. F. (1942): Chromosome degeneration in relation growth and hybrid vigor. *Proc. Nat. Ac. Sci.* **28**, 38—44.
- KOELREUTER, I. G. (1766): Vorläufigen Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. 266 pp. Leipzig.
- MÜNTZING A.—PRAKKEN R. (1941): Chromosomal aberration in rye populations. *Hereditas, Lund* **27**, 273—308.
- REES H. (1955): Heterosis in chromosome behaviour. *Proc. of the Royal Soc. of London.* 150—159.
- ROBBINS, W. I. (1941): Factor Z in hybrid maize. *Bull. Torrey Bot. Club* **68**, 222—228.
- SHULL, G. H. (1908): The composition of a field of maize. *Rept. Amer. Breeders' Assoc.* **4**, 296—301.
- STEFFENSEN, D.: Breakage of chromosomes in *Tradescantia* with a calcium deficiency. *Proc. Nat. Akad. Sci.* **41**, 155—160. (1955)
- WHALEY W. G. és LONG A. L. (1944): The behavior of excised roots of heterotic hybrids and their inbred parents in culture. *Bull. Torrey Bot. Club.* **71**, 267—275.
- WHALEY W. GORDON (1952): *Physiology of Gene Action in Hybrids*, Gowen I. W. Heterosis. Ames. Iowa c. kötetben, 98—113.