

ÉRTEKEZÉSEK

EMLÉKEZÉSEK

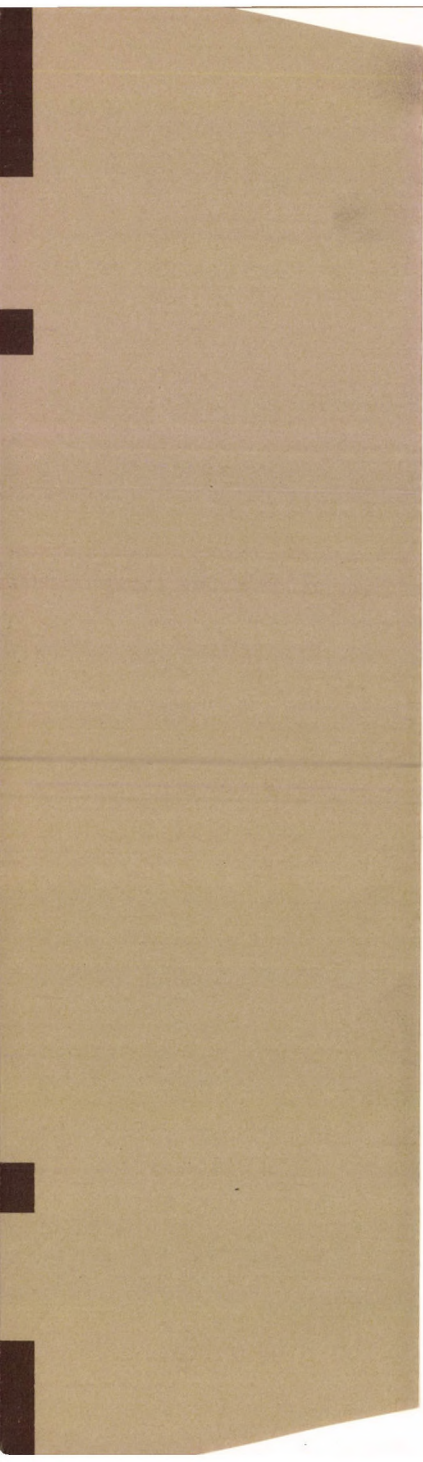
BARABÁS ZOLTÁN

BÚZANEMESÍTÉS;  
EREDMÉNYEK,  
PROBLÉMÁK,  
PERSPEKTÍVÁK



90

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST



ÉRTEKEZÉSEK  
EMLÉKEZÉSEK

# ÉRTEKEZÉSEK EMLÉKEZÉSEK

SZERKESZTI  
TOLNAI MÁRTON

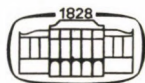


BARABÁS ZOLTÁN

BÚZANEMESÍTÉS;  
EREDMÉNYEK,  
PROBLÉMÁK,  
PERSPEKTÍVÁK

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓ

1986. ÁPRILIS 9.



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

A kiadványsorozatban a Magyar Tudományos Akadémia 1982.  
évi CXLII. Közgyűlése időpontjától megválasztott rendes  
és levelező tagok székfoglalói — önálló kötetben — látnak  
napvilágot.

A sorozat indításáról az Akadémia főtitkárának 22/1/1982.  
számú állásfoglalása rendelkezett.

ISBN 963 05 6318 5

Kiadja az Akadémiai Kiadó, Budapest

© Barabás Zoltán, 1992

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános  
előadás, a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az  
egy-egy fejezeteket illetően is.

Printed in Hungary

A teremtés hibáinak kijavítására hivatott nemesítőnek különleges képességek sorával kellene rendelkeznie. Több tucatnyi növényi kórokozó gazda—parazita—környezet kapcsolatában éppolyan szakember legyen, mint az emberi relációkban: ezen belül a Szegedi Biológiai Központ kutatóit, a DNS szekvenálását úgy ismerje, mint a tótkomlósi tsz „idegenelés”-i gondjait. Legyen tájékozott az egyszikűek rhizobiumos nitrogén fixálásának az esélyeiben, valamint képes legyen előre jelezni, hogy a kémcsőben lezajló chemovernalizáció hajlandó-e működni a rosszul elmunkált szántóföldön, száraz szélviharban. Szóval; a siker biokémiájától a siker pszichológiájáig mindenben legyen otthon.

Nyilvánvaló, egy ember erre képtelen, a megoldás csak csapatmunka lehet. Kérdés, mekkorának kell lenni a tudományos erőnek, hogy átfoghasson ekkora területet? Milyen „kritikus tömege” a kiművelt emberfőknek fogható még össze tudományos cél elérésére?

A nemesítésben nagy szükség lenne prognosztizálásra. De hogy ez milyen kockázatos, arra álljon itt egy példa: Amikor a Gabonatermesztési Kutató Intézetben megindult az új programunk, egy napilapban hosszabb cikk

jelent meg a nemesítésről egy neves szakember tollából. Legfőbb megállapítása az volt, hogy egy új búzafajta előállításához 16—18 évet vesz igénybe. Ez a megállapítás a megelőző száz év tapasztalatán alapult, tehát nem volt megalapozatlan. De igaz volt-e ez az elmúlt 15 évre is?

A mi programunkra vonatkoztatva — ami éppen 16 éve indult —, nem. Az első fajtánkat 10 év alatt állítottuk elő, és az elmúlt 16 éven belül összesen 8 búzafajtánk született, plusz domesztikáltunk kettőt. Egy új búzafajt is meghonosítottunk Magyarországon, a *Triticum durum*ot, a makaróni búzát, amely tetraploid — szemben az eddig kizárólag termesztett hexaploid *Triticum aestivum* kenyérbúza fajjal (1. táblázat).

1. táblázat. Minősített búzafajtáink, 1986

| <i>T. aestivum</i> :              | Kombináció                       |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| GK Csongor                        | GT 76.150—Predgornaja 2          |
| GK Bolgár                         | GT 76.150—Sonja                  |
| GK Ságvári                        | Aurora—GT 76.150                 |
| GK Kincső                         | Arthur—Sava                      |
| GK Zombor                         | Kavkaz—Produttore × Sava         |
| <i>T. durum</i> :                 | Kombináció                       |
| GK Minaret                        | Fata sel 185.1 × 61.130—Leeds    |
| GK Basa                           | Karabasak × 61.130—Leeds         |
| GK Pannondur                      | SzD7-ből ismételt egyedszelekció |
| Honosítás<br><i>T. aestivum</i> : | Kombináció                       |
| Jubilejnaja 50                    | Miranovszkaja 808—Bezosztája 1   |
| Bucsányi 20                       | No 64—Alba × Iljicsovka          |

Ez a gyorsulás elsősorban az utolsó másfél évtized nemesítésben bekövetkezett tudományos fejlődésnek köszönhető.

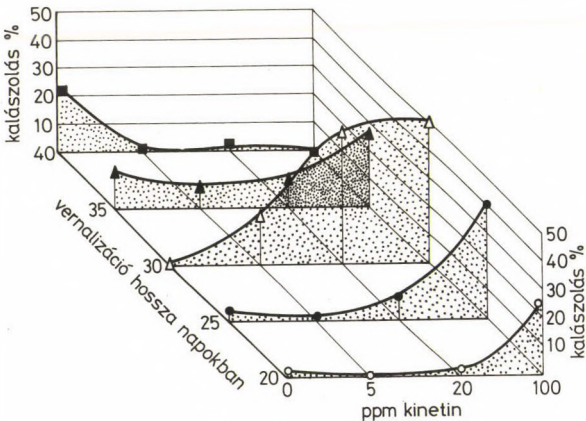
A *nemesítés eredményességének* növelésére kézenfekvő módszer az évente felnevelt *nemzedékek számának* a növelése [12, 17]. A tenyészkertben a nemzedékgyorsításra nem sok lehetőség van, annál több a klimatizált üvegházban [23], amiből, nem véletlen, nálunk épült az első az országban.

Az *embriókultúrás* módszer az egyik legősibb eljárás a nemzedékváltás gyorsítására. Nyilvánvaló, ha a virág megtermékenyülése után néhány nappal kiemeljük a magkezdeményt, megtakaríthatjuk a beérésig szükséges időt, ami legalább 15—20 nap időnyereség. De a magkezdemény a dormancia miatt ekkor még nem csírázik. Ha azonban az endospermiumot részben vagy egészben eltávolítjuk róla, a dormancia megtörhető. Ez esetben egy-két hét helyett az első napon megkezdődik a csírázás, amivel újabb 7—15 nap nyerhető [32].

A búza tenyészidejét alapvetően a csíranövények hosszú *vernalizációs* időigénye határozza meg. Sokáig az volt a vélemény, hogy a vernalizáció (jarovizáció) — hasonlóan a szántóföldi viszonyokhoz — akkor optimális, ha sötétben, közel a fagyponthoz, és minél hosszabb ideig történik. Fitotronos vizsgálatainkban a három tényező optimumának keresésekor, ez nem igazolódott be. A hőmérséklet egyformán eredményesnek bizonyult 2-től



7°C-ig terjedő tartományban. A fényintenzitás és a vernalizáció időtartama optimum görbével volt jellemezhető. Mind a sötét, mind a túl erős fény (10 000 lux) csökkentette a vernalizáció gyorsaságát (opt.: 1000—5000 lux között) [20, 23]. Genotípustól függően túl rövid és/vagy túl hosszú vernalizáció egyaránt csökkentette a meghatározott időn belül a szárba induló egyedek számát. A legértékesebbnek azonban az a tény bizonyult, hogy a vernalizációs hidegkezelés citokininnel jelentős részben helyettesíthető volt [20, 23]. Elsősorban a kinentin bizonyult a „Sava” búzafajta esetében hatékonynak. A hagyományos csapvizes vernalizáció esetén optimális 40 napos kezelés eredménye, ha az oldatot 100 ppm kinentinnel gaz-



1. ábra. Kalászloló búzák százaléka a 77. napon a hidegkezelés hossza és a kinentinkezelés dózisa függvényében

dagítottuk, már a 20—25 napos kezeléssel túlszárnyalhatónak bizonyult (1. ábra). Ezúton a kintinre reagáló búzafajták generációgyorsítása jelentősen növelhetővé vált [14, 15].

Érdeemes megfigyelni, melyik az a legfontosabb bélyege a búzának, amely a nemesítés folyamán legtöbbet változott, amely feltehetően legtöbbet adott a modern nemesítésnek.

Vizsgáljunk meg egy jellemző táblázatot (2. táblázat), melyet BOROJEVIC akadémikus, az ismert jugoszláv nemesítő állított össze egy, a búza fejlődésével foglalkozó 1981-es dolgozatában [21]. A legeredményesebb változás a mind fejlettebb és fejlettebb fajtákban a magasság csökkenése. Az elmúlt 25 évben a fél-törpe búzák hódították meg a világot mind keleten (Lukjanenko), mind nyugaton (Borlaug).

2. táblázat. Búzafajták adatai 8 év átlagában, Újvidék [21]

|               | Szalma magasság, cm | Termés |      |           |     | Szem % | Harvest index |
|---------------|---------------------|--------|------|-----------|-----|--------|---------------|
|               |                     | szalma | szem | össztömeg | %   |        |               |
|               |                     | t/ha   |      |           |     |        |               |
| Bánkúti 1205  | 112                 | 10,08  | 4,42 | 14,50     | 100 | 100    | 0,30          |
| San Pastore   | 91                  | 9,00   | 5,91 | 14,91     | 103 | 134    | 0,40          |
| Bezostaja-1   | 90                  | 9,31   | 5,82 | 15,13     | 104 | 132    | 0,38          |
| Libellula     | 89                  | 8,99   | 6,44 | 15,43     | 106 | 146    | 0,42          |
| Siete Cerros* | 84                  | 9,10   | 6,62 | 15,72     | 108 | 150    | 0,42          |
| Sava          | 81                  | 8,93   | 6,90 | 15,83     | 109 | 156    | 0,44          |
| Next step     | 70—80               | 9,00   | 9,00 | 18,00     | 124 | 203    | 0,50          |

\* 4 év átlaga



Annak a megállapítása, hogy hol a törpeség határa, időszakonként változó. A középkorban, de még a múlt században sem volt ritka a 200 cm-nél hosszabb szárú gabona. Ma már talán a 80 cm is sok.

A törpe formák nyilvánvaló előnye az, hogy nagyobb a dőlés-ellenállóságuk. Ez az előny legkifejezettebben viharos időjárásban jelentkezik. Mi Szegeden csak féltörpe vagy törpe formákat állítottunk elő. Dőlésállóságuk azonban a gyakorlatban egyszer sem manifesztálódott az elmúlt 5 évben, mert az első fajták elismerésétől napjainkig egyszer sem volt komoly esős szélvihar aratás előtt.

De a törpeségnek van más előnye is. Például a jobb térkihasználás. A féltörpe növények a gabonától az őszibarackig ökonomikusabb felépítésükkel, a jobb vegetatív: reprodukzív arányukkal szorították ki a magasabb fajtákat a természetből. A harvest index (*HI*) javulása a gabonákban, a jobb szem-szalma arányt jelenti [28]. A búzanemesítés előrehaladása és a *HI* javulása egyenes összefüggésben volt egymással. De ez az összefüggés azért nem szükségszerű, mert elképzelhető jó harvest index akár óriás növényekben is.

A törpeség irányába történő további előrehaladás egyik problémája, hogy a jelenleg a nemesítésben használt genetikai törpeségforrások mindegyike valamiféle defekttel terhelt. Pl. a Norin 10 gyökérstruktúrája rossz (aszályérzékenység), az Aobakomugi termése limitá-

ló, a Krasznodári törpe magasságra hasadó gént hordoz, a Viglási-féle magyar domináns törpe — a Karcagi 522 — szára gyenge. Hiába törpe ugyanis egy búza, ha az alsó internódiuma megnyúlt. A felső internódium viszont, amelynek a kalász táplálásában fontos a szerepe, éppen akkor előnyös, ha hosszú. Minthogy a szár alsó és felső részét vizsgálataink szerint eltérő gének szabályozzák, nemesítéssel elérhető az ideális szárstruktúra [16].

Ezért világszerte állítanak elő új törpeformákat. Egy FAO/IAEA project keretében mi is nagy számban produkáltunk ilyen mutánsokat, többek közt a híres Jubilejnaja 50 fajtából. Az utóbbi időben kiderült, hogy az indukált törpék produktivitása csak akkor megfelelő, ha a mutánst visszakeresztezéssel vagy biotechnológiai úton visszajuttatjuk az eredeti mutagénnel nem kezelt, sérületlen citoplazmára [16].

Hogy meddig mehetünk lefelé a növénymagasságban, az még bizonytalan. Bizonyos, hogy az újabb törpéknek nem csak a szerkezetükben kell különbözniük a magas búzáktól: a gyökér pl. nem lehet törpe. A felső zászló levél, a kalász, de a szálka sink-source és asszimilációs szerepe megnő. Ez a *szálka* a Mini Manóban nagyobb szárazságtűrés, 10—12% többletet jelent a szálkátlan változattal szemben. Viszont ugyanez a szálkásság betegség-hajlamosító tényező is, éppen emiatt érzékeny pl. a fuzáriummal szemben.

Tehát alapvetően új genetikai, élettani, szerkezeti bélyegekkel rendelkező, még törpebb formáknak feltehetően van jelentősége.

Természetesen a harvest index növelésén kívül még sok más termésnövelő tényező ismert.

A *betegség-ellenállóság* kapcsolata a termésrel első pillantásra sokkal közvetlenebbnek látszik, mint a törpeségé. Mégis, ennek az összefüggésnek az elfogadása sokkal kevésbé általános. BOROJEVIC a terméspotenciál növelésével foglalkozó cikkében [21] pl. „a betegség-rezisztencia” a fontosabb faktorok közt nem is szerepel. Egyesek fel is vetik, nem olcsóbb-e napjainkban a vegyszeres védekezés mint a rezisztencianemesítés?

A rezisztencia jelentőségének alábecsülése több tényezőre vezethető vissza. Az egyik a rasszspecifikus rezisztencia útján megoldhatatlan problémák köre. A másik talán a rezisztencia genetikai beépítésével sokszor együtt járó termésveszteségek.

Nem nagyon valószínű, hogy VAN DER PLANK [42] tévedne abban, hogy a rasszspecifikus rezisztens fajtákkal, de ugyanúgy a szűk spektrumú vegyszerekkel, éppen az emberi beavatkozás következtében szelektálódnak ki az egyre virulensebb és agresszívebb kórokozók. Hipotézise akkor is igaz, ha az általa ajánlott gyógymód, a „horizontális rezisztencia”, hús év után is várat magára; mert megoldást más sem tud még javasolni.

Az útkeresés sokirányú.



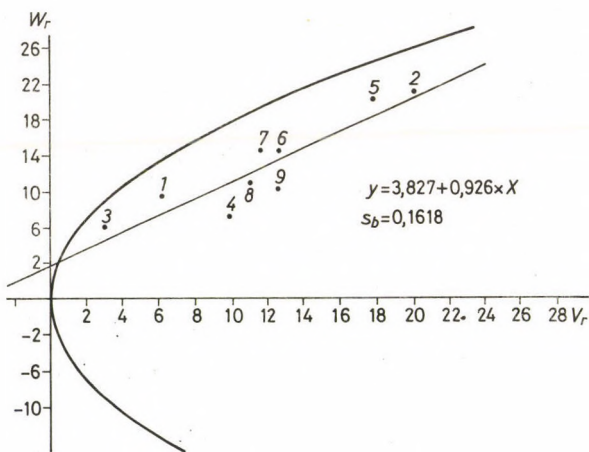
- A rasszspecifikus rezisztencia.
- A többgénes rezisztencia.
- A lassú sporuláció.
- A betegségtől „menekülő”, „escape” (ál-rezisztens) forma.
- A szerzett rezisztencia.
- A keresztrezisztencia.
- A különféle fajtakeverék: a blending, a multi-line.

Tágabb értelemben a „biológiai keverékek” közé tartozik a hibrid búza, sőt a „távoli keresztezés” is, mint a Triticale, a Hordeotricum stb. Mindezekkel foglalkozunk programunkban.

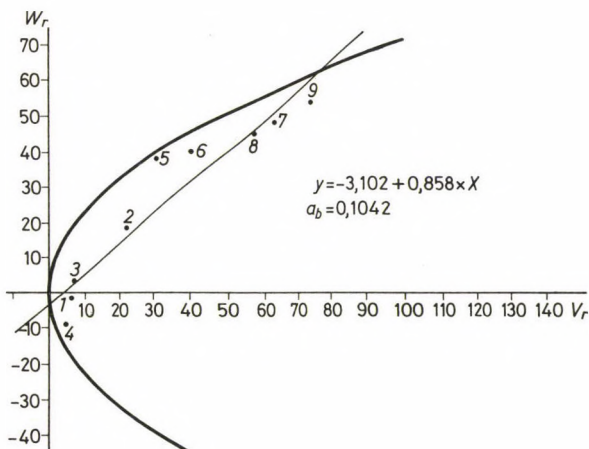
A strukturális, morfológiai bélyegek rezisztenciája, pl. a viaszolt vagy felálló levél is érdekes lehet. A biológiai védekezés (gabonarozsdát faló bacilusok, rovarok stb.) is perspektivikus.

Talán a legértékesebb védekezés azonban a növényi *tűrőképesség*, *tolerancia*, azaz megbetegedő, de lényeges termésveszteséget nem szenvedő típus. A tolerancia megenged bizonyos mértékű fertőződést, ezért „dirty resistance”-nek is nevezik. Nem befolyásolja észrevehetően a rasszösszetételt, tehát nem szelektál a virulensebb kórokozó irányába. Éppen ezért — szemben a rasszspecifikus rendszerrel — tartósabb ellenállóságot biztosít. Az elsőként előállított toleráns fajtánk a GK Csongor volt, ami több — de persze nem minden — gombafajjal szemben mutatott tűrést [18, 19].

A rasszspecifikus rezisztencia esetében néhány csíranövény és a *Stakman*-skála alapján azonosítható egy biotípus, a tolerancia vizsgálata viszont nehéz. Ehhez többismétléses, nagyparcellás kísérletek szükségesek. Használjuk a szokásos parcellák megosztását; a felét vegyszeresen védjük. Másik eljárásban minden ismétlést (néha 9—12-t is!) kétszer vetünk el. Ez az *ikerparcellás* módszer, amelyben minden vizsgált vonalnak van egy mesterségesen fertőzött és egy nagyon erősen védett hasonmása. E módszerek a hagyományosnál komplikáltabbak, viszont alkalmasabbak az összetett, gaz-



**2. ábra.** Kovariancia/variancia regresszió az ezerszemtömegre, védett körülmények között (1=Ságvári, 2=Mini Manó, 3=Auróra, 4=SO 1586, 5=Csongor, 6=G 7783, 7=Örzse, 8=Korány, 9=Szeged)



**3. ábra.** Kovariancia/variancia regresszió az ezerszemtömegre, szárrozsdá rasszkeverékkel fertőzött körülmények között (1 = Ságvári, 2 = Mini Manó, 3 = Auróra, 4 = SO 1586, 5 = Csongor, 6 = G 7783, 7 = Örzse, 8 = Korány, 9 = Szeged)

da—parazita—környezet kölcsönhatások elemzésére.

A szárrozsdá kártételét szokás a jó heritabilitású ezerszemtömegben kifejezni. Mégis, az ikerparcellás kísérlet biológiai rendszerében ez az ezerszemtömeg genetikailag hirtelen labilisnak látszódhat. A kovariancia/variancia regresszió ezerszemtömegre a „védett”, betegségtől mentes blokkban, *részlegesen dominánsnak* mutatkozik. Itt a legkisebb ezerszemtömegű törzs, a 2. ábrán a Mini Manó (2).

Fertőzött körülmények között viszont az ezerszemtömeg öröklődése már *overdominanciát* mutat. Itt a stresszelt viszonyok (3. ábra)

között a Mini Manó (2) már a legjobbak közt található, javító hatású genotípus. A fertőzött és védett növények együttes vizsgálata a korábban szokásos eljárásoknál hatékonyabban képes már tenyészertben prognosztizálni a fajta majdani viselkedését a természetben.

A módszer alkalmas a *fertőzésnek a termés-mennyiségre* gyakorolt hatásának vizsgálatára. Nagyobb epidémia, természetesen, általában termés-csökkenő, minden kórokozó faj esetében. De ha különféle genotípusokat azonos fertőzésszinteken tanulmányozunk, érdekes toleranciakülönbségeket találunk.

Kis mennyiségi különbségek halmozódásával megmagyarázható, hogy gyenge fertőzésre is nagy termés-csökkenéssel reagálhat egy genotípus, a másik jelentős fertőzést is képes kisebb veszteséggel pufferolni.

Mégis meglehetősen furcsának tűnhet, hogy a beteg növények szomszédságában egyes *tünetmentes* fajták jelentős *termésveszteséggel* reagálnak. Úgy tűnik, mintha a betegtárs iránti merő „együttérzésből” az egészséges növény is szenvedne. Ez a jelenség eltér a megszokott tapasztalatoktól. Bár a kísérletet hasonló eredménnyel sokszor megismételtük — mégis metodikai hibára gyanakodtunk. A különféle lehetőségeket sorba véve a fungicid kezelés vegyszeres stimulációja volt a hatással gyanúsítható. Vagyis feltételeztük, hogy nem a beteg szomszéd hatására csökken, hanem a kontroll-



sorozatban peszticid hatására nő a rezisztens fajta termése.

Beállítottunk azonban olyan kísérletet is, amelyben a probléma minden vegyszer alkalmazása nélkül tanulmányozható. Ez az ún. „*center pivot*” eljárás [18, 19]. Ebben egy hektárnyi területen a kerékpárküllőkhöz hasonlóan vannak a parcellák elvetve. A kerék tengelyéből (*center pivot*) — amit szárrozsdával mesterségesen fertőzünk — terjed sugárirányban a betegség, a négy égtáj felé. A központi fertőzőgócban a búza korai fejlődési fázisában kialakul a járvány és súlyos lesz. Kifelé haladva fokozatosan csökken a fertőzöttség — és minthogy később jut el, csak fejlettebb, erősebb növényeket támad, amelyeknek már kevésbé árt. A hosszú, 30—40 méteres parcellákat 5 méteres alparcellánként aratva, az epidémia mértéke, a növény fejlettsége és a termés kölcsönhatásai jól tanulmányozhatók.

A rezisztens fajtákon persze, gyakorlatilag nem indul meg a fertőzés. Mégis, a központi góc közelében lévő parcellákon egyes rezisztens fajták termése, e módszerrel vizsgálva is, csökken. Tehát a vegyszeres stimuláció hatása kizárható. Magát a jelenséget már 1974-ben leírtuk [19], de az okok ma sem egészen világosak. SMEDEGAARD—PETERSON [idézi 13, 18, 19] dán kutató avirulens lisztharmatrasszokkal végzett hasonló vizsgálatai alapján feltehető, hogy a rezisztens növény működésbe lépő védekezési mechanizmusa annyira „energiaigé-

nyes”, hogy ez esetenként súlyosabb termésvesztéséget okozhat, mint a fertőzés a fogékony fajtán.

Szabadföldi kísérletek lévén, a külső körülmények befolyása miatt a jelenség okai még nem teljesen tisztázottak. Egy feltételezés megkockáztatható:

— A rezisztencia és a tolerancia, két egymástól jól elkülöníthető védelmi rendszer.

Tehát, egy fajta lehet toleráns akkor is, ha rezisztens, akkor is, ha fogékony; és vice versa a tolerancia hiánya nem csak fogékony, hanem rezisztens fajták bélyege is lehet. Érdeemes lehet a növényben mindkét önvédelmi mechanizmust kiépíteni.

A rasszspecifikus rezisztencia vizsgálatában a „tettes” (a kártevő rassz) egyértelműen azonosítható. A tolerancia elemzésében jelenleg még nagy hátrány a komplikált, szántóföldi, indirekt kísérleti technika.

Természetesen folynak a próbálkozások egyszerűbb út felkutatására. Olyan eljárásra van szükség, ami lehetőleg a rezisztenciától függetlenül, a növény fejlődésének korai szakaszában, egyedszelekcióra is alkalmas módon tájékoztatna a tolerancia mértékéről. Próbálkozásaink a Növényvédelmi Kutatóintézettel karöltve többirányúak (pustula mérete, száma, konídium mennyisége, élettani háttér stb.).

Aligha lehet a búzanemesítés problémáiról vagy a kutatás perspektíváiról beszélni anélkül, hogy a *hibrid búzáról* ne szólnánk. A fél-

törpe mexikói búzák meghozták a zöld forradalmat, a hibrid búzában rejlik ennek a második hulláma. A növénynemesítésben valószínűleg még sohasem koncentráltak annyi energiát egy dilemma megoldására, mint a hibrid búza esetében [1, 4, 9, 10, 11, 25, 26, 27, 28]. A heterózishatás gyakorlati kiaknázása csak néhány gazdaságilag fontos növényfajban járt sikerrel, a nagyobb részében közel fél évszázaddal a hibrid kukorica után sem.

A heterózis és a hímsterilitás problémaköre mindig a legvonzóbb volt számomra. Kandidátusi [2] és doktori [13] értekezésem lényegileg egyaránt erről szól. Sikerek és kedvenc sikertelenségeim egyaránt ehhez a tématerülethez kötnek. Az eredmények főként a takarmánycirokban születtek [2, 3, 4, 5, 6].

A *hibrid cirok* nélkül valószínűleg nem lehetett volna szó a faj magyarországi meghonosodásáról. Az első a Hybar Mv 301 ma, 30 év után is a köztermesztésben van. Ezt USA-kutatókkal egy időben hoztam létre. A hibrid szemcirkok a Hybar 242 és Hybar 456 is előállításától 20, elismerésétől 15 év telt el. De a 456 csak fél, illetve két éve kapott fajtaelismerést Ausztriában és Jugoszláviában. A nemesítés útja hosszú. A minősített takarmánycirok hibridjeink a következők:

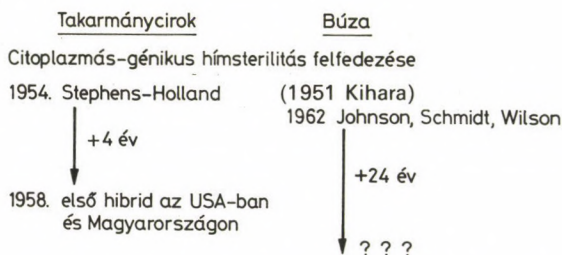
|              |                 |
|--------------|-----------------|
| Hybar Mv 301 | CKA—CSB × SF-1  |
| Hybar 242    | RIA—NKR 310     |
| Hybar 456    | WTA-Mini Hegari |
| GKI Remény   | RIA—BR 71       |

A búzában, amire sokkal több figyelmet fordítottunk, 16 évi munka után sincs még gyakorlati eredmény. Érdeemes a két rokon, de eltérően viselkedő fajt összehasonlítani a heterózisforma — vagy ahogy ma szokás nevezni, a heterózisfajta — előállítására szempontjából is (4. ábra).

A hibridfajta előállítás sokágú problémái, egészen leegyszerűsítve, három tématerületre sorolhatók:

1. Megfelelő nagyságú heterózis (hibrid vigor).
2. Megfelelő hibridizáló rendszer, pl. hímsteril-restorer rendszer.
3. Gazdaságos vetőmag-előállító rendszer.

A megfelelő heterózis két fő tényezőtől áll. Egyrészt a termés növeléséből, másrészt a termés stabilitásának a fokozásából. Mindkettő fejleszhető, pl. ha a fajtákból beltenyésztett, jól kombinálható vonalat emelünk ki. Bár az, hogy *öntermékenyülők* esetében van-e értelme



4. ábra. A hímsterilitás felfedezésétől a gyakorlati megvalósulásig eltelt idő



a beltenyésztésnek, sokáig vitatott volt. Valószínűleg elsőként a mi kísérleteinkben volt kimutatható a vonal-előállítás hasznossága, az eredetileg öntermékenyülő cirokban [3]. A Hybar Mv 301 az első beltenyésztéses hibrid cirok volt a világon. De az, hogy ez idejében létrejöhett, szép példája egy jó tudományos hipotézis értékének:

Az 50-es év elején *Györffy Barna* és *Rédei György* biztattak arra, hogy cirkokban a fajta nemesítés kihagyásával készüljek fel a hibrid fajták előállítására. Ekkor már hagymában és kukoricában felfedezték a *citoplazmás hímsterilitást*, és a *vavilovi homológ sorok törvénye* alapján feltételezték, hogy ez felfedezhető lesz a takarmánycirkokban is.

Ez a hipotézis betű szerint bevált! De így, mire STEPHENS és HOLLAND 1954-ben leírták [41] a citoplazmás hímsteril cirkot, már a hetedik beltenyésztéses nemzedéket ( $I_7$ ) is előállítottuk.

A beltenyésztés technikáját *Pap Endre* kukoricanemesítésében figyelhettük meg. Persze akkor még nyári és téli nemzedékek sorát kellett ehhez felnevelni. Napjainkban, hála a *biotechnológia* legújabb módszereinek, már búzában a haploid pollenből nyert növény rediploidizálása útján laboratóriumban, fitotronban és üvegházban, egyetlen nemzedék alatt nyerünk tiszta vonalakat.

A heterózishatás nagysága, bár az a búzában (15—20%) [3, 8] nem éri el a cirokét

(25—40%), mégis kielégítő lehet, megfelelő hímsteril- és gazdaságos vetőmag-előállító rendszer esetén. A közeljövőben számba vehető három fontosabb hímsteril rendszer és fő problémáik a következők:

1. Gametocides, kémiai: klíma dependens.
2. Citoplazmás-génikus: plazma mellékhatás.
3. Genetikai (génikus): tiszta előállítás nehézsége.

A *gametocides* (CHA vegyszerrel indukált) hímsterilitás talán megteremtheti a hibrid búzák első változatát, bár meg kell említeni, hogy a kísérletek e módszerrel már 1952 óta folynak [2]. Problémája a minden nagy területen végzett vegyszeres kezelés szokásos nehézségein felül, hogy nemcsak légi úton, de normál permetezőgépekkel sem végezhető a keskeny anya-apa pászták váltakozása miatt. Az eljárás tehát kényes, költséges, a CHA újabb környezeti megterhelést is okoz. Amellett időjárási tényezők (pl. eső, nagy szél) a kezelés kritikus időpontjában további kockázatot is jelentenek. Nyilvánvalóan a növénybe beépített genetikailag meghatározott hímsterilitás biztonságosabb.

A *citoplazmás hímsterilitás*, mely pl. a cirokban jó megoldást jelentett, a búzában nem felel meg. Egy fertilis búzatörzset (vonalat) egy mással keresztezve, gyakran érünk el figyelemre méltó terméstartalomra. Ha azonban ugyanezt a kombinációt úgy állítjuk elő, hogy az anya pl. *T. timopheevi* citoplazmás hímsteril, a káros

plazmás mellékhatások a heterózis nagy részét felemésztik. A *T. timopheevii* kívül sok vadbúza és *Aegilops* búza-rokon faj citoplazmáját átvizsgálták, de eddig még mindegyik rontotta a kombinálódóképességét. De a resztoráló gén az apában sem előnyös.

Elvileg a *génikus hímsterilitás* alkalmazása a legcélszerűbb a hibrid előállítására: öröklődő rendszer, az időjárás alapvetően nem befolyásolja; nem sújtja a citoplazmás mellékhatás és nincs szükség resztorer génre sem.

Problémát a tisztán hímsterilekből álló (*msms*) génikus steril vonal nagy dimenzióban történő előállítása jelent. A kérdést legtöbbször az *ms*-génnel kapcsolt, kiválogatásra alkalmas bélyegekkkel próbálják megoldani, de csak mérsékelt sikerrel.

Az öröklődő génikus hímsterilitás spontán viszonylag ritkán fordul elő. *Indukálni* egyszikűekben elsőként nekem sikerült a „Rancher” cukorcirok beltenyésztett vonalában. Ez 1962-ben jelentős lépés volt, és erről szóló beszámoló a „Nature”-ban headline-ként jelent meg [4, 5]. (Ma már a szupermutagének segítségével, a hímsteril mutáns-előállítás szinte széria tevékenység [29, 30].)

A három (röntgennel, kolhicinnel, beltenyésztéssel) indukált hímsteril mutáns elvi jelentőségű is volt. Ugyanis ivarszerveik súlyviszonya alapján a mutánsok sorba voltak rendezhetők: hímsteril (antherában csak steril pollent tartalmazó) → mikro-antherás (pollen



nélküli) → soktermős (antherátlan), tehát hímivar nélküli mutáns mellett megjelent a nősteril (nőivar nélküli) típus is. Ahogy *Correns* 30 évvel korábban evolúciós hipotézisében feltételezte, a leírt mutáns sorozat az ivari szétválás szép experimentális példáját nyújtotta, mikroevolúciós szinten [4]: az eredetileg biszexuális (monoeciás) növényfajból uniszexuális (dioeciás) faj létrejötte volt bemutatható indukált mutációs úton. Azaz olyan fajé, amelyen már külön növényen helyezkedik el a hím- és külön a nőivar.

A mutánsorban a hímivarszervek korcsozulása a nőivar lépcsőzetes növekedésével járt együtt. Ezen összefüggés alapján logikusan vetődött fel a kérdés, vajon az uniszexuális forma az evolúciónak már a végső lépése-e [5]? Kiderült, hogy nem.

A hímivarszerv csökevényesedése, majd teljes elvesztése után a női szexualitás önmagában szükségtelen tényezővé válik és funkcionálisan is megszűnik működni. A soktermős típusban már egymás mellett megjelenik a *szexuális* és az *aszexuális* (aposporia) szaporodás mód [7]. Ez utóbbira szelektálni lehet és érdemes. Texasi kutatók (SCHERTZ [39, 40], HANNA et al. [31]) már rámutattak, hogy a *pgy* mutánsunk, mivel elvileg tartósítani képes a heteróizist „fantasztikus jelentőségű a gabonafélék hibrid nemesítésében”. E téren az első eredményeket azonban nem az amerikai, hanem indiai kutatók, MURTY és RAO [35] érték el az ún.

„vibrid”-ek (vegetatív hibridek) előállításában. Az öröklődő és nem öröklődő hibrid formákat egyelőre csak keverten sikerült előállítani, de a jövő perspektívái között a tisztán parthenogenetikus, tartóshibrid is szerepel.

Napjaink nemesítésében azonban még — ritka kivételektől eltekintve — meg kell elégednünk az évente újra előállítandó hibrid formákkal. Éppen ez — a hibrid vetőmag — a kritikus része a hibrid búza, általában a hibrid fajták előállításának.

A *vetőmag-előállítás* azért az első számú tényező, mert ha költséges, felemésztheti a heterózishatás révén elért hasznot. A probléma elsősorban azokban a fajokban mutatkozik élesen, amelyek területegységenkénti vetőmagigénye nagy, pl. a búza vagy árpa esetében több mint a tízszerese a kukoricáénak vagy a cirokénak.

A hibrid vetőmag előállításának problémái a következők:

- nagy vetőmagigény (kukorica, cirok 15—20 kg; árpa, búza 150—250 kg/ha),
- nagy vetőmag-előállító területigény,
- rossz pollenlavírozó készség — rövid távolság,
- keskeny anya-apa vetőmagtermő sáv,
- szülők külön aratásának komplikáltsága,
- klímfüggőség (gametocid),
- gyenge resztorálás, plazmás mellékhatás (cms),

— anyarozs iránti fogékonyság (hímsterilitás),

— drága vetőmag-előállítás.

A hagyományos előállításban az anyai (hímsteril) és az apai (beporzó) *pászták* változtatják egymást. Ha a hímsteril *pászták* szélesek, akkor a sáv belsejében — az öntermékenyülők, pl. a búzapollen rossz szállongóképessége miatt — esetenként gyenge a termékenyülés. Ha a *pászták* szélességét csökkentjük, akkor gépi munkák, vetés, növényvédelem és főleg a keveredésmentes aratás csak speciális technikával, drágán oldható meg.

A problémát csökkentené, ha *pászták* helyett a két szülőt *keverten* vethetnénk, mert 300—400 cm helyett közvetlen egymás mellé kerülne a két virágzó szülő. Ez esetben azonban szükséges a két partner valamilyen elkülönítése is. Erre az ajánlott magasság, szemnagyság, szemsúly, fajsúly differenciák, tenyészidő különbségek, szelektív termékenyülés, xénia stb. egyike sem bizonyult megfelelőnek [2].

1973-ban több országban (USA, Franciaország stb.) szabadalmazott *marker génes eljárás* [9, 10] megfelelő rendszert alakított ki. Ez megelőzte korát, mert felfedezését követő közel másfél évtized alatt sem született meg a hibrid búza. Ha ma már másra nem jó ez a módszer, lehetőséget nyújtott a kevert vetőmag-előállítás rendszerének kipróbálására [13]. Kísérletünkben csupán 1 m széles parcellákkal dolgozva, a termékenyüléskülönbség

mégis igen meggyőző: a pásztás előállítással szemben 21—137% vetőmagtöbblet volt elérhető a kevert szülői állományban (3. táblázat).

A marker génes eljárásban az anya normál, az apa bíbor szemszínű. Aratás után elektronikus színszelektor segítségével a két partner különválasztható.

Ma már, amikor a herbicid (triazin) rezisztenciát sikerült bevinni dohányba is [24] elképzelhető az apa kipisztítása az *anya* megfelelő *herbicidtűrése* alapján is. Ám ez az eljárás sem problémamentes, pl. az anyanövények által takart apák vagy sarjhajtások nem irthatók megbízhatóan. Emellett korunk szelídebb anyagok használatát kívánja meg. Számos más eljárással is kísérleteznek, ez ideig gyakorlati eredmények nélkül [13, 25, 26, 36, 38].

Egy olyan új *elgondolást* szeretnék bemutatni, ami minden valószínűség szerint szabadal-

3. táblázat. Hibrid búza vetőmag-előállítás termése sávos és kevert vetésben (anya: cms Bezosztaja 1)

| Resztorer<br>apa | Vetés-<br>mód | Hibrid<br>vetőmag<br>g/m <sup>2</sup> | Rel. % |
|------------------|---------------|---------------------------------------|--------|
| Rf NO1           | Sávos         | 176                                   | 100    |
|                  | Kevert        | 214                                   | 121    |
| Rf NO2           | Sávos         | 260                                   | 100    |
|                  | Kevert        | 616                                   | 237    |
| PP 401—S         | Sávos         | 358                                   | 100    |
|                  | Kevert        | 628                                   | 175    |

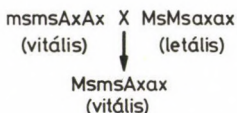


maztatható lenne. A javasolt eljárás az auxotrófián alapul.

Az *auxotrófia* jelenségét a molekuláris biológia objektumain kívül a 60-as, 80-as években már egy sor növényfajban is leírták. Így dohányban, szójában, paradicsomban, kukoricában, árpában, *Arabidopsis*ban stb. [22, 33, 34, 37, 43]. Az anyagok, amelyek ezeknek a hiánymutánsoknak az életben maradásához szükségesek, többnyire aminosavak, vitaminok, növényi hormonok stb., pl. prolin, aszparaginsav, glutamin, thiamin, gibberellin stb. Az auxotróf egyed a hiány pótlása, azaz külön adagolása nélkül élni képtelen. Az auxotróf egyed egy prototróffal, vagy egy más típusú auxotróffal keresztezve az  $F_1$  hibrid normál fenotípusú lesz. Ezen az alapon az auxotrófia jelenségét a hibrid vetőmag előállításában többféleképp is alkalmazni lehet.

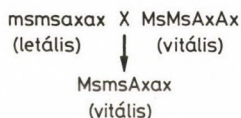
a) Az *auxotróf apai vonal* (MsMsaxax) felhasználásakor a prototróf normál, de hímsteril anya (msmsAxAx), restorer apával keverten vethető. A keresztezés és eredménye az 5. ábrán látható.

A virágzásig az apa számára nélkülözhetetlen, de az anya — és az ember — számára is



5. ábra. Apai auxotrófia

ártalmatlan szerrel (pl. thiamin vizes oldatával) permetezzük a hibrid-előállító blokkot. Ennek abbahagyása után az apa növények pusztulása várható. Aratáskor tehát elvileg apai szemtermés nem képződik, csak hibrid. (De ha esetleg képződnek is az apán mag, a két szülő mégis együtt, egybearatható. A hibrid mag elvetésekor ugyanis, az  $F_1$ -ek közül az apai eredetű — éppen auxotrófiája miatt — automatikusan ki fog veszni). Az előállított  $F_1$  hibrid viszont fertilis és autotróf lesz: tehát ugyanolyan, mint bármelyik kommersz búza: semmiféle kezelést nem igényel.



6. ábra. Anyai auxotrófia

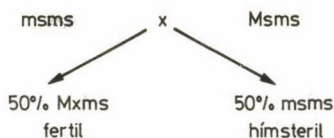
*b) Auxotróf anyai vonal* esetén a kép a következő (6. ábra): A hímsteril anya auxotróf, a beporzó apa (restorer) nem auxotróf. Az anyai állomány a szezon folyamán végig permetezendő a kiegészítő tápanyaggal. Az  $F_1$  utód, ugyanúgy, mint apai auxotrófia esetén, normális.

A *b)* eljárás hátránya az *a)*-val szemben, hogy az anya nem keverhető az apával, mert az utóbbi normál fertilis. Van azonban ennek az útnak is néhány figyelmet érdemlő előnye:

— Az anyanövényeken csak a hibrid szemek lesznek életképesek a következő  $F_1$  gene-

rációban, mert az esetleges ön- vagy testvértermékenyülésből származó szemek auxotrófok lesznek, így az  $F_1$ -ben automatikusan pusztulnak ki.

— Ennek következtében ez a rendszer akkor is kifogástalanul működik, ha az anyanővényeknek csak egy része, pl. csak a fele hímsteril, fele fertilis egyedből áll. Mint tudjuk, ez a helyzet akadályozta meg a génikus sterilitás alkalmazását, amint az a 7. ábrából látható, a kombinációból legfeljebb 50% hímsteril képződik.



7. ábra. Hímsteril és heterozigóta fertil szülők keresztezése

De ugyanúgy működik e rendszer *önsterilitás* (pl. lucerna, rozs) vagy akár *gametocid* alkalmazása, sőt *elvileg* minden sterilitás nélkül is: mert az anyai auxotrófia következtében kizárólag csak a keresztezésből származó *hibrid* utódok maradnak életben.

Érdeemes ennek a rendszernek az egyszerűségét összehasonlítani az ugyane probléma megoldására szerkesztett DRISCOLL [25, 26]-féle XYZ eljárással. Ez egy érdekes hipotézis, de a leírása óta eltelt másfél évtized alatt nem volt még létrehozható.

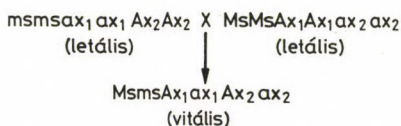
A génikus sterilitásban a fertilektől megszabadulni nehéz. RAMAGE-nak [36] a balanced



tertier trisomic (*BTT*) eljárás, extra kromoszóma beépítésével és letalitással kapcsolt hímsterilitással, másfél évtized alatt, ez mégis eredménnyel járt. A hibrid árpa termesztését 1970-ben Kaliforniában és Oregonban kezdték. El is jutottak 15—20 000 ha-ig. Az akkor jelentkező újabb problémák — jó talajon dőlés, rosszon anyarozsfertőzés — megoldása is sikerült 1978-ra [13]. De az addigra bevezetett új törpe árpafajta ugyanannyit termelt, mint a hibrid — és mennyivel olcsóbban!

A *BTT* módszer ugyanolyan időigényes, mint az *XYZ*, rendkívül komplikált, sok színvonalas laboratóriumi munkát folyamatosan megkívánó tevékenység. Ezekkel szemben az auxotróf rendszer egy sor növényben (pl. paradicsom) már a létező elemekből [22] — autotróf és thiamin auxotróf — napjainkban is előállítható.

Még az utolsónak ismertetendő komplementer kettős auxotróf rendszernek is vannak már előzményei, melyek bizonyítják a lehetőség realitását. Sőt azt is, hogy az anyai-apai két külön (nem allélikus) auxotróf gén már önmagában is heterózis hatás forrása lehet, mint *LI* és *RÉDEI* [33] thiaminos mutánsaiban kimutatta.



8. ábra. Komplementer auxotrófia

A komplementer kettős auxotróf rendszer alkalmas az előző két rendszer hibáinak a kiküszöbölésére és előnyei egyesítésére. Amellett nemesítésileg az előző kettőből csaknem automatikusan hozható létre ez a rendszer (8. ábra).

c) *Komplementer biparentális auxotróf rendszerben* a kevert anyai-apai állományt általában kétféle vegyszerrel kell kezelni. Az egyikkel virágzásig, a másikkal a szezon végéig. A rendszer előnyei:

1. a szülők keverten vethetők, mert az öntermékenyülésből származó anya is és az apa is csak letális utódot képez,

2. csak a hibrid utód életképes, mert a szülők egymás hibáit kölcsönösen komplementálják,

3. génikus sterilitás (fertil egyedeket tartalmazó anya), önsterilitás és citoplazmás sterilitás esetén is alkalmazható,

4. ha az anyai vonalban előforduló fertil egyed beporozza az apát, abból is életképes (reciprok) hibrid keletkezik.

Még egyszer utalva LI és RÉDEI [33] munkájára, megállapítható, hogy az egészséges utód nemcsak létrehozható a növényekben, de az kitűnő vitalitású, az autotróftól megkülönböztethetetlen autotróf hibrid lesz. E rendszerrel sok növényfajban hozhatunk létre hibridfajtat olyanokban, amire eddig gyakorlati lehetőség nem volt.

Végül is elhagyva a hipotézisek színes világát megállapítható, hogy búzanemesítő munkánk hétköznapi értelemben sem volt eredménytelen. Amikor 16 éve elkezdtem a munkát Szegeden, Magyarország búzaterületének 80%-án termesztettek külföldi fajtákat. Ma, hála a magyar nemesítés eredményeinek, az arány csaknem fordított. Minden érési csoportban ott vannak a fajtáink — és legalább olyan jók, mint a külföldiek.

## IRODALOM

- [1] ASHTON, T. (1949): The uses of heterosis in the production of the agricultural and horticultural crops. INP Agr. Bureau, Cambridge, p. 79
- [2] BARABÁS Z. (1958): Hímsteril modifikációk és formák. Kandidátusi disszertáció, p. 171 (kézirat)
- [3] BARABÁS Z. (1961): A magyarországi hímsteril hibrid takarmánycirok nemesítés jelenlegi állása. 10. Jubileumi Tud. Konf., MTA Mg. Kutatóintézete, Martonvásár, pp. 333—344.
- [4] BARABÁS, Z. (1962): Observation of sex differentiation in *Sorghum*. Nature, 195. pp. 257—259.
- [5] BARABÁS Z. (1963): A mutációk szerepe a növények ivari evolúciójában. Élővilág, 10. pp. 32—36.
- [6] BARABÁS, Z. (1967): Investigation in somatic hybrid vigour compared with the reproductive one. EUCARPIA Fourth Meeting of the "Maize and *Sorghum*" Section, France, Montpellier, pp. 250—253.
- [7] BARABÁS, Z. (1969): Problems of induced haploidy. USA, University of Missouri, Department of Genetics. Előadás 1969. november, p. 34
- [8] BARABÁS Z. (1971): Az amerikai nemesítés néhány tanulsága a hazai kutatás számára. Agrártudományi Közlemények 30. pp. 107—112.
- [9] BARABÁS, Z. (1973): Method of producing hybrid wheat by means of marker genes. Cereal Res. Comm. 1. pp. 45—49.
- [10] BARABÁS, Z. (1974): Method of production of hybrid seed grain. U. S. Patent 3,842,538.
- [11] BARABÁS, Z. (1976): The problems of hybrid wheat and some steps to solve them, the reality of hybrid wheat. In: Heterosis in Plant Breeding. Proc. of the 7th Congr. of EUCARPIA, 1974., Academic Press, Budapest, pp. 257—268.



- [12] BARABÁS, Z. (1978): Acceleration of winter wheat generations by reduced vernalization. Előadás: 6th Internat. Cereals and Bread Congress, Winnipeg, Manitoba, Kanada, p. 6
- [13] BARABÁS, Z. (1979): Öntermékenyülő növények hibrid- és mutációs nemesítése. Doktori disszertáció. Szeged, p. 181 (kézirat)
- [14] BARABÁS, Z.—CSEPELY, I. T. (1978): Shortening vernalization of winter wheat with kinetin. *Euphytica* 27. pp. 831—835.
- [15] BARABÁS, Z.—CSEPELY, I. T. (1980): Chemo-vernalization of winter wheat. *Proceedings of 3rd Internat. Wheat Conf.* pp. 611—615.
- [16] BARABÁS, Z.—KERTÉSZ, Z. (1988): Examination of dwarf wheats produced by mutation, crossing and physiological procedures. In: *Proc. of the final research co-ordination meeting on evaluation of semi dwarf cereal mutants for cross breeding, organized by the joint FAO/IAEA, Roma*, pp. 16—20.
- [17] BARABÁS, Z.—KERTÉSZ, Z.—MATUZ, J. (1977): Die Wertprüfung der Jungen Generation bei Getreide. Bericht über die Arbeitstagung 1976 der „Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler“ im Rahmen der Vereinigung Österreichischer Pflanzzüchter“. pp. 213—217.
- [18] BARABÁS, Z.—KIRÁLY, Z. (1976): Winter wheat mutation breeding for resistance and tolerance. In: *Induced Mutations for Disease Resistance in Crop Plants (1975)*. pp. 31—39.
- [19] BARABÁS, Z.—MESTERHÁZY, Á.—MATUZ, J. (1974): Center pivot method for tolerance and resistance testing. I. *Puccinia graminis tritici* epidemic in ten wheat varieties. *Cereal Res. Comm.* 2. pp. 17—26.
- [20] BARABÁS, Z.—SÁGI, F. (1974): Is chemical vernalization possible in winter wheat? *Cereal Res. Comm.* 2. pp. 65—76.
- [21] BOROJEVIC, S. (1981): *Genetika baza oplemenjivanja stranoplodnog bilja*. Novi Sad, p. 386
- [22] BOYNTON, J. E. (1966): A search for biochemical mutants in the tomato. *Rep. of the Tomato Genet. Coop. Davis, Calif. Res. Notes*, pp. 5—7.

- [23] CSEPELY I. T. (1977): Kísérletek a jarovizációs idő optimalizálására fény és vegyszeres szabályozás útján. Alkotó Ifjúság pályázat, Szeged, GKI, p. 17
- [24] CSÉPLŐ, Á.—MEDGYESY, P.—HIDEG, É.—DEMETER, S.—MÁRTON, L.—MALIGA, P. (1985): Triazine-resistant *Nicotiana* mutants from photomixotrophic cell cultures. *Mol. Gen. Genet.* 200. pp. 508—510.
- [25] DRISCOLL, C. J. (1971): XYZ system of producing hybrid wheat. *Crop Sci.* 12. pp. 516—517.
- [26] DRISCOLL, C. J. (1974): Induction and screening of chromosomal male sterile mutants for use in the production of hybrid wheat. In: *Polyploidy and Mutations in Plant Breeding*. IAEA, Vienna, pp. 139—142.
- [27] EDWARDS, I. B. (1983): An assessment of the role of cytoplasmic, genetic systems in hybrid wheat production. *Plant Mol. Biol. Reporter* I. pp. 139—143.
- [28] FISCHER, R. A.—KERTÉSZ, Z. (1976): Harvest index in spaced populations and grain weight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. *Crop Sci.* 16. pp. 55—59.
- [29] FOSSATI, A.—INGOLD, M. (1970): A male sterile mutant in *Triticum aestivum*. *Wheat Inf. Serv.* 30. pp. 8—10.
- [30] FRANKEL, R.—SCOWCROFT, W. R.—WHITEFIELD, P. R. (1979): Chloroplast DNA variation in isonuclear male sterile lines of *Nicotiana*. *Mol. Gen. Genet.* 169. pp. 129—135.
- [31] HANNA, W. W.—SCHERTZ, K. F.—BASHAW, E. C. (1970): Apospory in *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Science*, 170. pp. 338—339.
- [32] KERTÉSZ Z.—BARABÁS Z.—NEHÉZ R.—DUDITS D. (1972): Az embriókultúra felhasználása növénynevelési-, genetikai-, és élettani kutatásokban. (Előadás) X. Biológiai Vándorgyűlés, p. 10
- [33] LI, S. L.—RÉDEI, G. P. (1969): Direct evidence for models of heterosis provided by mutants of *Arabidopsis* blocked in the thiamine pathway. *Theoretical and Applied Genetics* 39. pp. 68—72.
- [34] MÁRTON, L.—DUNG, T. M.—MENDEL, R. R.—MALIGA, P. (1982): Nitrate reductase deficient cell lines from haploid

- protoplast cultures of *Nicotiana plumbaginifolia*. *Mol. Gen. Genet.* 182. pp. 301—304.
- [35] MURTY, U. R.—RAO, N. G. P. (1972): Apomixis in breeding grain sorghums. *Sorghum in Seventies* (Ed: Rao, N. P. G. and Housse, L. R.) Oxford and IBH Publishing Co., pp. 517—523.
- [36] RAMAGE, R. T. (1965): Balanced tertiary trisomics for use in the hybrid seed production. *Crop Sci.* 12. pp. 177—178.
- [37] RÉDEI, G. P.—BARABÁS, Z. (1971): A novel type of nutritional mutant. *Arabidopsis Information Service* No. 8. p. 37.
- [38] RODRIGUEZ, R.—QUINONES, M. A.—BORLAUG, N. E.—NARVAEZ, I. (1967): Hybrid wheats: their development and food potential. *CIMMYT Res. Bulletin* No. 3. p. 37.
- [39] SCHERTZ, K. F. (1970): Single height gene effects in doubled haploid *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Crop Sci.* 10. pp. 531—534.
- [40] SCHERTZ, K. F. (1973): Single height gene effects in doubled haploid *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Crop Sci.* 13. pp. 324—326.
- [41] STEPHENS, J. C.—HOLLAND, J. R. (1954): Cytoplasmic male-sterile for hybrid *Sorghum* seed production. *Agr. Jour.* 46. pp. 20—23.
- [42] VAN DER PLANK, J. E. (1971): Stability of resistance to *Phytophthora infestans* in cultivars without R genes. *Potato Res.* 14. pp. 263—270.
- [43] WALLEES, B. (1963): Macromolecular physiology of plastids, IV. on amino acid requirements of lethal chloroplast mutant in barley. *Hereditas* 50. pp. 317—334.





A kiadásért felelős  
az Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat igazgatója  
A nyomdai munkálatokat  
az Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat végezte  
Felelős vezető: Zöld Ferenc igazgató  
Budapest, 1992  
Nyomdai táskaszám: 20873  
Felelős szerkesztő: Balassa Éva  
Műszaki szerkesztő: Kiss Zsuzsa  
Kiadványszám: 33  
Megjelent: 1,97 (A/5) ív terjedelemben  
HU ISSN 0236-6258





