

***In vitro* dihaploid szülőkomponensű kukoricahibridek szántóföldi teljesítményvizsgálata**

SPITKÓ TAMÁS-SÁGI LÁSZLÓ-PINTÉR JÁNOS-
MARTON L. CSABA-BARNABÁS BEÁTA
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet, Martonvásár

Összefoglalás

Három évben, két termőhelyes kísérletekben vizsgáltuk *in vitro* dihaploid (DH) vonal eredetű hibridkukoricák termőhelyi és évjárat reakcióit. A vizsgált növényi anyagban összesen tizennégy hibridkombináció termés és betakarításkori szemnedvesség eredményét hasonlítottuk össze két standard hibridkukorica teljesítményének átlagával. A kísérletünk célja annak kiderítése volt, hogy az általunk tesztelt DH vonalakkal alkotott kukoricahibridek hogyan reagálnak a különböző környezeti feltételek változására. Az eredmények értékelését követően megállapítottuk, hogy az eltérő évek és különböző termőhelyek hatására a vizsgált genotípusok különbözőképpen reagáltak. A kísérlet főátlaga alapján a hibridek többsége statisztikailag jelentősen a standard átlag alatt teljesített, voltak azonban olyan dihaploid vonalak, amelyek hibridben realizált teljesítménye a standard értékével megegyezett. A hibridek martonvásári kísérletben kapott eredményei alapján lehetőségünk nyílt a szülővonalak általános kombinálódó képességének (GCA) kiszámítására. A vizsgálatok során találtunk olyan kombinációt, amelynek agronómiai értéke és termőképessége nem maradt el a standard átlagtól. A DH vonalakat *in vitro* növényregenerációs rendszerben állítottuk elő, majd hosszú szelekciós nemesítést követően vizsgáltuk több termőhelyes teljesítmény-kísérletekben. Az *in vivo* dihaploid előállítás gyakorlatával szemben az ilyen eredetű DH vonalakból származó kukoricahibridek korábban még nem kerültek köztermesztésbe Magyarországon.

Kulcsszavak: kukorica, dihaploid vonal, genotípus, évjárat, termőhely

Field performance of maize hybrids originated from *in vitro* double haploid parental lines

T. SPITKÓ-L. SÁGI-J. PINTÉR-L. CS. MARTON-B. BARNABÁS
Agricultural Research Institute of the HAS, Martonvásár

Summary

The responses of maize hybrids of *in vitro* doubled haploid (DH) line from two locations were examined over three years. Yield and moisture contents at harvest of fourteen hybrid combinations were compared with that of two standard maize hybrids at locations with different types of soil in order to investigate how maize hybrids of DH origin responded to changes in various environmental factors. The evaluation of the results indicated that the individual genotypes exhibited diverse responses in different years and at different locations. Compared with the grand mean of the experiment, the majority of hybrids performed well below the level of the standard mean, though it was possible to find DH lines that resulted in hybrids capable of producing yields equivalent to that of the standards and a combination whose agronomic value and yield potential were as good as the standard mean. Based on the field performance of the hybrids in Martonvásár experiment, we could evaluate the general combining ability (GCA) of the parental lines.

The used DH lines were developed within an *in vitro* plant regeneration system and were tested in the multilocation performance trials after long years of selection. Up till now only hybrids originated from DH lines developed *in vivo* have been introduced into cultivation in Hungary.

Key words: maize, doubled haploid line, genotype, year, location

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A beltenyésztéses hibridek termesztése az 1930-as években terjedt el széles körben, felváltva ezzel a szabadon elvirágzó kukoricafajtákat. Az új nemesítési módszerrel előállított hibridkukoricák az addig használt tájfajtákat elsősorban termésben és egyöntetőségükben múlták fölül. A beltenyésztés a hagyomá-

nyos kukoricanevelés alapeszközévé vált, mellyel hosszú ideig stabilan fenntartható, más vonalaktól megkülönböztethető, de ugyanakkor egyöntetű nevelési anyagokat állíthattak elő.

Az öntermékenyítés ideje 6–8 generáció, melyet közben folyamatos nevelési szelekció kísér. A munkafolyamat utolsó fázisa a kész beltenyésztett törzsek tesztkeresztése, mellyel a szülők hibridekben realizált értéke fejezhető ki. Amennyiben a nevelési szándék, a vonalak külleme és ellenállósága, valamint hibridjeik teljesítménye és termésstabilitása egymásra talál, megszületik az új beltenyésztett vonal, ami értékétől függően tölthet be jelentős szerepet hosszabb-rövidebb ideig a hazai, európai, vagy akár a világ kukoricatermesztésében.

A portokkultúrák indításának kezdete a hetvenes évek elejére vezethető vissza, amikor egy kínai kutatócsoport (Research Group 401) pollen eredetű kalluszt hozott létre, majd abból növekedés szabályozó anyagok segítségével haploid növényeket regeneráltak és kromoszóma vizsgálattal azok pollen-eredetét is bizonyították (Chu *et al.* 1975).

A mesterséges genom rediploidizációval kapcsolatos kutatások 1974-től indultak. A kísérletekben a kolhicin bizonyult legalkalmasabbnak a haploid kromoszómakészlet mesterséges megduplázására (Jensen 1974). A haploid kalluszoknál a 72 órás, 0,025% és 0,05%-os kolhicines kezelés közel 100%-os, a 24 órás kezelés mindössze 50%-os reduplikációt okozott. Ugyanakkor kukorica portokkultúrában a spontán dihaploidok előfordulása is lehetséges, szerzők ebben a témakörben akár 22%-os (Dieu és Beckert 1986) spontán rediploidizációról is beszámoltak. A haploidindukciós tulajdonság döntően additív jellege miatt viszonylag egyszerűvé teszi a képesség bevitelét szövettenyésztésben nem reagáló genotípusokba a hagyományos és *in vitro* technikák alkalmazásával egyaránt. A képesség visszakeresztésekkel könnyen és gyorsan átvihető egyik genotípusból a másikba (Obert *et al.* 1998).

Orosz és Barnabás (1997) 8 kínai eredetű DH vonalat keresztetett 5 martonvásári elit beltenyésztett vonallal. Céljuk a DH vonalak, az elit beltenyésztett törzsek és hibridjeik agronómiai tulajdonságainak vizsgálata volt kétéves szántóföldi kísérletben. Megállapításuk szerint a DH vonalakra jellemző volt a többsövűség, amit utódjaik jól örökölték. Az elit szülők hatására a hibridek korábban virágoztak a DH szüleiknél. A beltenyésztett törzsek átlagosan a vetéstől számított 77–78. napon virágoztak. Ugyanez az érték a DH vonalak esetében 86–88 nap, a hibridjeik esetében 78–79 nap volt.

Szundy et al. (1995) két kínai eredetű DH vonal származékait keresztezték martonvásári elit beltenyésztett törzsekkel (mint teszterekkel), és kisparcellás szántóföldi kísérletekben tanulmányozták azok hibridkombinációit. Eredményeik alapján a kombinációk virágzási ideje átlagosan 67–84 nap között volt, a növénymagasság 202–277 cm, a csőeredés 75–146 cm, a csőhossz 17,4–20,0 cm, szemsorszám 13–16 db, és az ezerszemtömeg 291–399 g között alakult. Megállapításuk szerint a vizsgált anyagok között találtak betegség-ellenálló, jó szárszilárdsággal rendelkező, (feltételezhetően) jó kombinálódó-képességgel rendelkező DH vonalakat is, ezért arra a következtetésre jutottak, hogy az anyagok egy része a jövőben ígéretes nemesítési forrás lehet.

A beltenyésztett vonalak értékelése sokféleképpen lehetséges: külső megjelenésük, morfológiai adottságaik, beltartalmi értékük, abiotikus és biotikus stressztűrő képességük, tenyészidejük, származásuk stb. alapján. A tulajdonságok kialakítása nagyrészt a nemesítő döntése alapján történik, és fontos szerepet játszanak az adott beltenyésztett törzs megítélésében. A használati érték kifejezésére azonban szükség van olyan mérőszámokra is, amelyek a vonalak utódjaiban realizált értékét adják meg. Az így számított értékek mutatják meg, hogy a nemesítés eredményeként létrejött beltenyésztett vonalak milyen átlagos javító eredménnyel vesznek részt az utódjaik (hibridjeik) teljesítményében.

Az utódbírálat fogalmát az 1960-as években a következőképpen határozták meg: Olyan teszt, amely meghatározott keresztezési modell alapján létrehozott utódok teljesítményéből állapítja meg az adott genotípus értékét (*Alliard* 1960).

A beltenyésztett törzsek kombinálódó-képessége olyan tényező, amely meghatározza a vonalak felhasználási lehetőségét a hibridkombinációkban, ugyanakkor a vonal értéke kifejezhetővé válik a keresztezési kombinációinak teljesítménye által (*Hallauer* és *Miranda* 1981).

Az általános és specifikus kombinálódó-képesség fogalmát *Sprague* és *Tatum* (1942) vezette be. Eredetileg úgy határozták meg, hogy amennyiben széles genetikai bázison (heterogén populáción) alapuló tesztereket alkalmazunk, akkor a vizsgált beltenyésztett vonalak általános kombinálódó-képességét (GCA) határozhatjuk meg. Ha a teszter származása szűk genetikai spektrumot foglal magába (beltenyésztett vonal, vagy SC), akkor a tesztkeresztezések közötti különbségek a specifikus kombinálódó-képességben (SCA) meglévő eltéréseket mutatják meg.

Meghatározásuk szerint az általános kombinálódó-képesség a szülővonalak átlagos teljesítményét fejezi ki a hibridkombinációkban, a specifikus kombinálódó-képesség pedig az egyes kombinációk értékét jelenti a szülőkomponensek átlagos teljesítményének függvényében. Felhívják a figyelmet arra, hogy a GCA és SCA eredmények mindig relatív értékek és nagymértékben függenek a kombinációk kialakításába bevont beltenyészett vonalak összteljesítményétől. Megállapítják továbbá, hogy a GCA értéke inkább az additív, míg az SCA értéke a domináns és episztatikus génhatásokat fejezi ki.

Anyag és módszer

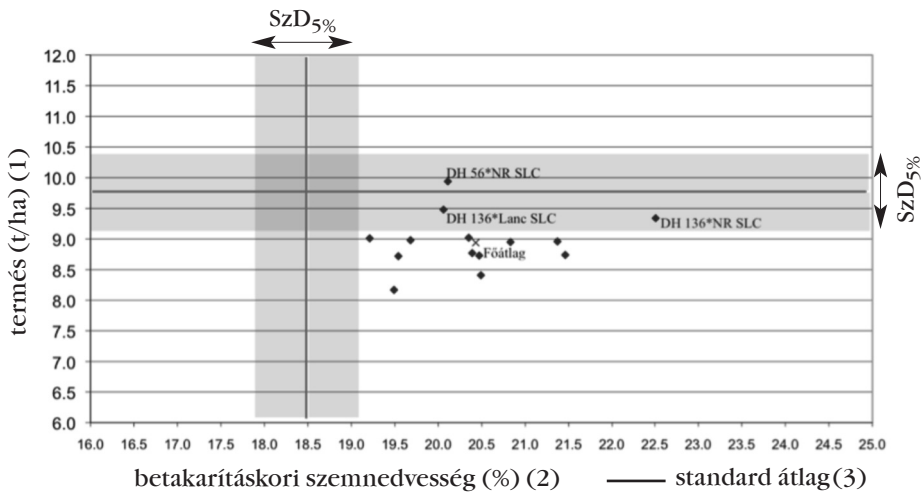
Két termőhelyen (Martonvásár, Szarvas), három évben (2006–2008), különböző talajtípusokon vizsgáltunk DH szülőkomponensű hibridkukoricákat, háromismétléses, randomizált teljesítmény-kísérletekben. A talajok típusai: jó vízellátottságú, vályogos, mészlepedékes csernozjom (Martonvásár) és agyagos-vályog csernozjom (Szarvas) voltak. A vizsgálatba vont kilenc DH genotípust *in vitro* növényregenerációs rendszerben állították elő. Származásukat tekintve egy jó haploid indukciós képességet hordozó kínai egzotikus vonalra, valamint martonvásári Iodent származású, elit beltenyészett vonalakra vezethetők vissza. Az *in vitro* DH kukoricavonalakat úgy állítottuk elő, hogy azokban az elit vonal különböző arányban volt jelen (F_1 és BC_1 kombinációkban). A teszterek martonvásári Lancaster (Lanc SLC), Iowa Stiff Stalk Synthetic (ISSS SLC) testvérvonal keresztezéssel létrehozott ún. „sister line cross” (SLC) apák voltak, valamint egy harmadik, a fent említettek egyikébe sem tartozó, nem rokon SLC teszter volt (NR SLC). A kísérletben FAO 390 és FAO 450 standardokat használtunk. A parcellakombájnbba szerelt mérleggel mért terméseredményeket 14% szemnedvességre átszámolva adtuk meg. A kiértékelést háromtényezős (genotípus, évjárat, termőhely) variancia-analízissel végeztük Sváb útmutatásai alapján. A GCA értékeket az egy vonalhoz tartozó hibridek átlaga és a kísérlet főátlagának különbségéből számoltuk ki (Sváb 1971, 1981). A 9 DH vonal és 3 teszter keresztezési kombinációja Martonvásáron teljes volt (itt összesen 27 hibridet vizsgáltunk), így a vonalak GCA értékeit kizárólag a martonvásári eredményekből számoltuk ki (a hibridenkénti termésadatok nincsenek feltüntetve).

Eredmények

A DH vonal eredetű kombinációkat két termőhelyes kísérletekben vizsgáltuk és a különböző termőterületen mértük a termést és a betakarításkori szemnedvességet. A kísérletekben a hibridek termésstabilitását határoztuk meg a különböző agroökológiai viszonyok között. A három évben, két termőhelyen, három ismétlésben szerzett adatok alkalmasak voltak a termőhely és az évjárat hatásának vizsgálatára is.

Az 1. ábrán tüntettük fel az egyes genotípusokhoz tartozó szemtermés- és betakarításkori szemnedvesség-értékeket.

1. ábra. A hibridek termés és betakarításkori szemnedvesség diagramja
(Martonvásár–Szarvas, 2006–2008)



Megjegyzés: A statisztikai analízis számított SzD értékeit P=5%-os hiba valószínűségi szinten mutatjuk be.

Figure 1. Grain moisture at harvest and hybrid yield (Martonvásár–Szarvas, 2006–2008). (1) Yield (t ha⁻¹), (2) Grain moisture (%), (3) Standard mean. Note: We present the calculated LSD values of the statistical analysis at a P=5% probability level.

A két termőhelyről származó szemtermés adatok alapján megállapítható, hogy a standardok átlaga 9,78 t/ha, a kísérlet főátlaga 9,05 t/ha volt. A DH eredetű hibridek közül a DH 56*NR SLC hibrid statisztikailag igazolhatóan elérte a standard átlagot (9,94 t/ha, SzD_{5%}: 0,63 t/ha), és a nagyobb termőképességű

FAO 450 standard eredménye sem volt szignifikánsan magasabb (9,83 t/ha). A DH 136*Lanc SLC kombináció 9,48 t/ha eredménnyel szintén megközelítette a standard hibridek átlagát. A DH 136*NR SLC hibrid termésében bár elérte, betakarításkori szemnedvességében (22,51%) jóval meghaladta az összes hibrid értékét. A további 11 darab DH szülőkomponensű kombináció terméseredménye három év és két termőhely átlagában is elmaradt a standardok hasonló értékeitől.

A martonvásári terméseredményekből számított GCA értékek alapján összesen öt DH szülővonal javított az utódainak teljesítményén (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgált DH vonalak utód-teljesítményéből számított általános kombinálódó-képessége (GCA) a szemtermésre (t/ha) és a betakarításkori szemnedvesség (%) értékekre (martonvásári eredmények alapján)

Vonal (1)	Genetikai háttér (2)	Termés (3)	Szemnedvesség (4)
GCA			
DH 384	Chi 592 * A2	-0,61	0,01
DH 136	DH 109 * Mv Vonal1	0,44	1,10
DH 143	(DH 109*Mv Vonal1) * Mv Vonal1	0,26	0,21
DH 31	Mv Vonal1 * DH 109	-0,41	2,31
DH 141	(Mv Vonal1*DH 109) * MV Vonal1	-0,12	-0,15
DH 57	DH 105 * Mv Vonal1	0,52	0,38
DH 64	DH 105 * Mv Vonal1	0,22	-0,56
DH 56	(DH 105*Mv Vonal1) * Mv Vonal1	0,70	-1,04
DH 53	Mv Vonal2 * DH 105	-0,08	-0,09

Table 1. The general combination ability (GCA) calculated from the the offspring performance of the examined DH lines concerning grain yield (t ha⁻¹) and grain moisture ant harvest (%) (Based on results from Martonvásár). (1) Line, (2) Genetic background, (3) Yield, (4) Grain moisture.

A DH 56 átlagosan 0,70 t/ha többlettel járult hibridjeinek terméséhez ugyanakkor egy százalékkal javított hibridjeinek betakarításkori szemnedvességén, ennek alapján a legjobban kombinálódó DH vonalnak ítéltük.

A betakarításkori szemnedvesség értékek esetében a DH 56*NR SLC, a DH 136*Lanc SLC és a DH 136*NR SLC hibridek szemnedvessége a standard átlagtól eltérő, szignifikánsabb nagyobb értékeket ért el. A kísérlet főátlagát tekintve

a hibridek többsége 20,18% körül teljesített, ami még kedvezőnek minősül a betakarítás szempontjából, de statisztikailag gyengébb eredmény a standardokhoz viszonyítva (standard átlag: 18,5%).

A 2. táblázat ugyanezen adatsorok három év és két termőhely szerint rendezett átlagait mutatja a szignifikáns differencia értékkel $P=5\%$ -os hibavalószínűségi szinten.

2. táblázat. Átlagos termés és betakarításkori szemnedvesség két termőhelyen és három évben (2006–2008)

Szemtermés (t/ha)		Szemnedvesség (%)	
(1)		(2)	
2006	10,52 a	2006	20,46 a
2007	6,71 c	2007	19,30 b
2008	9,92 b	2008	20,79 a
SzD _{5%}	0,28	SzD _{5%}	0,53
Martonvásár	8,92 b	Martonvásár	21,07 a
Szarvas	9,17 a	Szarvas	19,30 b
SzD _{5%}	0,22	SzD _{5%}	0,43

Megjegyzés: Standard átlag: 9,78 t/ha (termés), 18,5% (szemnedvesség). A varianciaanalízis alapján szignifikánsan eltérő értékeket a különböző betűjelek (a, b, c) mutatják. A statisztikai analízis számított SzD értékei a résztáblázatok utolsó sorában vannak feltüntetve ($P=5\%$ -os hiba valószínűségi szinten).

Table 2. Average yield and grain moisture at harvest on two locations during three years (2006–2008). (1) Grain yield ($t\ ha^{-1}$), (2) Grain moisture (%). Note: Standard mean: $9,78\ t\ ha^{-1}$ (yield), 18.5% (grain moisture). Different letters (a, b, c) indicate the values that significantly differ on the basis the variance analysis. The calculated LSD values of the statistical analysis are indicated in the last row of the partial tables (at a $P=5\%$ probability level).

A 2007. év termése statisztikailag igazolhatóan kisebb volt a másik két év eredményeihez képest (6,71 t/ha). A szárazabb év következtében a betakarításkori szemnedvesség értéke szintén szignifikánsan kisebb volt (19,30%). A hibridek termésingadozása mindhárom évet tekintve jelentős volt, 2007-ben statisztikailag igazolhatóan eltérő szemnedvesség mellett.

A két területen mért terméseredmények kísérletünkben szignifikánsan eltértek egymástól. A szemnedvesség értékek a szarvasi területeken kisebbek, a szemtermés értékek nagyobbak voltak.

Az eredmények alapján elmondható, hogy az éveknek és a különböző termőhelyeknek szignifikáns hatása volt a termésre és betakarításkori szemnedvesség értékekre. A hibridek termésingadozása a tényezők változására bizonyos kombinációkban jelentősnek bizonyult. Ugyanakkor elmondható hogy a standardok esetében is hasonló mértékű termés (FAO 450 standard esetében: 2006: 12,05 t/ha; 2007: 7,90 t/ha; 2008: 9,53 t/ha; FAO 390 standard esetében: 2006: 10,94 t/ha; 2007: 9,07 t/ha; 2008: 10,16 t/ha), és betakarításkori szemnedvesség ingadozásokat tapasztaltunk (FAO 450 standard esetében: 2006: 21,5%; 2007: 20,8%; 2008: 18,55%; FAO 390 standard esetében: 2006: 14,8%; 2007: 15,1%; 2008: 19,9%). A termőhelyi reakciójuk mindkét tulajdonságra nézve szignifikánsnak bizonyult.

Következtetések

A hibridek termésbiztonságát az évenkénti és termőhelyenkénti termésingadozással lehet becsülni (Szél 1998). A termésstabilitás vizsgálatához DH szülőkomponensű hibridek két termőhelyes, háromismétléses, szántóföldi teljesítménykísérletet állítottunk be három évben. A 14 DH eredetű hibridet és a 2 standardot Martonvásáron és Szarvason vetettük el.

A kombinált termés és betakarításkori szemnedvesség diagramon ábrázolva (1. ábra) a következő megállapításokat tehetjük:

A hibridek többsége (11 kombináció) nem érte el a standard átlagot. Három kombináció (DH 56*NR SLC, DH 136*Lanc SLC és DH 136*NR SLC) statisztikailag igazolhatóan azonos termést ért el, mint a standard hibridek. A vizsgált kombinációk közül az összes hibrid magasabb szemnedvességgel rendelkezett, mint a standard átlag.

A DH 56 genotípust hibridekben realizált teljesítménye alapján a legjobban kombinálódó vonalnak minősítettük. Korábbi kísérleteink alapján ez a vonal alkalmas regeneráns növények előállítására úgy, hogy közben kedvező kombinálódó-képességet örökít (a GCA jól öröklődő tulajdonság; Jenkins 1935). A vizsgálatok értékelése során figyelembe kell vennünk azt, hogy szűk genetikai bázison, gyakorlatilag egy beltenyésztett Iodent származású vonal és egy, hazánkban egzotikus megjelenésű beltenyésztett törzs keresztezési kombinációiból származó genetikai anyagokat értékeltünk. A 9 darab vizsgált DH vonal kifejezetten kevés mintaszámú kísérlet elvégzésére adott lehetőséget.

A több évben, több termőhelyen vizsgált hibridjeink átlagát tekintve megállapíthatjuk, hogy változó szemnedvesség mellett kisebb szemterméssel reagáltak az eltérő évekre és különböző környezeti hatásokra. A statisztikai elemzés alapján az eltérő évjáratok jelentősen befolyásolták mindkét tulajdonságot. A szemtermés a kukoricatermesztés szempontjából kedvezőtlenebb 2007-es évben kisebb volt, valamint ezzel összefüggésben a betakarításkori szemnedvesség is 19,3% körüli maradt. A másik két év nagyobb termést és a szemek magasabb víztartalmát eredményezte.

A termőhelyek szintén jelentősen befolyásolták a hibridek eredményeinek alakulását. Szarvason nagy terméseredményeket mértünk, kisebb szemnedvességgel. Az évjáratok termésre kifejtett hatását jelentősebbnek ítéltük, mint a különbségeket a termőhelyek között. Az eltérő évjárat akár 3 t/ha, a különböző környezet legfeljebb 1 t/ha termésben jelentkező ingadozást okozott a DH eredetű kombinációk esetében. Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a hibridek termésingadozása a vizsgált években és termőhelyeken jelentősnek bizonyult.

A fenti megállapításunk azonban a standardként használt hibridekre is igaz volt. A termőhely és évjárat megváltozása legnagyobb 3 t/ha terméseredménybeli változást és 4–5%-os szemnedvesség eltéréseket okozott betakarításkor. A vizsgált paraméterek esetében tehát mind a DH szülőkomponensű hibridek, mind a standardok jelentősen reagáltak a környezet és az évjárat megváltozására. Az eredmények értékelésekor meg kell jegyeznünk, hogy a termésben és szemnedvességben jelentkező évenkénti és termőhelyenkénti ingadozás általánosnak tekinthető jelenség a hazai kukoricatermesztésben.

Köszönetnyilvánítás

Az ismertetett kutatásokat az NKTH Jedlik Ányos Pályázata támogatta (Projekt szám: KUKBOGMV OM00064/2008).

IRODALOM

Alliard, R. W.: 1960. Principles of Plant Breeding; Wiley, New York. [In: Hallauer, A. R.–Miranda, J. B.: 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Testers and combining ability. (Chapter 8.)] Iowa State Univ. Press. Ames. 267–298.

- Chu, C. C.–Wang, C. C.–Sun, C. S.–Hsü, C.–Yin, K. C.–Chu, C. Y.–Bi, F. Y.*: 1975. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources. *Scientia Sinica*. 18: 659–668.
- Dieu, P.–Beckert, M.*: 1986. Further studies of androgenetic embryo production and plant regeneration from in vitro cultured anthers in maize. *Maydica*. 31: 245–259.
- Hallauer, A. R.–Miranda, J. B.*: 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Testers and combining ability. (Chapter 8.) Iowa State Univ. Press. Ames. 267–298.
- Jenkins, M. T.*: 1935. The effect of inbreeding and of selection within inbred lines of maize upon the hybrids made after successive generations of selfing. *Iowa State J. Sci.* 3: 429–430.
- Jensen, C. L.*: 1974. Chromosome doubling techniques in haploids. [In: Kasha, K. J. (ed.) *Haploids in higher plants: advances and potential*. University of Guelph. Canada. 153–190.
- Obert B.–Orosz Á.–Kovács G.–Barnabás B.*: 1998. A haploidindukciós képesség vizsgálata jól indukálható és antérakultúrában nem reagáló kukoricatörzsek hibridjeiben. *Növénytermelés*. 47. 5: 473–481.
- Orosz, Á.–Barnabás, B.*: 1997. Per se analysis of DH maize (*Zea mays* L.) lines in field experiments. *Acta Agron. Hung.* 45: 277–280.
- Sprague, G. F.–Tatum, L. A.*: 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.* 34: 923–932.
- Sváb J.*: 1971. A populációgenetika alapjai. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 126–146.
- Sváb J.*: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 113–116.
- Szél S.*: 1998. Hibridválasztás. [In: Sziberth D.–Széll E. (szerk.) *Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell.*] Agroinform Kiadó. Budapest.
- Szundy T.–Barnabás B.–Kovács-Schneider M.–Gyenes I.*: 1995. Dihaploid kukorica beltenyésztett törzsek értékelése tesztkeresztezésekben. I. Növénynemesítési Tudományos Napok. 1996. január 22–23. Abstract book. 31.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Spitkó Tamás–Dr. Sági László–Dr. Pintér János–Dr. Marton L. Csaba–Dr. Barnabás Beáta
Kukoricanevelési Osztály
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet
Martonvásár
Brunsztvík u. 2.
H-2462