

CZU 633.15 : 631.527.52

EVALUAREA PERFORMANȚEI HETEROZIS LA ANALOGII MRf AI LINIILOR CONSANGVINIZATE DE PORUMB

*Eugenia PARTAS**Institutul de Fitotehnie "Porumbeni"*

Abstract. The paper presents the multiannual results obtained from the evaluation of heterosis performance of MRf analogs in expression of 16 morphological and agronomic traits. The results revealed that the hybrids with MRf pollinators in comparison with the original version present a richer tassel in lateral branches and significantly lower values for 9 out of 15 evaluated traits, especially in the expression of plant length, length of ear, number of grains per row and tassel peduncle length. The backcrossed fertile plants in MRf analog contributed to the differentiation of descendants in terms of heterosis performance of grain yield in the evaluated 2-4 consecutive generations, but the selection of MRf descendants with significant higher values did not contribute to the improvement of the analog in this respect.

Key words: *Zea mays*; Maize; Cytoplasmic male sterility; Heterosis; Hybrid; Pollen fertility restorer.

Rezumat. În lucrare sunt prezentate rezultatele multianuale obținute la evaluarea performanței heterozis a analogilor MRf la expresia a 16 indici morfologici și agronomici. Rezultatele obținute denotă că hibridii cu polenizatori MRf se prezintă cu panicul mai bogat în ramificații laterale în comparație cu varianta originală a hibridului și cu valori semnificativ mai mici la expresia a 9 din 15 caracteristici evaluate, mai ales la expresia taliei plantelor, lungimea știuletelui, numărul de boabe pe rând și lungimea pedunculului la panicul. Retroîncrucișarea plantelor fertile în analogul MRf a contribuit la diferențierea descendențelor din punct de vedere al performanței heterozis la producția de boabe în 2-4 generații consecutive de evaluare, iar selecția descendențelor Rf cu valori superioare originalei nu a contribuit la îmbunătățirea analogului în acest sens.

Cuvinte-cheie: *Zea mays*; Porumb; Androsterilitate citoplasmică; Heterozis; Hibrid; Restaurator de fertilitate a polenului.

INTRODUCERE

Androsterilitatea citoplasmică la porumb, ca mecanism genetic de sterilizare a grăuncioarelor de polen, este studiată sub diferite aspecte și utilizată pe scară largă în producerea semințelor hibride. Din sursele de androsterilitate citoplasmică, citoplasma cu restaurare gametofit cms-M a avut o răspândire mai îngustă comparativ cu cms-T (Čalyk, T. 1974) și cu citoplasmele înrudite de cms-C (Smith, D.R. et al. 1971) tolerante la *H. maydis* (Hallauer, A. 1987; Steele, L. 1978; Darrah, L. et al. 1986; Albertsen, M.C. 1987; Pucaric, A. et al. 1988; Căbulea, J.V. et al. 1987; Hristov, E. 1984).

Promovarea hibridilor MRf în producerea de semințe a fost precedată de ameliorarea liniilor în analogi restauratori de fertilitate polenului (Ciobanu, V. 2014) și selecția descendențelor MRf pentru multiplicare, din punct de vedere al (a) asemănării fenotipice, (b) fertilității paniculelor analogului, (c) capacității de restaurare a fertilității polenului în combinația hibridă solicitată și (d) a performanței heterozis la producția de boabe, comparativ cu versiunea originală a analogului. În rezultat, în vederea promovării în producerea de semințe a hibridilor competitivi, a fost creată o bogată colecție de analogi MRf, unii dintre aceștia fiind obiectul de studiu din prezenta lucrare.

Ne-am propus ca scop evaluarea performanței heterozis a analogilor MRf în comparație cu versiunea originală a analogului (martorul) la expresia a 16 caracteristici fenotipice, printre care și caracteristici de importanță agronomică. În această ordine de idei, la variantele hibridilor cu un polenizator MRf au fost urmărite tendințele expresiei caracteristicilor și efectul selecției repetate în populația analogului a descendențelor MRf cu o performanță heterozis cel puțin la nivelul originalei în 2-4 generații consecutive de retroîncrucișare. Datele obținute la evaluarea comparativă a variantelor de hibridi cu un polenizator Rf și original ne-au ajutat la promovarea descendențelor ale analogilor MRf pentru multiplicare, la obținerea seminței amelioratorului.

MATERIAL ȘI METODĂ

Lucrarea a fost realizată în baza analogilor restauratori de fertilitate a polenului pentru citoplasma cms-M (MRf) din ultimele 1-3 generații de backcross cu linia originală. Analogii au fost promovați ca polenizatori în formule de hibridi competitive și omologate "Porumbeni". Pentru evaluare și selecții la

performanța heterozis, mai multe familii (descendențe) ale analogilor MRf fenotipic identice versiunii originale, au fost încrucișate ca polenizator cu componente-mamă androsterile și fertile (originale) din grupe alternative de heterozis. În astfel de încrucișări, de asemenea ca polenizator, au fost încrucișate și versiunile originale ale analogilor MRf, pentru a avea bază genetică (varianta martor) în procesul de selecție a descendențelor MRf în raport cu varianta martor. Astfel, în anii de studiu 1996-2011, în test-încrucișări au fost incluse versiunile originale ale 25 de analogi restauratori de fertilitate a polenului și 892 descendențe ale analogilor MRf. În cea mai mare parte, combinațiile hibride au fost obținute în condiții de polenizare controlată sub pungă, cu polen colectat de la cel puțin 10 plante fertile MRf. De regulă, în test-încrucișări au fost incluse cel puțin 5-6 descendențe MRf dintr-o generație a analogului.

Semințele hibride obținute au fost semănate în pepiniera cu culturi comparative de orientare, amplasată după un premergător favorabil culturii porumbului, în parcele cu suprafața de 10m², în 3-4 repetări, la o densitate de cultură 50 sau 60 mii plante/ha. Varianta martor a hibridului a fost semănată alături de variantele hibridului cu polenizator MRf, randomizat în următoarele 2 sau 3 repetări. Pe durata vegetației plantelor a fost efectuată biometria principalelor caracteristici ale tulpinii, frunzelor, paniculei și ale știuletelui, la un total de 20 de plante în 2 repetări. De asemenea, a fost înregistrată data înfloririi paniculelor, data maturității fiziologice a plantelor, numărul plantelor căzute și afectate de tăciunele comun (*Ustilago zae*) și tăciunele prăfos (*Sorosporium reilianum*), pe fundal de infestare naturală. Evaluarea productivității hibridilor a fost realizată prin recoltarea știuleților de la toate plantele din parcela de evidență, cu determinarea recoltei boabelor la umiditatea standard de 14%.

Rezultatele testării hibridilor au fost analizate statistic cu determinarea varianței și a diferenței limită în complexe monofactoriale randomizate pentru diferențierea descendențelor MRf vizavi de varianta martor.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Un analog restaurator MRf este creat dintr-un hibrid rezultat din combinarea liniei consangvinizate cu un donator de gene dominante Rf. Ulterior, plantele fertile din populația segregantă a hibridului sunt retroîncrucișate repetat cu linia originală în 5-6 generații consecutive, până la atingerea asemănării fenotipice a plantelor cu varianta originală. În generația în care este înregistrată identitatea fenotipică a analogului, încep lucrările de verificare a capacității de combinare (performanței heterozis) a analogului MRf în comparație cu versiunea originală. Dat fiind faptul că multiplicarea unui analog restaurator implică mai multe descendențe, a fost important să cunoaștem dacă descendențele acestuia sunt uniforme din punct de vedere al performanței heterozis în ceea ce privește expresia caracteristicilor morfologice ale plantei și știuletelui, dar și a unor caracteristici de valoare agronomică.

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele multianuale la evaluarea descendențelor analogilor MRf la performanța heterozis în formule competitive de hibridi. Rezultatele obținute denotă că cel mai mare număr de descendențe MRf (49,1-86,4%) au format variante ale hibridilor cu valori apropiate de martor din punct de vedere al productivității în boabe, al conținutului de apă în boabele recoltate, al numărului de plante căzute, al numărului de plante afectate de tăciune (*S. reilianum* și *U. zae*), al înălțimii de inserție a știuletelui și lungimii paniculei. Totodată, cel mai mare număr de descendențe MRf (69,6-91,3%) au creat hibridi cu talia plantei semnificativ mai joasă, panicule cu pedunculi mai scurți, știuleți mai scurți, cu mai puține rânduri cu boabe și mai puține boabe pe rând. Referitor la descendențele MRf, care au realizat performanțe heterozis net superioare martorului, ar fi de menționat că numărul lor în șirul testat de descendențe a fost mult mai mic în funcție de caracterul analizat (4,3- 39,1%), iar la evaluarea taliei plantelor, a lungimii știuletelui, a numărului de rânduri cu boabe și a numărului boabelor pe rând astfel de descendențe, în general, nu au fost înregistrate.

Astfel, datele obținute la testarea descendențelor MRf în cultură comparativă permit să se constate că acestea s-au confirmat ca destul de neuniforme din punct de vedere al performanței heterozis realizate pentru toate caracteristicile analizate, precum și a productivității în boabe.

Este evident că eterogenitatea analogilor MRf din punct de vedere al performanței heterozis au influențat valoarea mediilor calculate pentru variantele hibridilor cu polenizator MRf. Astfel, reieșind din datele prezentate în tabelul 2, este evident că polenizatorii MRf în comparație cu un polenizator original au generat în hibridi majorarea numărului de ramificații laterale la panicule și reducerea taliei plantelor, lungimii pedunculilor la panicule, lungimii știuletelui, numărului de rânduri cu boabe și a

Tabelul 1. Cota parte a descendențelor MRf în funcție de performanța realizată în hibrizi

Caracteristici	Nr. de descendențe MRf testate	din ele (%) cu valoarea performanței heterozis		
		la nivelul matorului	Net (P005) inferioară matorului	Net superioară matorului
†† Producția de boabe	698	49,1	24,5	26,4
†† Umiditatea boabelor	842	53,2	21,3	25,5
†Căderea radiculară	340	60,3	27,1	12,6
†Nr. de plante cu <i>Ustilago zae</i>	328	66,2	20,4	13,4
* Nr. de plante cu <i>Sorosporium reilianum</i>	279	86,4	2,9	10,8
Perioada de până la înflorire	47	46,8	34,0	19,1
Perioada de până la mătăsire	47	34,0	46,8	19,1
Perioada de vegetație	47	38,3	44,7	17,0
Talia plantei	23	13,0	87,0	0,0
Insertia știuletelui	23	73,9	13,0	13,0
Lungimea paniculei	23	60,9	39,1	0,0
Lungimea pedunculului la panicul	23	26,1	69,6	4,3
Lungimea știuletelui	23	8,7	91,3	0,0
Nr. de boabe în rând	23	26,1	73,9	0,0
Nr. de rânduri cu boabe	23	26,1	73,9	0,0
Nr. de ramificații pe panicul	23	21,7	39,1	39,1

Notă: date acumulate pe durata: * - 2 ani de testare; † - 3 ani de testare; †† - 14 ani de testare, altele – un an de testare.

numărului de boabe pe rândul știuletelui. În alte cazuri analizate, efectul genelor MRf a fost mai puțin vădit în expresia caracteristicilor numărul de plante afectate de tăciune, productivitatea hibrizilor și conținutul de apă în boabele proaspăt recoltate.

Tabelul 2. Media caracteristicilor evaluate la hibrizii de tip cms-M*MRf

Indicii morfologici și agronomici	Eșantionul de evaluare, numărul		Media caracteristicilor la variantele cu polenizator	
	Descendențe MRf	Analogi MRf	MRf	original
† Recolta în boabe, t/ha	868	25	6,07	6,1
† Umiditatea boabelor recoltate, %	892	25	19,3	19,3
‡ Plante: atac <i>Ustilago zae</i> , nr.%	230	17	1,4	1,5
‡ Plante: căderea radiculară, nr.%	233	18	1,9	1,8
* Numărul de zile până la înflorire	85	10	50,8	51,1
* Numărul de zile până la maturizare	109	11	90,5	91,3
* Plante: atac <i>Sorosporium reilianum</i> , nr. %	173	12	1,0	1,0
* Talia plantei, cm	52	6	192,7	199,4
* Panicul: lungimea, cm	52	6	35,7	36,2
Panicul: lungimea pedunculului, cm	34	4	5,2	5,8
Panicul: numărul de ramificații primare	34	4	10,5	9,8
Știuletele: numărul de rânduri cu boabe	34	4	14,6	15,2
Știuletele: lungimea, cm	34	4	17,3	19,8
Știuletele: numărul de boabe pe rând	34	4	32,9	34,2
Tulpina: insertia știuletelui, cm	52	6	65,7	66,2

Notă: numărul de ani la calcularea mediei: † - 11 ani de testare; ‡ - 3 ani de testare; * - 2 ani de testare; altele – un an de testare.

În cazul anumitor combinații hibride, polenizatorii MRf au contribuit la lărgirea variabilității caracteristicilor evaluate (Tab. 3), datele obținute fiind în concordanță cu rezultatele obținute de Ț.Ț. Râbceva (1981). Totodată, ar fi de menționat că variantele hibrizilor cu un anumit polenizator MRf au menținut un trend negativ la expresia lungimea paniculei (5 din 6 cazuri analizate), producția de boabe (7 din 15 cazuri analizate) și un trend pozitiv la expresia conținutul de apă în boabe (6 din 15 cazuri analizate), talia plantei, numărul de internodii pe tulpină și insertia știuletelui (cel puțin 3 din 6 cazuri analizate). Prin urmare,

aceste date ne permit să concluzionăm că variabilitatea observată la expresia a 7 indici analizați la hibridii cu polenizatori MRF a fost determinată și de particularitățile genotipice ale polenizatorului.

Tablelul 3. Media pentru variantele unor hibridi consacrați cu polenizator MRf, în % la varianta martor

Denumirea polenizatorului MRf	Anii de studiu	Umiditate a boabelor	Producția de boabe	Talia/lungimea plantei	Nr. de internodii	Înălțimea de inserție a știuletelui	Lungimea paniculei	Nr. de ramificații pe panicul
†AN615	2008-2010	99,6	99,8	102,2	96,7	84,6	97,8	84,4
AN615	2008, 2010	102,2	97,0	102,9	103,9	101,3	95,7	110,4
†AS3070	2007, 2009	106,6	94,1					
AS3070	2006-2010	97,1	102,9	98,8	103,2	102,0	97,7	84,1
AS814	2006, 2007	100,2	96,6					
†MK271	2007-2008, 2010	99,8	100,8	104,8	100,0	105,4	100,0	100,0
MK271	2007-2008, 2010	99,1	97,8	100,0	106,3	101,9	97,0	107,7
AS2381	2008	94,6	90,5					
MK255A	2006	104,9	98,4					
†AS814	2007	100,7	91,3					
†MK267	2007	101,9	99,3					
MK267	2010	103,1	99,1					
MK390	2008	95,6	115,0	97,4	97,3	97,1	95,2	84,0
MV643-2	2006	98,1	98,8					
MV968-1	2006	104,7	94,7					

Notă: † varianta analogului MRf în citoplasmă normală

În această situație a fost interesant să cunoaștem dacă un anumit analog MRf poate fi îmbunătățit (ameliorat), din punct de vedere al performanței heterozis, prin selecția descendențelor care au realizat performanță heterozis cel puțin la nivelul martorului în câteva generații consecutive de backcross. Caracterul de bază, selectat la trierea descendențelor MRf, a fost nivelul de producție în boabe realizat de hibridii. Astfel, în fiecare generație de testare, prin retroîncrușare au fost multiplicat plantele MRf din descendențele care au prezentat performanțe heterozis egale sau superioare martorului. În următoarea generație, pentru backcross și testare la performanța heterozis au fost selectate din nou plantele fertile din descendențele care au realizat în varianta hibridă un nivel de producție superior martorului.

Rezultatele testului au demonstrat că în cea de a doua generație de selecție a descendențelor MRf un nivel de producție egal sau superior celui al martorului hibrid a fost înregistrat numai la 74,8% de descendențe MRf; în cea de a treia generație - la 69,2% descendențe, iar în cea de a patra generație - la 81,7% descendențe. Astfel, aceste date susțin ipoteza că și în cazul dat, descendențele analogului restaurator de tip MRf, multiplicat prin retroîncrușare, prezintă performanțe heterozis diferite pentru toate caracteristicile evaluate. În același timp, selecția descendențelor MRf din punct de vedere al performanței heterozis la producția de boabe în mai multe generații consecutive de retroîncrușare a fost mai puțin rezultativă în ameliorarea analogului în acest sens.

CONCLUZII

Hibridii cu un polenizator MRf în comparație cu un polenizator original (variantele martor) se prezintă cu un panicul semnificativ mai bogat în ramificații laterale și valori medii semnificativ mai mici la expresia a 9 din 15 caracteristici evaluate, mai ales la expresia taliei plantelor, lungimea știuletelui, numărul de boabe pe rândul știuletelui și lungimea pedunculilor la panicule.

Expresia caracteristicilor la hibridii cu polenizatori MRf este în funcție de particularitățile genotipice ale polenizatorului.

Retroîncrușarea plantelor MRf în analog contribuie la menținerea eterogenității analogului din punct de vedere al performanței heterozis la expresia caracteristicilor morfologice și agronomice,

precum și a producției de boabe în mai multe generații consecutive de evaluare, iar selecția descendenților Rf cu un nivel de producție în boabe superior matorului hibrid a fost mai puțin eficientă la îmbunătățirea analogului în acest sens.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ALBERTSEN, M.C. (1987). Overview and Introduction of the Joint ASTA/USDA. In: Sponsored Trip to the People's Republic of China. Febr. 4.
2. CIOBANU, V. (2014). Crearea, evaluarea și utilizarea restauratorilor de fertilitate a polenului la porumb: autoref. tz. doct. în șt. agricole. 25 p.
3. ČALYK, T.S. (1974). CMS v selekcii i semenovodstve kukuruzy. Kišinev: Știinca. 230 p.
4. ČALYK, T.S., SALINSKAĀ, I.A., SOLONENKO, T.A. (1980). Sravnitel'noe izučenie steril'nyh i fertil'nyh gibridov kukuruzy. V: Selekcîa, genetika i tehnologiâ vzdelyvaniâ kukuruzy v Moldavii. Kišinev: Știinca. pp. 23-32.
5. CĂBULEA, J., HAS, V., HAS, J., GRECU, C. (1987). Unele aspecte privind utilizarea androsterilității citoplasmice în ameliorarea porumbului. In: ROMAN, Marcel et al., coord. Contribuții ale cercetării științifice la dezvoltarea agriculturii: volum omagial 1957-1987. București, pp. 92-99.
6. DARRAH, L.L., ZUBER, M.S. (1986). United States Farm maize germplasm base and commercial breeding strategies. In: Crop Science, nr. 26, pp. 1109-1113. ISSN 0011-183X.
7. HALLAUER, A. (1987). Races of Southern Corn Leaf Blight. In: Information for ASTA "Report of Race C" Southern Corn Leaf Blight in the People's Republic of China, 4 Febr.
8. HRISTOV, K. (1984). Semeproizvodstvo na samooprašeni linii i hibridi na steril'na osnova. In: Carevicav B"lgaria. Sofia. Izd. Zelenizdat, p. 140.
9. PUCARIC, A.M. et al. (1988). Maize seed production and proceeding in Yugoslavia. In: Euromaize '88 : maize breeding and maize production: workshop, Belgrade 06-08 October 1988. Belgrade, pp. 155-175.
10. RÂBCEVA, M.T. (1981). Sozdanie i izučenie steril'nyh analogov i analogov vosstanovitelej linij kukuruzy. V: Biologiâ, selekcîa i semenovodstvo zernovyh kul'tur. Kamennaâ stepi, pp. 65-68.
11. SMITH, D.R., HOOKER, A.L., LIM, S.M., BECKETT, J.B. (1971). Disease Reaction of Thirty Sources of Cytoplasmic Male-Sterile Corn to Helminthosporium Maydis Race T. In: Crop Science, vol. 11, nr. 5, pp. 772-773. ISSN 0011-183X.
12. STEELE, L. (1978). The hybrid corn industry in the United States. In: WALDEN, D.B., ed. Maize Breeding and Genetics. New York: John Wiley and Sons, pp. 29-40.

Data prezentării articolului: 11.04.2015

Data acceptării articolului: 28.10.2015