

CZU 633.15:631.527.5

ÎMBUNĂȚIREA PRODUCERII DE SEMINȚE LA HIBRIZII SIMPLI DE PORUMB TIMPURIU

Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Ghenadie RUSU, Valentina SPÎNU
Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, Republica Moldova

Abstract. The article presents the results of investigations concerning the improvement of seed production in early maize single cross hybrids using as female parent a more productive inbred line, related crosses $A \times A_1$ and backcrosses $(A \times A_1) \times A$. The related crosses from Reid Iodent heterotic group, with the genetic diversity index values comprised between 30 and 60%, were more vigorous and productive, possessed higher cold germination and saleable size of seeds. The performance and uniformity of the best hybrids $(A \times A_1) \times B$ were close to those of single cross hybrids. An essential disadvantage of the backcrosses was the greater variation of phenotypical traits and more complicated system of seed production.

Key words: Maize; *Zea mays*; Inbred lines; Related crosses; Backcrosses; Hybrids; Agronomical traits.

Rezumat. În articol sunt prezentate rezultatele investigațiilor privind îmbunătățirea producerii de semințe la hibridii simpli de porumb timpuriu, utilizând ca formă maternă o linie consangvinizată mai productivă, încrucișări înrudite $A \times A_1$ și retroîncrucișări $(A \times A_1) \times A$. Încrucișările înrudite din grupa heterotică Reid Iodent, cu valori ale indicelui de diversitate genetică cuprinse între 30 și 60%, s-au caracterizat prin plante viguroase și productive, germinație înaltă a semințelor la temperaturi joase și dimensiuni ale boabelor încadrate în fracțiile comerciale. Cei mai buni hibridi $(A \times A_1) \times B$ au fost apropiați de hibridii simpli după productivitate și uniformitate. Un neajuns esențial al retroîncrucișărilor s-a constatat a fi variația mai mare a caracterelor fenotipice și sistemul de producere a seminței mai complicat.

Cuvinte-cheie: Porumb; *Zea mays*; Linii consangvinizate; Încrucișări înrudite; Retroîncrucișări; Hibridi; Caractere agronomice.

INTRODUCERE

Hibridii simpli de porumb, dezvoltați în încrucișări ale două linii consangvinizate, posedă un șir de avantaje comparativ cu formulele trilineare și duble, fiind cu ușurință acceptați de cultivatori. Implementarea largă în practica agricolă se datorează superiorității acestora privind potențialul de producție, uniformitatea plantelor, pretabilitatea la recoltarea mecanizată și alte însușiri valoroase (Sarca, T. 2004). Procedura de creare a hibridilor simpli este mai rapidă și mai dinamică, necesitând mai puțini ani/generații pentru valorificarea directă a progreselor genetice realizate în liniile consangvinizate noi (Troyer, A.F. 2000). Pe de altă parte, extinderea în producere a hibridilor simpli de porumb timpuriu este limitată de productivitatea inferioară a liniilor consangvinizate ca forme materne în loturile de hibridare. În practica ameliorării porumbului sunt utilizate trei procedee de majorare a recoltei de semințe la formele materne: înlocuirea liniei slabe cu versiuni îmbunătățite, utilizarea încrucișărilor înrudite $A \times A_1$ și backcrossate $(A \times B) \times A$ sau $(A \times A_1) \times A$ (Sarca, T. 2004; Домашнев, П.П. et al. 1992; Mîrza, V. 2014). Informațiile privind modificarea hibridilor prin procedeele menționate sunt însă incomplete, în special cu referire la elucidarea slabă a criteriilor de selectare a formelor materne după gradul de rudenie genetică, apartenența la anumite grupe heterotice și influența acestora asupra însușirilor agronomice valoroase. Scopul prezentei lucrări constă în generalizarea rezultatelor cercetărilor efectuate în domeniul modificării hibridilor simpli de porumb timpuriu cu destinație pentru export în zonele nordice de cultivare.

MATERIAL ȘI METODĂ

În experiențele efectuate pe parcursul anilor 2010–2016 s-au utilizat 25 de linii consangvinizate din diferite grupe de maturitate: ultratimpurie, $FAO \leq 190$ – 4 mostre; timpurie, $FAO 200-250$ – 16 mostre; semitimpurie, $FAO 260-300$ – 5 mostre. Circa 80% din liniile consangvinizate aparțin convarietății dentiformis cu germoplasma grupelor heterotice Reid Iodent – MKP 60, MKP 61, MKP 62, MKP 63, MKP 64, MKP 601, MKP 611, MKP 602, AN 4234/98, AN 1234/06, AN 1112/07, AN 1174/10, AN 1146/11 și BSSS-B37/ Lancaster – 8 cu mostrele – AN 422/07, MKP 52A, MKP 55, MKP 56, MKP 70, AN 3550/03, MKP 71, MKP 711, iar liniile AN 618/95, AN 615/95, MKP 19A, MKP 20, MKP 21/182, MKP 22 conțin germoplasma complexului heterotic Euroflint.

Aceste surse genetice reprezintă germoplasma utilă folosită la etapa actuală în programele de amelio-

rare a porumbului timpuriu adaptat la condițiile climaterice din zonele cu resurse termice limitate. Liniile consangvinizate au fost incluse drept componente în încrucișări înrudite de tip $A \times A_1$ și backcrossate de tip $(A \times A_1) \times A$ sau $(A \times B) \times A$, folosite ulterior ca forme materne în hibridii simpli modificați. Menționăm că eșantionul de forme materne modificate prin ambele procedee și combinațiile hibride realizate a fost suficient de reprezentativ numeric și omogen după constituția genetică. Determinarea indicilor ameliorativi s-a efectuat în culturi comparative de orientare pe parcele de două rânduri cu suprafața de 10 m² în două repetări, cu densitatea de 60 plante pe parcelă. În studiu au fost incluși următorii indici: ritmul de creștere a plantelor, durata fenofazelor „răsărit – înfloritul paniculelor – apariția stigmatelor”, talia plantelor și inserția știuletelui, cota plantelor frânte și căzute, atacul cu tăciune comun și prăfos, producția și umiditatea boabelor, uniformitatea plantelor și a știuleților, alte caracteristici și însușiri specifice. Analiza variabilității interpopulative s-a efectuat la câte 15 hibridii din cadrul celor 3 tipuri de încrucișări în baza valorilor cantitative a 7 caractere morfologice înregistrate la 15 plante.

Experiențele referitoare la germinarea semințelor în condiții de câmp, la temperaturi suboptimale ale solului, au fost semănate în 3 epoci: I-a etapă – 30.03.2011, 02.04.2012; a II-a etapă – 11.04.2011, 12.04.2012; a III-a etapă – 24.04.2011 și 2012. Materialul biologic a fost semănat manual, cu un număr egal de semințe germinative (50 boabe/parcelă), pe parcele cu suprafața de 1,5 m² în 3 repetiții. Formele materne au fost evaluate după cota de boabe cu dimensiuni încadrate în fracțiile 1-4 (standardul GOST SM 233:2003), utilizate în procesul tehnologic de calibrare industrială a semințelor. Gradul de rudenie a liniilor consangvinizate s-a apreciat în baza producției de boabe a încrucișărilor prin calcularea indicilor de heterozis (H) și a diversității genetice (DG) după formulele descrise în literatura de specialitate (Мустяца, С.И. et al. 2012). Reacția la androsterilitate citoplasmatică de tip M și C a liniilor din colecția operațională s-a identificat prin estimarea fertilității/sterilității paniculelor la încrucișările cu surse androsterile. În perioada de înflorire au fost diferențiate următoarele categorii: menținători totali – panicul steril fără antere viabile; menținători parțiali – panicul cu antere sterile și fertile; restauratori – panicul complet fertil sau parțial. Capacitatea generală și specifică de combinare s-a apreciat în încrucișări sistematice de tip topcross, folosindu-se 2-4 testeri din grupele heterotice alternative și testate în culturi comparative de orientare. Datele experimentale au fost prelucrate statistic prin analiza factorială a varianței și calcularea diferențelor de limite – DL_{05} . Calcularea coeficienților de variație (V) și corelație (r) s-a efectuat în baza formulelor propuse de B.A. Dosepov (1985).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pe parcursul anilor 2010–2011, cu condiții climaterice favorabile pentru creșterea și dezvoltarea porumbului, și al anului 2012, cu secetă de sol și atmosferică extrem de pronunțată, s-au studiat 21 de linii consangvinizate și 30 de încrucișări înrudite. Datele experimentale redate în tabelul 1 arată că încrucișările înrudite au manifestat diferențe semnificative în ceea ce privește durata perioadei de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor, care a constituit o medie cu 2,5 zile mai scurtă în raport cu liniile consangvinizate.

Tabelul 1. *Încrucișările înrudite în comparație cu liniile consangvinizate după principalii indici ameliorativi*

Indicii ameliorativi	Media încrucișărilor înrudite		Media liniilor consangvinizate		Diferențele	
	2010-2011	2012	2010-2011	2012	2010-2011	2012
Ritm de creștere, nota	6,9	7,3	7,1	7,3	-0,2	0,0
Apariția stigmatelor, zile	57,3	55,9	59,9	58,3	-2,6	-2,4
Talia plantei, cm	230,3	172,5	187,8	155,2	42,5	17,3
Inserția știuletelui, cm	91,5	73,3	66,8	59,0	24,7	14,3
Plante cu tăciune comun, %	1,5	3,7	2,7	10,4	-1,2	-6,7
Plante cu tăciune prăfos, %	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Producția de boabe, t/ha	7,28	2,12	4,37	0,94	2,91	1,18
Umiditatea boabelor, %	14,8	10,9	13,9	9,4	0,9	1,1

Menționăm că acest indice ameliorativ (perioada de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor) necesită a fi luat în calcul în procesul de selectare a formelor parentale în combinații hibride pentru a asigura coincidența înfloritului organelor reproductive. Formele maternelor modificate $A \times A_1$ s-au caracterizat prin plante mai viguroase și inserție mai înaltă a știuleților, asigurând depășiri de 29,9 cm (17,4%) și, respectiv, 19,5 cm (31,0%). Fenomenul de heterozis, exprimat prin majorarea dimensiunilor plantelor, a demonstrat o cotă mai scăzută (4,0% absolute sau 53,8% relative) a plantelor afectate cu tăciune comun. Cele mai înalte diferențe între genotipurile studiate au fost înregistrate la producția de boabe, care au atins valori medii de 2,04 t/ha, ceea ce constituie 76,7%. Fundalul natural s-a dovedit a fi mai puțin eficient pentru diferențierea genotipurilor studiate după gradul de atac al plantelor cu tăciune prăfos. Mai puțin relevante au fost diferențele între seturile de încrucișări înrudite și linii consangvinizate după ritmul de creștere a plantulelor în faza de 5-7 frunze și umiditatea boabelor la recoltare. Factorii abiotici stresanți ai anului 2012 au avut un impact negativ pronunțat la liniile consangvinizate după talia plantei – 155,2 cm, inserția știuletelui – 59,0 cm, cota plantelor atacate cu tăciune comun – 10,4% și producția de boabe – 0,94 t/ha.

În baza producției de boabe a încrucișărilor înrudite, raportată la valorile liniilor consangvinizate, a fost estimată afinitatea genetică a părinților incluși în componența acestora. Compararea rezultatelor obținute în formulele de calcul al indicilor de heterozis și diversității genetice a stabilit că aprecierea în baza primului indice este mai puțin obiectivă, dată fiind variația pronunțată a datelor experimentale. Valorile indicelui diversității genetice au fost mai slab afectate de interacțiunile genotipului cu mediul ambiant și au permis o diferențiere corelată mai puternic cu pedigreeul liniilor consangvinizate. Indicele DG a repartizat formele maternelor $A \times A_1$ în 4 categorii de rudenie: similare – 3 mostre cu valori mai mici de 30%; rudenie medie – 18 mostre cu 31-70%; genetic îndepărtate – 7 mostre cu 71-95%; distincte – 2 mostre cu valori mai mari de 96%.

În experiențele consacrate evaluării comparative a germinației în cele trei epoci de semănat, inclusiv la final de martie–început de aprilie, cu temperaturi ale solului suboptimale, s-au studiat câte 12 mostre din cadrul încrucișărilor înrudite și al liniilor consangvinizate din grupele de germoplasmă. Rezultatele redată în tabelul 2 atestă că formele maternelor $A \times A_1$ au înregistrat valori superioare cu 25,8% în prima epocă, 16,6% în epoca a doua și 8,3% în ultima epocă de semănat.

Tabelul 2. Germinația semințelor (%) la încrucișările înrudite și liniile consangvinizate

Data semănatului	Încrucișările înrudite			Liniile consangvinizate			Diferența mediei
	2011	2012	\bar{x}	2011	2012	\bar{x}	
30 martie, 02 aprilie	48,4	79,8	64,1	15,7	60,9	38,3	25,8
11–12 aprilie	73,9	85,6	79,8	58,4	67,9	63,2	16,6
24 aprilie	88,9	93,0	91,0	81,1	84,3	82,7	8,3
Media	70,4	86,1	78,3	51,7	71,0	61,4	16,9

Temperaturile joase ale solului înregistrate în anul 2011 în perioada de la semănat (30 martie) până la răsăritul plantulelor (23–25 aprilie) au afectat semnificativ germinația boabelor, care a constituit 48,4% la încrucișările înrudite și 15,7% la liniile consangvinizate. În epoca a doua de semănat (11 aprilie) răsăritul plantulelor s-a semnalat la 26–27 aprilie, cu o medie de 73,9% la încrucișările înrudite și 58,4% la liniile consangvinizate. Ultima epocă, cu semănatul la 24 aprilie, poate fi considerată ca relativ optimă, 50% de plantule ieșind la suprafața solului la 5-6 mai în anul 2011 și la 1 mai în anul 2012, asigurând diferențe mai moderate.

În literatura de specialitate problema evaluării liniilor consangvinizate de porumb după categoriile morfologice ale boabelor (rotunde și plate, mari, medii și scurte/mici) este mai puțin elucidată. Menționăm că în Republica Moldova sunt comercializate 4 fracții ale semințelor, dintre care mai solicitate sunt cele cu dimensiuni medii incluse în fracțiile 2 și 3. Prima fracție, cu boabe rotunde, și ultima fracție, cu boabe mici, sunt oficial excluse pentru comercializare în Republica Belarus. Cercetările efectuate în anii 2010–2011 au fost efectuate cu un set de 13 linii consangvinizate și 14 încrucișări înrudite. Datele experimentale (tab. 3) au confirmat influența condițiilor climaterice asupra dimensiunilor boabelor, exprimate prin masa a 1000 de boabe (MMB) și cota fracțiilor la calibrare. Cu toate acestea, prezența unor diferențe sistemice la MMB și fracții, cauzate de genotip, permit să afirmăm importanța factorului

ereditar la expresia fenotipică a indicilor studiați. Încrucișările înrudite, ca potențiale forme maternelor ale hibridilor simpli modificați, s-au caracterizat prin valori ale MMB mai mari, asigurând o superioritate de 28,4 gr (10,6%) în 2010 și 23,5 gr (9,3%) în 2011 comparativ cu liniile consangvinizate. În medie pe 2 ani, cota semințelor încadrate în fracțiile 1 și 3 a constituit 85,1% la încrucișările înrudite și 76,4% la liniile consangvinizate, cu o diferență de 8,7% absolute sau 13,9% relative.

Tabelul 3. *Fracționarea boabelor la încrucișările înrudite și liniile consangvinizate*

Indicii	Încrucișări înrudite			Linii consangvinizate			Diferența mediei
	2010	2011	\bar{x}	2010	2011	\bar{x}	
Masa 1000 boabe, gr	295,7	277,2	286,4	267,3	253,7	260,5	25,9
Fracția Nr.1, %	3,3	1,14	2,4	0,9	1,6	1,2	1,2
Fracția Nr.2, %	51,6	34,2	42,9	35,5	32,4	34,0	8,9
Fracția Nr.3, %	35,4	49,0	42,2	41,9	42,8	42,4	-0,2
Fracția Nr.4, %	7,5	11,8	9,7	17,4	18,7	18,0	-8,3
Rebut, %	2,2	3,5	2,8	4,3	4,4	4,4	-1,6

Evaluarea capacității de producție a formelor maternelor necesită încrucișarea acestora în scheme de tip topcross cu testeri din grupele heterotice alternative și testarea combinațiilor hibride. Pe parcursul anilor 2010–2011, în culturi comparative de orientare s-au experimentat 96 de testîncrucișări realizate cu 8 linii consangvinizate și 16 încrucișări înrudite din grupa de germoplasmă Reid Iodent. Dintre acestea, 48 de testîncrucișări au fost testate în anul 2011 în Republica Belarus. Rezultatele au depistat valori înalte ale efectelor capacității generale de combinare la 4 linii consangvinizate și la 3 încrucișări înrudite. Grupa heterotică BSSS-B37/ Lancaster a fost reprezentată de 108 testîncrucișări realizate cu 12 linii consangvinizate și 6 încrucișări înrudite ca forme maternelor. Din cadrul acestui material biologic s-au evidențiat 5 linii consangvinizate și 2 încrucișări înrudite cu capacitate înaltă a producției de boabe. Experimentarea a 36 de hibridi sintetizați cu 12 forme maternelor din grupa heterotică Euroflint, inclusiv 5 linii consangvinizate și 7 încrucișări înrudite, a relevat prezența a 3 linii consangvinizate și a 2 încrucișări înrudite cu valori înalte ale efectelor capacității generale de combinare.

Investigațiile referitoare la aprecierea reacției liniilor consangvinizate la androsterilitate citoplasmică de tip M și C s-au soldat cu clasificarea genotipurilor în menținători și restauratori ai fertilității polenului. Rezultatele experimentale acumulate în procesul de monitorizare a combinațiilor hibride, realizate în sistem de încrucișări de tip topcross cu testeri androsterili, au demonstrat menținerea perfectă a tipului M la 18 linii consangvinizate, inclusiv la toate genotipurile grupei heterotice Reid Iodent. În categoria menținătorilor androsterilității de tip C s-au plasat 4 linii consangvinizate din convarietatea îndurată și 4 linii cu germoplasmă Lancaster.

Analiza integrală a datelor experimentale obținute în diferite experiențe a constatat prezența unor diferențe semnificative între indicii agronomici evaluați la liniile consangvinizate și încrucișările înrudite cu apartenență la grupele de germoplasmă (tab. 4).

Tabelul 4. *Indicii agronomici a liniilor consangvinizate și încrucișărilor înrudite în funcție de grupa de germoplasmă (media pe 2 ani)*

Indicii ameliorativi	Linii consangvinizate			Încrucișări înrudite		
	Reid Iodent	BSSS-B37/ Lancaster	Euro-flint	Reid Iodent	BSSS-B37/ Lancaster	Euro-flint
Ritm de creștere inițială, nota	7,14	7,21	6,76	6,64	6,90	7,38
Apariția stigmatelor, zile	60,4	60,3	58,5	58,0	58,5	54,7
Talia plantei, cm	195,6	189,8	174,6	227,9	244,0	222,1
Insertia știuletelui, cm	72,2	66,1	58,8	93,5	97,6	81,2
Plante cu tăciune comun, %	1,41	4,86	1,04	0,85	4,11	0,37
Producția de boabe, t/ha	4,97	4,49	3,08	7,27	8,07	6,52
Umiditatea boabelor, %	13,8	14,2	13,7	14,3	15,2	15,6
Germinația semințelor, %	54,7	61,3	71,3	69,4	77,5	88,8
Masa a 1000 de boabe, g	291,5	230,7	211,7	302,9	259,8	244,8
Cota fracțiilor Nr.2 și Nr.3, %	92,4	59,7	52,9	92,6	68,0	86,0
Producția de boabe în testîncrucișări, t/ha	8,89	8,80	7,40	8,65	8,60	7,56
Umiditatea boabelor în testîncrucișări, %	15,9	15,3	16,7	15,9	15,2	17,8

Liniile consangvinizate dezvoltate în baza germoplasmei Reid Iodent au manifestat performanțe la indicele producția de boabe *per se* – 4,97 t/ha și în testîncrușări – 8,89 t/ha, caracterizându-se prin plante viguroase mai slab afectate de tăciune comun și cu o cotă semnificativă (92,4%) a semințelor solicitate pe piață. Acești indicatori, împreună cu capacitatea de menținere perfectă a androsterilității de tip M, asigură anumite avantaje ca forme materne în combinații hibride. Respectiva concluzie se referă și la încrușările între liniile surori/înrudite, care manifestă un anumit grad de heterozis după perioada „răsărit–mătăsit”, talia plantei și inserția știuletelui, producția de boabe, toleranța la tăciunele comun și germinare a semințelor la temperaturi joase, masa a 1000 boabe. Menționăm că în grupa respectivă de germoplasmă s-au stabilit legături corelative mai puternice ($r=0,54$) între capacitatea combinativă a liniilor consangvinizate și a încrușărilor înrudite. Producția de boabe realizată de formele materne $A \times A_1$ în testîncrușări sistemice de tip topcross a înregistrat legături medii ($r=0,32$), cu gradul de rudenie estimat în baza indicelui DG. De asemenea s-a constatat prioritatea formelor materne $A \times A_1$, sintetizate în încrușări ale liniilor consangvinizate cu valori ale indicelui DG cuprinse în intervalul 30-60%.

Cercetările efectuate în anii 2013–2015 au avut ca obiectiv aprecierea comparativă *per se* și în hibridi a 21 de linii consangvinizate, 16 încrușări înrudite și 30 de încrușări regresive/ backcrossate ca forme materne. Rezultatele experimentale au confirmat expresia fenomenului de heterozis la ambele forme materne modificate după ritmul de creștere a plantulelor, perioada până la apariția stigmatelor, talia plantelor și inserția știuletelui. Producția de boabe *per se* a constituit, în medie pe 2 ani, 6,18 t/ha la încrușările înrudite, 5,50 t/ha la încrușările backcrossate și 3,99 t/ha la liniile consangvinizate. Menționăm că producția de boabe a înregistrat cele mai înalte valori ale heterozisului, cu o superioritate de 54,9% la încrușările înrudite și 37,8% la formele materne backcrossate. Diferențe mai slabe între cele trei tipuri de forme materne au fost semnalate la căderea radiculară a plantelor și umiditatea boabelor la recoltare. Datele experimentale au demonstrat că încrușările backcrossate după caracteristicile cu efecte benefice în producere de semințe ocupă o poziție intermediară între liniile consangvinizate și încrușările înrudite. Analiza producției de boabe, ca element de bază, la încrușările backcrossate $(A \times A_1) \times A$ și $(A \times B) \times A$ a constatat că prima variantă se plasează mai aproape de liniile consangvinizate. Un neajuns al acestora îl constituie variația mai pronunțată a unor caracteristici morfologice, ceea ce face mai dificilă identificarea genotipului în baza descriptorilor fenotipici, de asemenea face sistemul de producere a semințelor mai complicat. Observațiile vizuale au arătat o anumită neuniformitate interpopulativă după talia plantei și inserția știuletelui, lungimea și diametrul știuletelui, consistența și culoarea boabelor, colorația antocianică a stigmatelor, anterelor și rahisului, elementele structurale ale paniculelor.

Valoarea ameliorativă a variantelor de forme materne modificate se apreciază prin contribuția acestora la producția de boabe realizată în combinații hibride. Pentru studiu au fost sintetizați 45 de hibridi simpli $A \times B$, 44 de hibridi $(A \times A_1) \times B$ și 64 de hibridi cu forma maternă backcrossată, preponderent în încrușări sistemice de tip topcross, cu participarea a 3 tipuri de forme materne. Eșantionul de 153 de hibridi, repartizați în 2 grupe de maturitate după perioada până la apariția stigmatelor, a fost testat în anul 2014, cu condiții climaterice mai puțin favorabile, și 2015, caracterizat ca nefavorabil pentru cultura porumbului. Analizând datele experimentale (tab. 5), se constată faptul că valorile medii ale perioadei până la mătăsit, ale producției și umidității boabelor au fost foarte apropiate la cele 3 tipuri de hibridi. Cu toate acestea, cele mai productive variante s-au înregistrat în cadrul hibridilor simpli, cu devieri statistic semnificative de la media generală. Din cadrul hibridilor studiați s-au evidențiat 21 de mostre (13,7%) cu producții de boabe statistic superioare mediei pe blocuri, inclusiv 7 de tip simplu, 4 cu încrușări înrudite și 10 cu forme materne backcrossate.

Un element important la hibridii simpli se consideră uniformitatea și omogenitatea fenotipică a plantelor, cu beneficii pentru cultura porumbului începând cu răsăritul plantelor și terminând cu recoltarea. Evaluarea hibridilor după 7 caractere a constatat diferențe ale coeficientului de variație atât între formulele de încrușări, cât și între caracteristicile analizate. Menționăm că variația se consideră nesemnificativă când valorile coeficientului V sunt mai mici de 10%, medie – 10-20% și semnificativă – mai mari de 20%. La toate caracteristicile studiate, hibridii simpli $A \times B$ au înregistrat, în medie, o variație de 9,2%, nesemnificativă comparativ cu 11,7% la hibridii cu încrușări înrudite și 14,1% la combinațiile modificate cu încrușări regresive. O uniformitate mai înaltă s-a observat după diametrul știuletelui, cu o limită de variație în intervalul 6,4–7,9%, și numărul de rânduri pe știulete, cu o medie de 10,2%. La formulele de încrușări modificate s-a înregistrat variația medie după talia plantei, masa și lungimea

știuletelui, numărul de boabe pe rând. O variabilitate relativ mai accentuată s-a constatat la inserția știuletelui, în special în cadrul hibridilor cu forme maternelor backcrossate.

Tabelul 5. Caracteristica generală a 3 tipuri de hibridi (media anilor 2014-2015)

Indicatori	A x B		(A x A ₁) x B		[(A x A ₁) x A] x B	
	media	V, %	media	V, %	media	V, %
Perioada până la mățăsit, zile	58,5	-	57,8	-	57,9	-
Producția de boabe, t/ha	5,34	-	5,31	-	5,34	-
Umiditatea boabelor, %	12,8	-	12,9	-	12,7	-
Talia plantei, cm	215,9	7,1	212,7	12,3	213,4	15,3
Inserția știuletelui, cm	90,5	10,2	91,5	15,1	91,5	19,7
Masa știuletelui, cm	116,3	9,1	114,4	10,4	114,1	15,2
Lungimea știuletelui, g	16,6	10,6	16,7	13,8	15,4	14,9
Diametrul știuletelui, cm	4,3	6,4	4,1	6,8	4,2	7,9
Nr. de rânduri de boabe	16,9	10,0	16,8	10,4	16,8	10,2
Nr. de boabe pe rând	32,8	10,7	30,2	12,9	31,2	15,3

În baza datelor acumulate pe parcursul a 4–5 ani, la 8 linii consangvinizate și 10–16 încrucișări înrudite ca forme maternelor, s-a calculat coeficientul de corelație a producției, umidității boabelor *per se* și în testîncrucișări. S-a constatat că producția de boabe are legături relative medii ($r=0,361$), iar umiditatea boabelor corelează puternic ($r=0,831$), pe când în testîncrucișări ambii indici ameliorativi au înregistrat legături puternice: 0,936 și 0,923. Umiditatea boabelor a încrucișărilor înrudite în testîncrucișări poate fi prognozată în baza valorilor *per se*, întrucât coeficientul de corelație constituie 0,654. Producția de boabe a încrucișărilor înrudite în testîncrucișări (capacitatea generală de combinare) a manifestat corelații slabe ($r = 0,110$) cu producția acestora *per se*.

Analiza integrală a rezultatelor experimentale permite să afirmăm că înlocuirea formelor parentale prezintă o modalitate eficientă de creare a hibridilor de porumb timpuriu. Liniile noi cu performanțe după producție și alte caracteristici, după capacitatea generală și specifică de combinare asigură o probabilitate înaltă de evidențiere a unor variante competitive. Identificarea liniilor noi după capacitatea generală și specifică de combinare prin includerea în calitate de tester a formei paterne concrete permite evidențierea combinațiilor performante la etapa primară de evaluare. Îmbunătățirea unui hibrid simplu prin înlocuirea liniei consangvinizate slabe prezintă o modalitate mai eficientă comparativ cu utilizarea formei maternelor $A \times A_1$. Prin procedura respectivă au fost creați hibridii simpli Porumbeni 305, Porumbeni 310, omologați în Republica Moldova, și Bemo 235, Porumbeni 220, Porumbeni 230, Porumbeni 243, admiși pentru cultivare în Republica Belarus. Modificarea formei maternelor în baza încrucișărilor înrudite, cu avantaje superioare în producerea de semințe, necesită aprecierea suplimentară a gradului de afinitate genetică și a uniformității fenotipice a caracterelor în formulele de hibridare. Încrucișările înrudite cu nivel de heterozis până la 60% asigură în combinații hibride o variație mai slabă a elementelor plantei și potențial de producție apropiat hibridilor simpli. În procesul de selectare a acestora, alături de nivelul de heterozis, capacitatea de combinare după producție și umiditate a boabelor, importante sunt toleranța la temperaturi scăzute și randamentul fracțiilor la calibrarea boabelor. Încrucișările $A \times A_1$, care manifestă heterozis după precocitate, pot fi folosite eficient în scopul sincronizării înfloritului formelor parentale în loturile de hibridare, oferind o rentabilitate mai înaltă a producerii semințelor hibride. Din cadrul materialului de selecție studiat au fost evidențiați și transferați pentru testări oficiale în Belarus 3 hibridi simpli modificați, dintre care Bemo 203 este admis pentru cultivare la boabe și siloz din anul 2015. Astfel, în funcție de obiectivele de modificare a unor formule de hibridi simpli consacrați, amelioratorul poate utiliza procedura de înlocuire a formelor parentale sau forme maternelor obținute de la încrucișări ale liniilor surori/înrudite. Hibridii modificați $A_1 \times B$ sau $A \times B_1$ și $(A \times A_1) \times B$, fiind creați în baza unor formule de încrucișări utilizate în producerea semințelor comerciale, au avantaje și în procesul de creare a analogilor androsterili sau restauratori ai fertilității polenului sau de multiplicare a formelor parentale.

CONCLUZII

Liniile consangvinizate din grupa de germoplasmă Reid Iodent asigură performanțe în producerea de semințe. În procesul de selectare a formelor maternelor un rol important revine producției și umidității boabelor, toleranței la tăciune comun și prăfos, rezistenței la frângere și cădere, germinației boabelor

la temperaturi joase, dimensiunilor boabelor, gradului de menținere a androsterilității citoplasmatică, capacității generale și specifice de combinare.

Încrucișările înrudite cu valori de 30-60% ale indicelui diversității genetice prezintă o modalitate eficientă de îmbunătățire a producției de semințe, asigurând producții și uniformitate a plantelor cu valori apropiate hibridilor simpli.

Îmbunătățirea producerii de semințe poate fi realizată prin intermediul înlocuirii liniei consangvinizate slabe cu o versiune mai productivă sau prin utilizarea încrucișărilor înrudite ca forme materne.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. MÎRZA, V. (2014). Crearea hibridilor modificate de porumb pe bază de androsterilitate. In: Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – 40 ani de activitate științifică. Chișinău, pp. 136-142.
2. SARCA, T. (2004). Ameliorarea porumbului. In: BUTNARU, Galla, et al. (2004). Porumbul: studiu monografic. București: Ed. Acad. Române. Vol. 1, pp. 363-462. ISBN 973-2710-55-1.
3. TROYER, A.F. (2000). Temperate corn-background, behavior and breeding. In: Specialty Corn, second edition, USA: CRC Press, pp. 393-466.
4. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат. 351 с.
5. ДОМАШНЕВ, П.П., ДЗЮБЕЦКИЙ, Б.В., КОСТЮЧЕНКО, В.И. (1992). Селекция кукурузы. Москва: Агропромиздат. 208 с.
6. МУСТЯЦА, С.И., БРУМА, С.Г., РУССО, Г.В. (2012). Дифференциация сестринских и родственных линий кукурузы различными методами. В: Материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию ВНИИ кукурузы. Пятигорск. С. 86-87.

Data prezentării articolului: 15.03.2018

Data acceptării articolului: 20.04.2018