

CZU 633.15:631.527.5

CREAREA ȘI UTILIZAREA ANALOGILOR ANDROSTERILI ȘI RESTAURATORI DE FERTILITATE A POLENULUI LA PORUMBUL TIMPURIU

Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Ghenadie RUSU, Valentina SPÎNU

Institutul de Fitotehnie "Porumbeni", Republica Moldova

Abstract. The paper presents a generalization of the results of multiannual investigations concerning the reaction of early maize lines to M-type and C-type cytoplasmic male sterility (cms) and the development of male sterile analogues and pollen fertility restorers. 308 inbred lines belonging to the main groups of germplasm useful for early maize breeding were studied. The classification of the lines by their reaction to male sterility was preponderantly performed at the stage of combining ability evaluation in systemic crosses with male sterile testers. A high percentage of inbred lines (85,7%) maintaining M-type cms was established, while for C-type cms there was an approximately equal proportion of sterility maintainers (41,2%) and pollen fertility restorers (44,5%). The germplasm groups Euroflint, Early Batler, Northwester Dent and subgroups A654, CG-12 manifested similar reaction in both types of cytoplasmic male sterility. In specific cases deviations of male sterility expression were observed in relation to the genetic background. 9 male sterile analogues and 4 pollen fertility restorers were created as parental components for 14 registered maize hybrids.

Key words: Maize; *Zea mays*; Hybrids; Inbred lines; Male sterility; Pollen fertility restorers; Backcrosses.

Rezumat. Articolul prezintă a generalizare a rezultatelor cercetărilor multianuale privind reacția liniilor de porumb timpuriu la androsterilitate de tip M și C și crearea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate. Au fost studiate 308 linii consangvinizate aparținând principalelor grupe de germoplasmă utilă în ameliorarea porumbului timpuriu. Clasificarea liniilor după reacția la androsterilitate s-a efectuat preponderent la etapa evaluării capacității de combinare în încrucișări sistemice cu testeri androsterili. S-a constatat o cotă majorată a menținătorilor tipului M de androsterilitate citoplasmatică (85,7%) și o proporție aproximativ egală de menținători de androsterilitate (41,2%) și restauratori de fertilitate a polenului (44,5%) la tipul C. Grupele de germoplasmă Euroflint, Early Batler, Northwestern Dent și subgrupele A654, CG-12 au manifestat reacție similară în ambele tipuri de androsterilitate. În cazuri specifice au fost semnalate abateri ale expresiei androsterilității în funcție de mediul genetic. Au fost creați 9 analogi androsterili și 4 restauratori ai fertilității polenului, utilizați ca forme parentale pentru 14 hibridi de porumb înregistrați.

Cuvinte-cheie: Porumb; *Zea mays*; Hibridi; Linii consangvinizate; Androsterilitate; Restauratori de fertilitate a polenului; Retroîncrucișări.

INTRODUCERE

Semințele de porumb certificate rezultă în urma încrucișării controlate a formei materne cu forma paternă, cultivate într-un anumit raport de rânduri în loturi de hibridare izolate în spațiu. Excluderea prezenței polenului produs de forma maternă se efectuează prin înlăturarea manuală sau mecanică a inflorescențelor masculine și utilizarea sistemului genetic bazat pe androsterilitatea citoplasmatică restaurată în următoarea generație. În producerea de sămânță hibridă, androsterilitatea citoplasmatică de tip Texas (cms T) a fost cea mai răspândită, folosită în SUA aproape două decenii, cu o cotă de până la 90% a porumbului cultivat. Epidemia cauzată de *Helminthosporium maydis* în anul 1970, cu consecințe grave pe circa 50% din suprafața loturilor de hibridare, a evidențiat vulnerabilitatea și riscul utilizării acestui tip de citoplasmă sterilizantă. Tipurile cms S și cms C cu rezistență la *H. maydis* rasa T au devenit importante la sfârșitul anilor 1970 (Sarca, V. 2004). În anul 1987, sămânța de porumb în SUA era produsă în citoplasmă normală - 66,1%, în baza tipului C - 22,1% și în baza tipului S de citoplasmă - 11,5%. Utilizarea echipamentelor mecanice la înlăturarea paniculelor fertile a redus costurile acestei operații până la 33% comparativ cu cheltuielile înregistrate la castrarea manuală (Wych, R.D. 1988).

În Moldova, începând cu anii 1960, producerea de semințe hibride s-a bazat preponderent pe tipul moldovenesc de androsterilitate (cms M), evidențiat în soiurile locale și identic cu tipul cms S, descoperit în SUA (Чалык, Т.С. 1974). Cercetările de transformare a liniilor consangvinizate în citoplasmă de tip C și privind restaurarea de fertilitate a polenului au fost inițiate la finalul anilor 1970, în special pentru hibridii din grupa de maturitate cu indicele FAO 170-210. Androsterilitatea citoplasmatică a fost intens studiată pe

plan mondial, în literatura de specialitate acumulându-se o vastă bază informațională referitoare la aspectele teoretice precum originea, ereditarea, expresia fenotipică, influența factorilor genetici și abiotici. Cu toate acestea, până în prezent rămân fără suficiente explicații multiple aspecte, inclusiv privind rolul alelelor suplimentare implicate în determinismul genetic. Printr-un aport semnificativ la elucidarea problemelor teoretice și practice ce țin de androsterilitate s-au remarcat cercetătorii specializați în domeniu – Т.С. Чалык (1974), В.П. Мырза (2009), Е.К. Парнас, В.Г. Чобану (2009), E. Partas (2011), V. Ciobanu (2011, 2018).

Scopul prezentei lucrări constă în generalizarea cercetărilor multianuale efectuate la clasificarea liniilor consangvinizate după reacția la androsterilitate, crearea și utilizarea analogilor ca forme parentale ale hibridilor omologați de porumb timpuriu.

MATERIAL ȘI METODĂ

În calitate de material biologic s-au utilizat linii consangvinizate de porumb timpuriu din colecția operațională a Laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice, selectate după multiple caractere și însușiri agronomice, inclusiv capacitatea de combinare. Liniile originale și străine din colecția mondială și a partenerilor de colaborări bilaterale au fost clasificate în grupe și subgrupe de germoplasmă în baza pedigreului, a descrierii fenotipice și a producției de boabe realizate în încrucișări de analiză. Distribuția liniilor în clase după reacția la androsterilitate citoplasmatică de tip M și C, s-a efectuat preponderent la etapa evaluării capacității de combinare în încrucișări sistemice cu testeri androsterili. În scopuri practice, scara de apreciere a fertilității polenului cu 6 gradații (Partas, E. 2011; Ciobanu, V. 2018) a fost simplificată în trei clase: 1) panicul steril, complet lipsit de antere ieșite din glumele spiculețelor; 2) panicul steril cu antere vizibile, dar lipsite de polen; 3) panicul complet fertil. Mostrele cu 100% panicule sterile au fost incluse în categoria „menținători” (rf), cele cu toate plantele androfertile - în „restauratori” (Rf), iar cele cu segregare a plantelor fertile și sterile, indiferent de raportul acestora, în categoria „restaurare incompletă” (Rfrf). Menționăm că eșantionul apreciat a constituit până la 120 de plante în culturi comparative de orientare, cu parcele de 10 m² în două repetări, și 60 de plante în pepiniera de selecție. La crearea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate a polenului s-a folosit metoda încrucișărilor regresive (backcross). În cazul creării analogilor androsterili în generațiile BC₁-BC₃, pe forma maternă s-au încrucișat 3-5 plante cu amestec de polen de la forma androfertilă, iar după BC₄ volumul încrucișărilor s-a majorat până la 10 plante, semănate ulterior după metoda „știulete-rând”. La crearea analogilor restauratori de fertilitate, în calitate de formă maternă au servit analogii androsterili la care alelele recesive sunt înlocuite cu alelele dominante pe parcursul a 5 generații de retroîncrucișări. În generația BC₅ cota formei recurente constituie, teoretic, 98,44 % și se observă atingerea unui grad suficient de uniformitate/homozigoție între descendente, precum și obținerea asemănării fenotipice cu varianta liniei originale. Generațiile BC₁-BC₂ au fost reprezentate de amestecul semințelor încrucișărilor cu plante fertile din cadrul populațiilor segregante, iar materialul de selecție din generația BC₃ a fost descompus în descendente (știulete-rând). Descendențele autopolenizate din generațiile BC₂-BC₅, selectate după similitudinile cu linia originală, au fost încrucișate cu forma maternă androsterilă a hibridului propus spre perfecționare pentru identificarea prezenței alelelor dominante. La etapa finală (S₁-BC₅), testîncrucișările de forma cms x Rf au fost evaluate după producția de boabe și testul DUS (distinctivitate, uniformitate, stabilitate) prin comparație cu varianta normală a hibridului.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

La etapa inițială de activitate a Laboratorului ameliorării porumbului pentru zonele nordice, colecția operațională conținea preponderent linii timpurii din primul ciclu de selecție, create în diferite centre de cercetare. Până la începutul anilor 1990, în lucrările de ameliorare cu convarietatea îndurată erau incluse liniile F7, F2 F54, EP1, DK105, Pi187, Lo3, CM7, CM48, create direct din soiurile locale. În cadrul convarietății indentată predomina germoplasma liniilor din Canada - Co72-75, Co125, CG12, Co109, a celor extrase din soiul Vigor - PLS51, PLS54, PLS61, CG14, CG15 și a celor create cu participarea soiului Northwestern Dent - A509, W703, P354.

Datele prezentate în tabelul 1 arată că majoritatea liniilor cu bob sticlos din primele 7 grupe de germoplasmă s-au manifestat ca menținătoare ale tipurilor cms M (80,7%) și cms C (83,0%).

Tabelul 1. Clasificarea liniilor timpurii după reacția în citoplasmă androsterilă

Nr. d/o	Grupe de germoplasmă	Linii indicator	Linii studiate	Tipul M			Tipul C		
				rf	Rfrf	Rf	rf	Rfrf	Rf
1	Lacaune	F2	26	21	5	0	24	2	0
2	Lizargarate	EP1	9	6	2	1	8	1	0
3	Otawa flint	CM7	9	9	0	0	8	1	0
4	Nostrano dell isola	Lo3	8	7	0	1	7	1	0
5	Morano	Pi187	7	5	1	1	6	1	0
6	Gelberland mais	DK105	3	2	1	0	0	1	2
7	Flint mixt	-	26	21	4	1	20	5	1
8	Dent Canadian	Co72-75	12	9	2	1	0	5	7
9	Dent Canadian	Co125	12	10	2	0	0	2	10
10	Dent Canadian	CG12	9	9	0	0	9	0	0
11	Nortwestern Dent	P354	6	6	0	0	6	0	0
12	Early Batler	Co109	5	3	1	1	2	1	2
13	Vigor	PLS61	5	3	1	1	4	0	1
14	BSSS-B14	CM174	22	20	2	0	5	2	15
15	BSSS-B37	MK271	13	10	3	0	0	4	9
16	Lancaster	Mo17	18	16	2	0	11	3	4
17	Lancaster	Oh43	15	11	3	1	9	2	4
18	Minnesota13	W153R	7	4	2	1	0	2	5
19	Reid Iodent	P165	68	65	2	1	0	5	63
20	Reid Wilson	A654	8	8	0	0	6	2	0
21	Dent mixt	-	20	19	1	0	2	4	14
Total			308	264	34	10	127	44	137
În %			100,0	85,7	11,0	3,2	41,2	14,3	44,5

Un interes deosebit au prezentat liniile DK105, TA105 și AN615/95 cu origine din soiul german Gelberland mais, restaurator al fertilității polenului în citoplasmă sterilă de tip C. Alele dominante ale tipului cms M au fost identificate la 4 linii experimentale create cu germoplasma grupelor Lizargarate (Spania), Morano, Nostrano dell isola (Italia) și Flint mixt. Toate liniile originale dezvoltate în baza genitorilor CG12 și P354 s-au încadrat în grupa de menținători ai ambelor tipuri de androsterilitate. În componența hibridilor timpurii Moldavskii 257CRf, Nemo 216CRf, Bemo 181CRf și Bemo 182CRf, cu suprafețe semnificative de cultivare în zonele nordice, ca forme paterne, cu restaurare naturală a tipului cms C, au fost utilizate linii din subgrupele de germoplasmă Co72-75 (1866/80, 1866/82, BC27D4) și Co125 (MK24). Menționăm că, în calitate de forme materne, la hibridii respectivi s-au folosit liniile androsterile F7cmsC și MKP 33cmsC și liniile menținătoare MK21, F2, CM7 și MK10. Ulterior, germoplasma celor șase grupe heterotice indurate a fost încorporată în complexul Euroflint și Flint mixt. Lucrările de selecție cu grupele heterotice BSSS-B14 (CM105, CM174, A634), Minnesota 13 (genitorii W153R, W117, W182E, W401) și Reid Wilson (genitorii P346, A654) au avut drept rezultat crearea a 37 de linii experimentale din grupele de maturitate timpurie-semi timpurie, care au fost rebutate la etapele de testare a capacității de combinare, ca forme parentale ale hibridilor experimentați în culturi comparative de preconcurs, concurs și ecologice. Majoritatea liniilor din grupele heterotice Minnesota 13 și BSSS-B14 s-au dovedit a fi menținătoare ale tipului cms M - 82,7% și restauratoare ale tipului cms C - 69,0%.

Etapa actuală de ameliorare a porumbului timpuriu pentru export în zonele nordice are ca obiectiv crearea hibridilor simpli și simpli modificați în modelele heterotice Reid Iodent x Euroflint (FAO 190-210) și Reid Iodent x BSSS-B37 (FAO 220-240). Pentru Republica Moldova prioritate se acordă hibridilor din grupa de maturitate FAO 300-310, realizați în formulele de încrucișări Reid Iodent x BSSS-B37. Menționăm că grupa de germoplasmă Reid Iodent, datorită performanțelor acumulate în ciclurile avansate de selecție, predomină în pedigreeul hibridilor de porumb cultivați în Moldova, în ultimele decenii fiind intens folosită în lucrările de ameliorare a precocității. Aprecierile reacției la androsterilitate a 68 de linii consangvinizate arată că 95,6 % se încadrează în categoria de menținători ai tipului cms M, iar 92,6 % restaurează complet fertilitatea polenului în citoplasmă C. În grupele BSSS-B37 și Lancaster cota menținătorilor androsterilității de tip M constituie 80,4 %. Toate liniile din grupa BSSS-B37 în citoplasmă cms C au manifestat capacitatea de restaurare completă sau parțială a fertilității polenului, iar în grupa Lancaster s-a constatat prezența a 60,6 % menținători și 24,2% restauratori compleți de fertilitate a polenului.

Analiza integrală a cercetărilor efectuate cu 308 linii consangvinizate din grupele de germoplasmă utilă în ameliorarea porumbului timpuriu indică predominarea menținătorilor de tip cms M (85,7%) și o frecvență redusă a restauratorilor naturali de fertilitate a polenului (3,2%). În cadrul tipului cms C, liniile studiate s-au distribuit astfel: în categoria menținătorilor - 41,2%, a restauratorilor parțiali - 14,3% și restauratorilor compleți - 44,5%. Cota înaltă a liniilor restauratoare la tipul respectiv simplifică selectarea formelor paterne, dar limitează utilizarea formelor materne androsterile în hibridi (Франковская, М.Т. 1999; Горбачева, А.Г. 2012).

Procesul de creare a analogilor androsterili, ca parte integrantă a programului de ameliorare a porumbului timpuriu, se inițiază, de regulă, după testarea capacității generale de combinare a liniilor din generațiile de consangvinizare S_5 - S_6 . Procedura mai simplă de transferare în citoplasmă sterilizantă permite includerea în lucrări a majorității liniilor noi cu asumarea riscului de eliminare a unei cote semnificative până la etapa identificării hibridilor competitivi. La crearea analogilor androsterili, în calitate de donatori au fost utilizate frecvent liniile W401cmsM, W401cmsC, P346cmsC, P354cmsC, F2cmsC, MKP33cmsM, MKP33cmsC, iar în prezent MKP60cmsM, MKP61cmsM (Reid Iodent), MKP70cmsM, MKP71cmsM (BSSS-B37), MKP19AcmsM și MKP19AcmsC (Euroflint). Folosirea intensă a genitorilor de elită din cadrul grupelor de germoplasmă în materialul inițial duce la micșorarea diversității genetice la liniile din următoarele cicluri de selecție, fapt care înlesnește selectarea corectă a surselor de androsterilitate. Pe parcursul generațiilor de retroîncrușări, androsterilitatea descendențelor a fost evaluată în trei categorii de expresie fenotipică: 1) panicul complet steril, fără antere ieșite din glumele spiculețelor; 2) panicul steril, cu antere ieșite din glume, dar cu polen neviabil; 3) panicul inițial steril, cu apariția ulterioară a anterelor cu polen fertil. Categoria a doua a fost întâlnită mai des în cadrul mostrelor cms M, în special la grupa de germoplasmă BSSS-B37, iar ultima categorie este specifică tipului cms C, cu denumirea „late break” în literatura de specialitate (Горбачева, А.Г. 2012). Deși controlul genetic al androsterilității și restaurării fertilității polenului a fost constatat și diferențiat pentru tipurile cms M (gena Rf3) și cms C (genele Rf4, Rf5, Rf6), în cadrul cercetărilor au fost înregistrate unele cazuri specifice cu abateri de la raporturile de segregare cunoscute. La tipul cms M, în generațiile avansate de retroîncrușări BC_3 - BC_4 ale liniilor MKP55 și MKP38 a fost semnalată apariția plantelor androfertile, fenotipic similare cu cele sterile, în proporție de circa 10%. În retroîncrușările ulterioare (BC_4 - BC_6) ale descendențelor complet androsterile, cota plantelor fertile s-a manifestat la nivel de 4,7%. În următorii ani, autopolenizările plantelor fertile din cadrul analogului MKP55cmsM din generațiile BC_4 și BC_5 au segregat plante fertile și sterile în raport apropiat de 3:1. La linia MKP 21/182 cms M, semănată în anul 2014 cu un număr de 482 de plante din 19 descendențe BC_5 , în a patra zi după apariția stigmatelor s-a constatat prezența totală a androsterilității. Aprecierile în următoarele 5 zile au înregistrat apariția unor plante cu polen fertil, care în final au constituit 100%. Plantele autopolenizate, încrușările cu polen de la linia originală androfertilă și forma maternă MKP60cmsM x MKP61 s-au caracterizat în următorul an prin androsterilitate perfectă în primele zile după apariția stigmatelor și fertilitate în proporție de circa 95% după 10 zile. La tipul cms C, în condiții climaterice umede și temperaturi ale aerului ridicate, formele materne MKP33cmsC, MK251cmsC și MK43cmsC au manifestat androsterilitate compromisă - fenomenul „late break”. Liniile înrudite TB291 (SCDA Turda, România) și DT722 (Institutul de cercetări Bernburg-Hadmersleben, Germania), ca forme paterne ale hibridilor Moldavskii 185CRf și Bermold 184CRf în încrușări cu formele materne respective MKP33cmsC x MK43 și MKP33cmsC x CM7, au manifestat capacitate de restaurare a fertilității polenului. În încrușări cu alte surse de cmsC, preponderent din germoplasma Euroflint, ambele linii s-au identificat ca menținătoare cu androsterilitate perfectă. Un comportament similar au manifestat și două familii din linia MKP22, considerată inițial ca restaurator natural CRf. Cazurile respective sunt explicate prin adăugarea la alelele recesive rf4, rf5 și rf6 a unor alele modificatoare cu acțiune complementară în anumite condiții de mediu și matrice genetice (Горбачева, А.Г. 2012). Cercetările la compartimentul creării analogilor androsterili au culminat cu transferarea a peste 150 de linii consangvinizate, dintre care doar circa 15% au fost folosite în calitate de forme materne ale hibridilor omologați.

Procedura de creare a analogilor restauratori de fertilitate a polenului este mai complicată din punct de vedere tehnic și necesită un volum mai mare de descendențe, încrușări de analiză. Cercetările la acest compartiment, inițiate în 2009, includ crearea liniilor restauratoare din material inițial cu ge-

nitori purtători de alele dominante Rf (AN615/95MRf, MK271MRf, MK267MRf și AS3070MRf), creați anterior în laboratorul de genetică de către cercetătorii E. Partas și V. Ciobanu. O altă direcție constă în crearea artificială a analogilor în încrucișări regresive ale variantelor androsterile cu donatori de gene restauratoare. Eficacitatea utilizării metodei clasice, numite Eckhardt-Hadjinov (Чалык, Т.С. 1974), depinde în mare măsură de selectarea minuțioasă a donatorilor Rf3. La crearea analogului MKP21/182MRf din grupa de germoplasmă Euroflint, în calitate de donator s-a folosit linia experimentală AN1369/10, cu origine în descendențele fertile ale încrucișării înrudite AN6394/02cmsM x MKP21/182. Menționăm că în generația de consangvinizare S₅ donatorul respectiv s-a caracterizat cu descendențe fertile și segregante în raport de 2,71:1, fenotipic similare cu MKP21/182. În încrucișări cu forma maternă MKP21/182cmsM inițial s-a folosit amestecul de polen de la 3 descendențe complet fertile și, ulterior, până la generația BC₃ - amestecul de polen de la majoritatea plantelor fertile din populațiile backcrossate. Datele relatate în tabelul 2 indică o cotă de 4,4% a descendențelor fertile în generația BC₃ și de 21,2% în generația S₁ - BC₂. În generația de retroîncrucișări BC₄ s-au înregistrat 81,8% descendențe fertile. În următoarea generație de retroîncrucișare și consangvinizare (S₁ - BC₅) cota descendențelor fertile s-a majorat până la 83-84 %, atingând în final valori de 98,5%.

Tabelul 2. Cota descendențelor fertile în procesul de creare a analogilor Rf

Generația	MKP21/182MRf				MKP70MRf			
	familii studiate	inclusiv		cota familiilor fertile	familii studiate	familii studiate		cota familiilor fertile
		Fertile	segregante			fertile	segregante	
BC ₃	45	2	43	4,4	19	16	3	84,2
S ₁ - BC ₂	66	14	52	21,2	7	6	1	85,7
BC ₄	22	18	4	81,8	24	22	2	91,7
S ₁ - BC ₃	24	7	17	29,2	6	5	1	83,3
BC ₅	18	15	3	83,3	21	19	2	90,5
S ₁ - BC ₄	38	32	6	84,2	35	32	3	91,4
S ₁ - BC ₅	68	67	1	98,5	92	90	2	97,8

Linia restauratoare MKP21/182MRf a manifestat uniformitate și similaritate fenotipică a plantelor la majoritatea descendențelor din generațiile BC₄ și S₁ - BC₃. La crearea analogului MKP70MRf, în calitate de donator s-a folosit linia înrudită MK271MRf, cu expresie stabilă a fertilității polenului în încrucișări de analiză. Ca urmare a acestei însușiri a donatorului, cota descendențelor fertile în generațiile BC₃ și S₁ - BC₂ a fost suficient de înaltă, de 84,2% și, respectiv, 85,7%. Uniformitatea fenotipică la MKP70MRf a fost semnalată în generațiile BC₅ și S₁ - BC₄, cu o cotă de circa 91% descendențe restauratoare a fertilității polenului. Evaluările plantelor cu panicule fertile și sterile în cadrul descendențelor segregante din generațiile BC₃, BC₄ și BC₅ (tabelul 3) constată predominarea plantelor fertile în raport de 3,0:1 pentru MKP21/182MRf și 9,4:1 pentru MKP70MRf. La descendențele autopolenizate S₁ - BC₂ și S₁ - BC₃, raportul a constituit 4,6:1 pentru MKP21/182MRf și 15,0:1 pentru MKP70MRf.

Tabelul 3. Raportul plantelor fertile și sterile în cadrul descendențelor segregante

Generația	MKP21/182MRf				MKP70MRf			
	plante fertile	plante sterile	cota plantelor fertile, %	raportul segregării	plante fertile	plante sterile	cota plantelor fertile, %	raportul segregării
BC ₃	827	291	74,0	2,8:1	80	17	82,5	4,7:1
S ₁ - BC ₂	1058	245	81,2	4,3:1	31	2	93,9	15,5:1
BC ₄	83	25	76,8	3,3:1	52	5	91,2	10,4:1
S ₁ - BC ₃	376	75	83,4	5,0:1	29	2	93,5	14,5:1
BC ₅	63	22	74,1	2,9:1	53	4	93,0	13,2:1
S ₁ - BC ₄	153	10	93,9	15,3:1	80	5	94,1	16,0:1
S ₁ - BC ₅	29	2	93,5	14,5:1	59	4	93,6	14,7:1

În generațiile avansate de consangvinizare S₁ - BC₄ și S₁ - BC₅, proporțiile plantelor fertile și sterile la ambele linii sunt mai apropiate și corespund raportului de segregare 15:1, teoretic așteptat pentru 4 tipuri genetice de gameți. Rezultatele obținute confirmă concluziile formulate de alți cercetători referi-

toare la complexitatea restaurării fertilității polenului în citoplasmă cms M (Partas, 2011; Франковская, M.T. 1999). La crearea analogului MKP21/182MRf au fost evaluate 53 de încrucișări de analiză a fertilității polenului la descendențele autopolenizate din generațiile BC₂ - BC₄, având ca formă maternă MKP60cmsM x MKP61. În cazul analogului MKP70MRf, în testîncrucișări cu MKP61cmsM au fost evaluate toate cele 43 de familii fertile din generațiile S₁ - BC₂, S₁ - BC₃ și S₁ - BC₄. Menționăm că versiunile evidențiate din cadrul descendențelor S₁ - BC₂ și S₁ - BC₃, cu heterozigoție reziduală a donatorilor respectivi de 12,5% și 6,25%, nu au manifestat în genotip capacitate de combinare superioară comparativ cu linia originală MKP70.

Lucrările de selecție au avut ca rezultat crearea analogilor MKP20cmsC, MKP36cmsC, MKP52AcmsM, MKP55cmsC, MKP60cmsM, MKP61cmsM, MKP63cmsM, MKP64cmsM și MKP601cmsM, ca forme maternelle ale 14 hibridi de porumb (tabelul 4) omologați în Belarus (9), Moldova (3) și Rusia (2).

Tabelul 4. Utilizarea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate a polenului ca forme parentale ale hibridilor de porumb omologați

Nr. d/o	Etapele de promovare	Formele parentale	Hibridii omologați
1	Crearea analogilor	MKP27CRf	Alimentar 325
2	Multiplicarea semințelor amelioratorului	MKP20cmsC, MKP55cmsC, MKP21/182MRf	Rosmold 159CRf, Rosmold 202MRf, Porumbeni 270CRf, Alimentar 325
3	Multiplicarea semințelor prebază	MKP601cmsM, MKP64cmsM, MKP71MRf	Porumbeni 220, Porumbeni 221, Porumbeni 230, Porumbeni 243, Porumbeni 305
4	Multiplicarea semințelor bază	MKP61cmsM, MKP63cmsM, MKP70MRf	Porumbeni 230, Bemo 235, Porumbeni 310, Porumbeni 305
5	Producerea semințelor hibride comerciale	MKP36cmsC, MKP52AcmsM, MKP60cmsM, MKP22MRf	Bemo 172CRf, Porumbeni 176MRf, Bemo 203MRf

Producerea de sămânță hibridă cu cheltuieli mai reduse la castrarea manuală sau mecanică a paniculelor poate fi realizată utilizând forma maternă androsterilă într-un anumit raport cu varianta androsterilă și forma paternă nerestauratoare de fertilitate a polenului. Varianta respectivă predomină în SUA, unde, din totalul de 33,6% suprafețe seminciare cu forme maternelle androsterile, formele paternelle posedă capacitatea de restaurare a fertilității polenului doar pe 2,3% suprafețe (Wych, R.D. 1988). Crearea analogilor MKP21/182MRf, MKP22MRf, MKP70MRf și MKP71MRf permite excluderea totală a înlăturării paniculelor de la toate plantele formei maternelle în loturile de hibridare și asigură restaurarea fertilității polenului în prima generație hibridă. Formele paternelle ale hibridilor Rosmold 159CRRf, Porumbeni 270CRf și Bemo 172CRf s-au dovedit a fi restauratori naturali de fertilitate a polenului în citoplasmă cms C. În prezent, producerea de sămânță după schema restaurării complete a fertilității polenului nu poate fi efectuată doar la hibridul cu bob sticlos Alimentar 325, întrucât crearea analogului MKP27CRf nu este definitivată.

CONCLUZII

Evaluarea a 308 linii consangvinizate din principalele grupe de germoplasmă utilă în ameliorarea porumbului timpuriu a constatat dominarea menținătorilor tipului cms M (85,7%) și o cotă cu valori medii a menținătorilor (41,2%) și a restauratorilor de fertilitate a polenului (44,5%) în citoplasmă androsterilă de tip C.

O reacție similară la ambele tipuri de androsterilitate citoplasmatică au manifestat liniile din grupele de germoplasmă cu bob sticlos și Northwestern Dent, Reid Wilson Farm, Early Batler, subgrupa CG12 din convarietatea dentiformis.

Cercetările au sesizat abateri în ceea ce privește mecanismele de control genetic al androsterilității citoplasmatică și restaurării fertilității polenului la unele genotipuri cu interacțiuni complexe în diferite medii genetice. Lucrările de selecție au culminat cu crearea a 9 analogi androsterili și a 4 restauratori de fertilitate a polenului, utilizați ca forme parentale pentru 14 hibridi de porumb omologați.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. CIOBANU, V. (2011). Evaluarea ameliorativă a unor analogi restauratori a fertilității polenului. In: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe. Chișinău, pp. 33-44. ISBN 978-9975-56-001-6.
2. CIOBANU, V. (2018). Crearea și evaluarea restauratorilor ai fertilității polenului pentru formele paterne ale hibridizilor de porumb. In: Aspecte inovative în ameliorarea culturilor agricole. Chișinău, pp. 19-30. ISBN 978-9975-56-560-8.
3. PARTAS, E. (2011). Analiza genealogică a descendențelor segregante ale plantelor androsterile retroîncrucișate în citoplasmă de tip M la porumb. In: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe. Chișinău, pp. 98-116. ISBN 978-9975-56-001-6.
4. SARCA, V. (2004) Producerea semințelor la porumb. In: Porumbul. Studiu monografic. București, pp. 463-514. ISBN 973-2710-55-1.
5. WYCH, R.D. (1988). Production of hybrid seed corn. In: Corn and corn improvement. Third ed. Madison, USA, pp. 565-607.
6. ГОРБАЧЕВА, А.Г. (2012). Использование С типа ЦМС в селекционно-семеноводческих программах по кукурузе. В: Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы. Пятигорск, с. 157-170.
7. МЫРЗА, В.П. (2009) Селекция и семеноводство гибридов кукурузы на М - молдавском типе ЦМС. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. Краснодар, с. 154-158. ISBN 978-5-901957-56-1.
8. ПАРТАС, Е.К., ЧОБАНУ, В.Г. (2009). Генетическая система CMS-Rf в семеноводстве молдавских гибридов кукурузы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, с. 149-153. ISBN 978-5-901957-56-1.
9. ФРАНКОВСКАЯ, М.Т., ОГНЯНИК, Л.Г., КУЦ, Н.Н. (1999). Особенности проявления и использования цитоплазматической мужской стерильности у кукурузы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, с. 44-57. ISBN 5-7992-0039-X.
10. ЧАЛЫК, Т.С. (1974). ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы. Кишинев: Штиинца. 231 с.

Data prezentării articolului: 28.02.2019

Data acceptării articolului: 27.03.2019