

DOI: <https://doi.org/10.55505/sa.2022.1.01>

CZU: 633.15:631.527.5

CERCETĂRI PRIVIND CREAREA LINIILOR CONSANGVINIZATE ȘI A HIBRIZILOR DE PORUMB TIMPURIU

Pantelimon BOROZAN, Simion MUSTEAȚA, Valentina SPÎNU, Alexei SPÎNU, Mihail STATNIC

Abstract. The paper presents the synthesis of multiannual investigations concerning the development of inbred lines and early maize hybrids. 2874 sources were used over the period 1981-2020 for inbreeding and phenotypical selection, out of which 532 constant families were selected and were subject to preliminary assessment in terms of their production capacity, then transferred to the operational collection. The consequent testing resulted in the selection of 36 original lines used as parents of registered hybrids. At present, the related crosses – 56,7%, single cross hybrids – 31,6%, backcrosses – 11,4% and foreign hybrids – 0,3% are used as sources of initial material. The germplasm of alternative heterotic groups Reid Iodent – 40,1%, Euroflint – 28,9%, BSSS-B37 – 12,6%, Lancaster – 11,6%, Dent mixt – 4,0% and Dent canadian – 2,8% predominates in the lines' pedigree. The heterotic patterns Reid Iodent x Euroflint and Reid Iodent x BSSS-B37 are mostly used for hybrid development. The production of commercial seeds for export is assured by 9 registered hybrids FAO 160-240 registered in Belarus. The hybrids Porumbeni 310, Porumbeni 305 and Alimentar 325 are used for cultivation in the Republic of Moldova.

Key words: Maize; Initial material; Inbred lines; Germplasm groups; Hybrids; Heterotic patterns; Agronomic traits; Production capacity.

Rezumat. Articolul prezintă o generalizare a cercetărilor multianuale privind crearea liniilor consangvinizate și a hibridilor de porumb timpuriu. În perioada anilor 1981–2020 au fost supuse consangvinizării și selecției fenotipice 2874 de surse, din cadrul cărora s-au evidențiat 532 de familii constante, evaluate preliminar după capacitatea de producție și transferate în colecția operațională. Testările ulterioare au culminat cu alegerea a 36 de linii originale folosite ca forme parentale în hibridi omologați. La etapa actuală, sursele de material inițial sunt prezentate de încrucișări înrudite (56,7%), hibridi simpli (31,6%), retroîncrucișări (11,4%) și hibridi ai firmelor străine (0,3%). În pedigreeul liniilor predomină germoplasma grupelor heterotice alternative Reid Iodent (40,1%), Euroflint (28,9%), BSSS-B37 (12,6%), Dent mixt (4,0%) și Dent canadian (2,8%). Sintetizarea hibridilor se efectuează preponderent în cadrul modelelor heterotice Reid Iodent x Euroflint și Reid Iodent x BSSS-B37. Producerea de semințe hibride pentru export este asigurată cu 9 hibridi FAO 160-240 înregistrați în Republica Belarus. În Republica Moldova se implementează hibridii Porumbeni 310, Porumbeni 305 și Alimentar 325.

Cuvinte-cheie: Porumb; Material inițial; Linii consangvinizate; Grupe de germoplasmă; Hibridi; Modele heterotice; Caractere agronomice; Capacitate de producție.

INTRODUCERE

Porumbul, tradițional, este principala cultură cerealiară în Republica Moldova, ocupând primul loc atât ca suprafață cultivată, cât și ca producție medie pe hectar. Programul de ameliorare a acestei culturi are ca obiectiv prioritar lansarea în producerea agricolă a hibridilor cu indice de maturitate FAO 300-460 pentru cultivare în țară și a hibridilor FAO 160-300 pentru export în regiunile cu regim termic deficitar. Până la finele secolului trecut, lucrările de selecție erau orientate preferențial spre crearea hibridilor pentru exportul de semințe comerciale și forme parentale în țările fostei URSS. Media anuală a volumului de export a constituit 36,6 mii tone în 1981–1993, 10,5 mii tone în perioada 1994–2013 și circa 3 mii tone de semințe în următorii ani. Ca urmare a schimbărilor produse pe piața de comercializare a semințelor de porumb, resursele genetice au fost redirecționate în proporții mai mari spre crearea hibridilor semitimpurii pentru țara noastră și statele vecine. Folosirea acestor hibridi în zonele sudice favorizează reducerea efectelor negative ale secetelor frecvente, asigură avantaje ca premergător pentru culturile de toamnă și permite recoltarea producției de boabe cu mai puține cheltuieli energetice pentru păstrare (Sarca, T. 2004; Багринцева, В. 2021).

Activitatea de ameliorare a porumbului include trei domenii distincte prin metodele de cercetare și produsul genetic realizat: îmbunătățirea materialului inițial, crearea liniilor consangvinizate și dezvoltarea hibridilor destinați producției agricole. Scopul prezentei lucrări constă în generalizarea cercetărilor multianuale efectuate în domeniile menționate și evidențierea principalelor rezultate obținute în cadrul laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice.

MATERIALE ȘI METODE

Lucrările de ameliorare a porumbului timpuriu s-au fundamentat pe metodologiile clasice utilizate în toate verigile procesului de cercetare și dezvoltare (Югенхеймер, Р. У. 1979; Чучмий, И. П., Моргун, В. В. 1990; Домашнев, П. П. et al. 1992). Diversificarea variabilității genetice, necesară progresului genetic, s-a realizat prin recombinarea genelor în materialul inițial cu alegerea dirijată a genitorilor pentru încrucișări de diferite tipuri (Gribincea, V. 2021). La crearea liniilor consangvinizate cu un grad de homozigoție suficient pentru asigurarea stabilității genetice și a uniformității fenotipice în următoarele generații de multiplicare s-a utilizat metoda pedigreului (Hallauer, A. R. et al. 1988). Evaluarea capacității de combinare s-a efectuat în generațiile S_4 - S_6 în baza încrucișărilor sistemice de tip topcross cu 2-6 testeri, în funcție de volumul descendențelor evidențiate fenotipic. Liniile cu valori pozitive ale efectelor capacității generale de combinare s-au transferat în colecția operațională pentru omogenizare, multiplicare și includere în hibridi experimentali. Crearea formelor analoage cu androsterilitate citoplasmatică și restaurare a fertilității polenului s-a efectuat prin metoda încrucișărilor regresive (backcross).

În procesul de sintetizare a hibridilor experimentali au fost incluse 532 de linii consangvinizate din colecția operațională. Hibridii realizați s-au apreciat după valoarea agronomică și tehnică în culturi comparative de orientare, preconcurs, concurs și ecologice pe parcele cu suprafața de 10 m² în 2-6 repetiții. În ultima instanță, hibridii au fost supuși testului DUS (distinctivitate, uniformitate, stabilitate) și promovați în testări oficiale pentru înscriere în Catalogul oficial al Soiurilor de Plante. Selectarea mostrelor de perspectivă s-a efectuat în baza valorilor principalilor indici agronomici – producția, conținutul de substanță uscată în boabe și masa verde, toleranța la boli, rezistența la frângere a tulpinii și căderea radiculară, alte însușiri specifice în comparație cu martorii grupelor de maturitate respective. La diferențierea mostrelor cu deosebiri după perioada de vegetație s-a folosit indicele PUM calculat în ecuația: $PUM = P_b \times (100 - U_b) / k \times M$, unde P_b – producția de boabe, U_b – umiditatea boabelor, k – raportul perioadei de vegetație cu perioada mătăsului, M – numărul de zile până la mătăsit.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Materialul inițial inclus în procesul de creare a liniilor consangvinizate de porumb timpuriu a înregistrat schimbări esențiale atât după formă, cât și după valoarea genetică a germoplasmei. Analiza retrospectivă a constatat folosirea în consangvinizări a 2874 de surse, dintre care circa 40 % au fost eliminate până la etapa evaluării capacității generale și specifice de combinare în baza selecției fenotipice a descendențelor. Principalele surse de material inițial la etapa inițială a ameliorării (anii 1981–1990) le-au constituit hibridii străini cu pedigreul necunoscut – 32,2%, hibridii dubli și triliniari – 30,5%, hibridii simpli – 25,6%, soiurile locale cu bob îndurată – 5,2%, populațiile sintetice cu bază genetică largă – 3,6% și populațiile cu linii consangvinizate înrudite – 2,9 %. În următoarele două decenii s-a redus semnificativ cota primelor două forme de material inițial și au fost excluse soiurile locale. În ultimii 12 ani, în calitate de material inițial s-au folosit intens încrucișările înrudite $A \times A_1$ – 56,7%, hibridii simpli – 31,6%, încrucișările regresive/backcross – 11,4%. Cota de hibridi comerciali a firmelor străine în perioada respectivă a constituit 0,3% și acest tip de material inițial este folosit doar în cazurile apariției unor mostre performante cu caractere fenotipice distincte. Cercetările au constatat anumite dificultăți la liniile consangvinizate cu germoplasmă mixtă în procesul de selectare a testerilor pentru aprecierea capacității de combinare și a partenerilor de încrucișări pentru crearea hibridilor (Hallauer, A. R. et al. 1988). Valoarea încrucișărilor înrudite și retroîncrucișărilor constă în atingerea uniformității fenotipice și a stabilității genetice a descendențelor cu 1-2 generații de consangvinizare mai devreme comparativ cu descendențele dezvoltate din populații cu o variabilitate genotipică largă. Tipurile respective de material biologic oferă o frecvență înaltă a genomului liniei de elită, care în recombinări, poate rezulta cu o nouă linie îmbunătățită sub aspectul principalelor caractere ameliorative. La sintetizarea încrucișărilor de regresie cu 75% aparținând genomului formei recurente, o importanță majoră revine selectării donatorului. Rezultatele confirmă realizarea unui progres genetic considerabil în sursele cu 25% aparținând liniilor de elită din grupele de maturitate mai tardive, utilizate în calitate de donatori de gene favorabile.

Schimbări radicale s-au înregistrat și în cota grupelor de germoplasmă, desemnate în literatură și ca grupe heterotice, încorporate în pedigreul liniilor consangvinizate din colecția operațională. Menționăm

că în colecție, reglementar, sunt transferate descendențele constante cu valori superioare ale capacității de combinare, identificate în test-încrușări sistemice de tip topcross. Clasificarea în grupe de germoplas-mă se efectuează în baza pedigreului, similarității fenotipice și genetice cu martorii de referință. Liniile experimentale cu cifrul laboratorului AN se verifică în multiple combinații hibride după capacitatea de producție și alte însușiri agronomice valoroase. Informația referitoare la performanțele în hibridi și *per se* permite selectarea mostrelor care la etapa de promovare în testări oficiale a hibridizilor sunt desemnate cu cifrul MKP. Din 532 de linii consangvinizate incluse în colecția operațională în perioada anilor 1981–2022 doar 36 au fost folosite ca forme parentale ale hibridizilor omologați. În anul curent, în colecție se studiază 14 linii cu cifrul MKP, 19 linii experimentale realizate în 2014–2016 și 37 de linii experimentale finisate în anii 2018–2020. Analiza cotei grupelor de germoplas-mă încorporate în genomul liniilor consangvinizate (Tabelul 1) reflectă o diversitate genetică mai largă în ultimele două decenii ale secolului trecut.

Tabelul 1. Cota grupelor de germoplas-mă în pedigreul liniilor consangvinizate din colecția operațională în anii 1981–2022

Grupele heterotice	1981–1990	1991–2000	2001–2010	2011–2020	2021	2022	Linii în hibridi omologați
Euroflint	23,8	29,0	30,3	28,6	23,7	34,3	8
Dent mixt	24,9	22,5	18,0	7,9	1,2	2,8	5
Dent Canada	14,3	5,6	7,4	2,4	6,2	-	7
BSSS-B14	17,2	17,7	4,1	-	-	-	2
Lancaster	5,7	10,3	11,5	18,3	9,3	7,1	2
Reid Iodent	2,8	6,1	20,5	33,3	44,1	42,9	9
BSSS-B37	1,9	4,0	8,2	9,5	15,5	12,9	3
Alte surse	9,4	4,8	-	-	-	-	-

În perioada anilor 1981–1990, circa 66% aparținând liniilor originale reprezentau germoplasma convariată indetentată din grupele Dent mixt – 24,9%, BSSS-B14 – 17,2 %, Dent Canada – 14,3% și alte surse – 9,4%, care anterior predominau în componența hibridizilor de porumb timpuriu cultivați în zonele nordice ale Europei de Vest. Grupa Dent mixt prezintă germoplasma hibridizilor străini cu pedigreul necunoscut, a hibridizilor dubli și trilingari și a populațiilor sintetice cu bază genetică largă. Primele linii originale MKP33, MKP35 și MKP42 au fost dezvoltate din hibridii firmei Pioneer, SUA, și ulterior au fost folosite ca forme parentale ale hibridizilor omologați Bemo 160MRf, Bemo 181CRf, Bemo 182CRf, Porumbeni 212CRf și Porumbeni 176MRf. La crearea liniilor din grupa BSSS-B14 s-au utilizat frecvent genitorii CM105, CM174, A632 și A634. Grupa convențională Dent Canada a inclus genitorii înrudiți cu liniile indicatoare Co72-75, Co125, CG12 și Co109, cu concursul cărora s-au creat liniile comerciale 1866/82, MKP28, MKP36, MKP38, MKP41, MKP52 și MKP52A. Liniile experimentale extrase din material inițial cu germoplasma grupelor Vigor (PLS61), Minnesota 13 (W153R), Reid Wilson (A654) și Northwestern Dent (P354) cu o cotă sumară de 9,4% au fost excluse din lucrările de selecție din cauza valorilor mai joase ale capacității de combinare, sensibilității la atacul cu tăciunele comun și prăfos, rezistenței slabe la frângerea tulpinii.

În ultima decadă a secolului trecut, programul de creare a liniilor consangvinizate cu bob dentat s-a orientat spre germoplasma grupelor heterotice utilizate intens în ameliorarea porumbului din grupa de maturitate semitardivă. Menționăm, în primul rând, valoarea ameliorativă a grupei Reid Iodent, reprezentată de liniile P101 și P343, procurate de către guvernul sovietic de la firma Pioneer, SUA. Hibridii simpli Dea și Helga, creați în modelele heterotice Reid Iodent x Lacaune cu bob semistriclos, numit ulterior ca model clasic pentru zonele nordice, și BSSS-B37 x Iodent, pentru arealele cu climă moderată, au ocupat suprafețe extinse de cultivare în Europa de Vest și America de Nord. Creșterea gradului de precocitate la germoplasma Reid Iodent a fost inițiată cu populația sintetică MKP33, creată cu concursul a 9 linii timpurii cu anumit grad de înrudire genealogică și P101, P343 din grupa de maturitate FAO 450-500. Populația inițială C₀ a manifestat o variabilitate largă a plantelor individuale după perioada până la înflorit și selecția recurentă fenotipică în următoarele două cicluri a avut drept rezultat majorarea cotei plantelor înflorite la nivelul martorului MKP33. Din materialul respectiv au fost evidențiate liniile AN2701/92 și AN2705/92 cu capacitate de producție înaltă, în special cu testerii din grupa BSSS-B37

și caractere fenotipice similare germoplasmei Iodent (Bruma, S. 2013). Recombinarea în materialul inițial a acestor două linii experimentale cu donatorul semitimpuriu D29 și cu liniile mai tardive MK01, MK276, AS587/02, GK26, DK437 și DK205/710 au condus la o majorare semnificativă a liniilor din colecția operațională, care au atins cota de 33,3% în anii 2011–2020 și de circa 44% în ultimii 2 ani. Liniile consangvinizate MKP60, MKP601, MKP61, MKP611, MKP612, MKP613, MKP63, MKP64 și MKP65 sunt folosite ca forme materne în 7 hibridi omologați în Republica Belarus, în 2 hibridi simpli comercializați în Republica Moldova și în 3 hibridi de la testări oficiale. Datorită productivității relativ înalte de semințe condiționate și menținerii stabile a androsterilității citoplasmice de tip M, liniile grupei de germoplasmă Reid Iodent sunt preferențial utilizate ca forme materne ale hibridilor. În anul 2021, considerat ca favorabil pentru porumb, au fost apreciate după capacitatea de combinare 48 de familii din generația de consangvinizare S_6 , extrase din 10 surse de material inițial cu liniile semitimpurii AS587/02, DK205/710 și 6 linii experimentale timpurii. Evaluarea test-încrucișărilor sistemice de tip topcross a permis selectarea a 12 linii experimentale pentru transfer în colecția operațională.

Tabelul 2. Capacitatea generală de combinare a liniilor experimentale cu germoplasma grupei Reid Iodent

Nr. d/o	Cifrul liniei	Perioada până la mătăsit, zile		Umiditatea boabelor, %		Producția de boabe, t/ha	
		media	efectele CGC	media	efectele CGC	media	efectele CGC
1	AN482/18	62,0	+0,1	20,4	-0,1	11,21	+0,84*
2	AN510/18	61,0	-1,1*	20,8	+0,3	10,71	+0,34*
3	AN531/18	61,0	-1,1*	21,6	+1,1*	10,63	+0,26
4	AN535/18	62,0	+0,1	20,6	+0,1	10,69	+0,32
5	AN602/18	63,5	+1,4*	21,7	+1,2*	10,80	+0,43*
6	AN605/18	63,5	+1,4*	21,9	+1,4*	10,64	+0,27
7	AN619/18	62,5	+0,4	20,6	+0,1	10,59	+0,22
8	AN653/18	62,0	+0,1	20,8	+0,3	10,50	+0,13
9	AN654/18	62,0	+0,1	19,2	-1,3*	10,33	-0,04
10	AN655/18	63,5	+1,4*	20,7	+0,2	10,93	+0,56*
11	AN772/18	62,7	+0,6	21,3	+0,8*	10,64	+0,27
12	AN781/18	63,3	+1,2*	20,1	-0,4	10,52	+0,15
13	MKP61 (martor)	62,5	+0,4	18,9	-1,6*	10,24	-0,13

* valori semnificative la DL_{05}

Rezultatele redată în Tabelul 2 reflectă valori negative semnificative ale efectelor capacității generale de combinare (CGC) după durata perioadei mătăsitului la AN510/18, AN531/18, valori pozitive la 4 linii și valori la nivelul martorului MKP61 la 6 linii. Cu umiditate scăzută în boabe s-a caracterizat doar AN654/18, pe când AN531/18, AN602/18, AN605/18 și AN772/18 au moștenit de la donatorul AS587/02 însușirea de cedare lentă a apei din boabe după maturitatea fiziologică. Recolta de boabe a depășit 10 t/ha și liniile AN482/18, AN510/18, AN602/18, AN655/18 au înregistrat efecte pozitive ale CGC cu valori statistice semnificative la $DL_{05}=0,32$ t/ha. Menționăm că liniile noi au manifestat devieri semnificative de 4-6 zile ale perioadei răsărit-apariția stigmatelor în comparație cu genitorii DK205/10 și AS587/02. Liniile experimentale în recombinări cu liniile comerciale MKP601 și MKP61 vor constitui baza materialului inițial, sub formă de încrucișări înrudite, pentru următorul ciclu de selecție cumulativă după precocitate și capacitatea de combinare.

Grupa de germoplasmă Lancaster, în condițiile Republicii Moldova, s-a dovedit a fi mai sensibilă la secetele frecvente, fiind folosită preponderent în formele paterne ale hibridilor cu indice de maturitate FAO 420–460. Precocizarea germoplasmei respective s-a efectuat în baza liniilor originale ultratimpurii MKP28, MKP36, MKP52 înrudite cu CG12 și a liniilor Mo17, OH43, A619, MK267, AS3070 mai tardive. Lucrările de selecție au rezultat cu o majorare a cotei liniilor din colecția operațională de la 5,7% până la 18,3%, semnaland o reducere în ultimii 2 ani cauzată de condițiile climaterice nefavorabile ale anului 2020. Din materialul inițial al grupei Lancaster s-au creat liniile comerciale MKP55, MKP56 și 4 linii experimentale incluse în colecția operațională în anul curent. Linia MKP55 cu bob sticlos și rahis alb este forma maternă a hibridului simplu Alimentar 325, omologat în țara noastră ca sursă de materie primă pentru prelucrare

la făină și crupe. Remarcăm că subgrupa de germoplasmă OH43 a manifestat performanțe ameliorative superioare subgrupeii Mo17 atât după adaptabilitatea ecologică, cât și după capacitatea de producție.

Grupa heterotică BSSS-B37 a primit denumirea liniei inițiale B37, creată în 1958 din populația Iowa Stiff Stalk Syntetic și inclusă în lista liniilor cu importanță istorică în ameliorarea porumbului pe plan mondial (Troyer, A. 2000). Materialul inițial preponderent a fost sintetizat cu liniile semitimpurii MK271, D27 și donatorii de gene favorabile P374, DK507, MK390MRf cu indice de maturitate FAO 450-500. Hibrizii simpli cu donatorii respectivi s-au dovedit a fi mai neeficienți ca material inițial și, până la etapa de testare preliminară a capacității de combinare, majoritatea descendențelor au fost eliminate. Includerea donatorului OH43 cu germoplasmă Lancaster în încrucișări cu D27 a avut ca rezultat selectarea a 4 familii din generația S_4 , care au manifestat capacitate înaltă de combinare și deosebiri fenotipice distinctive. Selecția fenotipică ulterioară s-a finalizat cu evidențierea liniei experimentale AN1244/03, cu unele caractere moștenite de la genitorul OH43 – lipsa colorației antocianice la antere, stigmat și rahis. La momentul transmiterii hibridului simplu Bemo 235 la testări oficiale în Republica Belarus, linia respectivă ca formă paternă a fost desemnată cu cifra MKP70. Următoarele linii MKP71 și MKP711 au fost extrase din încrucișări înrudite și backcrossate ale genitorilor D27 și MKP71, fiind folosite ca forme paterne în 5 hibridi înregistrați în Belarus în ultimii 5 ani. Din genitorul AN422/07 x MKP71 au fost create liniile experimentale AN1260/16, AN1262/16 și AN1269/16, cu perioadă de vegetație mai scurtă comparativ cu MKP71. Aceste linii în încrucișări cu MKP71 și MKP711 constituie baza materialului inițial pentru selectarea descendențelor cu precocitate timpurie și ultratimpurie din următorul ciclu de selecție. În anul 2021, performanțe agronomice au manifestat liniile experimentale AN808/18, AN810/18 și AN811/18 dezvoltate din genitorul AN016/12 x MKP71. Rezultatele testării hibridilor simpli și simpli modificați sintetizați cu 6 forme paterne în condiții climaterice foarte favorabile sunt redată în Tabelul 3. Liniile comerciale MKP70MRf, MKP71MRf și MKP711MRf (restauratoare ale fertilității polenului în citoplasmă androsterilă de tip M) s-au folosit în 32, 30 și, respectiv, 21 de combinații hibride. Valorile medii reconfirmă potențialul genetic al acestora la crearea hibridilor timpurii cu 62 de zile până la mătăsit, cu producții mai mari de 10 t/ha și boabe relativ uscate. Indicele PUM, care integrează producția, umiditatea și perioada de vegetație, a înregistrat valori apropiate de 6,92 unități. Liniile surori MKP71MRf și MKP711MRf, cu circa 75% de similaritate genetică, în combinații specifice au manifestat valori egale ale indicatorilor apreciați. Linia MKP70MRf transmite hibridilor talie înaltă a plantelor și, în combinații specifice, a realizat producții de 11,70 t/ha și 16,5% umiditate în boabe. Din rândul liniilor experimentale, cu origine comună, dar distincte după caracterele fenotipice descriptive, performanțe ameliorative la nivel cu martorul s-au constatat la AN808/18.

Tabelul 3. Capacitatea de producție a liniilor consangvinizate din grupa de germoplasmă BSSS-B37 ca forme paterne în hibridi

Nr. d/o	Cifra liniei	Perioada răsărit-mătăsit, zile	Umiditatea boabelor, %		Producția de boabe, t/ha		Talia plantei, cm	Indice PUM
			media	minimă	media	maximă		
1	MKP71MRf	62,3	18,9	17,2	10,14	11,14	289,8	6,91
2	MKP711MRf	61,9	19,4	17,5	10,13	11,11	288,7	6,90
3	AN808/18	62,0	21,6	19,2	10,52	11,82	303,3	6,96
4	AN810/18	63,9	22,5	18,4	10,81	12,32	304,1	6,86
5	AN811/18	64,2	23,2	18,7	10,90	12,90	307,4	6,83
6	MKP70MRf (martor)	62,5	20,2	16,5	10,39	11,70	302,2	6,94

Liniile surori AN810/18 și AN811/18 au înregistrat valori superioare martorului după perioada apariției stigmatelor, umiditatea boabelor și producția maximă realizată în combinații specifice. Rezultatele experimentale preliminare atestă eficacitatea liniilor noi la crearea hibridilor destinați pentru însilozarea masei vegetative.

Ameliorarea porumbului timpuriu în Europa de Vest la sfârșitul anilor 1960 s-a bazat pe formulele de încrucișări ale formelor cu bob dentat din America de Nord cu liniile îndurată F2 și F7 din primul ciclu de selecție. Menționăm că, până în anii 1990, majoritatea hibridilor trilineari au inclus forma maternă F7 x F2 și linii dentiformis cu origine din America de Nord. Selecția naturală și artificială a porumbului

din rasa Indurata de nord (Northern flints), dominant în arealele cu regim termic deficitar, a permis crearea unei germoplasme unice, caracterizată prin perioadă de vegetație scurtă, toleranță înaltă la temperaturi joase și reacție fotoperiodică neutră. Această germoplasmă, cu denumirea Euroflint, se deosebește genetic de formele indurata cu conținut înalt de carotenoizi și proteină cultivate în țările latino-americe și europene pentru alimentația umană. În perioada 1981–2022, cota liniilor consangvinizate în colecția operațională a constituit 28,3%, 8 dintre acestea fiind folosite ca forme parentale pentru 10 hibridi omologați în Republica Belarus în anii 1988–2006 și pentru alți 3 hibridi omologați în perioada următoare. În prima decadă de ameliorare, materialul inițial a fost sintetizat cu linii din colecția mondială de circulație liberă înrudite cu F2 din soiul Lacaune (Franța), EP1 din grupa Lizargarate (Spania) și CM7 din grupa Ottava flint (Canada). Ulterior a fost adăugată germoplasma soiului german Gelberlandmais cu liniile DK105, SUM901 și TA105, care s-a dovedit a fi restauratoare naturală a fertilității polenului în citoplasmă androsterilă de tip C. Un anumit progres genetic după capacitatea de combinare a fost înregistrat la sursele de material inițial sintetizate cu liniile originale și genitorii F564, Pi187, IK169 din grupa de maturitate semitimpurie. Cercetările s-au finalizat cu crearea liniilor ultratimpurii MKP19A, MKP20 și MKP21/182, MKP22 din grupa timpurie. În anul 2021 a fost apreciată capacitatea de producție a 23 de linii experimentale folosite ca forme paterne în combinații hibride studiate în culturi comparative de orientare. Datele experimentale au permis evidențierea a 8 linii consangvinizate cu anumite performanțe agronomice comparativ cu martorii (Tabelul 4). După perioada până la mătăsit, liniile AN5039/19, AN5049/19, AN5095/19 și 5304/19 s-au plasat în grupa martorului AN615/95MRf și au înregistrat producții de boabe superioare la un conținut de apă mai ridicat. După valorile indicelui PUM, liniile experimentale se deosebesc de martor cu 3,2-7,0% și preponderent se vor folosi ca forme paterne în combinații hibride. Din grupa de maturitate a martorului MKP22MRf, capacitate înaltă de producție a manifestat AN5233/16, cu o medie de 10,41 t/ha și 11,60 t/ha în combinația specifică. Linia respectivă s-a evidențiat de asemenea după talia înaltă a plantelor transmisă hibridizilor (295,4 cm), dar are capacitatea de cedare lentă a apei din boabe după maturitatea fiziologică. Aceste linii sunt preconizate pentru sintetizarea formelor materne, utilizate la crearea hibridizilor cu forme paterne din grupele heterotice Reid Iodent și BSSS-B37. Liniile cu germoplasma Euroflint incluse în colecția operațională a anului 2022 (24 de mostre) se caracterizează cu o diversitate fenotipică pronunțată, clasificată în 5 grupe, care se deosebesc esențial de genitorii inițiali.

Tabelul 4. Indicii ameliorativi ai liniilor consangvinizate indurata ca forme paterne în combinații hibride

Nr. d/o	Cifrul liniei	Perioada răsărit-mătăsit, zile	Umiditatea boabelor, %		Producția de boabe, t/ha		Talia plantei, cm	Indice PUM
			media	minimă	media	maximă		
1	AN615/95MRf (martor)	60,6	19,4	18,0	9,44	10,14	280,6	6,55
2	AN5039/19	59,2	20,5	19,4	9,61	10,41	284,8	6,76
3	AN5049/19	59,8	20,5	19,3	9,94	10,58	285,2	6,92
4	AN5095/19	59,4	20,9	18,9	10,06	10,29	284,5	7,01
5	AN5304/19	60,5	21,2	19,7	10,05	11,63	263,3	6,85
6	MKP22MRf (martor)	62,0	20,7	18,6	9,82	10,90	285,7	6,58
7	AN5190/19	61,8	19,9	19,2	9,58	9,95	276,9	6,58
8	AN5031/19	62,7	22,3	20,5	9,74	10,57	288,3	6,32
9	AN5168/19	62,0	19,8	19,1	9,66	10,30	287,1	6,54
10	AN5233/16	62,4	22,3	19,5	10,41	11,60	295,4	6,79

Selecția fenotipică în cadrul descendențelor consangvinizate ale grupei Euroflint a înregistrat un progres genetic esențial după adaptabilitatea ecologică, rezistența la frângere a tulpinii, toleranța la principalele boli ale porumbului în zonele sudice și reducerea senescenței premature a aparatului foliar. Menționăm că selecțiile pe parcursul mai multor cicluri de ameliorare au avut ca rezultat o majorare a umidității boabelor, însușire corelată cu toleranța la secetă și arșiță. La etapa actuală, un obiectiv prioritar constituie îmbunătățirea capacității de producție, caracteristică cu o frecvență mai redusă la formele cu bob indurata.

Procedura de sintetizare a hibridizilor experimentali se bazează pe formulele de încrucișări simple A x B, simple modificate (A x A₁) x B și trilineare (A x B) x C. Selecția formelor parentale se efectuează după modele heterotice Reid Iodent x Euroflint și Reid Iodent x BSSS-B37. Datele experimentale preli-

minare au constatat anumite priorități ale formelor maternelor BSSS-B37 în încrucișări cu liniile Euroflint și Reid Iodent, care urmează a fi verificate în următorii ani. Analiza hibrizilor testați în anul 2021 în culturi comparative de orientare și sintetizați preponderent cu liniile din ultimul ciclu de ameliorare confirmă performanțele ameliorative ale ambelor modele heterotice tradiționale.

Tabelul 5. Performanțele ameliorative ale hibrizilor de porumb din principalele modele heterotice în anul 2021

Nr. d/o	Indicatorii ameliorativi	Iodent x Euroflint		Iodent x BSSS-B37		
		Bemo 203	(AxA1)xB	Bemo 235	(AxA1)xB	AxB
1	Ritm de creștere inițială, nota	8,0	8,1	8,2	7,9	8,5
2	Perioada până la mătăsit, zile	61,5	60,8	62,5	62,5	61,7
3	Perioada de vegetație, zile	112,1	117,8	114,3	118,7	120,3
4	Talia plantei, cm	287,5	277,0	300,5	299,5	287,0
5	Căderea radiculară, %	0,0	0,5	5,7	6,0	1,3
6	Umiditatea boabelor, %	20,3	19,7	17,1	19,7	19,2
7	Producția de boabe, t/ha	9,55	10,74	10,44	10,97	10,97
8	Indice PUM	6,48	7,42	7,25	7,37	7,52

Tabelul 5 prezintă media a 8 indicatori, calculată în baza datelor a câte 10 hibrizi cu valori ale indicelui PUM superioare marilor Bemo 203 și Bemo 235. Diferențe mai accentuate între modelele comparate s-au semnalat în ceea ce privește precocitatea, talia plantei și căderea radiculară. Producția și umiditatea boabelor la hibrizii experimentali din ambele modele au înregistrat valori apropiate, deși frecvența mostrelor cu producție superioară mediei pe un eșantion de 468 de variante testate este mai ridicată în modelul Reid Iodent x BSSS-B37.

Actualmente, în producerea de semințe comerciale hibride se folosesc 11 linii consangvinizate ca componente ale formelor maternelor, inclusiv 7 analogi androsterili, și 6 linii ca forme paternale restauratoare ale fertilității polenului.

Caracteristica generală a hibrizilor de porumb înregistrați în diferite țări și promovați în producerea semințelor certificate este redată în Tabelul 6. După tipul de încrucișări ale formelor parentale, 7 hibrizi sunt simpli, 3 – simpli modificați și 4 – trilineari. Precocitatea hibrizilor se încadrează în grupele de maturitate ultratimpurii și semitimpurii cu indice FAO 160-300 unități. Hibrizii ultratimpurii Bemo 172CRf și Rosmold 159CRf prezintă încrucișări de tip flint x dent, Porumbeni 176MRf, Rosmold 202MRf și Bemo 203 sunt realizați cu forme maternale dentate și linii paternale îndurate, iar la restul hibrizilor ambele forme parentale au bob dentat.

Tabelul 6. Caracteristica generală a hibrizilor de porumb omologați

Nr. d/o	Denumirea	Tipul de încrucișări	Grupa FAO de maturitate	Țara înregistrării	Anul înregistrării	Forma de promovare
1	Bemo 172CRf	(AxB)xC	160	Belarus	1999	semințe hibride
2	Porumbeni 176MRf	(AxB)xC	170	Belarus, Kazahstan	2006 2016	semințe hibride forme parentale
3	Rosmold 159CRf	(AxB)xC	160	Rusia	2012	-
4	Rosmold 202CRf	(AxA1)xB	200	Rusia	2012	-
5	Bemo 235	AxB	230	Belarus, Kazahstan	2014 2018	semințe hibride forme parentale
6	Bemo 203	(AxA1)xB	200	Belarus	2015	semințe hibride
7	Porumbeni 220	AxB	220	Belarus	2017	semințe hibride
8	Porumbeni 243	AxB	240	Belarus	2017	semințe hibride
9	Porumbeni 230	AxB	230	Belarus	2018	semințe hibride
10	Porumbeni 221	(AxA1)xB	220	Belarus	2019	semințe hibride
11	Farmec	(AxB)xC	230	Belarus	2021	semințe hibride
12	Alimentar 325	AxB	300	Moldova	2015	semințe hibride
13	Porumbeni 310	AxB	310	Moldova, România, Ucraina	2015 2017 2019	semințe hibride semințe hibride forme parentale
14	Porumbeni 305	AxB	300	Moldova	2017	semințe hibride

În Republica Belarus, pentru cultivare la boabe și siloz au fost înregistrați 9 hibrizi, exportul de semințe hibride fiind realizat de firma Forever în baza licenței exclusive eliberate de către originator. Producerea de semințe ale hibrizilor Porumbeni 176MRf și Bemo 235 se efectuează în Kazahstan, în baza formelor parentale livrate de către originator, iar în Ucraina se exportă formele parentale ale hibridului Porumbeni 310. În Republica Moldova se cultivă pentru boabe Porumbeni 305, Porumbeni 310 și Alimentar 325 cu consistență sticloasă a boabelor, omologat pentru utilizare în alimentația umană sub formă de făină și crupe. Hibrizii Rosmold 159CRf și Rosmold 202MRf, omologați în anul 2012 în regiunile zonei centrale cernoziomice din Federația Rusă, până în prezent nu au fost incluși în producerea de semințe comerciale și formele parentale sunt multiplicare cu categoria biologică „sămânța amelioratorului”. Producerea de semințe hibride este efectuată în baza sistemului genetic cms-Rf, cu excluderea înlăturării manuale a paniculelor la forma maternă.

CONCLUZII

La etapa actuală de ameliorare a porumbului timpuriu, în calitate de material inițial se folosesc încrucișările înrudite – 56,7%, hibrizii simpli – 31,6%, încrucișările backcrossate – 11,4% și hibrizii comerciali ai firmelor străine – 0,3%. Liniile consangvinizate din colecția operațională a ultimilor 12 ani au fost dezvoltate cu germoplasma grupelor heterotice alternative Reid Iodent – 40,1%, Euroflint – 28,9%, BSSS-B37 – 12,6%, Lancaster – 11,6%, Dent mixt – 4,0% și Dent canadian – 2,8%.

Cercetările orientate spre crearea liniilor consangvinizate de porumb timpuriu au avut ca rezultat obținerea a 36 de mostre, utilizate ca forme parentale ale hibrizilor omologați în perioada 1988–2021. Pentru producerea semințelor comerciale, în ultimii ani se multiplică 17 linii consangvinizate, inclusiv 7 analogi androsterili, și 6 forme paterne restauratoare ale fertilității polenului.

Dintre liniile experimentale ale ultimului ciclu de ameliorare, folosite ca forme parentale ale combinațiilor hibride apreciate în anul 2021, pentru promovare în colecția operațională au fost selectate 23 de mostre cu indici agronomici superiori martorilor.

Studiul comparativ al performanțelor ameliorative ale hibrizilor experimentali sintetizați în modelele heterotice Reid Iodent x Euroflint și Reid Iodent x BSSS-B37 a semnalat producții de boabe apropiate ca valoare și diferențe mai accentuate după durata perioadelor răsărit-mătăsit-maturitate fiziologică, talia plantelor și căderea radiculară.

Producerea semințelor comerciale pentru export în Republica Belarus este asigurată cu 9 hibrizi din grupele de maturitate FAO 160-240. În sectorul agrar al Republicii Moldova se implementează hibrizii simpli Porumbeni 305, Porumbeni 310 pentru cultivare la boabe și Alimentar 325 pentru alimentația umană.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BRUMA, S. Evaluarea capacității de combinare și a distinctivității liniilor consangvinizate de porumb timpuriu: autoref. tz. doct. în șt. agricole. Chișinău, 2013. 26p.
- GRIBINCEA, V. Crearea, utilizarea și evaluarea diversității genetice a liniilor consangvinizate de porumb: autoref. tz. doct. în șt. agricole. Chișinău, 2021. 32p.
- HALLAUER, A. R., RUSSELL, W. A., LAMKY, K. R. (1988). Corn breeding. In: Corn and corn improvement. Third edition. USA, pp. 463-564.
- SARCA, Traian. Ameliorarea porumbului. (2004). In: Porumbul: Studiu monografic. București: Editura Academiei Române, vol.1: Biologia porumbului. pp.363-462. ISBN 973-27-1055-1, 973-27-1056-X.
- TROYER, A.F. (2000). Temperate corn. Background, behavior and breeding. In Specialty corns. Second edition. USA: CRC Pres, pp. 393-466.
- БАГРИНЦЕВА, В.Н. (2021). К вопросу выборе гибридов кукурузы для Ставропольского края. В: Кукуруза и сорго. №1, с. 31-35. ISSN 0233-7770.
- ДОМАШНЕВ, П.П., ДЗЮБЕЦКИЙ, Б.В., КОСТЮЧЕНКО, В.И. (1992). Селекция кукурузы. Москва: Агропромиздат. 207 с.
- ЧУЧМИЙ, И.П., МОРГУН, В.В. (1990). Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Киев, Наукова Думка, 283 с.
- ЮГЕНХЕЙМЕР, Р.У. (1979). Кукуруза. Улучшение сортов, производство семян, использование. Москва: Колос. 519 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

BOROZAN Pantelimon  <https://orcid.org/0000-0002-4142-2918>

doctor în științe agricole, conferențiar cercetător, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, Republica Moldova

E-mail: pantelimon.borozan@yahoo.com

MUSTEAȚA Simion

doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, Republica Moldova

SPÎNU Valentina

cercetător științific, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, Republica Moldova

E-mail: spinuvalentina5@gmail.com

SPÎNU Alexei

cercetător științific, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, Republica Moldova

E-mail: aalexandru1987@mail.ru

STATNIC Mihail

doctorand, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, Republica Moldova

E-mail: mr.statnic@gmail.com

Data prezentării articolului: 29.04.2022

Data acceptării articolului: 23.05.2022