DOI: https://doi.org/10.53040/cga12.20 UDC: 633.15:631.527(478)

RESULTS OF EARLY CORN BREEDING IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

REZULTATELE AMELIORĂRII PORUMBULUI TIMPURIU ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Pantelimon BOROZAN, ORCID: 0000-0002-4142-2918,
pantelimon.borozan@cncps.maia.gov.md
Simion MUSTEAȚA, ORCID: 0009-0006-1623-8883
Valentina SPÎNU, ORCID: 0009-0001-4680-0674
Alexei SPÎNU, ORCID: 0009-0005-2265-4245
Ruslana DONICI, ORCID: 0009-0009-8129-4314

Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, Republica Moldova,

Abstract. *The main results of a breeding program for early maize, realized in R. Moldova, are presented in this article. More useful germplasm for inbred lines development at present are alternative heterotic groups Euroflint, Iodent, BSSS-B37 and Lancaster. The analysis of hybrid performance in advanced testing established a better adaptation of genotypes from Iodent x BSSS-B37 heterotic pattern in Moldova and Iodent x Euroflint, BSSS-B37 x Euroflint in Belarus. Commercial seed production include 10 hybrids FAO 180-240 registered in Belarus and 4 single cross hybrids FAO 300-320 registered in Moldova.*

Keywords: breeding, early maize, germplasm groups, heterotic patterns, hybrids, inbred lines.

INTRODUCERE

Ameliorarea porumbului timpuriu a fost inițiată în anul 1974 din momentul creării Institutului de Cercetări Științifice pentru Porumb și Sorg. Primul hibrid dublu Moldavskii 330MRf, cu maturitate FAO 330, inițial a fost omologat în 1984 în Moldova și ulterior a fost înregistrat pentru export în Rusia, Belarus, Țările Baltice și Kazahstan. În 1982 se formează actualul laborator de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice, având ca parteneri colaboratori ai Institutului de Cercetări Științifice în Agricultură din Belarus. Hibrizii de tip dublu și triliniar Porumbeni 176MRf, Moldavskii 257CRf, Moldavskii 215MRf, Bemo 181CRf, Bemo 182CRf, Bemo 172CRf și Nemo 216CRf cu maturitate FAO 190-210 și Moldavskii 330MRf au constituit baza exportului de semințe cu un volum anual de 43,3 mii tone în perioada 1988-1993 și 10,5 mii tone în anii 1994-2013 [1]. În ultimii 15 ani cantitatea de semințe exportate s-a redus până la 3,2-4,5 mii tone anual, cu o cotă mai semnificativă în R. Belarus. Analiza retrospectivă atestă

anumite schimbări esențiale a germoplasmei de porumb utilizate la crearea liniilor consangvinizate, tipurilor de încrucișări a formelor parentale și a metodologiei de sintetizare a combinațiilor hibride. Scopul prezentei publicații constă în sinteza principalelor rezultate ale ameliorării porumbului timpuriu în ultimii ani de activitate.

MATERIAL ȘI METODE

În procesul de dezvoltare a liniilor consangvinizate se folosește metoda pedigreului, selecția fenotipică între descendențele din diverse generații de consangvinizare și testarea capacității de combinare în încrucișări sistemice de tip topcross. Materialul inițial sub formă de hibrizi simpli, încrucișări între linii înrudite și încrucișări regresive (backcross) include germoplasma grupelor heterotice Euroflint, Iodent, BSSS-B37 și Lancaster, evidențiate cu anumite performanțe ameliorative. În colecția operațională sunt transferate descendențele fenotipic omogenizate cu valori superioare ale capacității generale de combinare. Liniile noi sunt apreciate după caracterele agronomice *per se* și după capacitatea de producție realizată în hibrizi experimentali. Anual la compartimentul formelor parentale sunt evaluate 39-78 linii și circa 80 forme materne modificate în baza liniilor înrudite. Toleranța la temperaturi suboptimale în faza de germinare a semințelor este apreciată prin semănatul în câmp la final de martie - epoca extratimpurie și peste 15 zile - epoca timpurie. La sintetizarea hibrizilor se folosesc încrucișările liniilor de tip simplu – A x B, simplu modificat – (A x $A_{1)}$ x B și triliniar - (A x $B_{)}$ x C. Evaluarea hibrizilor în culturi comparative de orientare (2 repetiții), preconcurs (3 repetiții), concurs (6 repetiții) și ecologice se finalizează cu selectarea mostrelor performante pentru promovare la testări oficiale de stat

REZULTATE ȘI DISCUȚII

La prima etapă de ameliorare (1981-1990) materialul inițial pentru crearea liniilor consangvinizate includea hibrizi din Europa de Vest și SUA cu pedigreul necunoscut cu o cotă de 32,2 %, hibrizi cu 3-4 linii -30,5 %, hibrizi simpli -25,6 %, soiuri indurata -5,2 %, populații sintetice cu bază genetică largă -3,6 % și populații cu 50 % în genom a unei linii performante -2,9 %. După anul 2011 în calitate de material inițial preponderent s-au utilizat încrucișările între linii înrudite, hibrizi simpli și încrucișări regresive BC_1, sintetizate cu germoplasma grupelor heterotice alternative Euroflint, Iodent, BSSS-B37 și Lancaster [2]. În ultimele trei grupe de germoplasmă cu bob dentat materialul inițial a fost creat în încrucișări a liniilor elită semitardive cu surse mai timpurii. La etapa actuală majoritatea materialului inițial prezintă recombinări a liniilor timpurii autohtone folosite ca forme parentale în hibrizi comerciali și de perspectivă. În ultimii 5 ani colecția

operațională a inclus 71 linii consangvinizate originale, dintre care 49,3 % aparțin grupei heterotice Iodent cu subgrupele MKP61, MKP601, MKP63, MKP65, 22,5 % - Euroflint, 15,5 % - BSSS-B37, 9,9 % - Lancaster și 2,8 % - Dent mixt [3]. În grupa de maturitate extratimpurie sunt încadrate 13 linii, 45 linii aparțin grupei timpurii și 13 linii sunt incluse în grupa semitimpurie. Din momentul includerii liniilor noi în colecție se inițiază transferarea în citoplasmă sterilizantă iar restauratorii fertilității polenului se creează la formele paterne ale hibrizilor cu performanțe în testări avansate.

Evaluarea liniilor din colecția operațională după toleranța la temperaturi joase în faza de germinare a semințelor a constatat o diferențiere a indicilor germinației de câmp și a masei unei plantule în faza de 5-6 frunze embrionale (tabelul 1). În medie pe anii 2022-2024 germinația boabelor a constituit 54,7 % la liniile cu bob sticlos, semănate în epoca extratimpurie, comparativ cu 48,6 % la grupa de germoplasmă BSSS-B37 și circa 51 % la liniile Iodent și Lancaster. Temperaturile mai înalte ale solului pentru epoca timpurie, semănată cu un interval de 15 zile, au favorizat germinarea semințelor, înregistrându-se valori maxime de 79,1 % la grupa Lancaster și minime de 72,2 % la grupa Iodent.

Tabelul 1. Toleranța la temperaturi joase ale solului a liniilor consangvinizate.

Grupele de germoplasmă	Germinația semințelor, %			Masa unei plantule, g		
	epoca extratimpurie	epoca timpurie	media	epoca extratimpurie	epoca timpurie	Media
Euroflint	54,7	76,1	65,4	2,43	3,16	2,80
Iodent	50,7	72,2	61,5	2,65	2,93	2,79
Lancaster	51,1	79,1	65,1	2,45	2,88	2,67
BSSS-B37	48,6	76,6	62,6	2,06	2,80	2,43

Ritmul de creștere a plantulelor în faza de 5-6 frunze embrionale, exprimat prin masa unei plantule în stare proaspătă, a fost mai intens la mostrele Iodent în prima epocă de semănat - 2,65 g și la liniile Euroflint - 3,16 g în următoarea epocă de semănat. Datele experimentale pe 3 ani au permis evidențierea a 5 linii cu o medie pe ambele epoci de 73,4 – 75,4 % semințe viabile, considerate ca tolerante și 8 linii cu toleranță medie cu valori de 70,2 – 72,4 % a germinației de câmp la diferența limită DL_{05} = 3,8 %.

Aprecierile liniilor în anii 2021- 2023 (tabelul 2) au furnizat informație utilă la sintetizarea combinațiilor hibride, inclusiv excluderea decalajului la înfloritul organelor reproductive la formele parentale și pretabilitatea de folosire ca forme materne sau paterne.

Tabelul 2. Principalii indicii agronomici al liniilor consangvinizate timpurii

Grupele de germoplasmă	Nr. de linii	Zile de la răsărit până la		Producția de boabe, t/ha		Umiditatea boabelor, %	
		mătăsit	maturitate	Media	variația	media	Variația
Euroflint	5-14	57,6	99,5	2,37	1,19-3,18	13,6	14,2-22,1
Iodent	17-24	62,4	111,0	3,34	2,11-4,49	14,8	12,0-18,0
BSSS-B37	6-8	61,7	110,2	2,68	2,07-3,68	14,7	12,1-17,4
Lancaster	2-6	64,4	113,5	2,40	1,80-3,12	15,9	14,2-17,6

Liniile grupelor de germopasmă Euroflint și Lancaster, respectiv cu 57,6 zile și 64,4 zile a duratei fenofazei răsărit – înflorit, au manifestat o adaptabilitate ecologică mai redusă, realizând producții de boabe inferioare. Prin urmare liniile respective pot fi mai eficient folosite în calitate de forme paterne, iar liniile grupelor Iodent și BSSS-B37, cu potențial înalt de producție, corespund cerințelor față de formele materne. Cercetările au constatat o expresie stabilă a androsterilității citoplasmatice de tip M la majoritatea liniilor și încrucișărilor înrudite din grupa Iodent. Analiza liniilor din colecția operațională comparativ cu formele parentale ale hibrizilor cultivați în secolul trecut atestă un progres genetic semnificativ după rezistența plantei la frângerea tulpinii, corelată cu caracterul *stay green,* productivitate, umiditate scăzută în boabe, toleranță la maladiile plantei și a știuleților. Germoplasma grupei Iodent, dezvoltată în baza liniilor tardive P101, P343 și a donatorului semitimpuriu D29, a înregistrat performanțe după precocitate, capacitate generală de combinare și pierderea rapidă a umidității boabelor. La liniile originale MKP60 și MKP61 din primul ciclu de ameliorare perioada până la înfloritul organelor reproductive a fost redusă cu circa 10 zile comparativ cu progenitorul P101. Includerea în material inițial a liniilor elită semitardive MK01, AS587/02, DK205/710 ca donatori de gene favorabile a rezultat cu evidențierea unui șir de linii timpurii cu capacitate înaltă de producție în combinații hibride. Grupa de germoplasmă BSSS-B37 se caracterizează cu capacitate generală de combinare înaltă, însușire moștenită de la donatorii semitimpurii D27, 016/12 și linia semitardivă Oh43. Liniile MKP70 și MKP71 din primul ciclu de ameliorare, folosite intens în material inițial, transmit descendenților toleranța la pătarea cenușie a frunzelor, sensibilitatea la tăciunele comun. Grupa de germoplasmă Lancaster, în arealele cu secete atmosferice și de sol frecvente, manifestă o adaptare ecologică mai redusă. Grupa Euroflint în prezent include germoplasma liniilor extrase din soiurile Lacaune, Lizargarate, Ottava Flint, Morano, Gelber Landmais. Liniile originale sunt menținătoare a androsterilității citoplasmatice de tip C și datorită calității boabelor, toleranței la frig ar putea fi folosite în calitate de forme materne. Un neajuns esențial al germoplasmei respective îl constituie capacitatea generală de combinare relativ inferioară, care impune identificarea liniilor cu

capacitate specifică de combinare.

În procesul de sintetizare a hibrizilor experimentali la etapa actuală predomină încrucișările de tip simplu și simplu modificat, iar hibrizii triliniari ocupă o pondere nesemnificativă. Cercetările anterioare au constatat eficiența utilizării hibrizilor simpli modificați, care manifestă producții de boabe și uniformitate a plantelor apropiată hibrizilor simpli. Avantajele tipului respectiv se manifestă în producerea de semințe, datorită formei materne cu vigoare și potențial de producție mai înalt comparativ cu liniile consangvinizate sensibile la condițiile climaterice stresante [4]. Clasificarea liniilor consangvinizate în grupe de germoplasmă și identificarea perechilor de grupe cu performanțe ameliorative în încrucișări, desemnate în literatura de specialitate ca modele heterotice – *heterotic patterns*, înlesnește procesul de sintetizare a combinațiilor hibride. Analiza a 758 hibrizi din testări avansate (preconcurs și concurs) a anilor 2021-2024 în condițiile Moldovei (tabelul 3) constată că din cadrul celor 3 modele heterotice cu perioada de la răsărit până la mătăsit de 55,1-55,9 zile și 102,1-103,6 zile până la maturitatea fiziologică se evidențiază varianta Iodent x Euroflint cu o medie de 5,26 t/ha boabe și 6,12 t/ha în combinații specifice. Formula de încrucișări Iodent x BSSS-B37 cu producție în medie pe 300 hibrizi de 5,88 t/ha boabe și 6,66 t/ha în combinații individuale poate fi considerată ca cel mai performant model heterotic, luând în calcul și eficiența producerii de semințe. Rezultatele testării ecologice în R. Belarus în anii 2021 -2024 (localitatea Jodino, regiunea Minsk), a 117 hibrizi selectați în cultură comparativă de concurs sunt redate în tabelul 4.

Tabelul 3. Performanțele ameliorative ale hibrizilor timpurii testați în Moldova

Modelul heterotic	Nr. de hibrizi	Zile de la răsărit până la		Umiditatea boabelor, %		Producția de boabe, t/ha	
		mătăsit	maturitate	media	minimă	media	Maximă
IodentxEuroflint	250	55,1	102,8	16,9	15,5	5,26	6,12
EuroflintxIodent	42	55,3	102,1	16,5	15,8	5,18	5,98
BSSS-B37xEuroflint	76	55,9	103,6	16,9	15,6	5,04	5,61
IodentxBSSS-B37	300	58,1	106,9	16,4	14,7	5,88	6,66
BSSS-B37xIodent	90	56,8	104,8	16,2	15,3	5,63	6,17

Cu performanțe la producția de substanță uscată a fost evidențiat modelul heterotic BSSS-B37 x Euroflint, care a înregistrat 15,02 t/ha în medie pe 19 hibrizi și 16,0 t/ha în combinații specifice. După valorile medii ale perioadei până la înflorit, producției și umidității boabelor între hibrizii realizați în formulele de încrucișări Iodent x Euroflint, BSSS-B37 x Euroflint și Euroflint x Iodent nu s-au înregistrat diferențe semnificative, cu excepția producției de 8,18 t/ha boabe în combinații specifice la Euroflint x Iodent. În cadrul celor 3 modele heterotice cu bob semisticlos s-au semnalat reacții specifice la condițiile climaterice ale anilor de

testare. Rezultatele testării hibrizilor din grupa de maturitate FAO 200 -220, sintetizați în încrucișări reciproce ale grupelor de germoplasmă dentiformis Iodent și BSSS-B37, au confirmat adaptabilitatea acestora pentru cultivare la boabe și siloz în zonele cu regim termic limitat. Menționăm că varianta BSSS-B37 x Iodent cu un eșantion de 11 hibrizi evaluați în anii 2023-2024 a înregistrat valori medii apropiate de varianta Iodent x BSSS-B37 după precocitate, producție de substanță uscată și boabe.

Tabelul 4. Caracteristica hibrizilor testați în R. Belarus

Modelul heterotic	Nr. de hibrizi	Perioada răsărit – înflorit, zile	Producția de substanță uscată, t/ha		Producția de boabe, t/ha		Umidi-tatea boabe-lor, %
			media	maximă	media	maximă	
IodentxEuroflint	46	68,6	14,04	15,62	7,63	8,63	36,4
BSSS-B37xEuroflint	19	69,7	15,02	16,00	7,76	8,68	36,4
EuroflintxIodent	11	69,2	14,17	15,06	7,66	8,18	36,2
IodentxBSSS-B37	30	71,2	14,55	15,77	7,90	8,66	38,1
BSSS-B37xIodent	11	69,8	15,11	15,85	9,11	9,44	31,2

În prezent producerea și comercializarea semințelor de porumb pentru export este delegată firmei Forever în baza licenței exclusive, care include 10 hibrizi omologați în R. Belarus. Hibrizii Porumbeni 176 MRf, Porumbeni 180 și Bemo 203 cu indice de maturitate FAO 180-200 reprezintă modelul heterotic Iodent x Euroflint, iar Porumbeni 220, Porumbeni 221, Porumbeni 230, Porumbeni 231, Bemo 235, Farmec și Porumbeni 243 cu maturitate FAO 220-240 au fost creați în formulele de încrucișări heterotice Iodent x BSSS-B37. Din cadrul acestora 2 hibrizi sunt de tip triliniar, 4 - simpli modificați și 4 de tip simplu. În componența hibrizilor FAO 180 -240 sunt folosite 13 linii consangvinizate ca forme parentale, inclusiv 7 analogi androsterili cms M și 5 restauratori ai fertilității polenului MRf. Hibrizii simpli Porumbeni 305, Porumbeni 310 și Porumbeni 315 cu maturitate semitimpurie FAO 300 -310 au fost înregistrați în Moldova, iar Porumbeni 310 se exportă în România și Ucraina. Pentru utilizare în scopuri alimentare a fost creat și omologat hibridul simplu Alimentar 325 cu bob sticlos. Multiplicarea formelor parentale ale hibrizilor nominalizați se efectuează în laboratorul de producere a semințelor. Menționăm că secetele atmosferice și de sol frecvente în ultimii ani au semnalat vulnerabilitatea producerii de semințe a hibrizilor simpli. Din aceste considerente eforturile amelioratorilor sunt orientate spre majorarea productivității formelor materne prin modificarea acesteia în baza încrucișărilor înrudite cu un anumit grad de heterozis reproductiv și adaptiv.

CONCLUZII

1. În procesul de creare a liniilor consangvinizate prioritate se acordă încrucișărilor între linii înrudite, încrucișările regresive BC_1 și hibrizilor simpli, care asigură omogenizarea mai rapidă a descendențelor și păstrarea genomului genitorilor performanți.

2. Baza genetică a liniilor originale o constituie germoplasma grupelor heterotice alternative Euroflint, Iodent, BSSS-B37 și Lancaster. Liniile și încrucișările înrudite din grupa heterotică Iodent manifestă indici ameliorativi superiori, fiind folosite în calitate de forme materne cu impact economic în producerea de semințe hibride.

3. Combinațiile hibride în modelele heterotice Iodent × Euroflint și BSSS-B37 × Euroflint asigură producții de boabe și substanță uscată superioare în zonele cu regim termic redus, iar hibrizii obținuți în modelul heterotic Iodent × BSSS-B37 prezintă interes pentru regiunile cu temperaturi moderate.

4. Lucrările de ameliorare a porumbului timpuriu s-au finalizat cu crearea a 10 hibrizi cu indice de maturitate FAO 180-240 omologați în R. Belarus și 4 hibrizi semitimpurii FAO 300-320 înregistrați pentru cultivare în Moldova.

BIBLIOGRAFIE

1. Borozan P., Musteața S., Rusu G. Rezultate și perspective în ameliorarea porumbului timpuriu. În: Institutul de Fitotehnie « Porumbeni»-40 ani de activitate științifică. Chișinău, 2014, p. 13-26, ISBN-978-9975-56-177-8
2. Musteața S., Borozan P., Spînu V., Spînu A. Rezultate privind crearea liniilor consangvinizate de porumb timpuriu. În: Genetica, ameliorarea, producerea de semințe și tehnologia de cultivare a porumbului. Chișinău, 2021, p. 21-33, ISBN 978-9975-56-892-0
3. Musteața S., Spînu A., Spînu V., Donici R. Utilizarea germoplasmei dentiformis a grupelor heterotice Iodent, BSSS-B37 și Lancaster în ameliorarea porumbului timpuriu, în: Realizări științifice în ameliorarea porumbului și altor culturi cerealiere. Chișinău, 2024, p. 65-72, ISBN 978-5-85748-029-8
4. Musteața S., Borozan P., Rusu G., Spînu V. Îmbunătățirea producerii de semințe la hibrizii simpli de porumb timpuriu. Știința Agricolă, 2018, Nr.1, p.3-9, ISSN 1857-0003