

CZU 633.15:631.527.5

STUDIU COMPARATIV AL FORMELOR MATERNE ȘI AL HIBRIZILOR SIMPLI MODIFICAȚI DE PORUMB TIMPURIU

*Ghenadie RUSU**Institutul de Fitotehnie "Porumbeni", Republica Moldova*

Abstract. The paper presents the results of researches on modifying the maternal forms of early single cross maize hybrids through inbreeding $A \times A1$ and backcrossing $(A \times B) \times A / (A \times A1) \times A$. The hybrids obtained by inbreeding have advantages in seed production, agronomic performance, uniformity of plants, being competitive with simple variants. The use of backcrosses as maternal forms has as advantage the increased variability of essential morphological traits.

Key words: *Zea mays*; Maize; Hybrids; Backcrosses; Inbred lines; Maternal forms; Agronomical traits.

Rezumat. Lucrarea prezintă rezultatele cercetărilor privind modificarea formelor materne ale hibridilor simpli de porumb timpuriu prin intermediul încrucișărilor înrudite $A \times A1$ și backcrossate $(A \times B) \times A / (A \times A1) \times A$. Hibridii cu încrucișări înrudite prezintă avantaje la rentabilitatea producerii de semințe și la performanțele agronomice, uniformitatea plantelor, fiind competitivi cu variantele simple. Utilizarea încrucișărilor backcrossate ca forme materne are ca avantaj majorarea variației caracterelor morfologice esențiale.

Cuvinte-cheie: *Zea mays*; Porumb; Hibridi; Forme backcrossate; Linii consangvinizate; Forme materne; Caractere agronomice.

INTRODUCERE

Analiza tipului de încrucișări ale liniilor consangvinizate în hibridii de porumb creați de amelioratori constată faptul că procedeul de modificare a hibridilor simpli în baza liniilor înrudite este o practică comună (Sarca, T. 2004). Încrucișările înrudite $A \times A1$ se folosesc preponderent în scopul eficientizării producerii de semințe în baza efectului de heterozis după producția de boabe și a precocității. În grupa de maturitate timpurie cu o frecvență înaltă se remarcă formele materne $F7 \times F2$ și $A634 \times A635$ (Smith, J.S.C. et al. 2006). O importanță semnificativă în procesul de modificare a hibridilor simpli pentru cultivare în Moldova au avut încrucișările înrudite $VIR44 \times W153R$, $MV951 \times MV990$ și $MK01 \times P101$ (Mîrza, V. 2014). Utilizarea încrucișărilor înrudite ca forme paterne ale hibridilor simpli are o frecvență mai redusă comparativ cu încrucișările backcrossate de tip $(A \times A1) \times A$ cu 87,5% ale formei recurente (Smith, J.S.C. et al. 1999). Modificarea hibridilor cu forme materne backcrossate $(A \times B) \times A$ și $(A \times A1) \times A$ este o procedură mai puțin frecventă în practica ameliorării porumbului.

Introducerea în practica agricolă, la finalul secolului trecut, a hibridilor simpli de porumb timpuriu cu performanțe superioare formulelor de încrucișări trilineare și duble a actualizat problema majorării productivității formelor materne în sistemul de reproducere a semințelor. Hibridii simpli modificați în baza încrucișărilor înrudite sau backcrossate reprezintă o modalitate de eficientizare a producerii de semințe în loturile de hibridare. Scopul prezentei lucrări constă în aprecierea comparativă a formelor materne modificate *per se* și în combinații hibride după principalii indici ameliorativi.

MATERIAL ȘI METODĂ

În studiu au fost incluse 16 încrucișări înrudite și 30 de încrucișări backcrossate/regresive cu o contribuție de peste 75% a formei recurente, sintetizate în baza a 21 de linii consangvinizate. Cu participarea formelor materne respective, preponderent în încrucișări sistemice de tip topcross cu forme paterne din grupele heterotice alternative, au fost sintetizați 45 de hibridi simpli $A \times B$, 44 de hibridi modificați $(A \times A1) \times B$ și 64 hibridi $[(A \times A1) \times A] \times B$. Hibridii respectivi s-au divizat în grupele de maturitate ultratimpurie, FAO 170-200, cu 64 de variante, și timpurie, FAO 210 – 240, cu 89 de variante.

Formele materne și hibridii au fost studiați în culturi comparative de orientare pe parcele de 9,8 m² în 2 repetiții, la densitatea de 60 plante/parcelă. Experiențele cu formele materne s-au realizat în anii 2013-2014, iar testarea hibridilor în anii 2014-2015, în condiții climaterice diferite. În anii 2013-2014 s-au înregistrat condiții relativ prielnice pentru cultura porumbului, iar anul 2015 s-a dovedit a fi unul extrem de secetos în perioadele critice de dezvoltare. Anul 2013 s-a remarcat prin cele mai favorabile condiții pentru cultivarea porumbului, cu o repartitie echilibrată a precipitațiilor atmosferice pe parcursul perioadei

de vegetație. Distribuția neuniformă a depunerilor de precipitații atmosferice în 2014 a creat deficit de umiditate în luna iunie, iar ultima decadă a lunii iulie s-a dovedit a fi fără precipitații. Cantitatea totală de precipitații pentru perioada mai – august în 2015 arată un deficit de apă de 143,1 mm față de media multianuală.

Materialul biologic a fost evaluat conform indicilor: ritmul de creștere în faza de 5-7 frunze, durata fenofazelor “răsărit – înflorit – mătăsit – maturizare”, talia plantei și inserția știuletelui, cota plantelor frânte și căzute, atacul de tăciune comun și prăfos, producția și umiditatea boabelor. La aprecierea mostrelor după performanțele agronomice s-a folosit indicele de selecție, calculat prin înmulțirea producției de boabe cu substanța uscată, ca diferență a cotei umidității boabelor. Hibridii experimentali de tip simplu și modificate s-au analizat sub aspectul variabilității a 7 caracteristici: talia plantei, inserția știuletelui, masa, lungimea și diametrul știuletelui, numărul de rânduri și de boabe pe rând. Menționăm că analiza variabilității interpopulativă s-a efectuat la câte 15 hibriduri din cadrul celor 3 tipuri de încrucișări în baza valorilor cantitative a 15 plante. Datele experimentale au fost prelucrate statistic prin metoda analizei dispersionale și calcularea diferenței limită DL05, coeficientul de variație (V) s-a estimat după formulele descrise de B. A. Dosphehov (1985).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

La crearea formelor maternelor modificate s-au folosit 8 linii din grupa Euroflint, 7 linii cu germoplasmă BSSS-B37/Lancaster și 6 linii consangvinizate din grupa heterotică Reid Iodent. La evaluarea încrucișărilor înrudite și backcrossate, comparativ cu liniile utilizate ca genitori, s-a constatat expresia efectului de heterozis după ritmul inițial de creștere a plantulelor, perioada “răsărit - apariția stigmatelor”, talia plantei, inserția știuletelui și producția de boabe (tab. 1).

Cele mai înalte valori ale heterozisului a înregistrat producția de boabe, cu un surplus de 54,9% la încrucișările înrudite și de 37,8% la formele maternelor backcrossate. Vigoarea hibridă la formele maternelor modificate a fost afectată de condițiile climaterice ale anilor experimentali și grupa de germoplasmă. În anul 2013, considerat ca favorabil pentru cultura porumbului, încrucișările înrudite și backcrossate au depășit liniile consangvinizate cu 60,9% și, respectiv, cu 43,0%, comparativ cu 48,2% și 29,6% în anul 2014.

Tabelul 1. Caracteristica formelor maternelor după principalii indici ameliorativi

Indici	Ani	Linii		Încrucișări înrudite		Încrucișări backcrossate	
		\bar{X}	Xmin - Xmax	\bar{X}	Xmin - Xmax	\bar{X}	Xmin - Xmax
Ritm de creștere, notă	2013	6,9	5,0 - 8,5	6,9	5,0-8,3	6,7	5,8 - 8,0
	2014	6,3	6,0 - 7,0	7,3	6,0-8,0	7,2	6,0 - 8,0
	media	6,6	5,5 - 7,3	7,1	5,8-8,0	7,0	5,9 - 8,0
Apariția stigmatelor, zile	2013	55,3	50,0 - 61,0	52,9	49,0-56,0	53,7	49,0 - 59,0
	2014	63,0	56,0 - 67,0	62,0	56,5-67,0	62,4	58,0 - 70,0
	media	59,1	53,0 - 64,0	57,5	52,8-61,3	58,1	53,5 - 64,5
Talia plantei, cm	2013	185,6	147,5 - 237,5	224,1	192,5-260,0	206,1	185,0-225,0
	2014	170,1	142,5 - 205,0	197,7	172,5-222,5	184,3	160,0-220,0
	media	177,9	151,3 - 221,3	210,9	186,3-241,3	195,2	176,3-225,5
Inserția știuletelui, cm	2013	64,4	50,0 - 82,5	82,5	67,5-110,0	73,3	57,5 - 87,5
	2014	65,8	42,5 - 82,5	83,3	60,0-97,5	74,6	57,5 - 92,5
	media	65,1	47,5 - 80,0	82,9	63,8-103,8	73,9	57,5 - 87,5
Căderea radiculară, %	2013	9,8	0,0 - 51,0	7,4	0,0-35,1	9,5	0,0 - 38,4
	2014	0,2	0,0 - 0,9	0,2	0,0-2,5	0,2	0,0 - 1,7
	media	5,0	0,0 - 25,5	3,8	0,0 - 17,6	4,8	0,0 - 19,2
Umiditatea boabelor, %	2013	15,0	13,6 - 16,9	16,1	14,2 - 17,7	14,6	13,1 - 16,9
	2014	13,6	12,0 - 16,5	13,3	10,7 - 15,6	13,2	10,4 - 15,7
	media	14,3	13,0 - 15,7	14,7	12,7 - 16,4	13,9	12,2 - 16,3
Producția de boabe, t/ha	2013	4,32	2,87 - 6,59	6,95	5,79 - 9,39	6,18	4,92 - 7,53
	2014	3,65	2,69 - 5,27	5,41	4,14 - 6,90	4,73	3,52 - 6,16
	media	3,99	2,78 - 5,66	6,18	4,97 - 8,13	5,50	4,45 - 6,84

Deosebiri semnificative s-au înregistrat și între mediile pe 2 ani ale încrucișărilor înrudite din grupele de germoplasmă Euroflint, BSSS-B37/Lancaster și Reid Iodent, cu valori respective de 5,86 t/ha, 6,84 t/ha și 6,03 t/ha, comparativ cu 3,34 t/ha, 4,17 t/ha și 4,62 t/ha la liniile consangvinizate din grupele menționate.

Încrușișările backcrossate au format o recoltă de 5,0 t/ha în prima grupă de germoplasmă, 6,13 t/ha în a doua și 5,41 t/ha în ultima grupă heterotică. Astfel, heterozisul reproductiv la formele materne modificate a avut valori mai ridicate la mostrele Euroflint, cu o medie de 162,6%, comparativ cu 155,5% în grupa BSSS-B37/Lancaster și 123,8% în grupa Reid Iodent.

Generalizarea datelor producției de boabe, ca element de bază al formelor materne, permite să concluzionăm că liniile consangvinizate ale grupei heterotice Reid Iodent posedă un grad mai înalt de rudenie genealogică și încrușișările A x A1 se încadrează în nivelul de heterozis până la 60%, considerat ca optimal pentru modificarea hibridilor simpli de porumb (Musteața, S. et al. 2013). Linile consangvinizate cu germoplasmă BSSS-B37/Lancaster în general pot fi catalogate ca genetic mai îndepărtate și în unele cazuri au manifestat în încrușișări producții de boabe apropiate de hibridii realizați cu forme parentale distincte genetic. În grupa heterotică respectivă, încrușișările backcrossate cu 75% ale formei recurente pot servi ca forme materne în hibridi modificați. Menționăm că, în medie pe 2 ani, încrușișările (A x A1) x A și (A x A1) x A1 din grupa de germoplasmă respectivă au format o recoltă de 6,13 t/ha, comparativ cu 5,86 t/ha și 6,03 t/ha la încrușișările A x A1 din grupele Euroflint și Reid Iodent.

Din tabelul 1 se observă că încrușișările înrudite și backcrossate prezintă valori mai înalte ale indicilor talia plantei (cu 18,5% și, respectiv, 9,7%) și inserția știuletelui (cu 27,3% și, respectiv, 13,5%) în comparație cu liniile consangvinizate. La formele materne modificate perioada de la răsăritul plantulelor până la apariția a 50% din stigmat este mai scurtă, în medie, cu 1,0-1,6 zile. Această caracteristică a heterozisului se observă și la perioada de până la maturizarea fiziologică, marcată prin apariția stratului negru la baza boabelor. Formele materne modificate au manifestat de asemenea un ritm de creștere mai intens în faza de 5-7 frunze, fapt care înlesnește cultivarea acestora în loturile de hibridare. După cota plantelor cu cădere radiculară, semnalată cu expresia maximală de până la 51% pe fundal de precipitații abundente în anul 2013, încrușișările înrudite au însumat o medie de 7,4%, cu intervalul de variație cuprins în diapazonul 0,0-35,1%. Umiditatea boabelor la recoltare, cu valori maxime în anul 2013 la încrușișările înrudite, a înregistrat în următorul sezon de vegetație cote medii apropiate formelor materne modificate. În opinia noastră, ultimii doi indici ameliorativi analizați depind mai puțin de tipul formelor materne și valorile acestora rezultă din reacțiile specifice ale genotipurilor studiate.

Valoarea ameliorativă a formelor materne modificate se apreciază și prin contribuția acestora la producția de boabe realizată în combinații hibride. Eșantionul de 153 de hibridi, repartizați în două grupe de maturitate după perioada "răsărit-mătăsit", a demonstrat valori identice conform constituției genetice a genotipurilor în linii generale. Rezultatele experimentului pentru anul 2014, cu condiții climaterice mai puțin favorabile, și pentru anul 2015, caracterizat ca nefavorabil pentru cultura porumbului, sunt redată în tabelul 2. Analiza datelor experimentale constată faptul că, în medie, între hibridii modificați cu ambele variante de încrușișări nu au fost semnalate diferențe semnificative după perioada "răsărit-mătăsit", indiferent de grupa de maturitate.

Tabelul 2. Producția și umiditatea boabelor în funcție de tipul hibridilor și grupa de maturitate

Indicii ameliorativi	Anii	A x B		(A x A1) x B		[(A x A1) x A] x B	
		FAO 170 - 200	FAO 210 - 240	FAO 170 - 200	FAO 210 - 240	FAO 170 - 200	FAO 210 - 240
Zile până la mătăsit	2014	58,9	62,5	57,7	62,2	58,0	62,2
	2015	54,3	58,3	53,2	58,0	53,4	58,1
	Media	56,6	60,4	55,4	60,1	55,7	60,1
Producția de boabe, t/ha	2014	6,29	6,83	6,24	6,72	6,29	6,80
	2015	3,96	4,26	3,93	4,35	3,92	4,35
	Media	5,13	5,54	5,08	5,54	5,10	5,58
Umiditatea boabelor, %	2014	12,8	12,5	12,9	12,8	12,7	12,6
	2015	13,2	12,8	13,1	12,9	12,8	12,5
	Media	13,0	12,7	13,0	12,8	12,8	12,6

Hibridii simpli A x B din grupa ultratimpurie au înregistrat valori cu 0,9-1,2 zile mai mari comparativ cu variantele modificate, pe când în grupa timpurie (FAO 210 – 240) durata până la apariția stigmatelor a fost practic de 60 de zile. Producția de boabe a fost semnificativ afectată în anul 2015 și, ca urmare, media pe doi ani a constituit 5,10 t/ha la 64 hibridi ultratimpurii și 5,55 t/ha la 89 de combinații cu indicele

de maturitate FAO 210 – 240. La acest nivel al recoltei, între cele 3 tipuri de încrucișări nu au fost semnificate diferențe semnificative. Cu toate acestea, cele mai înalte valori ale producției de boabe au fost înregistrate la unele variante din cadrul hibridurilor simpli, cu devieri semnificative statistic de la media grupei. Diferențele dintre liderii fiecărui tip de încrucișări și ai fiecărei grupe de maturitate nu au depășit pragul de discriminare a diferenței-limită DL05, calculată pentru fiecare set de hibriduri supuși testării.

Umiditatea boabelor la recoltare, cu valori în intervalul de variație 10,9-14,4% și o medie de circa 13%, ca urmare a temperaturilor înalte în perioada postmaturizare, nu a diferențiat eficient tipurile de încrucișări ale hibridurilor. Doar în anul 2015 s-a observat tendința de majorare a conținutului de substanță uscată în boabe la hibridurile timpurii (87,3%), comparativ cu grupa ultratimpurie (87,0%), cauzată de utilizarea formelor maternelor cu pierdere rapidă a umidității.

În baza producției de boabe pe doi ani, din cadrul hibridurilor studiate s-au evidențiat 21 de mostre (13,7%) cu producții superioare (statistic asigurate) mediei grupelor, inclusiv 7 hibriduri simpli, 4 cu încrucișări înrudite și 10 cu forme maternelor backcrossate. Caracterizarea celor mai performante combinații este redată în tabelul 3, cu o sistematizare în baza indicelui de selecție, care totalizează producția și conținutul de substanță uscată în boabe. Prima poziție, cu 58,0 unități ale indicelui de selecție, o ocupă hibridul simplu MKP 63 x MKP 70, urmat de 2 variante modificate în baza formei maternelor backcrossate. Hibridul simplu MKP 63 x MKP 71 practic nu se deosebește după indicii ameliorativi de varianta modificată (MKP 63 x MKP 61) x MKP 71. O situație similară se observă și în cazul hibridurilor realizate cu formele maternelor MKP 55, MKP 56, MKP 55 x MKP 56, (MKP 55 x MKP 56) x MKP 55 în încrucișări cu formele maternelor MKP 61 și MKP 71.

Tabelul 3. Potențialul de producție al hibridurilor din diferite tipuri de încrucișări (anii 2014-2015)

Pedigreul hibridurilor	Apariția stigmatelor, zile	Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %	Indicele de selecție
MKP 63 x MKP 70	60,4	6,50	10,8	58,0
[(MKP 63 x MKP 61) x MKP 63] x MKP 70	60,2	6,45	11,2	57,3
[(MKP 60 x MKP 63) x MKP 63] x MKP 70	59,7	6,28	11,5	55,6
MKP 55 x MKP 71	60,3	6,45	14,3	55,3
MKP 63 x MKP 71	61,0	6,05	11,5	53,5
(MKP 63 x MKP 61) x MKP 71	60,1	6,09	12,3	53,4
(MKP 55 x MKP 56) x MKP 71	60,9	6,11	13,4	52,9
[(MKP 55 x MKP 56) x MKP 55] x MKP 61	60,7	6,04	12,8	52,7
MKP 55 x MKP 61	59,5	6,05	13,3	52,5
MKP 56 x MKP 61	59,0	5,96	12,7	52,0
DL05	0,9	0,68	1,1	5,7

Astfel, datele experimentale prezentate constată posibilitățile de îmbunătățire a producției de boabe la formele maternelor prin ambele variante *per se* și păstrarea efectului de heterozis la nivelul hibridurilor simpli.

Un element important la hibridurile simpli se consideră uniformitatea și omogenitatea fenotipică a plantelor cu un beneficiu în cultura porumbului, începând cu răsăritul plantelor și terminând cu recoltarea. Caracteristica respectivă oferă hibridurilor simpli un aspect comercial atractiv, fapt care înlesnește selectarea acestora de către producătorii agricoli. La evaluarea a câte 15 variante din fiecare tip de hibriduri după 7 caractere (tab. 4) s-au constatat diferențe ale coeficientului de variație atât între grupe, cât și între caracteristicile analizate.

Menționăm că variația se consideră nesemnificativă când valorile coeficientului V sunt mai mici de 10%, medie – la valori de 10-20% și semnificativă – la valori mai mari de 20%. Media la toate

Tabelul 4. Coeficientul de variație a caracteristicilor la 3 tipuri de hibriduri

Nr. crt.	Caracteristici	A x B		(A x A1) x B		[(A x A1) x A] x B	
		media	V, %	media	V, %	media	V, %
1	Talia plantei, cm	215,9	7,1	212,7	12,3	213,4	15,3
2	Insertia știuletelui, cm	90,5	10,2	91,5	15,1	91,5	19,7
3	Masa știuletelui, g	116,3	9,1	114,4	10,4	114,1	15,2
4	Lungimea știuletelui, cm	16,6	10,6	16,7	13,8	15,4	14,9
5	Diametrul știuletelui, cm	4,3	6,4	4,1	6,8	4,2	7,9
6	Nr. de rânduri pe știulete	16,9	10,0	16,8	10,4	16,8	10,2
7	Nr. de boabe pe rând	32,8	10,7	30,2	12,9	31,2	15,3

caracteristicile analizate se prezintă astfel – hibridii simpli A x B au înregistrat o variație nesemnificativă de 9,15%, comparativ cu 11,7% la hibridii cu încrucișări înrudite, și de 14,1% la combinațiile modificate cu încrucișări backcrossate/regresive. O uniformitate mai înaltă s-a observat în ceea ce privește 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 încrucișări modificate s-a înregistrat o variație medie în ceea ce privește 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 materne backcrossate. Menționăm că, la unele mostre, valorile coeficientului de variație au depășit pragul discriminatoriu de 20%, manifestând o variație semnificativă a caracteristicii date.

Analiza integrală a rezultatelor experimentale demonstrează posibilitățile de creare a hibridilor cu forme materne modificate care, după performanțele agronomice și uniformitatea caracteristicilor morfologice, se apropie de formulele simple de încrucișări. Varianta utilizării liniilor înrudite A x A1 prezintă avantaje comparativ cu încrucișările backcrossate de tip (A x B) x A cu 75% a liniei recurente sau (A x A1) x A cu genom mai apropiat de liniile consangvinizate (peste 75% a liniei A). Printre factorii care limitează utilizarea încrucișărilor backcrossate se numără, în primul rând, neuniformitatea interpopulativă a caracteristicilor morfologice ale plantelor. În cazul variantei (A x A1) x A, datorită efectului de consangvinizare, se reduce producția de boabe în raport cu încrucișarea A x A1. Un alt impediment în utilizarea încrucișărilor backcrossate se referă la majorarea perioadei de multiplicare a formelor parentale cu un an în comparație cu A x A1 și cu 2 ani în cazul hibridilor simpli A x B. Ținând cont că perioada de comercializare a hibridilor contemporani constituie 6-8 ani, după care sunt înlocuiți cu alți hibridi noi mai performanți, acest factor poate fi decisiv. Informația acumulată în cercetările prezentate în lucrarea de față și în lucrări anterioare (Bruma, S. et al. 2011, Musteața, S. et al. 2013) evidențiază rolul încrucișărilor înrudite din grupa Reid Iodent cu diversitatea genetică în intervalul 30-60% ca forme materne de perspectivă. Menționăm că în componența unor hibridi omologați (Rosmold 202 MRf, Bemo 203) și transferați pentru testări oficiale de stat în Republica Belarus sunt folosite forme materne modificate A x A1. În rezultatul cercetărilor efectuate a fost selectat un șir de încrucișări înrudite, care prezintă un real interes în programul de creare a hibridilor timpurii pentru export în zonele nordice.

CONCLUZII

1. Încrucișările înrudite A x A1, în calitate de forme materne cu producția de semințe mai rentabilă, prezintă o modalitate efektivă de modificare a hibridilor simpli de porumb, asigurând performanțe agronomice și uniformitatea plantelor competitive.

2. Formele materne backcrossate (A x B) x A sau (A x A1) x A pot fi utilizate cu o frecvență mai redusă în programele de creare a hibridilor și în cazuri legate de necesitatea majorării volumului de semințe al formelor materne A x A1. Neuniformitatea interpopulativă a plantelor reduce competitivitatea hibridilor modificați cu încrucișări backcrossate.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BRUMA, S. et al. (2011). Opredelenie urovnâ geterozisa i geničeskih različij u rodstvennyh skrešivanij ranspelej kukuruzy. In: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe. Chișinău, pp. 184-192.
- DOSPEHOV, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statističeskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). Moskva: Kolos. 416 s.
- MÎRZA, V. (2014). Crearea hibridilor simpli modificați de porumb pe bază de androsterilitate. In: Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – 40 ani de activitate științifică: materialele conf. intern. consacrate jubileului de 40 ani de la data fondării, Pașcani, 17 sept. Chișinău, 2014, pp. 136-142. ISBN 978-9975-56-177-8.
- MUSTEAȚA, S. et al. (2013). Studiarea încrucișărilor înrudite ca forme materne ale hibridilor de porumb timpuriu. In: Lucrări șt., Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 39: Agronomie și ecologie, pp. 33-37. ISBN 978-9975-64-250-7.
- SARCA, T. (2004). Ameliorarea porumbului. In: Porumbul: studiu monografic. București: Ed. Academiei Române. Vol. 1, pp. 363-462. ISBN 973-2710-55-1.
- SMITH, J.S.C. et al. (2006). Changes in parentage and genetic diversity of widely use maize hybrids grown in northern United States and France from 1930 to the present. In: Maydica, vol. 51, pp. 57-77. ISSN 2279-8013.
- SMITH, J.S.C. et al. (1999). Effect of hybrid breeding on genetic diversity in maize. In: COORS, J.G. and S. PANDEY, eds. The genetics and exploitation of heterosis in crops. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, pp. 119-126. ISBN 0-89118-549-6.

Data prezentării articolului: 01.04.2016

Data acceptării articolului: 25.04.2016