

CZU 633.15:631.527.5

PARTICULARITĂȚILE MANIFESTĂRII EFECTULUI HETEROZIS VEGETATIV ȘI REPRODUCTIV LA HIBRIZI OMOLOGAȚI DE PORUMB

A. MIHALACHI*Agencia Națională pentru Siguranța Alimentelor, Ministerul Agriculturii și
Industriei Alimentare al Republicii Moldova*

Abstract. There have been studied a large range of homologated maize hybrids and their parental forms concerning the manifestation of heterosis effect in the DNA molecules and protein markers as well as at the functional level, i.e. according to leaf water regime indicators in terms of drought. However, a comparative analysis of the results is not possible without knowing the traditional features of somatic and reproductive heterosis, which requires thorough study of the biometric and gravimetric indices of the phenotypic manifestation of heterosis in maize. As research material 15 homologated maize hybrids and their parental forms were used, including 11 parental hybrid forms and 32 parental inbred lines. For most studied biometric and gravimetric indices there were established the following specific features: increasing trend of the absolute values growth from the homozygous to heterozygous forms of maize and the trend of the variation coefficient decrease from the homozygous to heterozygous forms of maize. The performed research proved the importance of determining real values of heterosis in comparison with those of hypothetical heterosis according to a particularly studied phenotypic indicator, fact which allows to identify the hybrid forms with the most stable positive manifestations of the heterosis effect. Out of 14 studied indicators, only two - "plant height" and "seed harvesting" - are relevant in the objective assessment of heterosis manifestations at different levels of biological organization: reproductive, somatic, adaptive and molecular.

Key words: *Zea mays*; Hybrids; Heterosis; Agronomic characters

Rezumat. Până în prezent, a fost supusă unui studiu amplu o gamă numeroasă a hibridilor omologați de porumb și formele lor parentale privind manifestarea efectului de heterozis la nivelul moleculelor ADN, al markerelor proteice, precum și la nivelul funcțional, potrivit indicatorilor regimului hidric foliar în condițiile de secetă. Analiza comparativă a rezultatelor obținute nu este posibilă fără cunoașterea caracteristicilor tradiționale ale heterozisului somatic și reproductiv, fapt ce impune studiul aprofundat al indicatorilor biometrici și gravimetrici ai manifestării fenotipice a heterozisului la porumb. Ca material de cercetare au fost utilizați 15 hibridi omologați de porumb și formele lor parentale, printre care 11 forme hibride parentale și 32 de linii parentale consangvinizate. Pentru majoritatea indicatorilor biometrici și gravimetrici studiați au fost stabilite următoarele particularități specifice: tendința ascendentă de creștere a valorilor absolute de la formele homozigote de porumb la cele heterozigote și tendința de micșorare a valorilor coeficientului de variație de la formele homozigote de porumb la cele heterozigote. Cercetările au demonstrat importanța determinării valorilor heterozisului real în comparație cu cele ale heterozisului ipotetic potrivit unui anumit indicator fenotipic studiat, ceea ce permite identificarea formelor hibride cu cele mai stabile manifestări pozitive ale efectului de heterozis. Din 14 indicatori studiați, doar doi – „înălțimea plantei” și „recolta de semințe” – sunt relevanți în evaluarea obiectivă a manifestărilor heterozisului la diferite niveluri ale organizării biologice: reproductiv, somatic, adaptiv și molecular.

Cuvinte cheie: *Zea mays*; Hibridi; Heterozis; Caractere agronomice

INTRODUCERE

Hibridii de porumb reprezintă un exemplu clasic de succes în implementarea principiilor de heterozis. Cultura *Zea mays* L. este utilizată pe scară largă ca model pentru selectarea indicatorilor importanți ai diagnosticării efectului heterozis (Haș, I. 2004). Din aceste considerente, una din principalele direcții de cercetare a Catedrei Biologia Vegetală din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova vizează studiul bazelor genetice și moleculare ale heterozisului cu scopul de a favoriza dezvoltarea noilor metode contemporane de pronosticare a efectului de heterozis (Palii, A. et al. 2011).

Până în prezent, a fost supusă unui studiu amplu o gamă numeroasă a hibridilor omologați de porumb și formele lor parentale privind manifestarea efectului de heterozis la nivelul moleculelor ADN (Comarova, G. et al. 2010), al markerelor proteice (Comarova, G. et al. 2012), precum și la nivelul funcțional potrivit indicatorilor regimului hidric foliar în condițiile de secetă (Mihalachi, A. et al. 2010).

Totuși, analiza comparativă a rezultatelor obținute nu este posibilă fără cunoașterea caracteristicilor tradiționale ale heterozisului somatic și reproductiv, fapt ce impune studiul aprofundat al indicatorilor biometrici și gravimetrici ai manifestării fenotipice a heterozisului la porumb.

Scopul prezentei lucrări este studierea gradului de manifestare a heterozisului vegetativ și reproductiv la hibridii selecției autohtone. În concordanță cu scopul stabilit au fost trasate următoarele obiective:

- 1) studierea variabilității indicatorilor biometrici și gravimetrici la hibridii omologați de porumb și la formele lor parentale;
- 2) analiza particularităților de manifestare a heterozisului somatic și reproductiv la hibridii autohtoni.

MATERIAL ȘI METODĂ

Ca material de cercetare au fost utilizați 15 hibridi omologați de porumb și formele lor parentale, printre care 11 forme hibride parentale și 32 de linii parentale consangvinizate.

Cercetările s-au bazat pe metoda tradițională a experiențelor de câmp, efectuându-se pe sectoare experimentale ale Laboratorului Ameliorarea calității și testarea hibridilor de porumb și sorg din cadrul Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”, în perioada anilor 2006-2007. S-au utilizat indicatori biometrici ai masei vegetative (înălțimea plantelor – ÎnPl, cm; înălțimea de inserție a știuletelui – ÎnInȘt, cm; lungimea panicului – LnP, cm; numărul de ramuri pe panicul – NrRP; numărul frunzelor pe o plantă – NrFrPl; lungimea frunzelor – LuFr, cm; lățimea frunzelor – LățFr, cm) și indicatori biometrici și gravimetrici ai știuleților (lungimea – LnȘt, cm; diametrul – DiamȘt, cm; masa știuletelui – MȘT, gr; numărul de rânduri ai semințelor în știulete – NrRSȘt; numărul de semințe într-un rând al știuletelui – NrSRȘt; masa a 1 000 de semințe – MMS, gr; recolta de semințe – RecS, q/ha).

Rezultatele obținute au fost prelucrate conform prevederilor metodologiei comune (Dospheov, B. 1985) în programul Microsoft Office Excel 2007. Variabilitatea indicatorilor cantitativi a fost determinată potrivit indicilor mediei aritmetice (\bar{x}), a erorii absolute a acesteia (S_x) și a coeficientului de variație (V%).

Gradul de manifestare a efectului de heterozis somatic și reproductiv a fost studiat cu referire la două aspecte ale acestui fenomen la hibridi, și anume, heterozisul ipotetic (H_{ip}) și heterozisul real (H_{real}) (Abramova, Z. 1992).

Analiza valorilor înregistrate s-a realizat în concordanță cu clasificarea existentă (Musteața, S. et al. 2001):

- a) combinații hibride cu nivel slab de manifestare a heterozisului ($0 < H_{ip/real} < 25\%$);
- b) combinații hibride cu nivel înalt de manifestare a heterozisului ($H_{ip/real} \geq 25\%$).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetarea efectului de heterozis se bazează pe studiul variabilității a 7 indicatori biometrici ai masei vegetative și a 7 indicatori ai productivității la 15 hibridi omologați de porumb și la formele lor parentale (Tabelul 2 și Tabelul 3).

Pentru indicatorii morfobiometrici ai masei vegetative s-a constatat că o tendință de creștere de la formele homozigote de porumb către cele heterozigote, fapt evident mai ales pentru indicatorul „înălțimea plantelor” (Tabelul 1).

Tabelul 1. Analiza statistică a variabilității indicatorilor biometrici ai organelor vegetative la hibridii omologați de porumb și formele lor parentale

Denumirea indicatorului		ÎnPl	ÎnÎsȘ	LnP	NrRP	NrFrPl	LnFr	LățFr
LP	$\bar{x} \pm S_x$	135,4±20,3	37,2±12,8	27,4±4,2	8,0±6,0	9,0±1,8	52,8±8,5	6,9±1,4
	V%	15	34	15	78	21	16	20
HP	$\bar{x} \pm S_x$	150,7±16,7	47,2±10,0	30,9±2,9	10±3,1	9±1,2	61,1±3,3	8,0±0,9
	V%	11	21	10	32	13	5	12
Hom	$\bar{x} \pm S_x$	170,5±19,9	51,2±9,6	33,5±3,1	9±4,6	10±1,0	62,3±5,5	8,1±0,8
	V%	12	19	9	49	12	8	10

Potrivit indicatorilor numerici ai știuleților, o diferență semnificativă dintre formele homozigote și heterozigote nu a fost depistată. În cazul celorlalte elemente ale productivității s-a constatat o tendință de creștere a valorilor medii de la linii consangvinizate către combinații hibride. Acest lucru este evident dacă urmărim indicatorul-cheie al productivității „recolta de semințe” (Tabelul 2).

Tabelul 2. Analiza statistică a elementelor de productivitate a organelor reproductive la hibridii omologați de porumb și formele lor parentale

Grupa genotipurilor		Denumirea indicatorului		LnȘt	DiamȘt	MȘt	NrRSȘt	NrSRȘt	MMS	RecS
		x±Sx	V%							
LP	x±Sx	12,3±2,3	3,6±0,6	84,5±28,9	13,0±2,1	22,0±4,2	245,9±23,6	15,8±6,2		
	V%	19	15	35	16	19	10	39		
HP	x±Sx	13,6±1,4	3,9±0,4	104,5±29,9	13,0±1,1	26,0±4,2	283,9±34,4	27,6±6,8		
	V%	10	10	22	8	17	12	25		
Hom	x±Sx	15,2±2,2	3,9±0,4	132,8±33,6	14,0±1,4	29,0±3,9	295,5±39,6	52,3±13,2		
	V%	14	10	25	9	13	13	25		

În urma analizei statistice a elementelor de productivitate și a indicatorilor morfologici ai masei vegetative a fost stabilit un spectru amplu al variabilității cu predominarea coeficienților de variație cu valori medii și mari. Datele obținute au fost utilizate atât pentru studiul heterozisului real genotipic, cât și al gradului de moștenire și al formei parentale în scopul detectării particularităților heterozisului somatic și reproductiv.

În rezultatul experimentelor efectuate a fost confirmată dependența dintre H_{real} și H_{ip} , ce se explică prin reducerea valorilor absolute ale heterozisului real comparativ cu cel ipotetic pentru majoritatea combinațiilor hibride. S-a stabilit că valorile heterozisului real (somatic și reproductiv) permit utilizarea acestui tip de calcul pentru detectarea celor mai stabile genotipuri heterozigote care rețin nivelul heterozisului ipotetic în fiecare din cele două grupe de gradare ale heterozisului pozitiv ($0 < H < 25\%$ și $H > 25$).

Cel mai înalt grad de stabilitate în manifestarea efectului pozitiv ($H > 25$) al heterozisului somatic, în special al celui reproductiv, a fost remarcat la hibridii simpli de porumb Moldavschi 291 MRf, Moldavschi 450 MRf și Porumbeni 457 MRf.

Tabelul 3. Compararea valorilor heterozisului ipotetic și real conform indicatorilor biometrici ai masei vegetative și ai elementelor productivității la hibridii omologați de porumb

Denumirea hibridului	Tip H	Indicatorii masei vegetative						
		ÎnP	ÎnIsȘt	LnP	NrRP	NrFrPl	LnFr	LățFr
Moldavschi 291 MRf	H_{ip}	39,5	91,4	45,1	43,7	27,3	40,9	51,8
	H_{real}	34,5	77,0	44,3	-6,3	16,7	30,9	41,7
Moldavschi 450 MRf	H_{ip}	22,7	16,8	21,5	12,7	18,5	12,4	23,1
	H_{real}	15,6	1,0	8,6	-8,8	5,8	6,6	5,9
Porumbeni 457 MRf	H_{ip}	38,9	37,0	19,5	63,3	31,7	14,5	4,6
	H_{real}	36,9	32,4	12,5	55,8	22,2	8,3	-9,0
Denumirea hibridului	Tip H	Indicatorii de producere						
		LnȘt	DȘt	MȘt	NrRSȘt	NrSRȘt	MMS	RecS
Moldavschi 291 MRf	H_{ip}	51,0	28,6	161,7	10,7	81,0	21,0	492,9
	H_{real}	46,8	20,0	156,9	3,3	65,3	14,6	441,3
Moldavschi 450 MRf	H_{ip}	32,8	14,3	127,3	19,8	68,6	5,6	796,3
	H_{real}	32,8	12,8	112,1	12,7	60,9	4,6	679,3
Porumbeni 457 MRf	H_{ip}	13,6	-7,0	40,8	7,8	43,1	35,2	527,7
	H_{real}	5,4	-11,1	34,7	1,5	42,2	31,9	390,1

Din cei șapte indicatori biometrici ai masei vegetative a hibridilor omologați de porumb, doar în cazul indicatorului „înălțimea plantelor” s-a înregistrat manifestarea pozitivă a heterozisului ipotetic (pentru 100% din eșantioanele hibridilor studiate) și a heterozisului real (pentru 93% din eșantioanele hibridilor studiate) (Tabelul 3).

În același timp, numai indicatorul „recolta de semințe” poate fi utilizat ca indicator universal al heterozisului reproductiv ipotetic și real (Tabelul 3).

Tabelul 4. Distribuția cantitativă a hibridilor omologați de porumb conform grupelor de gradare a efectului de manifestare a heterozisului somatic în conformitate cu indicatorii biometrici ai masei vegetative

Tipul H	Grupa de manifestare a heterozisului	Nr. hibridilor						
		ÎnP	ÎnÎsȘt	LnP	NrRP	NrFrPI	LnFr	LățFr
H _{ip}	H _{ip} ?25%	4	8	3	5	4	1	3
	0< H _{ip} <25%	11	5	11	5	8	13	10
	H _{ip} <0	-	2	1	5	3	1	2
H _{real}	H _{real} ?25%	2	4	2	4	2	1	1
	0< H _{real} <25%	12	8	10	2	6	10	7
	H _{real} <0	1	3	3	9	7	4	7

Tabelul 5. Distribuția cantitativă a hibridilor omologați de porumb conform grupelor de gradare a efectului de manifestare a heterozisului reproductiv în conformitate cu indicatorii biometrici și gravimetrici ai elementelor de productivitate

Tipul H	Grupa de manifestare a heterozisului	Nr. hibridilor						
		LnȘt	DȘt	MȘt	NrRSȘt	NrSRȘt	MMS	RecS
H _{ip}	H _{ip} ?25%	5	1	8	-	8	2	15
	0< H _{ip} <25%	9	10	6	11	5	11	-
	H _{ip} <0	1	4	1	4	2	2	-
H _{real}	H _{real} ?25%	2	-	8	-	5	1	14
	0< H _{real} <25%	8	9	3	6	6	10	1
	H _{real} <0	5	6	4	9	4	4	-

În cazul celorlalți indicatori biometrici și gravimetrici ai masei vegetative și ai știuletelui la hibridii de porumb și la formele lor parentale (Tabelul 4 și Tabelul 5), rezultatele evaluării heterozisului ipotetic și real confirmă natura organospecifică a manifestării acestora, ceea ce ar favoriza selectarea genotipică a combinațiilor hibride cu grad înalt de heterozigoție.

CONCLUZII

Pentru majoritatea indicatorilor biometrici și gravimetrici studiați au fost stabilite următoarele particularități specifice: tendința ascendentă de creștere a valorilor absolute de la formele homozigote de porumb la cele heterozigote și tendința de micșorare a valorilor coeficientului de variație de la formele homozigote de porumb la cele heterozigote.

Cercetările au demonstrat importanța determinării valorilor heterozisului real în comparație cu cele ale heterozisului ipotetic potrivit unui anumit indicator fenotipic studiat, ceea ce permite identificarea formelor hibride cu cele mai stabile manifestări pozitive ale efectului de heterozis.

Din 14 indicatori studiați, doar doi – „înălțimea plantei” și „recolta de semințe” – sunt relevanți în evaluarea obiectivă a manifestărilor heterozisului la diferite niveluri ale organizării biologice: reproductiv, somatic, adaptiv și molecular.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ABRAMOVA, Z., 1992. Praktikum po genetike. Moskva: Agropromizdat. 224 s.
2. COMAROVA, G., DOROKHOV, D., MIHALACHI, A., PALII, A., ROTARI, A., 2010. Comparative study of heterosis manifestation at the reproductive, somatic, adaptive and molecular levels of the simple maize hybrids. In: Congr. al IX-lea Naț. al Geneticienilor și Amelioratorilor. Chișinău, p. 96.
3. COMAROVA, G., ROTARI, A., PALII, A., MIHALACHI, A., ROTARI, E., 2012. Vozmožnosti ispol'zovaniâ belkovykh markerov dlâ izučeniâ éffekta heterozisa u rajonirovannykh gibridov kukuruzy moldavskoj selekcii. V: Selekcîi i genetika s.-h. rastenij: tradicii i perspektivy. Odessa. s. 165-166.
4. DOSPEHOV, B., 1985. Metodika polevogo opyta. Moskva: Agropromizdat. 351 s.
5. HAȘ, Ion. 2004. Heterozisul la porumb. In: Porumb: studiu monografic. București: Ed. Academiei Române, pp. 311-362.
6. MIHALACHI, A., ROTARI, A., PALII, A., COMAROVA, G., 2011. Study of physiological reactions particularities of leaf apparatus of maize hybrids and its parental forms in drought conditions. In: Scientific Papers. UASVMBucharest, Series A: Agronomy, vol. LIV, pp. 320-325. ISSN 1222-5339.
7. MUSTEAȚA, S., MISTREȚ, S., NUJNAIA, L., 2001. Ispol'zovanie zarodyvoj plazmy geterozisnoj gruppy Lancaster v selekcii rannepeloj kukuruzy. *Kukuruza i sorgo*, nr. 1, s. 6-11.
8. PALII, A., COMAROV, Galina, DOROKHOV, D. et al., 2011. Particularitățile manifestării heterozisului la diferite niveluri de organizație biologică a genomului hibridilor simpli de porumb. In: Lucrări științifice, UASM, vol. 29: Agronomie, pp. 60-66.

Data prezentării articolului: **27.03.2013**

Data acceptării articolului: **17.05.2013**