

VALOAREA FENOTIPICĂ ȘI GENETICĂ A UNOR LINII CONSANGVINIZATE ISONUCLEARE DE PORUMB I. ROLUL DIVERSITĂȚII CITOPLASMATICE ASUPRA COMPORTĂRII LINIILOR CONSANGVINIZATE

**PHENOTYPIC AND GENETIC VALUES OF SOME ISONUCLEAR INBRED
LINES IN MAIZE.**

**I. THE ROLE OF CYTOPLASMIC DIVERSITY ON THE BEHAVIOR
INBRED LINES**

IOAN HAȘ^{1,2}, CAMELIA CHICINAȘ (RACZ)², VOICHIȚA HAȘ¹,
CORNELIA STAN^{2,3}, TEODORA ȘCHIOP (LAZĂR)²,
IOAN DUMITRU COSTE², NICOLAE TRITEAN¹

Abstract

In 1992 the ARDS Turda has initiated to transfer the nucleus of some maize inbred lines on different types of conventional cytoplasm to avoid cytoplasmic uniform level and to study the possibility of improving the genetic value of inbred lines. It was considered that after 9-10 backcrosses, the nucleus of maize elite inbred lines is transferred entirely on the new type of cytoplasm.

The paper presents phenotypic and genotypic effects of nucleus transfer from five inbred lines (TC 209, TC 243, TC 221, TB 367 and D 105) in six types of cytoplasm on plant and ear characteristics, and biochemical content of grain. It is also presented in a balanced experiment the value of different types of cytoplasm on the quality of grains, on five groups of isonuclear lines tested on the same citotypes.

There are presented also the results of the five groups of isonuclear lines, as maternal parent forms, in crossing with 3 or 4 testers. Cytoplasmic differences occurred primarily for maize characters and grains biochemical content.

Key words: maize, isonuclear inbred lines, cytoplasmic variability, cytoplasmic nuclear interactions.

Cuvinte cheie: porumb, linii consangvinizate isonucleare, variabilitatea citoplasmatică, interacțiuni nucleu-citoplasmatic.

INTRODUCERE

Rolul citoplasmei de porumb, în transmiterea ereditară a unor caractere, a fost observat încă de la primele cercetări privind utilizarea androsterilității citoplasmatică la porumb (D u v i c k , 1965); au fost semnalate modificări ale

^{1,2}S.C.D.A. Turda, U.S.A.M.V. Cluj-Napoca, județul Cluj. E-mail: ioanhas@yahoo.com

²U.S.A.M.V. Cluj-Napoca, județul Cluj.

³I.T.C.S.M.S. Cluj.

dimensiunilor paniculului, schimbări în comportamentul hibridilor cu forme maternelor androsterile față de rezistența la frângere și cădere în comparație cu analogii androfertili, precum și diferențe în ceea ce privește umiditatea boabelor la recoltare (Duvick și Noble, 1978; Langhan și colab., 1982; Levings și Williams, 1989; Haș și colab., 1989, 2001). Necesitatea diversificării citoplasmelor a fost adusă în discuție după anul 1970, când în SUA producția de porumb a fost periclitată în proporție de 55-60% de helmintosporioză; afectarea a peste 80% din suprafața cultivată cu porumb de această boală criptogamică a fost favorizată de faptul că sămânța hibridă de porumb era produsă pe bază de androsterilitate citoplasmatică de tip Texas (cms T), toți hibridii având citoplasmă identică, realizându-se în acest fel vulnerabilitatea genetică la patogenul *H. maydis* (Ullstrup, 1977). Vulnerabilitatea genetică poate să apară la porumb și datorită faptului că în crearea hibridilor de porumb și datorită faptului că multe din liniile consangvinizate de ciclurile I, II, III, IV etc., obținute prin retroîncrucișări sau din hibridi comerciali, au un număr relativ restrâns de citoplasme (Pring și Levings, 1978; Haș, 1992; Troyer, 1999, 2001; Haș și colab., 2006).

Abordarea acestui subiect s-a făcut pentru a se studia rolul diversificării citoplasmei în transmiterea ereditară a unor caractere la porumb, dar și pentru eventuala identificare a unor tipuri de citoplasmă convențională, care să fie purtătoare a unor gene valoroase.

MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Lucrările de transfer al nucleului unui număr de 12 linii consangvinizate elită pe mai multe tipuri de citoplasmă convențională (neandrosterilă) au început în anul 1992, la Laboratorul de ameliorare a porumbului de la S.C.D.A. Turda, pornindu-se de la ipoteza că între diverse proveniențe de citoplasmă ar putea exista diferențe privind valoarea genetică.

Liniile consangvinizate donor de citoplasmă au fost utilizate ca formă maternă, cele care au asigurat nucleul, în calitate de părinte recurent. S-au făcut un număr de 10 retroîncrucișări, apreciindu-se că în acest fel nucleul părintelui recurent a fost transferat în proporție de 99,9%.

Procesul de transfer al nucleului pe diferite tipuri de citoplasmă a început în anul 1992 și s-a finalizat în anul 2004. Schema de transfer al nucleului pe diferite tipuri de citoplasmă este prezentată în figura 1.

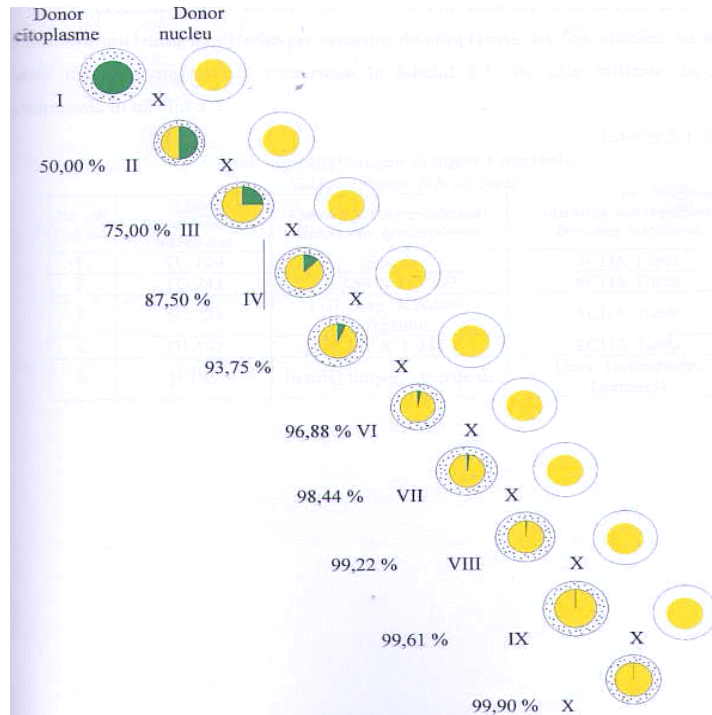


Fig. 1. Schema de transfer a nucleului pe citoplasmă
(The nucleus on cytoplasm transfer scheme)

În prezenta lucrare sunt prezentate rezultatele studiului fenotipic și genetic a cinci grupuri de linii isonucleare obținute din transferul nucleelor liniilor consangvinizate elită TC 209, TC 243, TC 221, TB 367 și D 105 pe citoplasmele liniilor: T 248, TC 243, TC 208, TC 209, K 1080, TC 316, TB 329, TC 221, K2051, T 291, A 665, W 633, TC 177. Fiecare din cele cinci linii donoare de nucleu (generatoare de linii isonucleare) a fost transferată pe încă șase tipuri de citoplasmă. În fiecare grup de linii isonucleare au fost șapte linii consangvinizate isonucleare. Acestea au fost studiate în anii 2009 și 2010 în culturi comparative. În anul 2008 au fost realizate încrucișări de testare a valorii genetice a liniilor consangvinizate isonucleare, acestea fiind încrucișate, ca forme materne, cu trei sau patru linii consangvinizate tester. S-a încercat ca liniile consangvinizate folosite ca tester să nu fie înrudite cu liniile consangvinizate generatoare de grupă de linii isonucleare.

În cei doi ani experimentali s-au făcut observații și determinări pentru caractere ale știuletelui, caractere de interes agronomic și s-au efectuat analize pentru conținutul boabelor în amidon, proteine, grăsimi, fibre solubile și substanțe minerale, atât la liniile consangvinizate isonucleare, cât și la hibridii din culturile de testare. Analizele chimice s-au făcut atât la boabe provenite din

autopolenizări, cât și de la boabe provenite de pe știuleți din polenizare liberă. Analizele caracterelor menționate s-au efectuat la un număr de 15 știuleți din fiecare parcelă x 3 repetiții, respectiv 45 de probe din fiecare variantă. Materialul pentru analizele chimice a rezultat din autopolenizarea a câte cinci știuleți/repetiție din fiecare genotip (linie sau/și hybrid) și s-au constituit probe medii de boabe a câte 50 g/genotip. Analizele biochimice ale conținutului boabelor au fost efectuate la făina rezultată din măcinarea fiecărei probe, cu ajutorul analizorului NIR INSTALAB600, cel care utilizează ca principiu de măsurare reflectanța în infraroșu apropiat și analiza statistică a datelor pentru a determina concentrația diferiților compuși dintr-o anumită probă (<http://www.dickey.john.com/product/instalab.600/>).

Datele experimentale au fost prelucrate statistic cu ajutorul analizei varianțelor, folosindu-se modele de calcul pentru experiențe polifactoriale, precum și descompunerea ortogonală și neortogonală a varianțelor.

Ponderea factorilor genetici implicați în generarea variantei pentru unele caractere a fost calculată cu ajutorul modelului propus de L e i n (1960), citat de C e a p o i u (1968).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Liniile consangvinizate isonucleare au fost studiate în culturi comparative cu privire la diferențierile fenotipice ale plantelor, știuleților, ale caracterelor de interes agronomic. A fost determinată și calitatea boabelor, atât la cele cinci grupe de linii isonucleare descrise în partea de „material și metodă”, cât și la cinci grupe de linii isonucleare obținute prin transferul nucleului celor cinci linii elită pe aceleași patru tipuri de citoplasmă (sistem genetic balansat).

Pentru caracterele cantitative ale plantei din prezentul studiu (înălțimea plantei, înălțimea de inserție a știuletelui principal, număr de ramificații ale paniculului, număr de frunze pe plantă, lungimea și lățimea frunzei de la știuletele principal, suprafața frunzei de la știuletele principal) s-au evidențiat diferențieri semnificative pentru lățimea frunzei (la trei din cele cinci grupe studiate), suprafața frunzei de la știuletele principal (la trei din cele cinci grupe) și pentru câte o grupă de linii isonucleare, înălțimea de inserție și numărul de ramificații ale paniculului (C h i c i n a ș , 2010).

Dintre grupele de linii isonucleare studiate, cele mai multe diferențieri s-au înregistrat la liniile isonucleare generate de linia consangvinizată TC 243 (pentru patru din cele șapte caractere cantitative studiate).

Explicația pentru numărul redus de diferențieri ar putea fi dată de faptul că planta este de natură diploidă, în determinismul principalelor caractere nefiind implicate gene cu localizare citoplasmatică.

Pentru caracterele de ordin cantitativ ale știuletelui sinteza rezultatelor privind semnificația varianțelor este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1

Sinteza rezultatelor privind semnificația varianțelor pentru caractere ale știuletelui la cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare de porumb

(The results summary on variance significance for ear traits at isonuclear lines of five inbred lines)

Turda, 2009

Caracterul studiat	Semnificația varianței pentru liniile isonucleare din grupă				
	TC 209	TC 243	TC 221	TB 367	D 105
Greutatea medie a știuletelui (g)	*	**	*	*	**
Greutatea medie a boabelor (g)	**	**			*
Lungimea medie a știuletelui (cm)	*		**	*	**
Număr mediu de rânduri de boabe/știulete					
Număr mediu de boabe/rând	*			**	
Diametrul mediu al știuletelui (cm)		**	*		*
Diametrul mediu al rahisului (cm)		**			
Masa a o mie de boabe (MMB) (g)	*			*	
Număr mediu de boabe/știulete		*			*
Profunzimea boabelor (cm)					
Randamentul mediu al boabelor (%)	*				

*, ** Semnificativ pentru P 5%, P 1%.

S-au identificat diferențe semnificative între liniile isonucleare din aceeași grupă pentru: greutatea știuletelui (în cazul tuturor celor cinci grupe de linii isonucleare), greutatea boabelor pe știulete (trei grupe), lungimea medie a știuletelui (patru grupe), număr mediu de boabe pe rând (două grupe), diametrul mediu al știuletelui (trei grupe), diametrul mediu al rahisului (o grupă), masa a o mie de boabe (două grupe), număr mediu de boabe pe știulete (două grupe), randamentul mediu al boabelor (o grupă). Nu s-au înregistrat diferențe semnificative între liniile isonucleare din aceeași grupă pentru numărul de rânduri de boabe pe știulete și pentru profunzimea boabelor.

Au fost diferențieri și între liniile consangvinizate generatoare de grupă în privința caracterelor pentru care s-au înregistrat diferențe semnificative: TC 209 – pentru șase caractere ale știuletelui, TC 243 și D 105 – pentru cinci caractere, TB 367 – pentru patru caractere, TC 221 – pentru trei caractere.

Dintre caracterele de interes agronomic au fost influențate, în ambii ani experimentali, procentul de substanță uscată în boabe la recoltare; în anul 2009 s-au înregistrat diferențe semnificative între liniile isonucleare în cazul liniilor din grupul TC 243 și TC 221, iar în anul 2010 în cazul grupelor TC 209, TC 221, TB 367 și D 105. Frecvența ridicată a diferențierilor în privința acumulării de substanță uscată în boabe indică implicarea genelor cu localizare

citoplasmatică în ereditatea acestui caracter și este legată și de faptul că procesele fiziologice de pierdere a apei din boabe sunt localizate în citoplasmă.

Cele mai multe diferențieri între liniile consangvinizate isonucleare s-au înregistrat în ambii ani experimentali pentru conținutul boabelor în amidon, proteine, grăsimi și fibre solubile (tabelul 2), atât la boabe provenite de pe știuleți autopolenizați, cât și la boabe obținute din polenizare liberă.

Tabelul 2

Sinteza rezultatelor privind semnificația varianței pentru calitatea boabelor la cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare de porumb
(The results summary on variance significance for kernel quality at isonuclear lines of five inbred lines)
Turda, 2009-2010

Caracterul studiat		Anul experimentării	Semnificația varianței pentru liniile isonucleare din grupă				
			TC 209	TC 243	TC 221	TB 367	D 105
Conținutul în amidon (%)	- știuleți autopolenizați	2009	*	**			
		2010	**	*	**	**	*
	- polenizare liberă	2009		**	**	**	**
		2010	**	**	**	**	**
Conținutul în proteine (%)	- știuleți autopolenizați	2009		*		**	
		2010	**	*	*	**	*
	- polenizare liberă	2009	**	**	**	**	
		2010	**	**	**	**	
Conținutul de grăsimi (%)	- știuleți autopolenizați	2009	*	*	*	*	**
		2010	*	*	*	*	
	- polenizare liberă	2009	**	**	**	**	**
		2010	**	*	**	**	**
Conținutul de fibre (%)	- știuleți autopolenizați	2009				**	
		2010	**		**	**	*
	- polenizare liberă	2009	**	**	**	**	**
		2010	**	*	**	**	*

*, ** Semnificativ pentru P 5%, P 1%

În anul 2010 conținutul biochimic al boabelor a fost studiat pe un număr de cinci grupe de linii isonucleare, realizate pe aceleași tipuri de citoplasme (sistem genetic balansat). Tabelul 3 prezintă ponderea nucleului, citoplasmei și a interacțiunilor nucleo-citoplasmice în variabilitatea conținutului boabelor de porumb în amidon, proteine, grăsimi, fibre solubile și cenușă calculate după modelul statistic propus de L e i n (1960), citat de C e a p o i u (1968).

Tabelul 3

Ponderea nucleului, citoplasmei și a interacțiunilor nucleo-citoplasmice în variabilitatea conținutului boabelor de porumb

la cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare de porumb (sistem genetic balansat)

[Share nucleus, cytoplasm and nucleo-cytoplasmic interactions in grain content variability in five groups of maize isonuclear inbred lines (balanced genetic system)]

Turda, 2010

Factori genetici implicați	Conținutul de amidon %	Conținutul de proteine %	Conținutul de grăsimi %	Conținutul de fibre solubile %	Conținutul de cenușă (minerale) %
Nucleari	91,9	36,5	89,2	45,3	88,0
Citoplasmatici	1,8	6,8	1,3	6,0	2,9
Interacțiuni nucleo-citoplasmice	6,3	56,7	9,5	48,7	9,1

Ponderea factorilor genetici localizați în citoplasmă, în variabilitatea conținutului biochimic al boabelor la liniile isonucleare a avut valori cuprinse între 1,3% pentru conținutul de grăsimi și 6,8 % pentru conținutul de proteine. Pondere ridicată au avut factorii genetici citoplasmatici și pentru conținutul de fibre solubile.

Ridicate sunt și ponderile interacțiunilor nucleo-citoplasmice pentru conținutul de proteine (56,7%) și fibre solubile (48,7%). Ponderea ridicată a factorilor genetici citoplasmatici și a interacțiunii factorilor nucleo-citoplasmatici poate fi explicată prin natura triploidă a endospermului la porumb și prin faptul că proteinele și fibrele solubile își au localizarea, în cea mai ridicată proporție, în endosperm.

Transferul nucleului pe citoplasme diferite a influențat conținutul mediu de amidon al liniilor isonucleare (tabelul 4). Influența cea mai puternică a avut-o citoplasma provenită de la linia consangvinizată TC 177, în cazul căreia s-a înregistrat o scădere medie pe cele cinci linii furnizoare ale nucleului de 1,04% (diferență foarte semnificativă statistic față de media conținutului de amidon la liniile furnizoare ale nucleului).

Diferență distinct semnificativă statistic s-a înregistrat și pentru media liniilor obținute pe citoplasma T 248. S-au înregistrat și valori foarte semnificative pentru interacțiunile nucleo-citoplasmice: la linia consangvinizată TB 367, cu cel mai scăzut conținut de amidon, transferul nucleului pe citoplasma TC 177 a avut ca efect scăderea conținutului de amidon la 59,03%; în schimb transferul nucleului liniei consangvizate D 105 pe citoplasmă provenită de la TC 221 a avut ca rezultat o sporire a conținutului de amidon cu 2,46%.

Tabelul 4

Conținutul de amidon al boabelor de porumb la cinci grupe de linii isonucleare
(The starch content of maize grain to five groups of isonuclear lines)
Turda, 2010

Citoplasma	Nucleul					Media tipului de citoplasmă	Abaterea +/- față de citoplasma convențională
	TC 209	TC 316	TC 243	TB 367	D105		
Convențională	69,57	70,30	65,67	61,60	66,37	66,70	0,00
Cit. T 248	68,00	69,20	65,10	62,67	65,53	66,10	-0,60
Cit. TB 329	70,13	70,43	65,17	61,87	65,17	66,55	-0,15
Cit. TC 177	68,13	69,53	65,47	59,03	66,13	65,66	-1,04
Cit. TC 221	69,33	70,23	65,47	60,33	68,83	66,84	+0,17
Media liniilor isonucleare	69,03	69,94	65,37	61,10	66,84	66,37	
DL comparații citoplasme	P = 5% 0,45					P = 1% 0,60	P = 0,1% 0,79
DL influență nucleu	P = 5% 0,47					P = 1% 0,68	P = 0,1% 1,02
DL interacțiuni nucleo-citoplasmatice	P = 5% 1,00					P = 1% 1,34	P = 0,1% 1,76

Între grupurile de linii isonucleare studiate în privința conținutului de proteine au fost diferențe semnificative statistic (tabelul 5). Conținutul mediu de proteine a avut valori cuprinse între 12,37% la grupul liniilor isonucleare TC 316 și 13,57% la D 105, diferențe foarte semnificative statistic.

Tabelul 5

Conținutul de proteine al boabelor de porumb la cinci grupe de linii isonucleare
(The protein content of maize grain to five groups of isonuclear lines)
Turda, 2010

Citoplasmă	Nucleu					Media tipului de citoplasmă	Abaterea +/- față de citoplasma convențională
	TC 209	TC 316	TC 243	TB 367	D105		
Convențională	12,23	12,40	12,87	13,33	13,63	12,89	0,00
Cit. T 248	13,13	12,83	13,90	12,13	13,80	13,16	+0,27
Cit. TB 329	13,07	11,83	12,93	12,13	14,47	12,89	0,00
Cit. TC 177	12,67	13,23	12,13	12,37	13,47	12,77	-0,12
Cit. TC 221	12,30	11,53	13,60	13,07	12,50	12,60	-0,29
Media liniilor isonucleare	12,68	12,37	13,09	12,61	13,57		
DL comparații citoplasme	P = 5% 0,17					P = 1% 0,23	P = 0,1% 0,30
DL influență nucleu	P = 5% 0,28					P = 1% 0,41	P = 0,1% 0,62
DL interacțiuni nucleo-citoplasmatice	P = 5% 0,39					P = 1% 0,52	P = 0,1% 0,68

Folosirea citoplasmei provenite de la linia consangvinizată T 248 a condus la sporirea conținutului de proteine cu 0,27%; în schimb, utilizarea citoplasmei TC 221 a dus la o scădere medie de 0,29% a conținutului de proteine. Nu trebuie neglijate nici interacțiunile nucleo-citoplasmatic care pot cauza scăderi foarte semnificative ale conținutului de proteine: la TC 316 (cit. TC 221)

11,53% față de 12,40% la linia TC 316 sau la TB 367 (cit. T 248), respectiv, TB 367 (cit. TB 329) la care s-a înregistrat un conținut de proteine de 12,13% față de 13,33% la linia TB 367, generatoare a grupei. Interacțiunile nucleo-citoplasmatică pot să ducă și la creșteri foarte semnificative ale conținutului de proteine în boabe la D105 (cit. TB 329) conținutul de proteine înregistrat a fost de 14,47% foarte semnificativ față de 13,63%, determinant la D 105, linia consangvinizată donoare a nucleului.

Cele mai pregnante diferențieri, în privința conținutului biochimic al boabelor s-a înregistrat pentru conținutul de grăsimi (tabelul 6). Valorile medii pentru grupele isonucleare pentru conținutul de grăsimi, ca urmare a influenței nucleului, au fost cuprinse între 4,01% (grupul de linii isonucleare generat de TC 316) și 6,45% (grupul de linii isonucleare generat de TB 367). Efectul citoplasmelor a fost redus decât cel al nucleului; într-un singur caz, cel al citoplasmei provenite de la TC 177, diferența față de media conținutului de grăsimi la linia generatoare de grupă a fost distinct superioară, în plus cu 0,31%. Dintre valorile interacțiunii nucleo-citoplasmatică, necesar a fi remarcate sunt cele pentru conținutul în grăsimi ale liniilor isonucleare TB 367(cit. TB 329) – 6,57% și, mai ales, TB 367 (cit. TC 177), cu un conținut de 7,30%.

Tabelul 6

Conținutul de grăsimi al boabelor de porumb la cinci grupe de linii isonucleare
 (The oil content of maize grain to five groups of isonuclear lines)
 Turda, 2010

Citoplasmă	Nucleu					Media tipului de citoplasmă	Abateră +/- față de citoplasmă convențională
	TC 209	TC 316	TC 243	TB 367	D 105		
Convențională	4,00	3,90	5,37	6,07	4,73	4,81	0,00
Cit. T 248	4,60	3,90	5,20	5,83	4,87	4,88	+0,07
Cit. TB 329	3,67	4,07	5,33	6,57	4,70	4,87	+0,05
Cit. TC 177	4,37	3,80	5,43	7,30	4,70	5,12	+0,31
Cit. TC 221	4,40	4,40	4,93	6,47	4,40	4,92	+0,11
Media liniilor isonucleare	4,21	4,01	5,25	6,45	4,68	4,92	

DL comparații citoplasme P = 5% 0,20 P = 1% 0,26 P = 0,1% 0,35
 DL influență nucleu P = 5% 0,22 P = 1% 0,33 P = 0,1% 0,50
 DL interacțiuni nucleo-citoplasmatică P = 5% 0,44 P = 1% 0,59 P = 0,1% 0,77

La aceleași grupe de linii isonucleare, pe același tip de citoplasme, s-au studiat și caractere ale tinerelor plantule (tabelul 7). Se pare că factorii citoplasmatici influențează, într-o oarecare măsură, și o parte dintre aceste caractere (S t a n și colab., 2011).

Tabelul 7

Sinteza rezultatelor privind semnificația variațiilor pentru caractere ale plantulelor de porumb la testare a cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare
(The results summary on the significance of variance for maize seedlings at testing of five groups of isonuclear lines)
Turda, 2010

Cauza variabilității	Lungimea rădăcinilor embrionare	Număr de rădăcini primare	Lungimea rădăcinilor primare	Greutatea rădăcinilor (substanță proaspătă)	Greutatea rădăcinilor (substanță uscată)	Lungimea mezocotilului	Lungimea coleoptilului	Lungimea tulpiniței
Genotipuri	**	**	**	**	**	**	**	**
- factori genetici citoplasmatici	**	**				**	**	**
- factori genetici nucleari	**	**	**	**	**	**	**	**
- interacțiuni nucleo-citoplasmatică	**	**	**	**	**	**	**	**

*, ** Semnificativ pentru P 5%, P 1%.

Din punct de vedere teoretic sunt importante modificările fenotipice care survin atunci când nucleul unor linii consangvinizate de porumb este transferat pe diverse tipuri de citoplasmă. Din punct de vedere practic, sunt însă importante efectele genetice ale modificării citoplasmelor; acestea au fost studiate prin testarea liniilor nou create cu testeri linii elită neînrudite. Liniile isonucleare au fost folosite ca forme maternelor.

Pentru caractere ale plantei, tipurile de citoplasmă au influențat relativ puțin variabilitatea unor caractere; ca și în cazul liniilor consangvinizate „*per se*” a fost influențată în câteva cazuri (ani de experimentare, grupe de linii testate) lățimea frunzei de la știuletele principal și suprafața frunzei de la știuletele principal.

Au fost influențate de tipul de citoplasmă și de interacțiunile „citoplasme x testeri” caractere ale știuletelui: greutatea știuletelui, greutatea medie a boabelor, lungimea medie a știuletelui, numărul mediu de boabe pe știulete, numărul mediu de boabe/rând, diametrul știuletelui și al rahisului, MMB-ul, numărul mediu de boabe/știulete, profunzimea boabelor și randamentul mediu al boabelor (tabelul 8).

Tabelul 8

**Sinteza rezultatelor privind semnificația varianței pentru caractere ale știuleților
 la testarea a cinci grupe de linii isonucleare**
 (The results summary on the significance of variance for ear traits at testing
 of five groups of isonuclear lines)
 Turda, 2009 - 2010

Caracterul analizat	Cauza variabilității	Semnificația varianței pentru liniile isonucleare din grupă									
		TC 209		TC 243		TC 221		TB 367		D 105	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Greutatea medie a știuletelui (g)	Genotipuri	**	**	**	**			**		**	**
	- citoplasme (C)		**	**	**			*			**
	- testerii (T)	**	**	**	**		**	**	**	**	**
Greutatea medie a boabelor (g)	Genotipuri	**	**	*	*			**		**	**
	- citoplasme (C)		**		**			**		*	**
	- testerii (T)	**	**	**				**		**	**
Lungimea medie a știuletelui (cm)	Genotipuri	**	**	**	**	**	*	**	*	**	*
	- citoplasme (C)	*	**	*		**		*			
	- testerii (T)	**	**	**	**		**	**	**	**	**
Număr mediu de rânduri de boabe/știulete	Genotipuri	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- citoplasme (C)	**	*			**	*	*		*	
	- testerii (T)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Număr mediu de boabe/rând	Genotipuri	**	**	**	**	**		**		**	**
	- citoplasme (C)		**	**	**	**		**		**	**
	- testerii (T)	**	**	**	**		**	*	*	**	**
Diametrul mediu al știuletelui (cm)	Genotipuri	**	**	**	**	*		**		**	**
	- citoplasme (C)		**	**	**			**		*	**
	- testerii (T)	**	**	**	**	**	*	*		**	**
Diametrul mediu al rahisului (cm)	Genotipuri	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**
	- citoplasme (C)	*	**	*	**		**	*		*	**
	- testerii (T)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Masa a 1000 de boabe (MMB) (g)	Genotipuri	*	**	*	**	*	**	**	**	**	**
	- citoplasme (C)		**	**	*			*		**	*
	- testerii (T)		**		**	**	**	**	**	**	**
Masa a 1000 de boabe (MMB) (g)	Genotipuri		**		**		*	*			*
	- citoplasme (C)		**		*			*		**	*
	- testerii (T)		**		**	**	**	**	**	**	**
Masa a 1000 de boabe (MMB) (g)	Genotipuri		**		**		*	*			*
	- citoplasme (C)		**		*			*		**	*
	- testerii (T)		**		**	**	**	**	**	**	**

Număr mediu de boabe/știulete	Genotipuri	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- citoplasme (C)	**	**	*	*	**	**	**	**	**	*
	- testeri (T)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- interacțiune (CxT)	**	*			**		*		*	
Profunzimea boabelor (cm)	Genotipuri	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- citoplasme (C)		**		*						*
	- testeri (T)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- interacțiune (CxT)				*			*		**	
Randamentul mediu al boabelor (%)	Genotipuri		**	**	*	**	**	**	**	**	
	- citoplasme (C)			**				**		*	
	- testeri (T)		**	*	**	**	**	*	**	**	**
	- interacțiune (CxT)					**	*			**	

*, ** Semnificativ pentru P 5%, P 1%.

Studiul hibridilor de testare obținuți din încrucișarea liniilor isonucleare cu testeri linii consangvinizate elită s-a efectuat în doi ani experimentali (2009 și 2010), pentru fiecare grupă de linii isonucleare în două instituții de cercetare (tabelul 9).

Tipurile de citoplasmă au influențat semnificativ capacitatea de producție doar în șase condiții experimentale din cele 20 prezentate, iar procentul de plante nefrânte sub știulete, în patru din cele 19 condiții experimentale prezentate.

Se poate aprecia că, și în cazurile hibridilor de testare, variabilitatea procentului de substanță uscată în boabe la recoltare a fost în mod semnificativ influențată în 13 din cele 20 de situații experimentale.

În tabelul 10 sunt prezentate efectele capacității generale și specifice de combinare în testarea grupului de linii isonucleare pentru capacitatea de producție, rezultate obținute la S.C.D.A. Turda și S.C.D.C.B. Tg. Mureș. Se remarcă valoarea liniei isonucleare TC 209 (cit. W 633), care a realizat un spor de producție mediu de 413 kg/ha, semnificativ statistic față de cel înregistrat la încrucișările liniei generatoare de grupă.

Procentul de substanță uscată al boabelor la recoltare s-a îmbunătățit semnificativ prin utilizarea citoplasmelor TC 208 și TC 209 în cazul liniei consangvinizate TC 221 (tabelul 11). Efectele capacității generale de combinare datorate testerilor, dar și tipurilor de citoplasmă au fost mai importante decât interacțiunile „citoplasme x nucleu” în cazul sistemului experimental în care au fost studiate încrucișările grupului de linii isonucleare TC 221.

În tabelul 12 este prezentată sinteza privind semnificația varianțelor: pentru conținutul de substanțe utile în cazul autopolenizărilor realizate în hibridii de testare obținuți cu liniile isonucleare.

Tabelul 9

**Sinteza rezultatelor privind semnificația varianței pentru caracterele de interes agronomic
la testare a cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare *)**
(The results summary on the significance of variance for important agronomic characters at testing of five groups of isonuclear lines)
(Turda, 2009, 2010)

Caracterul analizat	Cauza variabilității	Semnificația varianței pentru liniile isonucleare din grupă																			
		TC 209				TC 243				TC 221				TB 367				D 105			
		Turda		Tg. Mureș		Turda		Tg. Mureș		Turda		Secuieni		Turda		Livada		Turda		Suceava	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Producția (boabe, kg/ha)	Genotipuri -citoplasme - testeri -interacțiune (C x T)	**	*	**	**	**	**		**	*			**	**	**	**	*	**	*	**	**
		**	**	**	**	**	**	*	**	*			**	**	**	**	**	**	**	**	**
Procentul de substanță uscată în boabe la recoltare	Genotipuri - citoplasme - testeri -interacțiune (C x T)	**	**	**	**		**	**	**	*		**	**	*	**	**	**	**	**	**	**
		**	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Procentul de plante nefrânte la recoltare (arcsin $\sqrt{\frac{\%}{100}}$)	Genotipuri - citoplasme - testeri -interacțiune (C x T)		*					**		**	**	**				-			*	**	
			**			**	**	**	*	**	**	**	*	*	*	-		**	**	**	**

*, ** Semnificativ pentru P 5%, P 1%

*) Și-au adus contribuția, prin studiul hibridilor de testare în culturi comparative de orientare: SCDCB Tg. Mureș - ing. Iustina Lobonțiu, SCDA Secuieni – dr.ing. Silvia Negru și ing. Florina Sorina Pochișcanu, SCDA Livada – ing. I. Munteanu, SCDA Suceava – dr.ing. Marius Murariu.

Tabelul 10

**Efectele capacității generale și specifice de combinare în transmiterea capacității de producție
la testarea grupului de linii isonucleare TC 209**
(General and specific combining ability in inheritance of yield at testing of TC 209 group of isonuclear lines)

Turda, Tg. Mureș, 2009-2010

Citoplasme/testeri	TC 344		Lo3 Rf		TB 329		TD 233		Media citoplasme	\hat{g}_{cit}
	kg/ha	$\hat{s}_{cit \times test}$	kg/ha	$\hat{s}_{cit \times test}$	kg/ha	$\hat{s}_{cit \times test}$	kg/ha	$\hat{s}_{cit \times test}$		
TC 209	9050	-96	7847	65	8237	106	7458	-76	8148	-173
TC 209 (cit. A665)	9412	188	7803	-55	8035	-171	7650	38	8225	-96
TC 209 (cit. T2941)	9303	-5	7577	-366	8664	372	7696	-0	8310	-10
TC 209 (cit. T248)	9224	-175	8292	257	8282	-101	7806	18	8401	80
TC 209 (cit. W633)	9456	-103	8560	365	8436	-107	7793	-154	8561	240
TC 209 (cit. TC177)	9403	60	7630	-346	8411	84	7931	201	8344	22
T 209 (cit. D105)	9389	132	7971	79	8057	-183	7615	-28	8258	-62
Media testeri	9320		7954		8303		7707		8321	
\hat{g}_{test}	998		-366		-17		-614		8321	

DL 5% comparații \hat{g}_{cit} 265

DL 5% comparații \hat{g}_{test} 219

DL 5% comparații $\hat{s}_{cit \times test}$ 531

Tabelul 11

**Efectele capacității generale și specifice de combinare în transmiterea conținutului de substanță uscată
la testarea grupului de linii isonucleare TC 221**
(General and specific combining ability in inheritance of yield at testing of TC 221 group of isonuclear lines)
Turda, Secuieni, 2009-2010

Citoplasme/testeri	T 291		TC 209		TD 233		Media citoplasme	\hat{g}_{cit}
	%	$\hat{s}_{cit \times test}$	%	$\hat{s}_{cit \times test}$	%	$\hat{s}_{cit \times test}$		
TC 221	79,2	0,2	81,0	0,3	79,0	-0,5	79,8	-0,25
TC 221 (cit. T 248)	79,0	0,0	80,6	-0,2	79,7	0,2	79,7	-0,27
TC 221 (cit. TC 243)	79,0	-0,3	81,1	0,1	80,0	0,2	80,1	0,05
TC 221 (cit. TC 208)	79,8	0,1	81,4	-0,1	80,2	0,0	80,4	0,44
TC 221 (cit. TC 209)	79,3	0,2	81,8	0,2	80,6	0,3	80,6	0,54
TC 221 (cit. K 1080)	79,2	0,1	80,7	-0,2	79,7	0,1	79,9	-0,14
T 221 (cit. TC 316)	79,3	0,4	80,5	-0,2	79,2	-0,2	79,7	-0,35
Media testeri	79,3		81,0		79,8		80,0	0,00
\hat{g}_{test}	-0,75		1,00		-0,26		80,0	0,00

DL 5% comparații \hat{g}_{cit} 0,31

DL 5% comparații \hat{g}_{test} 0,21

DL 5% comparații $\hat{s}_{cit \times test}$ 0,55

Tabelul 12

Sinteza rezultatelor privind semnificația varianței pentru conținutul de substanțe utile la testările proveniențelor de citoplasmă la cinci grupe de linii consanguinizate isonucleare (autopolenizări)

[The results summary on the significance of variance for kernel content at testing of five groups of isonuclear lines (self-pollinated)]

Turda, 2009- 2010

Caracterul analizat	Cauza variabilității	Semnificația varianței pentru liniile isonucleare din grupă									
		TC 209		TC 243		TC 221		TB 367		D 105	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Amidon, %	Genotipuri	**	**	**	**	**	**		**	**	**
	- citoplasme	**	**	**	**	**	**		**	*	**
	- testeri	**	**	**	**	**	**		**		**
	- interacțiune „citoplasme x testeri”	**	**	**	**	**	**		**		**
Proteine, %	Genotipuri	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- citoplasme	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- testeri	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- interacțiune „citoplasme x testeri”	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Grăsimi, %	Genotipuri	**	**	**	**		**		**		**
	- citoplasme	**	**	**	**	*	**		**	*	**
	- testeri	**	**	**	**	**	**		**		**
	- interacțiune „citoplasme x testeri”	**	**	*	**		**		*		*
Fibre solubile, %	Genotipuri	**	**	**	**	**	**		**	**	**
	- citoplasme	**	**	**	**	**	**		**	**	**
	- testeri	**	**	**	**	**	**		**	*	**
	- interacțiune „citoplasme x testeri”	**	**	*	**	**	**		**		**
Substanțe minerale (cenușă), %	Genotipuri	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**
	- citoplasme	**	**	*	*	**	**	**	**	**	**
	- testeri	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	- interacțiune „citoplasme x testeri”	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**

*, ** Semnificativ pentru P 5%, P 1%.

Tipurile de citoplasmă au influențat variabilitatea conținutului de amidon în nouă din cele zece situații experimentale, a conținutului de proteine în toate cele zece situații experimentale, a conținutului de grăsimi în opt din cele zece situații, a conținutului de fibre solubile în nouă din cele zece situații, iar cel de substanțe minerale în toate cele zece situații experimentale. Detalii cu privire la modul în care tipurile de citoplasmă au influențat conținutul de amidon și grăsimi vor fi detaliate în lucrările autorilor Șchiop și colab. (2011) și Coste și colab. (2011).

CONCLUZII

- Transferul nucleului unor linii elită pe diferite tipuri de citoplasmă influențează, într-o măsură redusă, caracterele plantei, dar sunt influențate semnificativ caractere ale știuletelui și conținutul de substanță uscată în boabe la recoltare.

- Unele tipuri de citoplasmă pot influența pozitiv conținutul de substanțe utile în boabe. Conținutul de grăsimi poate fi îmbunătățit prin folosirea citoplasmei provenite de la linia consangvinizată TC 177, iar conținutul de proteine, de citoplasma provenită de la linia consangvinizată T 248.

- Factorii genetici localizați în citoplasmă și interacțiunile nucleocitoplasmice pot influența variabilitatea caracterelor plantulei de porumb (lungimea rădăcinilor embrionare, lungimea mezocotilului, coleoptilului și plantulei de porumb la liniile isonucleare).

- Liniile consangvinizate isonucleare sunt influențate de tipul de citoplasmă în transmiterea unor caractere ale știuletelui, dar și în ce privește conținutul boabelor în amidon, grăsimi, proteine și fibre solubile.

- Din analiza variabilității caracterelor la hibridii rezultați din testare se constată că influența citoplasmelor și a interacțiunii „citoplasme x nucleu” este mai frecventă pentru unele caractere ale știuleților, calitatea boabelor și mai puțin frecventă pentru caracterele plantelor.

- Tipul de citoplasmă influențează valorile efectelor genetice citoplasmice pentru lungimea știuleților, diametrul mediu al știuleților, numărul mediu de boabe/știulete, conținutul de substanță uscată în boabe la recoltare, conținutul de amidon, proteine și grăsimi al boabelor.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- CEAPOIU, N., 1968 – *Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice*. Editura Agro-Silvică, București.
- CHICINAȘ, C., 2010 – *Studiul fenotipic și genotipic al liniilor consangvinizate de porumb diferențiate citoplasmic*. Teză de doctorat. USAMV – Cluj-Napoca.
- COSTE, I.D., HAȘ, I., ȘCHIOP, T., HAȘ, V., TRITEAN, N., CHICINAȘ(RACZ), C., 2011 – *Valoarea fenotipică și genetică a unor linii consangvinizate isonucleare de porumb IV*.

- Studiul fenotipic și genetic al conținutului de grăsimi. An. INCDA Fundulea, vol. 79, nr. 2 (sub tipar).*
- DUVICK, D. N., 1965 – *Cytoplasmic pollen sterility in corn*. Advances in Genetics, 13: 1-56.
- DUVICK, D.N., NOBLE, S.W., 1978 – *Current and future use of cytoplasmic male sterility for seed production*. In: Walden, D.B., Wiley, J. (Eds.), *Maize Breeding and Genetics*, Interscience, New York: 265-277.
- HAȘ, I., 1992 – *Cercetări privind rolul formelor parentale diferențiate genetic în realizarea heterozisului la porumb*. Teză de doctorat, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca.
- HAȘ, V., GRECU, C., CĂBULEA, I., HAȘ, I., 1989 – *Efectul unor citoplasme mascul sterile asupra stabilității comportării hibrizilor de porumb*. Probleme de genetică teoretică și aplicată, XXI, 3: 149-170.
- HAȘ, V., GRECU, C., HAȘ, I., 2001 – *Interactions of cytoplasmic male sterility and some genotypes of maize*. Buletinul USAMV- Cluj-Napoca: 55-56.
- HAȘ, V., HAȘ, I., CĂBULEA, I., BADEA, C., 2006 – *Effect of different cytoplasm on quantitative characters in maize*. XIII EUCARPIA Biometrics in Plant Breeding, 30 August – 1 September 2006, Zagreb, Croația, Book of Abstracts: 41.
- LANGHAN, J.R., GABAY- LAUGHAN, S., CARLSON, J.E., 1982 – *Cytoplasmic male-sterile systems in maize and recent approaches to their molecular interpretation*. In: Sheridan, W.F. (Ed.), *Maize for Biological Research*: 225-237.
- LEVINGS, III C.S., WILLIAMS, M.E., 1989 – *Developments in cytoplasmic male sterility in corn*. Proceedings of 44th Annual Corn and Sorghum Research Conference: 76-86.
- PRING, D.R., LEVINGS III, C.S., 1978 – *Heterogeneity of maize cytoplasmic genomes among male sterile cytoplasm*. Genetics, 89: 121-136.
- STAN C., HAȘ, I., HAȘ, V., COPÂNDEAN, A., TRITEAN, N., 2011 – *Variability for young maize plants characters in a set of inbred lines*. Buletinul USAMV- Cluj-Napoca: 339-346.
- ȘCHIOP, T., HAȘ, I., HAȘ, V., COSTE, I., RACZ, C., TRITEAN, N., 2011 – *Valoarea fenotipică și genetică a unor linii consangvinizate isonucleare de porumb. V. Studiul fenotipic și genetic al conținutului de amidon*. An. INCDA Fundulea, vol. 79, nr. 2 (sub tipar).
- TROYER A. F., 1999 – *Background of US hybrid corn*. Crop Science, 39: 601-626.
- TROYER, A.F., 2001 – *Temperate corn background behavior and breeding*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington DC.
- ULLSTRUP, A. J., 1977 – *Diseases of corn*. In: G. F. Sprague (Ed.), *Corn and corn improvement*, A. S. A. Madison Wisconsin: 426-427.

Prezentată Comitetului de redacție la 1 iunie 2011