

**VALOAREA FENOTIPICĂ ȘI GENETICĂ A UNOR LINII  
CONSANGVINIZATE ISONUCLEARE DE PORUMB  
II. STUDIUL FENOTIPIC ȘI GENETIC AL UNOR  
ELEMENTE ALE PRODUCTIVITĂȚII**

PHENOTYPIC AND GENETIC VALUES OF SOME ISONUCLEAR INBRED  
LINES IN MAIZE

II. PHENOTYPIC AND GENETIC STUDY OF SOME ELEMENTS OF GRAIN  
YIELD IN MAIZE

VOICHIȚA HAȘ<sup>1</sup>, IOAN HAȘ<sup>1,2</sup>, CAMELIA CHICINAȘ (RACZ)<sup>2</sup>,  
TEODORA SCHIOP (LAZĂR)<sup>2</sup>, IOAN DUMITRU COSTE<sup>2</sup>,  
NICOLAE TRITEAN<sup>1</sup>

**Abstract**

The study of cytoplasmic effects on the expression of some elements of grain yield is important in learning about cytoplasmic-nuclear interactions and their influence on breeding and genetic programs. The genotypes of five elite maize inbred lines were transferred by nine backcrosses into six other cytoplasm. Thus, each cytoplasmic source of seed was assumed to have the same nuclear genotype.

The performance of seven cytoplasm studied „*per se*” and in their single crosses, was compared with that of original inbred lines for two years and three replications per year. Significant differences among the cytoplasm occurred for ear weight, ear length, and number of rows per ear. There was a significant interaction variance for year x cytoplasm for all characters tested two years. The proportion of the factors involved in the genotypic variance of ear characters was calculated also. The cytoplasmic effects proportion was 56% (group of isonuclear lines TC 209) for ear weight, 32% (group TC 209) and 27% (group of isonuclear lines TC 221) for ear length. The proportion of cytoplasmic effects in genotypic variance was very low (1-6%) for number of rows per ear.

Genetic analysis of the five groups of isonuclear inbred lines allowed us to estimate their general combining ability in the inheritance of ear characters. The analysis of isonuclear lines genetic value can be seen that by choosing good sources of cytoplasm an improvement of the original lines for ear characters was done. If for improving ear weight and length most valuable sources of cytoplasm have been shown to be the different group of germplasm than that of the original line, for the number of rows per ear the results highlighted the contribution of the cytoplasm belonging to the dent germplasm group. This indicated that either some cytoplasm was more active in determining cytoplasmic effects or that some

---

<sup>1</sup> Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda, Strada Agricultori nr. 27, județul Cluj.  
E-mail: hasvoichita@yahoo.com

<sup>2</sup> Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca, Calea Mănăstur nr. 3.  
E-mail: ioanhas@yahoo.com

cytoplasms may interact more frequently with the nuclear genetic material to produce this effect.

**Key words:** maize, isonuclear inbred lines, cytoplasmic effects, cytoplasmic-nuclear interaction.

**Cuvinte cheie:** porumb, linii consangvinizate isonucleare, efecte citoplasmice, interacțiune nuclear-citoplasmică.

## INTRODUCERE

Cercetările privind ereditatea extracromozomală au fost mult amplificate la porumb după descoperirea androsterilității citoplasmice și a posibilităților de utilizare a acesteia în producerea semințelor hibride. Ponderea mare, de 80% din suprafața cultivată cu porumb din S.U.A., a citoplasmei androsterile de tip Texas (*cms T*) a reprezentat cauza declanșării epidemiei cu *Helmithosporium maydis rasa T* (1969-1970). Acest fapt a demonstrat pericolul pe care îl constituie utilizarea unei singure surse de citoplasmă, respectiv uniformizarea citoplasmei și a deschis preocupările privind diversificarea surselor de citoplasme. În general, diferențierea genetică a citoplasmelor se consideră că poate să apară la porumb numai între genotipuri cu origine mult diferențiată și, în măsură mai redusă, între genotipurile larg răspândite cu origine „corn belt”, iar ca urmare a transmiterii pe linie maternă a genelor citoplasmice, o considerabilă parte a diversității genetice a acestora a fost eliminată. În aceste condiții, lucrările clasice de ameliorare se realizează prin conservarea unui singur tip de citoplasmă („citotip”) și spre stabilizarea unor echilibre mai favorabile ale acesteia cu diverse genoame (genotipuri).

Grogan și colaboratorii (1971) au fost cei care au propus utilizarea mai multor tipuri de citoplasme („multiplasm”) pentru studiul androsterilității citoplasmice. În prezent, „multiplasmul” după Zeng și Yang (2002) este definit în sens mai larg pentru un set de genotipuri ca: linie homo-nucleară – hetero-citoplasmică, linie homo-citoplasmică – hetero-nucleară sau linii care diferă între ele printr-o singură genă, două sau mai multe gene incluzând liniile isogenice și aproape isogenice. „Multiplasmul” în sens restrâns reprezintă numai genotipurile (liniile) homo-nucleare – hetero-citoplasmice. Ameliorarea pentru obținerea unei linii multiplasmice oferă un model nou de cercetare a geneticii citoplasmei și a genelor nucleare precum și a interacțiunilor nuclear-citoplasmice, dar și o modalitate de evitare a utilizării unei singure surse de citoplasmă și de sporire a diversității resurselor de germoplasmă.

Numeroși cercetători (Fleming și colab., 1960; Hunter și Gamble, 1968; Garwood și colab., 1970; Ellsworth și Peloquin, 1972; Lunford și colab., 1976; Ayala și Zuber, 1977; Rao și Fleming, 1978; Contarino și Fleming, 1979; Căbulea și colab., 1984; Căbulea și colab., 1985; Haș și colab., 1989, 2006; Sarca și colab., 1990; Nagy, 1997; Chicinaș, 2010) au semnalat în lucrările lor implicarea citoplasmelor în determinismul genetic al unor caractere cum ar fi: exprimarea prolificității, perioada de vegetație, înălțimea plantelor și înălțimea de inserție a știuleților, lungimea știuleților, calitatea boabelor, viabilitatea semințelor,

rezistența la fuzarioza tulpinilor și a boabelor, capacitatea de valorificare a azotului, sensibilitatea unor citoplasme la unele substanțe chimice ca, de pildă, insecticidul Methomyl.

Cu toate că numeroase date atestă influența semnificativă a citoplasmelor în determinismul genetic al unor caractere, nu puține sunt cazurile în care nu se constată această cauzalitate, existând chiar opinia că amelioratorii nu ar trebui să acorde atenție selecției pentru citoplasme (Crane și Nyquist, 1967).

Cele menționate mai sus ne determină însă a reconsidera atenția ce se acordă citoplasmei în lucrările de ameliorare a porumbului și de a perfecționa strategia metodologică a acestor lucrări, în sensul valorificării diversității genetice a citoplasmelor și a interacțiunilor nuclear citoplasmatică.

Ca urmare, lucrarea de față își propune să analizeze performanțele grupelor de linii isonucleare prin:

- variabilitatea fenotipică a unor elemente ale capacității de producție: greutatea știuleților, greutatea boabelor/știulete, lungimea știuletelui, numărul de rânduri de boabe/știulete;
- variabilitatea genetică a unor elemente ale capacității de producție;
- găsirea unor citoplasme cu performanțe genetice superioare;
- găsirea unor interacțiuni nuclear-citoplasmatică mai favorabile, care ar putea fi valorificate pentru crearea unor hibrizi de porumb mai performanți.

## MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Pentru estimarea valorii fenotipice și genetice a citoplasmelor și a interacțiunilor nuclear – citoplasmatică au fost luate în studiu cinci grupe de linii isonucleare: TC 209, TC 243, TC 221, TB 367 și D 105. Liniile isonucleare au fost obținute prin transferul nucleelor acestor linii, în calitate de părinte recurent, în urma efectuării a nouă sau zece generații de retroîncrucișări pe șase surse diferite de citoplasmă, utilizate ca formă maternă, după cum urmează:

<b>Linia originală (Linia donoare de nucleu)</b>	<b>Sursele de citoplasmă</b>
TC 209	<i>A665, T 291, T 248, W 633, TC 177, D 105</i>
TC 243	<i>A665, T 248, TC 208, TC 221, K 1080, K 2051</i>
TC 221	<i>T 248, TC 243, TC 208, TC 209, K 1080, TC 316</i>
TB 367	<i>T 248, TB 329, TC 208, TC 221, TC 209, K 2051</i>
D 105	<i>T 291, T 248, TC 243, TC 209, K 1080, TB 329</i>

Fiecare din cele șapte linii ale unui grup de linii isonucleare are același set de gene nucleare, dar pe o citoplasmă diferită. Testarea liniilor isonucleare s-a făcut prin încrucișarea fiecăreia din cele șapte linii consangvinizate isonucleare, folosite ca mamă, cu trei sau patru testeri, linii consangvinizate, folosite ca tată.

Testerii au fost selectați în așa fel încât aceștia să fie cât mai diferiți genetic de liniile isonucleare a căror valoare genetică s-a dorit a fi studiată.

Atât încrucișările de testare, cât și liniile consangvinizate isonucleare, forme parentale au fost studiate în anii 2009 și 2010 în culturi comparative. Hibridii realizați între liniile fiecăreia din cele cinci grupe de linii isonucleare cu trei sau patru testerii au fost experimentați în cinci culturi comparative diferite. Liniile isonucleare din grupele TC 209 și TC 243 au fost încrucișate cu patru testerii, iar hibridii rezultați au fost studiați în culturi comparative de 28 de variante în trei repetiții. Liniile consangvinizate din grupele generate de liniile TC 221, TB 367 și D 105 au fost încrucișate cu trei linii consangvinizate tester și au fost studiate în culturi comparative cu câte 21 de variante, în trei repetiții. Modelul experimental a constat în blocuri randomizate, fiecare parcelă a două rânduri cu lungimea de 5,0 m cuprinzând 44 de plante recoltabile. Densitatea plantelor a fost de 60 000 plante/ha.

În cei doi ani experimentali s-au efectuat observații și determinări pentru caracterele implicate în realizarea producției pe plantă: greutatea știuletelui, greutatea boabelor, lungimea știuletelui, numărul de rânduri de boabe pe știulete, numărul de boabe pe rând. Analiza caracterelor menționate s-a efectuat la un număr de 15 știuleți din fiecare parcelă x 3 repetiții, respectiv 45 de probe din fiecare variantă.

Datele experimentale au fost prelucrate statistic cu ajutorul analizei varianțelor, folosindu-se metodele de calcul pentru experiențe polifactoriale (Căbulea și colab., 1994). Pentru fiecare cultură comparativă s-a efectuat calculul statistic al analizei varianțelor, iar varianța genotipurilor a fost descompusă în varianța corespunzătoare influenței citoplasmelor, varianța corespunzătoare influenței testerilor și varianța interacțiunii „citoplasme x testerii”. În baza modelului propus de Lein, citat de Ceapoiu (1968) s-a procedat la calculul ponderii varianțelor citoplasmelor, testerilor și interacțiunii „citoplasme x testerii” în varianța genotipurilor pentru testările fiecărui grup de la liniile isonucleare în parte. Pentru fiecare caracter analizat s-a procedat la calculul efectelor citoplasmatic (ĝ cit).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Studiul liniilor consangvinizate isonucleare a fost inițiat din dorința de a clarifica dacă proveniența citoplasmei influențează pozitiv sau negativ caractere ale știuleților, plantelor, boabelor, precum și unele caractere de interes agronomic. Studiile efectuate pe diferite linii consangvinizate androsterile citoplasmatic au evidențiat unele diferențe între liniile consangvinizate pe diferite tipuri de citoplasmă prin valorile „*per se*”, dar și diferențe în comportarea hibridilor realizați cu aceste linii (Gracen și colab., 1979; Haș și colab., 2002).

### 1. Influența diferitelor citoplasme asupra caracterelor „per se” ale știuletelui la cele cinci grupe de linii isonucleare

Rezultatele privind influența tipului diferit de citoplasmă asupra caracterelor „per se” ale știuletelui în tabelul 1.

Tabelul 1

Efectul diferitelor citoplasme asupra unor caractere „per se” ale știuleților  
 (Influence of cytoplasmic effects on some ear „per se” characters)

Sursa de citoplasmă	Greutatea știuletelui	Greutatea boabelor	Lungimea știuletelui	Nr. rânduri boabe/știulete	Nr. boabe/rând
	% / citoplasma originală				
1. T 248	102	101	102	99	104
2. TC 243	<b>115</b>	<b>114</b>	<b>110</b>	102	107
3. TC 208	103	102	103	100	104
4. TC 209	<b>108</b>	106	107	99	107
5. K 1080	101	97	102	96	99
6. TB 329	106	107	102	100	106
7. TC 221	107	103	103	99	110
8. K 2051	107	107	102	96	108
9. T 291	91	92	97	101	94
10. A 665	97	97	99	102	104
11. TC 316	<b>110</b>	<b>109</b>	<b>109</b>	99	102
12. W 633	90	91	98	107	98
13. TC 177	104	106	101	104	103
14. D 105	97	97	101	103	99

Dintre caracterele „per se” studiate la știulete la cele mai multe linii isonucleare superioare martorului (linia originală) diferențele s-au înregistrat pentru greutatea știuletelui, greutatea boabelor pe știulete și lungimea știuletelui, rezultate similare au fost obținute și de: Bhat și Dhanan (1971), Hunter și Gamble (1968), Rao și Fleming (1978, 1980), Contarino și Fleming (1979). Dintre citoplasmele în cazul cărora s-au înregistrat valori semnificative pentru unele caractere remarcăm: cit. TC 243, cit. TC 316, cit. TC 209, fapt remarcat și de Racz și colaboratorii (2011).

Greutatea știuletelui și a boabelor pe știulete, precum și lungimea știuletelui și numărul de boabe pe rând au fost influențate favorabil de citoplasma liniilor consangvinizate TC 243, TC 209, TB 329, T248, TC 316 și TC 221 comparativ cu citoplasma originală. Greutatea știuletelui și a boabelor pe știulete au fost influențate favorabil de citoplasma liniilor consangvinizate TC 243 (115%) și TC 316 (110%). Lungimea știuletelui a fost semnificativ superioară martorului în cazul utilizării citoplasmei liniilor TC 243 (110%) sau TC 316 (109%).

Liniile consangvinizate TC 243 și TC 209 se manifestă ca forme de porumb care realizează, în general, un număr ridicat de rânduri de boabe pe știulete. Prin diversificarea citoplasmei celor două linii consangvinizate, la liniile isonucleare TC 209 numărul rândurilor de boabe a crescut (104%) comparativ cu citoplasma liniei originale, în timp ce la linia TC 243 în majoritatea cazurilor

liniile utilizate ca donori de citoplasmă au influențat în mod negativ numărul de rânduri de boabe pe știulete (96%). Diferențele negative au fost înregistrate între valorile medii ale matorului și TC 243 (cit. K 2051) (90%), TC 243 (cit. T 248) (93%) au fost semnificativ inferioare matorului.

Scăderi însemnate ale caracterelor „*per se*” ale știuleților s-au produs atunci când transferul nucleului s-a realizat pe citoplasme ale liniilor T 291, A 665, W 633 și D 105. În mod deosebit au fost afectate lungimea știuletelui și numărul de boabe pe rând ceea ce a avut ca urmare scăderea greutateii știuletelui și a boabelor.

## 2. Influența interacțiunii nucleu x tipul diferit de citoplasmă asupra caracterelor „*per se*” ale știuletelui la cele cinci grupe de linii isonucleare

Interacțiunea nuclear-citoplasmatică a avut ca efect creșterea greutateii știuletelui, a fost superioară statistic liniei mator în cazul liniilor isonucleare TC 221 (cit. TC 243), TC 243 (cit. TC 221), D 105 (cit. TC 243) și TB 367 (cit. K 2051); greutatea boabelor pe știulete a fost superioară statistic în cazul acelorași linii (tabelul 2).

Tabelul 2

### Influența interacțiunii nucleu x diferite tipuri de citoplasmă asupra caracterelor „*per se*” ale știuleților la cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare

(Influence of nucleus x different sources of cytoplasm interaction on some ear „*per se*” characters at five groups of isonuclear inbred lines)

Turda, 2009-2010

Linia consangvinizată (Sursa de citoplasmă)	Greutatea medie a știuletelui		Greutatea medie a boabelor		Lungimea medie știulete		Nr. mediu de rânduri/ știulete		Nr. mediu de boabe/ rând	
	g	%*	g	%*	cm	%*	nr.	%*	nr.	%*
<b>TC 209</b> (originală-mt.)	108	100	90	100	14,3	100	18,4	100	30,4	100
TC 209 (A 665)	105	97	88	98	14,0	98	<b>19,6</b>	<b>106</b>	31,8	105
TC 209 (T 291)	91	84	77	86	12,9	90	18,7	102	26,6	87
TC 209 (T 248)	107	99	88	98	14,3	100	<b>19,6</b>	<b>106</b>	30,4	100
TC 209 (W 633)	97	90	82	91	14,0	98	<b>19,7</b>	<b>107</b>	29,9	98
TC 209 (TC 177)	112	104	95	106	14,5	101	19,1	104	31,4	103
TC 209 (D 105)	105	97	87	97	14,4	101	18,9	103	30,2	99
DL P= 5%	13	12	11	12	0,9	6	1,2	6	2,5	8
1%	16	15	15	17	1,1	8	1,6	9	3,3	11
0,1%	22	20	20	22	1,5	10	2,2	12	4,4	14
<b>TC 243</b> (originală-mt.)	103	100	87	100	14,0	100	16,5	100	29,9	100
TC 243 (A 665)	100	97	83	95	14,0	100	16,0	97	30,4	102
TC 243 (T 248)	102	99	84	97	14,2	101	15,4	93	31,2	104
TC 243 (TC 208)	<b>118</b>	<b>115</b>	<b>98</b>	<b>113</b>	14,7	105	16,7	101	32,0	107
TC 243 (TC 221)	115	112	96	110	14,6	104	15,5	94	<b>32,8</b>	<b>110</b>
TC 243 (K 1080)	105	102	86	99	14,4	103	15,6	95	30,9	103
TC 243 (K 2051)	100	97	84	97	14,1	100	14,8	90	30,6	102

Valoarea fenotipică și genetică a unor linii consangvinizate isonucleare de porumb 55  
 II. Studiul fenotipic și genetic al unor elemente ale productivității

DL P=5%	13	13	11	13	0,9	6	1,2	7	2,5	8
1%	16	16	15	17	1,1	8	1,6	10	3,3	11
0,1%	22	21	20	23	1,5	11	2,2	13	4,4	15
<b>TC 221 (originală-mt.)</b>	79	100	66	100	15,3	100	15,1	100	29,5	100
TC 221 (T 248)	86	109	70	106	15,8	103	14,6	97	29,6	100
TC 221 (TC 243)	<b>91</b>	<b>115</b>	73	111	<b>16,7</b>	<b>109</b>	15,2	101	30,4	103
TC 221 (TC 208)	78	99	65	98	15,8	103	14,8	98	29,1	99
TC 221 (TC 209)	84	106	68	103	<b>16,3</b>	<b>107</b>	15,9	105	29,4	100
TC 221 (K 1080)	78	99	63	95	15,4	101	14,7	97	27,7	94
TC 221 (TC 316)	87	110	72	109	<b>16,7</b>	<b>109</b>	15,0	99	30,1	102
DL P=5%	9	11	8	12	0,9	6	1,1	7	2,4	8
1%	11	14	11	17	1,1	7	1,5	10	3,2	11
0,1%	15	19	14	21	1,4	9	1,9	13	4,2	14
<b>TB 367 (originală-mt.)</b>	68	100	55	100	15,1	100	13,8	100	24,4	100
TB 367 (T 248)	67	99	54	98	15,0	99	13,8	100	<b>27,1</b>	<b>111</b>
TB 367 (TB 329)	72	106	59	107	15,3	101	13,9	100	26,1	107
TB 367 (TC 208)	65	96	53	96	15,1	100	13,8	100	25,6	105
TB 367 (TC 221)	69	101	52	95	15,3	101	14,3	104	<b>26,6</b>	<b>109</b>
TB 367 (TC 209)	73	107	59	107	15,7	104	14,0	101	<b>26,6</b>	<b>109</b>
TB 367 (K 2051)	<b>79</b>	116	<b>64</b>	116	15,6	103	14,1	102	<b>27,9</b>	<b>114</b>
DL P=5%	9	13	8	15	0,9	6	1,1	8	2,4	9
1%	11	16	11	20	1,1	7	1,5	11	3,2	13
0,1%	15	22	14	25	1,4	9	1,9	14	4,2	17
<b>D 105 (originală-mt.)</b>	62	100	51	100	10,9	100	11,7	100	21,8	100
D 105 (T 291)	61	98	50	98	11,3	104	11,7	100	22,0	101
D 105 (T 248)	66	106	54	106	11,6	106	11,6	99	23,1	106
D 105 (TB 329)	66	106	54	106	11,2	103	11,6	99	22,9	105
D 105 (TC 243)	<b>71</b>	<b>115</b>	<b>59</b>	<b>116</b>	<b>12,0</b>	<b>110</b>	12,0	103	<b>24,1</b>	<b>111</b>
D 105 (TC 209)	68	110	55	108	<b>12,1</b>	<b>111</b>	11,2	92	<b>24,1</b>	<b>111</b>
D 105 (K 1080)	61	98	49	96	10,9	100	11,3	97	22,2	102
DL P=5%	8	13	7	14	0,8	7	1,1	9	2,4	11
1%	11	18	10	20	1,1	10	1,5	13	3,2	15
0,1%	15	24	13	25	1,5	14	1,9	16	4,2	19

\*= % (față de martor)

Prin greutatea știuleților s-au remarcat unele linii isonucleare a căror diferență față de linia originală a fost semnificativ mai mare: TC 243 (cit. TC 208), TC 221 (cit. TC 243) și D105 (cit. TC 243), TB 367 (cit. K 2051); greutatea boabelor pe știulete a liniilor isonucleare: TC 243 (cit. TC208), TB 367 (cit. K2051) și TC 243 și D105 (cit. TC243) a fost semnificativ superioară comparativ cu linia originală. Rezultatele obținute pentru aceste două caractere semnifică faptul că în ereditatea unui caracter foarte important, capacitatea de producție, sunt implicate gene cu localizare citoplasmatică și că ar exista posibilitatea de a identifica proveniențe de citoplasmă pentru îmbunătățirea capacității de producție „per se” a unor linii consangvinizate; este foarte important de analizat cum aceste linii transmit în hibrizi această caracteristică.

Un alt caracter determinant în realizarea producției este lungimea știuletelui. În cazul a două din cele cinci grupe de linii isonucleare s-au găsit diferențe semnificative (TC 221 și D 105). Lungimea știuletelui a fost semnificativ superioară matorului doar în cazul liniilor caracterizate prin bobul de tip îndurată prin interacțiune cu citoplasma liniilor din grupa de germoplasmă dentiformis D105 (cit. *TC 209*), D 105 (cit. *TC 243*), TC 221 (cit. *TC 243*), TC 221 (cit. *TC 209*) și TC 221 (cit. *TC 316*). Dintre liniile consangvinizate la care s-au găsit diferențe distinct semnificative se numără și grupa generată de TC 221, linie consangvinizată care a moștenit lungimea știuletelui de la ambii părinți: populația locală Josenii Bârgăului și linia consangvinizată Lo3.

Pentru numărul de boabe pe rând, caracter puternic corelat cu lungimea știuletelui (Căbulea, 1987; Troyer, 2001; Duvick și Cassman, 1999; Haș, 2000), au fost diferențe semnificativ mai mari în cazul liniilor isonucleare: TC 243 (cit. *TC 221*), TB 367 (cit. *T 248*), TB 367 (cit. *TC 221*), TB 367 (cit. *TC 209*), TB 367 (cit. *K 2051*), D 105 (cit. *TC 243*), D 105 (cit. *TC 209*).

Analiza semnificațiilor diferențelor dintre liniile isonucleare ale aceluiași grup a evidențiat faptul că, pentru caracterele știuleților, fiecare linie transferată pe o anumită citoplasmă realizează pentru caractere diferite interacțiuni specifice cu citoplasma "gază". Acest fapt complică, într-o oarecare măsură, folosirea transferului de citoplasmă întrucât este nevoie de a se găsi, în prima etapă, interacțiunile nucleu x citoplasmă.

### **3. Studiul rolului tipului de citoplasmă și interacțiunilor nucleo-citoplasmatică în testările capacității de combinare la cinci grupe de linii isonucleare**

Pentru verificarea valorii genetice a liniilor isonucleare acestea au fost încrucișate ca forme parentale maternelor cu testeri linii consangvinizate. Hibridii simpli rezultați au fost studiați în culturi comparative, după modelul sistemelor de încrucișare ciclice (factoriale) (Căbulea, 1975; Căbulea și colab., 1994) pentru a furniza informații cu privire la capacitatea generală de combinare a citoplasmelor pe care s-a transferat nucleul și asupra interacțiunii genice nucleo-citoplasmatică între genele nucleare ale liniei consangvinizate tester și genele cu localizare în citoplasma formei maternelor.

#### **3.1. Influența proveniențelor citoplasmei asupra unor caractere ale știuleților la combinațiile hibride din testare**

Au fost valorificate statistic următoarele caracteristici ale știuleților de porumb la testarea celor cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare: greutatea știuleților, numărul de rânduri de boabe pe știulete și lungimea medie a știuleților. La caracterele analizate s-au determinat semnificații ale varianței corespunzătoare celor doi ani de experimentare, genotipurilor, citoplasmelor, interacțiunii „ani x citoplasme” și interacțiunii „citoplasme x testeri”.



Rezultatele privind semnificația varianțelor pentru caracterele analizate ale știuleților sunt prezentate în tabelele 3a, 3b, 3c.

Tabelul 3a

**Analiza varianței pentru greutatea știuletelui la testarea a cinci grupe de linii isogene**  
 (Analysis of variance for ear weight at testing of five groups of isogenic lines)  
**Turda, 2009-2010**

Cauza variabilitatii	GL	Linii isonucleare		GL	Linii isonucleare		
		TC 209	TC 243		TC 221	TB 367	D 105
		s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>		s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>
Ani experimentali (A)	1	49183,04*	19104,00**	1	1096,81	1241,43	1573,18
<b>Genotipuri</b>	27	3026,38	1779,08	20	529,33	417,68	1679,81
Citoplasme (C)	(6)	7651,01**	466,66	(6)	283,52	267,94	623,73**
Testerii (T)	(3)	7369,31**	12001,96**	(2)	2009,53	2286,01*	12883,23**
Interactiuni (CxT)	(18)	761,02**	512,74	(12)	405,54	181,15	340,62*
Interactiune (AxT)	3	2269,08**	4216,31**	2	1533,91	432,29	379,15
Interactiune (AxC)	6	4584,99**	2696,97**	6	667,54	514,55*	429,07*
Interactiune (AxTxC)	18	723,67**	715,74*	12	554,35	283,49	243,23
Repetitii (R)	2	888,77	563,91	2	1503,98	105,56	68,48
Eroarea A	2	735,69	176,37	2	819,74	284,65	353,05
Eroarea T	12	140,24	150,52	8	596,52	413,02	111,62
Eroarea C	96	283,90	389,32	72	531,73	198,09	161,92
P 5% comparații citoplasme		2,19			2,23		
P 1%		2,99			3,07		

Tabelul 3b

**Analiza varianței pentru numărul de rânduri de boabe/știulete la testarea a cinci grupe de linii isogene**  
 (Analysis of variance for number of rows/ear at testing of five groups of isogenic lines)  
**Turda, 2009-2010**

Cauza variabilității	GL	Linii isonucleare		GL	Linii isonucleare		
		TC 209	TC 243		TC 221	TB 367	D 105
		s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>		s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>
Ani experimentali (A)	1	5,79 *	3,01	1	12,83	5,24*	0,10
<b>Genotipuri</b>	27	43,28	25,95	20	20,65	9,98	9,82
Citoplasme (C)	(6)	2,82 **	1,7*	(6)	3,79**	0,56	1,17*
Testerii (T)	(3)	368,45 **	226,63**	(2)	189,14**	93,37 **	92,69**
Interactiuni (CxT)	(18)	2,57 **	0,76	(12)	1,0**	0,80**	0,33
Interactiune (AxT)	3	1,53	1,54	2	1,03	0,01	0,62
Interactiune (AxC)	6	4,46 **	0,25	6	1,53**	0,80*	0,84
Interactiune (AxTxC)	18	1,49 **	0,79	12	0,20**	0,89**	0,68
Repetitii (R)	2	0,04	1,10	2	0,47	0,36	0,45
Eroarea A	2	0,31	0,69	2	1,01	0,27	0,45
Eroarea T	12	0,50	0,64	8	0,45	0,38	0,18
Eroarea C	96	0,65	0,52	72	0,41	0,33	0,47
P 5% comparații citoplasme		2,19			2,23		
P 1%		2,99			3,07		

Tabelul 3c

**Analiza varianței pentru lungimea știuletelui la testarea a cinci grupe de linii isogene**  
(Analysis of variance for ear length at testing of five groups of isogenic lines)  
**Turda, 2009-2010**

Cauza variabilității	GL	Linii isonucleare		GL	Linii isonucleare		
		TC 209	TC 243		TC 221	TB 367	D 105
		s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>		s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>
Ani experimentali (A)	1	192,71**	84,86*	1	60,32*	19,06*	0,00
<b>Genotipuri</b>	27	7,83	12,36	20	2,41	0,85	1,50
Citoplasme (C)	(6)	11,31**	0,71	(6)	2,20*	0,62	0,63
Testerii (T)	(3)	39,22**	101,96**	(2)	8,91	2,96	7,46**
Interacțiuni ( CxT )	(18)	1,45**	1,31**	(12)	1,43	0,62	0,94**
Interacțiune (AxT)	3	4,36**	2,77*	2	1,77	3,74*	1,12**
Interacțiune (AxC)	6	3,64**	2,05**	6	2,01	1,27*	0,36
Interacțiune (AxTxC)	18	1,33*	0,69	12	1,97*	0,68	0,37
Repetiții (R)	2	2,64	2,60	2	4,23	0,11	0,97
Eroarea A	2	1,02	0,93	2	1,30	0,66	0,67
Eroarea T	12	0,49	0,77	8	2,49	0,89	0,08
Eroarea C	96	0,62	0,54	72	0,95	0,44	0,34
P 5% comparații citoplasme		2,19			2,23		
P 1%		2,99			3,07		

Anii de experimentare au influențat semnificativ caracterele analizate în cazul unora din cele cinci grupe de hibrizi rezultați din testări ale liniilor isonucleare. Condițiile climatice au influențat semnificativ manifestarea lungimii știuletelui în cazul grupelor TC 209, TC 243 și TB 367, iar greutatea știuletelui a fost afectată semnificativ la grupele de testare ale liniilor isonucleare TC 209 și TC 243, relevând importanța condițiilor climatice în manifestarea acestor caractere.

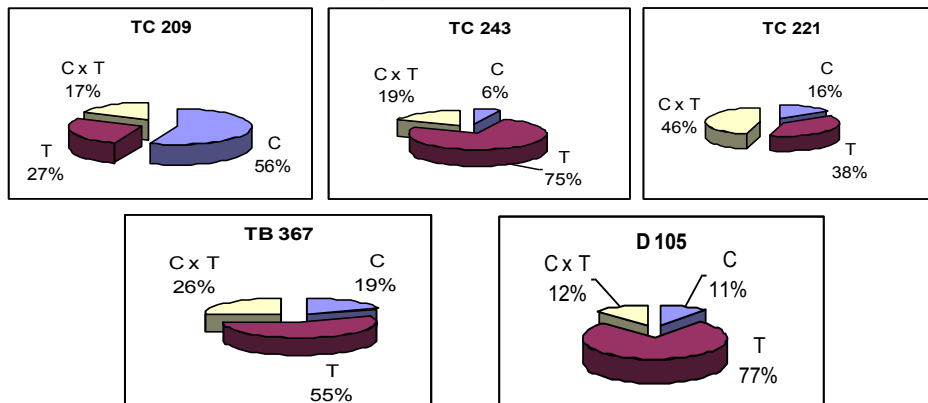
Acțiunile materne, respectiv citoplasmele (C), au fost implicate semnificativ în transmiterea ereditară a elementelor de producție analizate:

- greutatea știuletelui la grupa liniilor isonucleare TC 209 și D 105;
- numărul mediu de rânduri de boabe pe știulete la grupa liniilor isonucleare TC 209, TC 243, TC 221, D 105;
- lungimea știuletelui la grupa liniilor isonucleare TC 209 și TC 221.

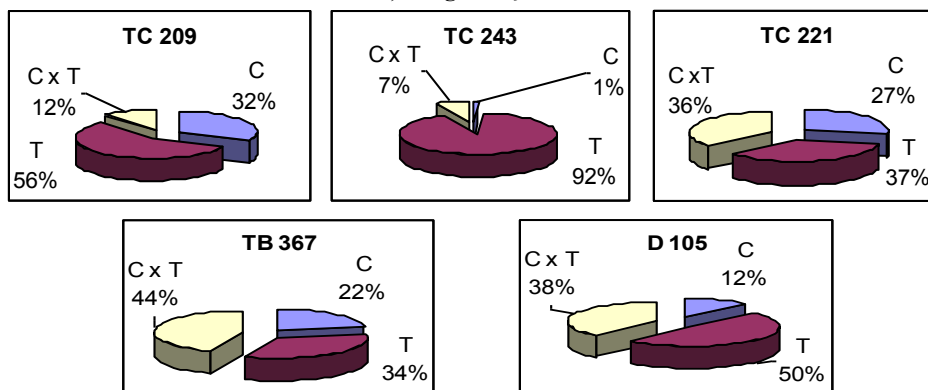
În determinismul greutateii știuletelui au fost implicate semnificativ atât varianța citoplasmelor (în cazul grupelor TC 209 și D 105), a testerilor, cât și interacțiunea citoplasme x ani în patru cazuri din cele cinci grupe de testări ale liniilor isonucleare (TC 209\*\*, TC 243\*\*, D 105\*, TB 367\*). Implicarea semnificativă a varianței citoplasmelor în varianța genotipică pentru greutatea și lungimea știuletelui a fost semnalată și de Zeng și colab. (1998).

Pentru caracterele știuleților a fost calculată ponderea varianței dată de citoplasme (C), testerii (T) și de interacțiunile „citoplasme x testerii” (CxT); rezultatele pentru cele cinci grupe de linii consangvinizate isonucleare testate sunt prezentate în figura 1.

a). Greutatea știuletelui



b). lungimea știuletelui



c). numărul de rânduri de boabe pe știulete

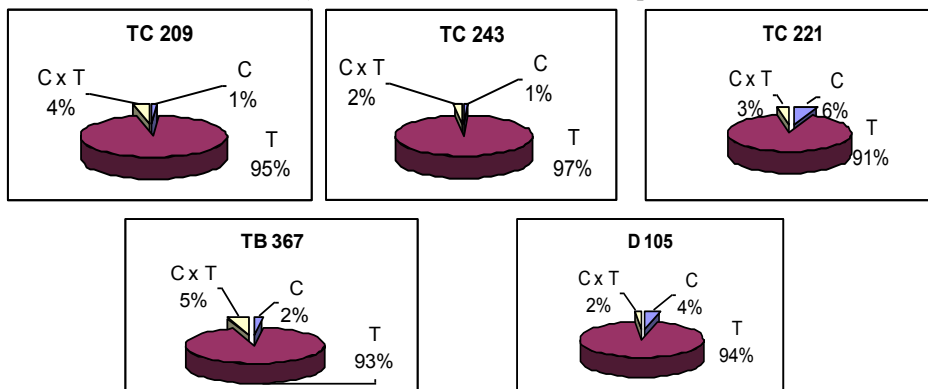


Fig. 1. Ponderea factorilor implicați în variația unor caractere ale știulețelor la testările liniilor consangvinizate isonucleare  
 (The share of factors involved in some ear characters variance in the testing of isonucleus inbred lines)

Valorile cele mai ridicate ale ponderii influenței citoplasmei s-au înregistrat la grupul de linii isonucleare TC 209; pentru greutatea știuletelui 56%, iar pentru lungimea știuletelui 32% la grupul TC 209 și 27% la grupul TC 221.

Interacțiunea „citoplasme x testerii” a avut ponderi procentuale din varianța totală a genotipurilor de 1-6% pentru numărului de rânduri de boabe pe știulete și 36-44% pentru lungimea știuletelui.

Pentru greutatea știuletelui varianța datorată influenței citoplasmei a avut o pondere (fig. 1a) de 6% la grupul de linii isonucleare TC 243 și 56% la grupul de linii isonucleare TC 209, iar varianța datorată interacțiunii citoplasme x testerii au avut ponderi de 12% la grupul D 105 și 46% la grupul de linii TC 221.

Ponderea citoplasmei în cadrul varianței genetice implicate în determinismul lungimii știuletelui (fig. 1b) a fost de 1% la liniile isonucleare din grupul TC 243 și 32% la grupul de linii TC 209. Interacțiunea citoplasme x testerii au influențat acest caracter în proporție de 7% (TC 243) și 44% (TB 367).

În realizarea numărului de rânduri de boabe pe știulete ponderea majoră au avut-o testerii cu o contribuție de peste 91% (fig. 1c).

Ponderea citoplasmei isoliniilor TC 209 are valori ridicate cuprinse între mai puțin de 32% pentru lungimea știuletelui și 56% pentru greutatea știuletelui. Influența citoplasmei grupului de linii isonucleare ale grupului TC 221 a avut pondere procentuală ridicată, de 27%, pentru lungimea știuletelui.

Ponderea varianței citoplasmatică și a varianței interacțiunilor „citoplasme x testerii” este destul de ridicată pentru majoritatea caracterelor știuleților și boabelor la testările efectuate. Dintre caracterele analizate, ponderea cea mai redusă atât pentru varianța citoplasmatică, cât și pentru varianța interacțiunii „citoplasme x testerii” s-a înregistrat pentru numărul de rânduri de boabe pe știulete; acest fapt dovedește rolul efectelor genice aditive în ereditatea acestui caracter (Hallauer și Miranda, 1981).

#### **4. Implicarea efectelor genice aditive în transmiterea unor caractere ale știuletelui la cinci grupe de linii isonucleare**

Analiza genetică realizată a permis evidențierea valorii de ameliorare a citoplasmelor utilizate în programul de diversificare a citoplasmei la cele cinci linii: TC 209, TC 243, TC 221, TB 367, D 105, pe baza capacității generale de transmitere a unor caractere ale știuleților, exprimată prin valoarea efectelor genice aditive ( $\hat{g}$  cit) și deci a potențialului genetic al lor ca forme parentale în hibridi. Efectele genice aditive ( $\hat{g}$  cit) pentru caracterele știuletelui sunt prezentate în tabelul 4.

Valoarea fenotipică și genetică a unor linii consangvinizate isonucleare de porumb 61  
 II. Studiul fenotipic și genetic al unor elemente ale productivității

Tabelul 4

Efectul diversificării citoplasmice asupra variabilității genetice (CGC)  
 a liniilor isonucleare pentru caracterele știuletelui  
 (Influence of cytoplasmic diversification effects on genetic variability of five groups  
 of isogenic lines for ear characters)

Linia consangvinizată (Sursa de citoplasmă)	Greutatea știuletelui			Lungimea știuletelui			Nr. de rânduri /știulete		
	$\bar{X}$	$\bar{X}$ - mt	ĝ cit	$\bar{X}$	$\bar{X}$ - mt	ĝ cit	$\bar{X}$	$\bar{X}$ - mt	ĝ cit
TC 209 (originală-mt.)	165,2	0,0	-14,06	17,7	0,0	-0,69	17,7	0,0	0,38
TC 209 (A665)	163,9	-1,3	-15,39	17,8	0,1	-0,61	17,7	0,0	0,39
TC 209 (T291)	164,6	-0,6	-14,64	18,0	0,3	-0,38	16,7	-1,0	-0,62
TC 209 (T248)	168,5	3,3	-10,76	17,9	0,2	-0,49	17,2	-0,5	-0,14
TC 209 (W633)	190,7	25,5	<b>11,46</b>	19,1	1,4	<b>0,73</b>	17,2	-0,5	-0,07
TC 209 (TC177)	207,1	41,9	<b>27,81</b>	19,2	1,5	<b>0,82</b>	17,3	-0,4	0,01
TC 209 (D105)	194,8	29,6	<b>15,59</b>	19,0	1,3	<b>0,62</b>	17,4	-0,3	0,05
DL 5% comparații ĝ cit			9,70			0,45			0,46
1%			12,79			0,60			0,61
0,1%			16,51			0,77			0,79
TC 243 (originală-mt.)	193,2	0,0	-4,10	19,7	0,0	0,32	16,4	0,0	0,08
TC 243 (A665)	197,6	4,4	0,25	19,5	-0,2	0,08	16,1	-0,3	-0,20
TC 243 (T248)	192,1	-0,8	-5,24	19,4	-0,3	-0,03	16,3	-0,1	-0,06
TC 243 (TC208)	201,7	8,5	4,39	19,4	-0,3	-0,02	16,7	0,3	<b>0,40</b>
TC 243 (TC221)	203,9	10,7	6,60	19,2	-0,5	-0,23	16,4	0,0	0,10
TC 243 (K1080)	194,4	1,2	-2,92	19,3	-0,4	-0,11	16,3	-0,1	-0,04
TC 243 (K2051)	198,4	5,2	1,01	19,4	-0,3	-0,02	16,1	-0,3	-0,26
DL 5% comparații ĝ cit			11,30			0,42			0,41
1%			14,98			0,56			0,55
0,1%			19,33			0,72			0,71
D 105 (originală-mt.)	184,0	0,0	5,28	17,5	0,0	0,03	13,1	0,0	-0,20
D 105 (T 291)	173,8	-10,2	-4,86	17,1	-0,4	-0,35	13,2	0,1	-0,10
D 105 (T 248)	185,7	1,7	7,03	17,7	0,2	0,26	13,2	0,1	-0,13
D 105 (TB 329)	175,9	-8,1	-2,80	17,5	0,0	-0,02	13,7	0,6	0,38
D 105 (TC 243)	184,1	0,1	5,42	17,6	0,1	0,12	13,6	0,5	0,29
D 105 (TC 209)	176,7	-7,3	-1,95	17,4	-0,1	-0,05	13,4	0,3	0,06
D 105 (K 1080)	170,6	-13,4	-8,12	17,5	0,0	0,00	13,1	0,0	-0,29
DL 5% comparații ĝ cit			8,44			0,39			0,46
1%			11,23			0,52			0,61
0,1%			14,53			0,67			0,78
TB 367 (originală-mt.)	166,3	0,0	0,82	18,6	0,0	0,01	14,4	0,0	-0,33
TB 367 (T 248)	166,8	0,5	1,26	18,5	-0,1	-0,06	14,9	0,5	0,19
TB 367 (TB 329)	167,9	1,6	2,38	18,7	0,1	0,10	14,7	0,3	-0,04
TB 367 (TC 208)	168,6	2,3	3,11	18,7	0,1	0,16	14,7	0,3	-0,03
TB 367 (TC 221)	157,2	-9,1	-8,31	18,4	-0,2	-0,22	14,9	0,5	0,20
TB 367 (TC 209)	164,8	-1,5	-0,73	18,3	-0,3	-0,24	14,7	0,3	-0,02
TB 367 (K 2051)	167,0	0,7	1,47	18,8	0,2	0,24	14,8	0,4	0,03
DL 5% comparații ĝ cit			9,34			0,44			0,38
1%			12,42			0,58			0,51
0,1%			16,07			0,75			0,66
TC 221 (originală-mt.)	177,6	0,0	-2,04	19,1	0,0	-0,44	15,3	0,0	0,00
TC 221 (T 248)	184,0	6,4	4,44	19,8	0,7	0,20	15,1	-0,2	-0,11
TC 221 (TC 243)	174,8	-2,8	-4,76	19,3	0,2	-0,25	15,4	0,1	0,12
TC 221 (TC 208)	179,1	1,5	-0,51	19,7	0,5	0,08	15,3	0,0	0,01
TC 221 (TC 209)	181,0	3,4	1,44	19,7	0,5	0,09	15,9	0,6	<b>0,62</b>
TC 221 (K 1080)	175,6	-2,0	-3,99	19,3	0,2	-0,29	15,5	0,2	0,25
TC 221 (TC 316)	185,0	7,4	5,43	20,2	1,1	0,60	14,4	-0,9	-0,89
DL 5% comparații ĝ cit			15,30			0,65			0,42
1%			20,35			0,86			0,56
0,1%			26,33			1,11			0,73

Din analiza acestor date rezultă că:

- pentru greutatea știuletelui variația acțiunilor citoplasmice este semnificativă numai în cazul grupului de linii isonucleare TC 209 și D 105. Cu valori pozitive semnificative sau cu valori pozitive ridicate s-ar putea evidenția următoarele linii consangvinizate (extras din tabelul 4):

Linia consangvinizată (Sursa de citoplasmă)	CGC (g cit)	Grupa de germoplasmă	
		linia originală	sursa de citoplasmă
TC 209 (cit. W 633)	11,5*	Dent	Dent
TC 209 (cit. TC 177)	27,8*	Dent	Flint
TC 209 (cit. D 105)	15,6*	Dent	Flint
TC 243 (cit. TC 208)	4,4	Dent	Dent
TC243 (cit. TC 221)	6,6	Dent	Flint
D 105 (cit. T 248)	7,0	Flint	Dent
D 105 (cit. TC 243)	5,4	Flint	Dent
TC 221 (cit. T 248)	4,4	Flint	Dent
TC 221 (cit. TC 316)	5,4	Flint	Dent

- lungimea mai mare a știuletelui ar putea fi transmisă la nivel aditiv de liniile isonucleare (extras din tabelul 4):

Linia consangvinizată (Sursa de citoplasmă)	CGC (g cit)	Grupa de germoplasmă	
		linia originală	sursa de citoplasmă
TC 209 (cit. W 633)	0,73*	Dent	Dent
TC 209 (cit. TC 177)	0,82*	Dent	Flint
TC 209 (cit. D 105)	0,62*	Dent	Flint
D 105 (cit. T 248)	0,26	Flint	Dent
TC 221 (cit. T 248)	0,0	Flint	Dent
TC 221 (cit. TC 316)	0,60	Flint	Dent
TB 367 (cit. K 2051)	0,24	Flint	Flint

- pentru numărul de rânduri de boabe pe știulete variația acțiunilor citoplasmice este semnificativă pentru patru din cele cinci grupe de linii isonucleare, excepție făcând grupa TB 367; s-au remarcat capacitatea de transmitere aditivă a acestui caracter următoarele linii isonucleare (extras din tabelul 4):

Linia consangvinizată (Sursa de citoplasmă)	CGC (g cit)	Grupa de germoplasmă	
		linia originală	sursa de citoplasmă
TC 209 (cit. TC 208)	0,39	Dent	Dent
TC 243 (cit. TC 208)	0,40*	Dent	Dent
D 105 (cit. TB 329)	0,38	Flint	Dent
D 105 (cit. TC 243)	0,29	Flint	Dent
TC 221 (cit. TC 209)	0,62*	Flint	Dent
TC 221 (cit. K 1080)	0,25	Flint	Dent

Din analiza valorii genetice a liniilor isonucleare se poate observa că prin alegerea unor surse valoroase de citoplasmă s-a realizat ameliorarea liniilor originale luate în studiu pentru caracterele știuletelui. Dacă pentru ameliorarea greutateii și a lungimii știuletelui cele mai valoroase surse de citoplasmă s-au dovedit a fi cele din grupa diferită de germoplasmă decât a liniei originale, pentru numărul de rânduri de boabe pe știulete, rezultatele obținute au scos în evidență aportul la îmbunătățirea acestui caracter a citoplasmei din grupa de germoplasmă dent; concluzii similare pot fi întâlnite la următorii autori: Dimmok și Donovan (1956) după Hunter și Gamble (1968), Hallauer și Miranda (1981), Haș (1992, 2001), Lee și Tracy (2009), Carena și colab. (2010).

Această observație indică faptul că unele citoplasme au fost mai active în a determina efecte citoplasmice sau că unele citoplasme pot interacționa mai frecvent cu nucleul pentru a produce acest efect, fapt susținut și de Kalsy și Sharma (1972).

## CONCLUZII

- Sursele de citoplasmă au influențat într-un grad destul de redus caracterele „*per se*” ale știuleților la liniile isonucleare comparativ cu linia originală, excepție fac: greutatea știuleților, greutatea boabelor și lungimea știuletelui.

- Analiza semnificațiilor diferențelor dintre liniile isonucleare ale aceluiași grup, pentru caracterele știuleților au evidențiat faptul că genomul fiecărei linii transferat pe o anumită citoplasmă realizează pentru caractere diferite interacțiuni specifice cu citoplasma „gază”. Acest fapt complică într-o oarecare măsură folosirea transferului de citoplasmă întrucât este nevoie de a se găsi, în prima etapă, interacțiunile nucleu x citoplasmă.

- Transferul unor linii consangvinizate elită pe proveniențe diferite de citoplasme poate duce la îmbunătățirea unor performanțe „*per se*” ale acestora, cu sublinierea că pentru fiecare însușire există interacțiuni specifice între citoplasmă și nucleul implicat.

- Din analiza variabilității caracterelor știuleților la hibridii rezultați din testare se constată că influența citoplasmelor și a interacțiunii „citoplasme x testerii” este mult mai frecventă pentru majoritatea caracterelor decât la liniile isonucleare „*per se*”. Se remarcă, de asemenea, interacțiunea citoplasme x ani pentru toate caracterele și grupele de linii luate în studiu.

- Ponderele varianței citoplasmice și a varianței interacțiunilor „citoplasme x testerii” este destul de ridicată pentru majoritatea caracterelor știuleților. Dintre caracterele analizate, ponderea cea mai redusă atât pentru varianța citoplasmică, cât și pentru varianța interacțiunii „citoplasme x testerii” s-a înregistrat pentru numărul de rânduri de boabe pe știulete.

- În cazurile studiate, ponderea varianței citoplasmice și a interacțiunii „citoplasme x testerii” a avut valori diferite de la un sistem experimental la altul,

neexistând o tendință clară în favoarea unuia din factorii genetici implicați. În majoritatea situațiilor, ponderea varianței testerilor este apreciabilă, evidențiindu-se și de această dată rolul factorilor genetici nucleari în ereditatea unor elemente ale capacității de producție.

- În ereditatea hibrizilor cu cea mai ridicată greutate medie a știuleților sunt implicate mai mult efectele medii și efectele capacității generale de combinare datorate testerilor și citoplasmelor, efectele capacității specifice de combinare (nucleo-citoplasmatică) fiind mai reduse.

- În determinismul lungimii știuletelui sunt importante efectele medii și efectele capacității generale de combinare datorate citoplasmei; un rol important îl pot juca interacțiunile nuclear-citoplasmatică.

- Se poate afirma că în ereditatea numărului de boabe pe știulete sunt implicate efectele medii, efectele capacității generale de transmitere a testerilor, efectele capacității generale de combinare a citoplasmelor, dar și efectele nucleo-citoplasmatică.

- Din analiza valorii genetice a liniilor isonucleare se poate observa că prin alegerea unor surse valoroase de citoplasmă s-a realizat ameliorarea liniilor originale luate în studiu pentru caracterele știuletelui; pentru ameliorarea greutății și a lungimii știuletelui cele mai valoroase surse de citoplasmă s-au dovedit a fi cele din grupă diferită de germoplasmă decât a liniei originale, pentru numărul de rânduri de boabe pe știulete, rezultatele obținute au scos în evidență aportul citoplasmei din grupa de germoplasmă dent la îmbunătățirea acestui caracter.

#### REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- AYALA, J., ZUBER, M.S., 1977 – *Effects of genotypes and cytoplasms on agronomic performance*. MNL 51: 67-68.
- BHAT, B. K., DHAWAN, N. L., 1971 - *The role of cytoplasm in the manifestation of quantitative characters of maize*. Genetics, 42: 165-174.
- CĂBULEA, I., 1975 – *Metode statistice pentru analiza componentelor genetice ale variabilității continue*. Probl. genet. teor. aplic., VII, 6: 391-420.
- CĂBULEA, I., 1987 – *Unele aspecte ale orientării lucrărilor de ameliorare a porumbului*. Contrib. Cerc. Șt. Dez. Agric., București: 169-187.
- CĂBULEA, I., OCHEȘANU, C., NEAMȚU, G., LEGMAN, V., ILLIEȘ, G., 1984 – *Cercetări privind sistemul genetic al calității bobului la porumb*. An. I.C.C.P.T. Fundulea, LIV:15-25.
- CĂBULEA, I., OCHEȘANU, C., MAROȘAN, V., 1985 – *Determinismul genetic al capacității de valorificare a unor factori tehnologici (fertilizarea cu azot și spațiul de nutriție) la porumb*. Analele I.C.C.C.P.T. Fundulea, LII: 27-40.
- CĂBULEA, I., HAȘ, V., HAȘ, I., 1994 – *Cercetări privind diversitatea genetică a citoplasmelor și a interacțiunilor nuclear-citoplasmatică la porumb*. Contrib. cerc. șt. dez. agric., Edit. Dacia, vol. V: 85-104.
- CARENA, M.J., HALLAUER, A.R., MIRANDA, J.B., 2010. *Handbook of plant breeding: Quantitative genetics in maize breeding*. Edit. Springer.
- CEAPOIU, N., 1968 – *Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice*. Edit. Agro-Silvică, București.



- CHICINAȘ, C., 2010 – *Studiul fenotipic și genotipic al liniilor consangvinizate de porumb diferențiate citoplasmatic*. Teză de doctorat.
- CONTARINO, J.K., FLEMING, A.A., 1979 – *Effect of cytoplasm on various maize characters*. MNL 53.
- CRANE, P. L., NYQUIST, W. E. 1967 – *Effects of different gene-cytoplasm systems on quantitative characters in reciprocal F<sub>2</sub> crosses of maize (Zea mays L.)*. Crop Sci., 7: 376-378.
- DUVICK, D. N., CASSMAN, K. G., 1999 – *Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States*. Crop Sci., 39: 1622-1630.
- ELLSWORTH, R. L., PELOQUIN, S. J., 1972 *The influence of the cytoplasm on ear number expression in corn*. Crop Sci., 12: 388-389.
- FLEMING, A. A., KOZELNICKY, G. M., BROWNE, F. B., 1960 – *Cytoplasmic characters in a double-cross maize hybrid*. Agron. J., 52:112-115.
- GARWOOD D. L., WEBER, E. J., LAMBERT, R. J., ALEXANDER, D. E., 1970 – *Effect of different cytoplasm on oil, fatty, acids, plant height and ear height in maize (Zea mays L.)*. Crop Sci., 10:39-41.
- GRACEN, V. E., KHEYR-POUR, A., EARLE, E. D., GREGORY, P., 1979 – *Cytoplasmic inheritance of male sterility and pest resistance*. Proc. 34<sup>th</sup> Ann. Corn and Sorgh. Res. Conf.: 76-91.
- GROGAN, C.O., FRANCIS, C.A., SARVELLA, P.A., 1971 – *Effects of cytoplasmic male sterility and restoring factors on yield and morphology in inbred and hybrid maize*. Crop Sci., 11(2): 295-297.
- HALLAUER, A. R., MIRANDA, J. B., 1981 – *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State Univ. Press, Ames.
- HAȘ, I., 1992 – *Cercetări privind rolul formelor parentale diferențiate genetic în realizarea heterozisului la porumb*. Teză de doctorat.
- HAȘ, I., 2001 – *Priorități în ameliorarea hibrizilor de porumb timpurii*. Probl. gen. teor. aplic., XXXIII (1-2):1-25.
- HAȘ, V., GRECU, C., CĂBULEA, I., HAȘ, I., 1989 - *Efectul unor citoplasme mascul sterile asupra stabilității comportării hibrizilor de porumb*. Probl. gen. teor. aplic., XXI, 3, 149-170.
- HAȘ, V., 2000 – *Cercetări privind determinismul caracterelor calitative și cantitative la porumbul zaharat*. Teză de doctorat.
- HAȘ, V., HAȘ, I., GRECU, C., 2002 - *The use of cytoplasmic male-sterility in maize seed production*. Book of proceedings - VII ESA Congress, Cordoba, Spania.
- HAȘ, V., HAȘ, I., CABULEA, I., BADEA, C., 2006 – *Effects of different cytoplasms on quantitative characters in maize*. Book of abstract. XIII EUCARPIA Biometrics in Plant Breeding Section Meetings, Zagreb, Croatia.
- HUNTER R. B., GAMBLE, E.E., 1968 - *Effect of cytoplasmic source on the performance of double-cross hybrids in maize, Zea mays L.*, Crop science, vol. 8: 278-280.
- KALSY, H.S., SHARMA, D., 1972 – *Study of cytoplasmic effects in reciprocal crosses of divergent varieties of maize (Zea mays L.)*. Euphytica 21: 527-533.
- LEE, E.A., TRACY, W.F., 2009 – *Handbook of maize: Part II. Maize improvement. Modern maize breeding*: 141-147. Ed. Springer Sciences + Business Media, LLC.
- LUNSFORD J. N., FUTREL, M. C., SCOTT, G. E., 1976 – *Maternal effects and type of gene action conditioning resistance to Fusarium moniliforme seedling blight in maize*. Crop Sci., 10: 105-107.
- NAGY, E., 1997 – *Cercetări privind rolul genotipului gazdă în cadrul patosistemului Zea mays x Fusarium spp*. Teza de doctorat.
- RACZ, C., HAȘ, I., HAȘ, V., COSTE, I., SCHIOP, TH., 2011 – *The cytoplasm origin influence, the tester influence and the nucleus x cytoplasm interactions influence on ear and kernel traits for isonuclear lines*. Research Journal of Agricultural Science, 43 (2): 266-273.
- RAO, A. P., FLEMING, A. A., 1978 – *Cytoplasmic-genotypic effects in the GT112 maize inbred with four cytoplasms*. Crop Sci., 18: 935-937.

- RAO, A. P., FLEMING, A. A., 1980 – *Cytoplasmic-genotypic influences on seed viability in a maize inbred*. Can. J. Plant Sci. 59: 241.
- SARCA, T., I. CIOCĂZANU, N. BICA, N. TANISLAV, 1990 – *Efectul interacțiunii citoplasmelor C și S și a trei surse de citoplasmă androsterilă de tipul C cu genotipul asupra unor însușiri agronomice la porumb*, Probl. genet. teor. aplic., XXII, 2: 35-57.
- TROYER, A.F., 2001 – *Temperate corn background, behavior and breeding*. CRC Press Boca Raton, London, New York, Washington DC.
- ZENG, M., LIU, S., YANG, T., LIU, Y., LI, S., 1998 – *Breeding and genetic analysis on the multiplasmic lines of maize (Zea mays L.). I. Breeding and morphological observations*. MNL 72.
- ZENG, M., YANG, T., 2002 – *Common and different band for isozyme of the multiplasmic lines in maize (Zea mays L.)*. MNL 76.

*Prezentată Comitetului de redacție la 1 iunie 2011*