
Studiul înrudirii / divergenței genetice și valorii genetice a unor linii consangvinizate de porumb (*Zea mays L.*)

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Doctorand **Andrei Varga**

Conducător de doctorat **Prof.univ. dr. Ioan Rotar**

Prof.univ. dr. Ioan Haș



CUPRINS

INTRODUCERE	III
1.Structura tezei de doctorat	III
2.Obiectivele cercetării	III
3. Material și metodă	IV
4.Rezultate și discuții	V
4.1. Rezultate obținute, privind studiul liniilor consangvinizate cu origine comună, populația hibridă Mona	V
4.2. Variabilitatea caracterelor fenotipice la liniile consangvinizate, create din populația hibridă – Raissa, forme parentale (m)	VII
4.3. Rezultate obținute în sistem experimental privind studiul liniilor consangvinizate surori create din Tu SRR Comp. A și linii create din Tu SRR Comp. B	VIII
4.4. Studiul asupra diversității/înrudirii genetice a germoplasmei de porumb de la SCDA Turda cu ajutorul markerilor moleculari de tip SSR	IX
5. Concluzii și recomandări	X
6. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei	X
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	X

INTRODUCERE

Porumbul este o cereală cu o mare capacitate de producție, dar și cu o arie largă de răspândire, fiind influențat mai puțin de schimbările climatice. Mai mult decât atât, are o rezistență mare la secetă, ploi abundente, dar și la boli și dăunători, iar lucrările agrotehnice și de recoltare pot fi mecanizate total (HAȘ și colab., 2018).

Potențialul biologic de producție a porumbului a atins cote atât de ridicate, încât unii oameni de știință devin sceptici în ceea ce privește posibilitățile viitoare de sporire a acesteia. Astfel, unii cercetători ajung la părerea „că noile creații vor rezulta mai degrabă dintr-o perfecționare progresivă a caracterelor agronomice decât din creșterea potențialului productiv” (CRISTEA, 2004).

Diversitatea condițiilor pedoclimatice din jumătatea de nord a țării noastre face necesară cultivarea unei game mai largi de hibrizi, de la cei foarte timpurii până la grupa hibrizilor semitimpurii. Dinamica proceselor de integrare în piața europeană a semințelor obligă amelioratorii autohtoni să răspundă condițiilor intensive de cultură, dar în același timp să țină seama de condițiile socio-economice ale agricultorilor din această parte a țării (HAȘ, 2003). Față de alte zone ale țării, Transilvania ridică unele probleme particulare pentru cultura porumbului ca urmare a regimului termic mai deficitar, a intervalului fără îngheț relativ mai scurt, a diversității climatice, a reliefului frământat și a solurilor adesea cu particularități diferite chiar de la o solă la alta (CĂBULEA și colab., 1982). Așadar, în vederea efectuării acestor cercetări, s-au folosit genotipuri de porumb aparținând grupelor FAO 300-400, aceste genotipuri având o capacitate de producție mai scăzută, comparativ cu cele tardive.

1. Structura tezei de doctorat

Teza de doctorat cuprinde în total 168 de pagini și a fost structurată în două părți, Stadiul actual al cunoașterii și Contribuția personală. Stadiul actual al cunoașterii cuprinde 54 de pagini.

A doua parte a tezei însumează un număr de 114 pagini, structurate în 8 capitole, care prezintă obiectivele urmărite, particularitățile mediului natural, rezultatele obținute și discuții, concluzii și recomandări pe baza rezultatelor obținute, precum și originalitatea și contribuțiile inovative ale acesteia. Teza cuprinde în total un număr de 56 tabele, 7 figuri, 7 anexe și 139 titluri bibliografice.

2. Obiectivele urmărite

Diversitatea fenotipică și în mod deosebit diversitatea genetică a formelor parentale constituie una din cauzele determinante ale exprimării heterozisului hibrizilor.

Problemele de cercetare privind diversitatea genetică și/sau gradul de înruderire al liniilor consangvinizate create din aceeași sursă de material inițial sunt insuficient argumentate în literatura de specialitate, iar soluționarea acestora necesită efectuarea

unor experiențe cu material biologic adecvat actualelor programe de ameliorare a porumbului timpuriu.

Prin obiectivele de cercetare ale prezentei teze (proiectul de cercetare) se presupune ajungerea la cunoașterea unor aspecte privind identificarea diversității și/sau a gradului de înrudire existent la un set de linii consangvinizate create la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda, permițând astfel încrucișări logice, bazate pe modelul heterotic al formelor parentale.

Obiectivele cercetării

Obiectivele prioritare care necesită a fi studiate în direcția evaluării diversității genetice sau a gradului de înrudire sunt următoarele:

1. Evaluarea fenotipică (intra populațională) a caracterelor cantitative, în exprimarea diversității și / sau înruderii liniilor consangvinizate surori, respectiv, create din aceleași surse de material initial.

2. Evaluarea determinismului caracterelor cantitative în exprimarea diversității / înruderii genetice și valorii de ameliorare, a liniilor consangvinizate surori, cu origine comună.

3. Analiza diversității/înruderii moleculare a liniilor consangvinizate, cu origine comună de porumb

4. Evaluarea și clasificarea diversității heterotice a liniilor consangvinizate de porumb, prin metode de ameliorare clasică și prin analiza cu markeri moleculari.

5. Analiza asupra posibilităților de perfecționare a strategiei de creere a liniilor consangvinizate și de ameliorare genetică a porumbului

3. Material și metodă

În analiza gradului de diversitate sau înrudire, între liniile consangvinizate create din același material inițial, au fost luate în studiu următoarele grupe de linii:

-Studiul variabilității fenotipice (CV%) a 136 linii consangvinizate, cuprinse în 10 grupe (anexa 1), după originea comună a materialului inițial din care au fost create:

- **65 linii consangvinizate** obținute din 5 populații sintetice:

1. Tu SRR 3D (4I) – 10 linii;
2. Syn. Rezistent la Temperaturi Scăzute (SRTS) – 16 linii;
3. SRR DCT (2I) – 9 linii;
4. Tu SRR Comp. B (Comp. A) – 19 linii;
5. Tu SRR Comp. A (Comp. B) – 11 linii;

- **71 de linii consangvinizate** create din 5 populații hibride:

1. Raissa – 39 linii;
2. HST 6453 – 12 linii;
3. HST 5743 – 6 linii;
4. Mona – 7 linii;
5. Desc. BK – 8 linii

I. Au fost analizate următoarele grupuri de germoplasma

- **7 linii consangvinizate parentale**, create din populația hibridă Mona și 4 linii consangvinizate - tester, 2 linii tester sunt (posibile) formele parentale ale hibridului

din care provin liniile surori și două linii tester sunt diferite din punct de vedere genetic aparținând altor grupe de germoplasmă

- **8 linii consangvinizate parentale** create din populația hibridă Raissa și 4 linii consangvinizate – tester, aparținând unor grupe de germoplasmă diferite

- **8 linii consangvinizate parentale** din care: 4 linii create din Tu SRR Comp A (Comp B) și 4 linii create din Tu SRR Comp B (Comp A)

II. Hibrizii simplii rezultați în urma încrucișărilor ciclice și dialele.

- **21 hibrizi simpli realizați prin încrucișarea, în sistem dialel de tipul $p(p-1)/2$** , a celor 7 linii consangvinizate parentale create din populația hibridă Mona, respectiv 7 $(7-1)/2$

- **28 hibrizi simpli realizați prin încrucișarea, în sistem factorial de tipul $m \times n$** , a celor 7 linii consangvinizate parentale provenite din populația hibridă Mona, cu 4 linii consangvinizate - tester (7×4)

- **32 hibrizi simpli realizați prin încrucișarea, în sistem factorial de tipul $m \times n$** , a celor 8 linii consangvinizate parentale provenite din populația hibridă Raissa, cu 4 linii consangvinizate - tester (8×4)

- **56 hibrizi simpli realizați prin încrucișarea directă, în sistem dialel de tipul $p(p-1)/2$** , a celor 8 linii consangvinizate parentale, 4 linii obținute din populația sintetică Tu SRR Comp. A și 4 linii create din populația sintetică Tu SRR Comp. B, respectiv 8 $(8 - 1)$

- cele **30 linii consangvinizate** luate în studiu au fost analizate genetic cu 84 **markeri moleculari** de tipul SSR.

Estimarea diversității s-a realizat prin mai multe metode grupate în:

1. Metode fenotipice bazate pe analiza biometrică, analiza varianțelor, analiza corelațiilor ansamblului de caractere;

2. Metode genetice bazate pe analiza sistemelor de încrucișări cu determinarea varianțelor genetice, a efectelor genice (aditive, neaditive) a intensității manifestării heterozisului și a analizei corelațiilor la nivelul parametrilor genetici;

3. Metode genetice bazate pe analiza cu markeri moleculari de tipul SSR.

4. Rezultate și discuții

4.1. Rezultate obținute, privind studiul liniilor consangvinizate cu origine comună, populația hibridă Mona

Caracterizarea unei structuri genotipice ca parte dintr-o populație sau familie poate fi efectuată prin biometrizarea și însumarea de date multivariabile de tip cantitativ și/sau calitativ.

Folosirea diferențelor fenotipice ca indicator al diversității poate furniza informații privind eventuala prognozare a unor combinații hibride, cu o exprimare mai intensă a heterozisului ca urmare a asocierii unor caractere complementare.

În vederea evaluării potențialului de producție, a rezistenței la frângere și cădere, precum și a perioadei de vegetație exprimată la recoltare prin substanța uscată în boabe, s-au efectuat o serie de determinări la parcele (tabelul 4.1).

Potențialul de producție exprimat prin producția de boabe a exprimat în medie valori cuprinse între 2049 kg/ha pentru linia (TD 234) și 4576 kg/ha (TD 236), media genotipurilor fiind de 3779 kg/ha.

Dintre liniile surori, cu capacitate de producție mai ridicată fiind TD 236 (4576 kg/ha), TD 238 (4553 kg/ha), TD 237 (4169 kg/ha).

În ce privește perioada de vegetație, exprimată prin substanța uscată în boabe la recoltare, s-au înregistrat diferențe între liniile consangvinizate, TD 236 (80.3%) s-a dovedit semnificativ mai tardivă comparativ cu media generală, iar linia TD 234 (87.1) s-a manifestat ca fiind semnificativ mai timpurie, față de liniile surori.

Rezistența la frângere și cădere, reprezentată prin procentul de plante erecte la recoltare, s-a exprimat prin valori cuprinse între 73.4% (TD 234) și 82.9% (TD 235). Între cele șapte linii înrudite nu au existat diferențe semnificative, în privința rezistenței la frângere.

Tabelul 4.1

Unele caractere per se ale celor 7 linii luate în studio pentru caracterele de producție

Nr. crt.	Caracter	Liniile p(p-1)/2								DL 5 %
		TD 233	TD 234	TD 235	TD 236	TD 237	TD 238	TD 239	Media Average	
1	Producția de boabe (kg/ha)	4026	2049	3945	4576	4169	4553	3135	3779	608
2	Substanța uscată (%)	82.4	87.1	82.6	80.3	82.7	83.9	82.2	83.0	1.6
3	Plante nefrânte (%)	78.5	73.4	82.9	78.8	80.1	79.7	77.7	78.7	6.1
4	Masa a 1000 boabe (g)	233	178	227	221	243	216	277	228	14
5	Procent boabe/știulete (%)	79.4	73.4	73.3	80.1	77.6	81.0	75.7	77.2	4.2
6	Masa hectolitrică (kg/cm ³)	62.4	60.3	61.0	67.6	63.3	66.9	66.2	64.0	2.9
7	Greutate știulete (g)	80.3	47.0	109.3	100.5	90.6	84.4	72.7	83.5	6.0
8	Greutatea boabelor (g)	66.8	37.2	88.2	85.8	74.6	69.9	58.2	68.7	3.9
9	Lungime știulete (cm)	12.9	11.8	15.6	15.2	14.2	13.7	12.0	13.6	0.5
10	Număr rânduri (nr.)	13.9	11.2	16.7	17.0	12.7	13.8	12.3	13.9	0.5
11	Nr. boabe/rând (nr.)	25.5	20.8	27.7	27.8	28.3	27.0	21.7	25.5	1.3
12	Profundime bob (cm)	0.72	0.47	0.74	0.67	0.70	0.68	0.66	0.7	0.04

Tabelul 4.2

Efectele genetice aditive (g) la 7 linii consangvinizate din sistemul de încrucișări dialele p(p-1)/2 (Turda, 2013-2014)

Nr. crt.	Caracter/	Liniile/Lines p(p-1)/2							DL 5 %
		TD 233	TD 234	TD 235	TD 236	TD 237	TD 238	TD 239	
1.	Producția de boabe (kg/ha)	-61.8	-241.1	-619.9	2097.3	-309.6	-303.7	-561.2	505.7
2.	Substanța uscată (%)	0.09	0.34	0.30	-0.63	-0.33	-0.10	0.35	0.54
3.	Masa a 1000 boabe (g)	-6,12	-12,59	-3,17	29,20	2,68	-2,95	-7,06	10,7
4.	Greutate știulete (%)	5.25	-2.22	-13.23	28.98	-0,13	-8,91	-9,73	5,97
5.	Greutatea boabelor (g)	5.05	-0.99	-11.35	23.73	1.50	-6.62	-8.32	5.04
6.	Lungime știulete (cm)	0.64	-0.02	-0.94	0.45	0.29	-0.19	-0.23	0.39
7.	Nr. rânduri (nr.)	-0.07	0.10	-0.24	0.60	-0.07	-0.24	-0.07	0.80
8.	Nr. boabe/rând (nr.)	1.86	0.49	-1.53	1.25	-0.93	-0.15	-0.98	1.15

Prin urmare, analiza genetică a combinațiilor hibride realizate, în sistem de încrucișări de tip dialel între cele 7 linii surori create din populația hibridă Mona, a evidențiat linia TD 236, ca singura linie care se diferențiază genetic de celelalte linii surori.

4.2. Variabilitatea caracterelor fenotipice la liniile consangvinizate, create din populația hibridă – Raissa, forme parentale (m)

Numărul mare de linii consangvinizate create din același material inițial, precum și diversitatea fenotipică al acestuia ne-a determinat să studiem măsura în care, diferențele fenotipice se regăsesc în gradul de înruderire, respectiv de diferențiere genetică, între liniile cu aceeași origine.

Pentru realizarea acestui studiu au fost selectate 8 linii surori, din totalul de 39 linii consangvinizate create din populația hibridă Raissa.

Tabelul 4.3

Unele caractere “per se” ale celor 8 linii consangvinizate luate în studiu

a) caracterele de producție

Nr. crt	Caracter	Linii surori									DL LSD 5 %
		TE 202A	TE 229	TD 350	TD 352	TD 364	TE 317	TE 318	TE 341	Media	
1	PB (kg/ha)	4375	4633	4844	5089	5040	5807	5138	5317	5030	530
2	SU (%)	85.3	85.7	85.9	85.6	83.6	83.3	77.9	83.9	83.9	0.7
3.	PN (%)	72.6	82.9	73.9	77.7	75.4	72.6	81.3	74.9	76.4	5.8
4.	MMB (g)	262	239	190	211	216	202	272	213	226	11
5.	RB (%)	81.1	77.8	80.0	81.2	82.6	84.3	83.7	82.3	81.6	3.6
6.	MH (kg/cm ²)	65.7	67.1	73.8	70.4	71.7	70.5	68.2	71.5	69.9	9.2
7.	GS (g)	101	90	101	96	120	101	106	115	104	9
8.	GB (g)	81.8	69.2	80.5	79.9	98.3	85.0	89.2	94.1	84.8	7.8
9.	LS (cm)	14.7	11.8	14.7	14.0	14.2	14.4	11.5	14.6	13.7	0.5
10.	NRB (nr.)	14.6	16.4	16.6	15.0	15.0	17.6	19.0	15.3	16.2	0.8
11.	NBR (nr.)	27.5	24.1	31.3	28.8	30.1	26.5	19.5	30.2	27.3	2.8
12.	PN (%)	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.7	0.74	0.1

Cei mai mulți cercetători (SPRAGUE, 1966; HALLAUER și MIRANDA, 1981; CĂBULEA, 1987; SARCA, 2004) consideră că pentru a obține un heterozis eficient, diversitatea trebuie să existe fie datorită genealogiei fitogenetice, fie ca urmare a procesului de ameliorare, iar manifestarea acestuia este în funcție de diversitatea genetică a părinților, adică cu cât aceștia sunt complementari mai deosebiți din punct de vedere fenotipic cu atât heterozisul ar putea fi mai intens în prima generație hibridă.

Evaluarea genetică

În urma analizei asupra valorii genetice a celor opt linii consangvinizate se poate observa existența unei diferențieri genetice, dintre liniile surori, în privința implicării pozitive a acestora în determinismul elementelor de producție: TE 317, TE 318, TD 364 și TE 202A.

Tabelul 4.4

Diversitatea/ înrudirea genetică a liniilor consangvinizate surori (Raissa) m=8, la nivelul locilor aditivi în sistemul de încrucișări ciclice m x n (8 x 4) (Turda, 2012-2014)

Caractere	Liniile								DL 5 %
	TE 202 A	TE 229	TD 350	TD 352	TD 364	TE 317	TE 318	TE 341	
Producția de boabe (kg/ha)	279.9	471.7	-583	-649.4	-57.8	-46.3	481.6	103.3	853.5
Substanța uscată (%)	1.18	-1.03	1.08	0.87	-0.58	-1.04	-0.40	-0.08	4.57
Plante nefrânte (%)	0.63	-0.40	-0.50	-0.24	-0.09	-2.83	2.94	0.49	5.78
Masa a 1000 boabe (g)	-0.7	5.4	5.4	1.4	-10.6	-6.2	3.6	1.7	9.46
Greutatea știuletelui (g)	7.63	7.75	-16.83	-12.34	3.39	-1.68	10.15	1.93	15.65
Greutatea boabelor (g)	7.96	3.32	-14.46	-8.94	5.90	-3.87	6.63	3.47	19.12
Lungime știulete (cm)	1.16	-0.30	-0.31	-0.61	0.05	0.33	-0.41	0.07	0.61
Nr. rânduri boabe (nr.)	-0.74	-0.35	-0.37	-0.57	-0.73	1.28	1.71	-0.22	0.68
Număr boabe/rând (nr.)	1.15	-0.22	-0.86	0.22	0.16	-0.11	-0.64	0.30	1.73
Σg									-

4.3. Rezultate obținute în sistem experimental privind studiul liniilor consangvinizate surori create din Tu SRR Comp. A și linii create din Tu SRR Comp. B

În cadrul prezentului studiu au fost folosite ca linii constante următoarele linii consangvinizate: TD 337, TA 422, TA426 și TA428 din Tu SRR Comp. A; TC 385 A, TC384 A, TC 398 și TC399 din Tu SRR Comp. B.

Tabelul 4.5

Unele caractere per se ale celor 8 linii luate în studiu

Nr. crt.	Caracter	Grupa heterotică BSSS					DL 5 %
		TD 337	TA 426	TA 428	TA 422	M edia	
1.	Producția de boabe (kg/ha)	4361	4819	3855	1855	3722	478
2.	Substanța uscată (%)	82.3	73.3	75.8	83.7	78.7	1.7
3.	Plante nefrânte (%)	80.7	81.4	76.0	72.8	77.7	5.5
4.	MMB (g)	204	230	256	155	211	12.
5.	Randamentul (%)	73.5	75.4	74.2	72.0	74	3.6
6.	Masa hectolitrică(kg/cm ³)	68.9	58.8	59.2	57.2	61	2.7
7.	Greutatea știuletelui (g)	107	123	101	66	99	8.2
8.	Greutatea boabelor (g)	85	102	85	49	80	7.2
9.	Lungimea știuletelui (cm)	15.7	14.4	13.5	15.1	14.5	0.7
10.	Nr. rânduri de boabe (nr.)	16.3	20.8	18.4	17.1	18	0.6
11.	Nr. boabe/rând (nr.)	27.9	28.7	25.3	28.3	27.5	1.6
12.	Profundimea boabelor (cm)	0.68	0.85	0.84	0.63	0.75	0.06
Nr. crt.	Caracter	Grupa heterotică Lancaster				Media	DL 5 %
		TC 385A	TC 384A	TC 398	TC 399		
1.	Producția de boabe (kg/ha)	5267	3821	4067	3448	4151	478
2.	Substanța uscată (%)	79.8	79.4	78.1	79.9	79.3	1.7
3.	Plante nefrânte (%)	80.4	78.4	74.5	80.3	78.0	5.5
4.	MMB (g)	258	280	230	273	260	12.

Studiul înruderii/divergenței genetice și valorii genetice a unor linii consangvinizate de porumb (*Zea mays* L.)

5.	Randamentul (%)	79.9	75.1	74.9	72.8	76	3.6
6.	Masa hectolitrică(kg/cm ³)	65.2	66.2	64.2	65.3	65	2.7
7.	Greutatea știuletelui (g)	114	100	98	89	100	8.2
8.	Greutatea boabelor (g)	96	81	81	71	65	7.2
9.	Lungimea știuletelui (cm)	17.1	14.9	16.9	14.8	16	0.7
10.	Nr. rânduri de boabe (nr.)	13.6	13.8	15.8	11.9	14	0.6
11.	Nr. boabe/rând (nr.)	32.5	27.5	28.4	25.0	28.5	1.6
12.	Profundimea boabelor (cm)	0.71	0.73	0.71	0.68	0.70	0.06

Analiza datelor privind **diferențierea** “per se” a liniilor create din cei doi sintetici, în privința elementelor de producție cu valorile semnificativ superioare mediei, se pot remarca următoarele linii create din:

- Tu SRR Comp A (Comp B): **TA 426** (pentru producția de boabe, MMB, greutatea știuletelui și a boabelor, numărul de rânduri de boabe, profundimea boabelor) și **TD 337** (pentru producția de boabe, precocitate, masa hectolitrică, lungimea știuletelui);

- Tu SRR Comp B (Comp A): **TC 385A** (pentru producția de boabe, MMB, greutatea știuletelui și a boabelor, lungimea știuletelui, numărul de boabe/rând).

4.4. Studiul asupra diversității/înruderii genetice a germoplasmei de porumb de la SCDA Turda cu ajutorul markerilor moleculari de tip SSR

Valorile distanțelor genetice confirmă informațiile existente în pedigree pentru liniile TD233, TD234, TD235, TD237, TD238 și TD239, ca exemplu, toate aceste linii provin din același material inițial, populația hibridă Mona. Deși majoritatea liniilor create din populația hibridă Mona, fac parte din aceeași familie, deci sunt înregistrate cu un pedigree foarte puțin diferențiat, sunt strâns înrudite cu linia mamă a hibridului Mona, respectiv fac parte din grupa heterotică Iodent (Fig. 4.1). O singură linie TD 236 se diferențiază genetic de linia mamă și este similară genetic cu linia tată (TC 177), aparținând în proporție de 40% grupei heterotice Flint European (tabelul 4.1)

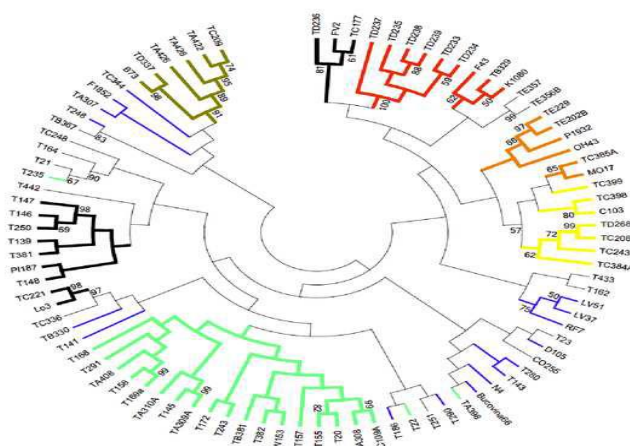


Fig. 4.1 Relațiile filogenetice existente între un grup de 90 de linii consangvine(arborele NJ)
(după: Șuteu și colab., 2013)

5. Concluzii și recomandări

Exprimarea fenotipică a caracterelor cantitative la liniile consangvinizate de porumb este specifică fiecărui caracter în relație cu interacțiunea dintre baza genetică a caracterului (numărul de gene, modul de acțiune și starea relativă a acestora) și condițiile de mediu cu care s-a confruntat genotipul.

Analiza caracterelor cantitative la liniile studiate a relevat atât o considerabilă diversitate a mediilor de exprimare ale acestora cât și existența pentru fiecare caracter a unor genotipuri semnificativ superioare sau inferioare mediei generale.

Evaluarea fenotipică a diferențierii sau înrudirii dintre liniile consangvinizate surori a fost estimată prin calculul diferențierii sau similitudinii caracterelor fenotipice, prin indicele sintetic de selecție, precum și prin corelațiile dintre caracterele fenotipice.

6. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei

Originalitatea tezei de doctorat **“Studiul înrudirii/divergenței genetice și valorii genetice la un set de linii consangvinizate de porumb *Zea mays L.*”** derivă din stabilirea obiectivelor cercetării, menită să completeze literatura de specialitate, mai puțin bogată în țara noastră.

Materialul biologic luat în studiu în cadrul cercetărilor respectiv (136 linii cu origine comună obținute din 10 materiale inițiale diferite), precum și metodele de experimentare aduc o notă de originalitate

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. HAȘ V., A. COPÂNDEAN, A. VARGA, C. VANA, R. CĂLUGĂR, F. MUREȘANU, 2018, Hibridul de porumb “Turda 344” *An INCDA Fundulea, Vol. LXXXVI*.
2. CRISTEA, M., 2004, Originea porumbului, În: Porumbul - studiu monografic, vol.I, cap. 3: 40-60, *Ed. Academiei Române, București. ISBN 973-27-1056-X/973-27-1055-1*.
3. CĂBULEA I., C. GRECU, 1982, 25 ani (1957-1982) de ameliorare a porumbului hibrid la S.C.A Turda. *Contrib. Șt. Dez. Agric., Edit. Dacia, 243-294*.
4. HAȘ I., 2003. Hererozisul la porumb. *Monografia porumbului, cap. 9, pag. 311-362*
5. SPRAGUE G. F., 1966, Quantitative genetics in plant improvement. In “Plant Breeding” *A. Symposium Held at Iowa State University. Ames. Iowa: 315-354*.
6. ȘUTEU D., I. BĂCILĂ, V. HAS, I. HAS, M. MICLĂUȘ, 2013a, Romanian maize (*Zea mays*) inbred lines as a source of genetic diversity in SE Europe, and their potential in future breeding efforts. *PLOS ONE Journal (Impact 4.411)*.