

STUDIUL DETERMINISMULUI GENETIC AL PRODUȚIEI DE SĂMÂNȚĂ PE PLANTĂ LA NĂUT

GENETIC CONTROL OF SEED YIELD/PLANT IN CHICKPEA

RODICA STURZU¹

Abstract

The hybridological study of five chickpea parental genotypes and their direct hybrids in F₁ generation elucidated some aspects regarding the genetic control of seed yield per plant.

The experimental results shown that into genetic control of the seed yield per plant, both additivity (g_i) and dominance (l, l_i, l_{ij}) effects of genes in the heredity of this genetically quantitative trait, have been involved. The „complete dominance” genetic mechanism (H₁/D)^{1/2} = 1.05 and Vr/Wr = 1.03, is confirmed by the result of graphical analysis, too.

The frequency of dominance genes was in excess vs. that of recessive ones. The dominant and recessive genes as well as the dominant and recessive alleles (H₂/4H₁ = 0.15) were symmetrically distributed among parents. The set of tested genitors did not emphasize the presence of a gene or a group closely associated, which obviously influence the tested trait (h²/H₂ = 0.23).

The heredity coefficients for the tested trait had values of 0.46, in narrow sense and 0.63, in large one.

Key words : chickpea breeding, seed yield per plant.

Cuvinte cheie: năut, ameliorare, producție de sămânță/plantă.

INTRODUCERE

Succesul în programele de ameliorare depinde de stadiul și nivelul cunoștințelor acumulate, referitor la aspectele teoretice ale naturii și mărimii acțiunii genelor implicate în determinismul genetic al producției, precum și de modalitățile de transmitere, fixare și manifestare în noile genotipuri a tuturor caracteristicilor genetice.

La năut, determinismul genetic al producției este complex, determinat de numărul ridicat de elemente componente și de interacțiunile multiple existente între acestea, precum și de faptul că fiecare element de productivitate are la rândul său o ereditate nu tocmai simplă.

Numeroși cercetători au studiat ereditatea și complexitatea interdependenței capacității de producție și a elementelor de productivitate la năut: D h a l i w a l și colab., 1973; K h a n și colab., 1975; C h a n d și colab., 1975.

¹S.C.D.A. Teleorman, județul Teleorman, e-mail: office@scdatr.ro

Shinde și colaboratorii (1990, 1991) au stabilit importanța efectelor genetice de aditivitate, dominanță și epistasie, precum și importanța acțiunii genelor neaditive cu supradominanță pentru majoritatea caracteristicilor de productivitate, iar Pandey și colaboratorii (1990), studiind componentele varianței genetice, ereditatea și progresul genetic, au stabilit că acțiunea genelor neaditive a fost importantă pentru toate caracterele de producție.

Salimath și colaboratorii (1988) au determinat varianța genetică și coeficientii de ereditate în sens restrâns pentru producția de sămânță, arătând că aceasta are cea mai ridicată valoare.

De asemenea, Singh și colaboratorii (1992), studiind varianța genetică a producției după metoda analizei dialele au concluzionat că în determinismul genetic al caracterului producția de sămânță pe plantă sunt implicate atât gene aditive, cât și neaditive.

Singh și colaboratorii (1993) au constatat că producția de sămânță pe plantă este un caracter controlat în egală măsură de efectele genetice aditive și neaditive, iar Chavan și colaboratorii (1994) au evidențiat importanța varianței genetice aditive pentru producție.

Studiul își propune elucidarea unor aspecte ale eredității producției de sămânță la năut, prin utilizarea unui sistem dialel de încrucișare a cinci genotipuri.

MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

În scopul stabilirii determinismului genetic al producției de sămânță pe plantă la năut, la S.C.D.A. Teleorman s-au organizat, în anii 2007-2008, o serie de experiențe care au cuprins 5 genotipuri parentale de năut de proveniență geografică diferită: P.I. 451628 (Iran), P.I. 107128 (Italia), P.I. 46219 (India), Bărbuța (România) și Stepnovoi (Bulgaria), alături de hibridii lor direcți în generația F_1 , obținuți prin încrucișare dialelă directă. Materialul biologic a fost semănat în câmp după metoda blocurilor randomizate, în trei repetiții. Producția de boabe a fost determinată prin cântărire la 10 plante de năut recoltate din fiecare repetiție.

Rezultatele experimentale au fost analizate statistic în următoarea succesiune: analiza varianței pentru grupe de experiențe (Ceapoiu, 1968), analiza varianței tabelului $\frac{1}{2}$ dialel (Walters și Morton, 1978), analiza covarianței și varianței șirurilor de hibridi cu un părinte comun (Jinks și Hayman, 1954; Hayman, 1954 a), estimarea componentelor varianței genetice și a coeficienților de ereditate (Jinks, 1954; Hayman, 1954 b; Mather și Jinks, 1974), părinții teoretici cu număr maxim de gene dominante și recesive, corelația dintre valorile medii parentale și suma covarianței și varianței corespunzătoare (Mather și Jinks, 1974).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Producția de sămânță pe plantă este un element de productivitate cu importanță deosebită în determinarea recoltei la cultura năutului.

Producția de sămânță pe plantă la formele parentale de năut studiate a variat între 1,12 g la soiul P.I. 451628 și 16,70 g la soiul Stepnovoi (tabelul 1).

Tabelul 1

Producția de sămânță pe plantă la genotipurile parentale de năut studiate
(The seed yield/plant of tested chickpea parental genotypes)

Nr. crt.	Genotipul	Producția de sămânță pe plantă (g)
1.	P.I. 451628	1,12
2.	P.I. 107128	3,62
3.	P.I. 462196	15,58
4.	Bărbuța	14,75
5.	Stepnovoi	16,70
Media		10,35
DL 5%		0,99
DL 1%		1,44
DL 0,1%		2,16

Rezultatele obținute evidențiază faptul că genotipurile analizate sunt foarte puternic diferențiate, fapt ce s-a manifestat și la hibridii obținuți, producția de sămânță pe plantă (g) înregistrând valori de la 1,12 g la genotipul P.I. 451628 și până la 25,21 g la hibridul P.I. 462196/Bărbuța (tabelul 2).

Tabelul 2

Valorile medii ale producției de sămânță pe plantă la cele cinci genotipuri parentale de năut și hibridii lor direcți în generația F₁

(Average values of seed yield/plant in five chickpea parental genotypes and their direct hybrids in F₁ generation)

Nr. crt.	Genotipul	Producția de sămânță pe plantă (g)
1.	P.I. 451628	1,12
2.	P.I. 451628/ P.I. 107128	1,85
3.	P.I. 451628/ P.I. 462196	12,45
4.	P.I. 451628/ Bărbuța	7,20
5.	P.I. 451628/ Stepnovoi	10,15
6.	P.I. 107128	3,61
7.	P.I. 107128/ P.I. 462196	10,98
8.	P.I. 107128/ Bărbuța	5,56
9.	P.I. 107128/ Stepnovoi	9,35
10.	P.I. 462196	15,57
11.	P.I. 462196/ Bărbuța	25,21
12.	P.I. 462196/ Stepnovoi	15,95
13.	Bărbuța	14,75
14.	Bărbuța/ Stepnovoi	15,30
15.	Stepnovoi	16,70
Media		11,77
DL 5%		8,129
DL 1%		10,94
DL 0,1%		14,55

Analiza varianței pentru grupe de experiențe (C e a p o i u, 1968) a evidențiat diferențe distinct semnificative între genotipurile luate în studiu (tabelul 3).

Tabelul 3

Analiza varianței pentru producția de sămânță pe plantă la năut
(ANOVA for seed yield/plant in chickpea)

Cauza variabilității	Producția de sămânță pe plantă (g)			
	SP	GL	s ²	F
Blocuri	43,4901	2	21,75	0,92
Genotipuri	1638,2020	14	117,0144	4,9610**
Eroare	660,4341	28	23,5869	
Coefficient de variabilitate (%)	41,2535			

** Semnificativ pentru 1%

Analiza varianței tabelului ½ dialel

Pentru stabilirea genelor implicate în controlul eredității caracterului producția de sămânță pe plantă, varianța genetică a fost descompusă în componentele sale: varianța genetică pentru aditivitate (g_i) și varianța genetică de dominanță (l , l_i și l_{ij}), după modelul propus de Walters și Morton (1978).

Pentru caracterul producția de sămânță pe plantă la năut, atât efectele de aditivitate (g_i) cât și cele de dominanță (l , l_i , l_{ij}) au fost distinct semnificative (testul F; tabelul 4).

Tabelul 4

Analiza varianței 1/2 dialelă pentru producția de sămânță pe plantă la năut
(Half diallel analysis of variance for seed yield/plant in chickpea)

Cauza variabilității	Producția de sămânță pe plantă (g)			
	SP	GL	s ²	F
Contribuția aditivă a genotipului i (g_i)	495,85	4	123,96	5,26**
Deviația medie datorată dominanței (l)	12,37	1	12,37	0,52
Deviația medie datorată genotipului i (l_i)	380,50	4	95,13	4,03*
Deviația medie datorată încrucișării $i \times j$ (l_{ij})	170,41	5	34,08	1,44
Eroare	660,44	28	23,59	

* Semnificativ pentru 5%

** Semnificativ pentru 1%

Rezultatele obținute sugerează faptul că în controlul genetic al producției de sămânță pe plantă la năut sunt implicate atât componentele genetice de aditivitate (g_i), cât și cele de dominanță (l , l_i , l_{ij}).

Deși dominanța este implicată în ereditatea producției de sămânță pe plantă la năut, datele relevă o importanță mai mare a efectelor de aditivitate a genelor în ereditatea acestui caracter, având o pondere mai însemnată în varianța genetică totală.

Semnificația tuturor celor trei tipuri de efecte de dominanță evidențiază următoarele aspecte:

- dominanța producției de sămânță pe plantă la năut este ambidirecțională (componenta l);
- alelele pozitive și negative care controlează acest caracter sunt relativ inegal repartizate între părinți (componenta l_i);
- pentru setul de genitori studiat și pentru caracterul urmărit este de remarcat prezența unei dominanțe reziduale ne semnificative, datorată probabil reacției specifice a unora dintre hibrizi (componenta l_{ij}).

Modelul matematic:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + l + l_i + l_{ij} \text{ (Walters și Morton, 1978).}$$

Acest model permite detalierea la nivelul fiecărui genotip parental atât a efectelor de aditivitate, cât și a celor de dominanță, făcând posibilă o apreciere din acest punct de vedere a tuturor celor cinci genotipuri parentale.

Astfel, din punctul de vedere al efectelor de aditivitate (g_i), genotipurile de năut Stepnovoi, P.I. 462196, Bărbuța și P.I. 107128 au contribuit la creșterea producției de sămânță pe plantă, iar genotipul P.I. 451628 a condus la scăderea acesteia (tabelul 5).

Tabelul 5

Efectele de aditivitate ale genotipurilor parentale (g_i) pentru producția de sămânță pe plantă la năut

[Additivity effects of parental genotypes (g_i) for seed yield/plant in chickpea]

Nr. crt.	Genotipul	Producția de sămânță pe plantă (g)
1	P.I. 451628	-5,6953 ± 1,5725
2	P.I. 107128	0,9513 ± 1,5725
3	P.I. 462196	1,5313 ± 1,5725
4	Bărbuța	1,1197 ± 1,5725
5	Stepnovoi	2,0930 ± 1,5725
	Σg _i	0

Analizând efectele de dominanță, pentru caracterul studiat, s-a constatat că soiurile P.I. 462196, Bărbuța și P.I. 451628 au generat deviații pozitive de dominanță suplimentară, iar soiurile Stepnovoi și P.I. 107128, deviații negative de dominanță suplimentară. Ambele tipuri de deviații de dominanță suplimentară, pozitivă sau negativă, s-au datorat genotipului i (l_i) (tabelul 6).

Combi națiile hibride cu reacție specifică pozitivă pentru producția de sămânță pe plantă la năut (deviații ale dominanței datorate încrucișării i x j = l_{ij}) au fost: P.I. 462196/Bărbuța, P.I. 107128/Stepnovoi, P.I. 451628/Stepnovoi și P.I. 451628/P.I. 107128, iar combinațiile hibride cu reacție specifică negativă pentru acest caracter au fost: P.I. 462196/Stepnovoi, P.I. 107128/Bărbuța, P.I. 451628/Bărbuța, P.I. 107128/P.I. 462196, P.I. 451628/P.I. 462196 și Bărbuța/Stepnovoi (tabelul 7).

Tabelul 6

Deviațiile dominanței suplimentare datorate genotipului i (l_i) pentru producția de sămânță pe plantă la năut
(Deviations of supplementary dominance due to genotype i (l_i) for seed yield/plant in chickpea)

Nr. crt.	Genotipul	Producția de sămânță pe plantă (g)
1	P.I. 451628	1,04 ± 3,6691
2	P.I. 107128	-6,90 ± 3,6691
3	P.I. 462196	4,80 ± 3,6691
4	Bărbuța	1,44 ± 3,6691
5	Stepnovoi	-0,38 ± 3,6691
	Componenta l_i	-1,11 ± 2,36

Tabelul 7

Deviația de dominanță (l_{ij}) datorată încrucișării i x j pentru producția de sămânță pe plantă la năut
(Dominance deviation (l_{ij}) due to i x j crossing for seed yield/plant in chickpea)

Nr. crt.	Genotipul matern	Genotipul patern			
		P.I. 107128	P.I. 462196	Bărbuța	Stepnovoi
1.	P.I. 451628	1,0544	-0,6311	-2,1089	1,6856
2.	P.I. 107128		-0,7978	-2,04422	2,1856
3.	P.I. 462196			4,9256	-3,4967
4.	Bărbuța				-0,3744
5.	Stepnovoi				

Var (l_{ij}) = 3,9312

Analiza grafică a covarianței (W_r) și varianței (V_r)

Studiul varianței genetice totale pentru caracterul studiat s-a bazat pe analiza grafică a covarianței (W_r) și varianței (V_r), precum și pe determinarea componentelor varianței lor genetice.

Prima fază a acestei analize este reprezentată de analiza varianței diferenței dintre covarianța și varianța ($W_r - V_r$) celor cinci șiruri de genotipuri parentale, ca test de omogenitate al valorilor covarianței (W_r) și ale varianței (V_r) acestora (tabelul 8).

Tabelul 8

Analiza varianței $W_r - V_r$ pentru producția de sămânță pe plantă la năut
(ANOVA $W_r - V_r$ for seed yield/plant in chickpea)

Cauza variabilității	Producția de sămânță pe plantă (g)			
	SP	GL	s^2	F
Repetiții	507,17	2	253,58	5,26 *
Genotipuri (șiruri)	690,36	4	172,59	3,58 ^{NS}
Eroare	385,64	8	48,21	
Total	1583,17	14		

* Semnificativ pentru 5%

Rezultatele acestei analize au demonstrat că pentru caracterul studiat valorile diferenței dintre covarianță și varianța șirurilor de hibrizi cu un părinte comun ($W_r - V_r$) sunt relativ omogene și ne semnificativ diferite.

Aceasta presupune că interacțiunile nealelice implicate în controlul genetic al producției de sămânță (pentru acest set de genotipuri) nu au un nivel care să complice manifestarea lor, confirmând faptul că modelul de aditivitate x dominanță propus pentru explicarea eredității acestui caracter genetic este adecvat. Același lucru este confirmat de lipsa de semnificație față de unitate a pantei drepte de regresie (figura 1).

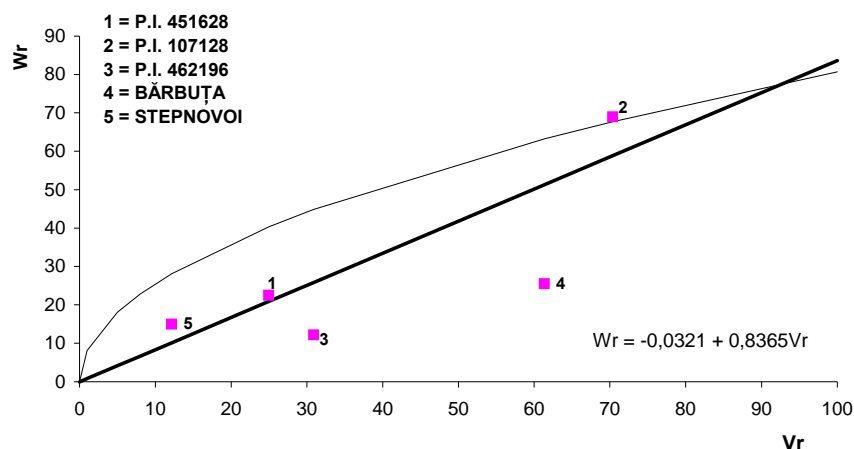


Fig. 1 – Analiza grafică a covarianței (W_r) și varianței (V_r) pentru producția de sămânță pe plantă la năut. S.C.D.A. Teleorman, 2008
(Graphical analysis of covariance (W_r) and variance (V_r) for seed yield/plant in chickpea. ARDS Teleorman, 2008)

Analiza grafică a covarianței și varianței șirurilor de hibrizi cu un părinte comun scoate în evidență următoarele:

- intersecția ordonatei W_r de către dreapta de regresie, imediat sub punctul de origine, indică un determinism genetic de tip „dominanță completă”;
- depărtarea parabolei și a punctelor față de dreapta de regresie arată că atât efectele de dominanță, cât și cele de aditivitate au rol important în determinismul genetic al caracterului;
- din distribuția genotipurilor parentale, de-a lungul drepte de regresie, se deduce tipul genelor (dominante și/sau recesive), implicate în controlul producției de sămânță pe plantă la cele cinci genotipuri parentale. Astfel, genotipul

cu cel mai mare cumul de gene dominante este Stepnovoi, iar genotipul cu cel mai mare cumul de gene recesive este P.I. 101728;

➤ niciunul dintre genotipurile parentale studiate nu se apropie de părintele teoretic cu un cumul maxim de gene dominante sau recesive.

Estimarea componentelor varianței genetice și a coeficienților de ereditate

Pe baza covarianței (W_r) și varianței (V_r) șirurilor de hibrizi cu un părinte comun s-au determinat o serie de componente ale varianței genetice, obținându-se următorii parametri genetici: D , H_1 , H_2 , F și h^2 , precum și o serie de valori proporționale dintre aceștia, care au o anumită semnificație genetică.

Rezultatele au evidențiat faptul că valorile parametrilor genetici, care caracterizează producția de sămânță pe plantă, sunt semnificative, acest caracter nefiind influențat prea mult de condițiile de mediu.

Valorile foarte semnificative, atât ale parametrului D (care estimează efectele de aditivitate), cât și ale parametrilor H_1 și H_2 (care estimează efectele de dominanță), au confirmat faptul că ambele tipuri de efecte au un rol important în ereditatea acestui caracter.

Valoarea pozitivă a parametrului F sugerează faptul că frecvența genelor dominante este în exces față de cea a genelor recesive.

Rapoartele $(H_1/D)^{1/2}$ și V_r/W_r , cu valori foarte apropiate de 1 (unu), evidențiază faptul că determinismul genetic al acestui caracter este de tip „dominanță completă”, confirmând rezultatele analizei grafice.

Raportul numărului total de gene dominante și recesive din cadrul genotipurilor parentale studiate $[(4DH_1)^{1/2} + F / (4DH_1)^{1/2} - F]$, supraunitar și diferit de 1 (unu), evidențiază asimetria distribuției genelor dominante și recesive care controlează acest caracter printre părinți. Acest aspect este confirmat și de raportul $H_2/4H_1$ (estimează repartizarea relativă a alelelor dominante și recesive printre părinți), care are o valoare mai mică decât valoarea teoretică de 0,25 (ce apare atunci când aceste alele au o frecvență egală).

Valoarea subunitară (0,3749) a raportului $\frac{1}{2} F/[D(H_1-H_2)]^{1/2}$, care apreciază gradul mediu de variație al dominanței la nivelul diferiților loci, arată că dominanța nu este variabilă de la un locus la altul.

Din valoarea mică a raportului h^2/H_2 (care estimează numărul de gene strâns asociate) rezultă că, pentru acest set de genitori, nu există o genă sau un grup de gene dominante bine determinat, care să influențeze ereditatea acestui caracter.

Coeficienții de ereditate pentru caracterul producția de sămânță pe plantă la năut au un nivel relativ mediu, valoarea acestora fiind de 0,4616 în sens restrâns și 0,6325 în sens larg (tabelul 9).

Tabelul 9
Valorile componentelor varianței genetice pentru producția de sămânță pe plantă la năut
 (Values of genetical variance components for seed yield/plant in chickpea)

Nr. crt.	Parametrii genetici	Producția de sămânță pe plantă (g)
1	D	63,5685 ± 4,1499
2	H ₁	70,2878 ± 11,2072
3	H ₂	43,8703 ± 10,1650
4	F	30,7231 ± 10,3663
5	h ²	10,1495 ± 6,8629
<i>Valori proporționale</i>		
6	$(H_1/D)^{1/2}$	1,0515
7	V _r /W _r	1,0385
8	H ₂ /4H ₁	0,1560
9	$\frac{(4DH_1)^{1/2} + F}{(4DH_1)^{1/2} - F}$	1,5968
10	$\frac{1/2F}{[D(H_1 - H_2)]^{1/2}}$	0,3749
11	h ² /H ₂	0,2314
12	Coefficienții de ereditate: - în sens restrâns - în sens larg	0,4616 0,6325

Părinții teoretici cu număr maxim de gene dominante și recesive, corelația dintre valorile medii parentale și suma covarianței și varianței șirului de hibrizi cu un părinte comun și ordinea dominanței

Din compararea sumei covarianței și varianței (W_r + V_r) șirurilor de hibrizi cu un părinte comun cu valorile părinților teoretici cu maximum de gene dominante (W_r' + V_r') sau recesive (W_r'' + V_r''), pentru caracterul analizat este evident că niciunul dintre genotipurile parentale utilizate în acest studiu nu se apropie de valoarea părintelui teoretic cu număr maxim de gene dominante (tabelul 10).

Tabelul 10
Suma covarianței și varianței șirurilor de hibrizi cu un părinte comun (W_r+V_r), valorile părinților teoretici cu maximum de gene dominante (W_r' + V_r') și recesive (W_r'' + V_r''), corelațiile dintre valorile medii parentale (Y_r) și (W_r+V_r) și ordinea dominanței pentru producția de sămânță pe plantă la năut

[Sum of covariance and variance of hybrid rank with a common parent (W_r+V_r), values of theoretical parents with maximum dominant genes (W_r' + V_r') and recessive ones (W_r'' + V_r''), correlations between average parental values (Y_r) and (W_r + V_r) and dominance order for seed yield/plant in chickpea]

Nr. crt.	Genotipul parental	Producția de sămânță pe plantă (g)			
		Y _r	W _r + V _r	W _r ' + V _r '	W _r '' + V _r ''
1	P.I. 451628	1,12	47,45		
2	P.I. 107128	3,62	139,31		287,7198
3	P.I. 462196	15,58	43,10		
4	Bărbuța	14,75	86,80		
5	Stepnovoi	16,70	27,11	- 0,0321	
Corelația dintre Y _r și W _r +V _r (r)		- 0,4486 ^{NS}			
Ordinea dominanței		5, 3, 1, 4, 2			

Ordinea de dominanță pentru caracterul producția de sămânță pe plantă la năut este următoarea: Stepnovoi, P.I. 462196, P.I. 451628, Bărbuța și P.I. 107128.

Corelația negativă și ne semnificativă (-0,4486) dintre fenotipul părinților (Yr) și suma covarianței și varianței șirului de hibrizi cu un părinte comun (Wr + Vr) indică faptul că valorile mari ale producției de sămânță pe plantă sunt determinate de gene dominante.

CONCLUZII

□ Diferențele dintre cele 15 genotipuri de năut analizate în privința producției de sămânță pe plantă au fost semnificative.

□ În ereditatea producției de sămânță pe plantă la năut au fost implicate atât efectele de aditivitate, cât și efectele de dominanță ale genelor, rol preponderent având efectele de dominanță.

□ Determinismul genetic al producției de sămânță pe plantă la năut este de tip „dominanță completă”, confirmat și de rezultatul analizei grafice.

□ Genele dominante și recesive au fost asimetric distribuite printre părinți, iar frecvența genelor dominante este în exces față de cea a genelor recesive.

□ Dominanța nu a fost variabilă de la un locus la altul.

□ Producția de sămânță pe plantă la năut este un caracter genetic cantitativ cu ereditate relativ ridicată, coeficientul de ereditate în sens restrâns fiind de 0,46, iar în sens larg, de 0,63.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- CEAPOIU, N., 1968 – *Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice*. Edit. Agro-Silvică, București.
- CHAND, H., SRIVASTAWA, L.S., TREHAN, K.B., 1975 – *Estimates of genetic parameters, correlation coefficients and path-coefficient analysis in gram (Cicer arietinum L.)*. Madras Agricultural J., 62 (4): 178-181.
- CHAVAN, V.W., PATH, H.S., RASAL, P.N., 1994 – *Genetic variability, correlation studies and their implications in selection of high yielding genotypes of chickpea*. Madras Agricultural Journal, 81 (9): 463-465.
- DHALIWAL, H.S., GILL, A.S., 1973 – *Studies of heterosis, combining ability and inheritance of yield and yield components in a diallel cross of Bengal gram (Cicer arietinum L.)*. Theor. Appl. Genet., 43: 381-386.
- HAYMAN, B.I., 1954 a – *The analysis of variance of diallel tables*. Biometrics, 10: 235-244.
- HAYMAN, B.I., 1954 b – *The theory and analysis of diallel crosses*. Genetics, 39: 789-809.
- JINKS, J.L., HAYMAN, B.I., 1953 – *The analysis of diallel crosses*. Maize Genet. News Letter, 27: 48-54.
- JINKS, J.L., 1954 – *The analysis of heritable variation in diallel cross of Nicotiana tabacum rusticana varieties*. Genetics, 39: 769-788.
- KHAN, A., CHAUDHRY, A. M., 1975 – *Interrelationship between yield and other plant characters in gram (Cicer arietinum L.)*. Journal of Agricultural Research, Pakistan, 13 (3): 589-592.
- MATHER, K., JINKS, L., 1974 – *Biometrical genetics*. Chapman and Hall Ltd., London: 249-271.
- PANDEY, R.L., TIWARI, A.S., THAKUR, S.K., 1990 – *Genetic variance and heritability under different genetic backgrounds of chickpea*. Indian Journal of Pulses Research, 3 (2): 117-120.

- SALIMATH, P.M., BAHL, P.N., 1988 – *Genetic analysis of seed yield and its attributes in chickpea (Cicer arietinum L.)*. Mysore J. Agric. Sci., 22: 31-38.
- SHINDE, N.V., DESHMUKH, R.B., 1990 – *Heterosis and inbreeding depression for yield and its components in chickpea*. Indian Journal of Pulses Research, 3 (2): 121-126.
- SHINDE, N.V., DESHMUKH, R.B., 1990 – *Inheritance of quantitative characters in chickpea*. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 50 (4): 342- 347.
- SHINDE, N.V., DESHMUKH, R.B., 1991 – *Inheritance of grain yield and its components in chickpea*. Legume Research, 14 (2): 67-72.
- SINGH, O., GOWDA, C.L.L., SETHI, S.C., DASGUPTA, T., SMITHSON, J.B., 1992 – *Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. I. Estimates of genetic variances from diallel mating designs*. Theor. Appl. Genet., 83: 956-962.
- SINGH, O., GOWDA, C.L.L., SETHI, S.C., DASGUPTA, T., KUMAR, J., SMITHSON, J.B., 1993 – *Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. II Estimates of genetic variances from line x tester mating designs*. Theor. Appl. Genet., 83: 1010-1016.
- WALTERS D.E, MORTON, J.R., 1978 – *On the analysis of variance of half diallel tables*. Biometrics, 34: 91-94.

Prezentată Comitetului de redacție la 28 aprilie 2010