

## **STUDIUL EREDITĂȚII TALIEI PLANTEI LA NĂUT (*Cicer arietinum* L.)**

**GENETIC CONTROL OF PLANT HEIGHT IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.)**

RODICA STURZU<sup>1</sup>

### **Abstract**

The hybridological study of five chickpea parental genotypes and their direct hybrids in  $F_1$  generation elucidated some aspects regarding the genetic control of high plant.

The experimental results shown that into genetic control of the plant height, both additive ( $g_i$ ) and dominance ( $l, l_i, l_{ij}$ ) effects of genes, with role into heredity of this genetically quantitative trait, have been involved. They acted as "supradominance" genetic mechanism ( $(H_1/D)^{1/2} = 1.40$  and  $V_r/W_r = 1.88$ , 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 ( $H_2/4H_1 = 0.15$ ) were symmetrically distributed among parents.

The set of tested genitors did not emphasize the presence of a gene or a group of them closely associated, which obviously influence the tested trait ( $h^2/H_2 = 0.32$ ).

The heredity coefficients for the tested trait had values of 0.57, in narrow sense and 0.97, in large one.

**Key words:** chickpea, breeding, plant height.

**Cuvinte cheie:** năut, ameliorare, talia plantei.

### **INTRODUCERE**

Năutul este o leguminoasă pentru boabe cu importanță alimentară deosebită datorită conținutului ridicat în proteine și a calităților terapeutice.

Talia plantelor este considerat un obiectiv de ameliorare important la năut, având în vedere avantajele care decurg din realizarea acestui deziderat: recoltarea mecanizată cu pierderi minime de producție.

Talia plantei la năut este un caracter cu o mare variabilitate (în privința înălțimii efective), controlată predominant de gene aditive și neaditive, fapt constatat de numeroși cercetători, precum Singh și colab. (1977), Bhatt și Singh (1980), Salimath și Bahl (1988), care au constatat că înălțimea plantei este un caracter genetic controlat în egală măsură de componentele varianței aditive și varianței neaditive, și confirmat și de către Misra (1991),

---

<sup>1</sup> S.C.D.A. Teleorman, județul Teleorman. E-mail: [office@scdatr.ro](mailto:office@scdatr.ro)

Bejiga și colab. (1992), Singh și colab. (1992), Rao și colab. (1994), Chavan și colab. (1994).

În consecință, selecția pentru caracterul înălțimea plantei poate fi efectuată în generații avansate, ținând seama de reducerea dominanței, interacțiunea aditivitate x dominanță și dominanță x dominanță.

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

### MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

În scopul stabilirii determinismului genetic al taliei plantei la năut, s-au organizat, la S.C.D.A. Teleorman, în pedrioada 2009-2010, experiențe care au cuprins cinci genotipuri parentale de năut de proveniență geografică diferită: P.I. 451628 (Iran), P.I. 107128 (Italia), P.I. 462196 (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. Talia plantei a fost determinată în câmp prin măsurători efectuate la maturitate, 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

Talia plantei la năut este un caracter cantitativ cu importanță în determinarea perioadei de vegetație și a producției, având un rol major în recoltarea mecanizată.

Talia plantei la formele parentale de năut studiate a variat între 35,00 cm la soiul P.I. 451628 și 51,97 cm la soiul Stepnovoi (tabelul 1).

Rezultatele obținute evidențiază faptul că genotipurile analizate sunt foarte puternic diferențiate, ceea ce s-a manifestat și la hibridii obținuți, talia plantei înregistrând valori de la 33,73 cm la genotipul hibrid P.I. 107128/Stepnovoi și până la 48,20 cm la genotipul hibrid P.I. 462196/ Bărbuța (tabelul 2).

Tabelul 1

**Talia plantei la genotipurile parentale de năut studiate**  
(The plant height of tested chickpea parental genotypes)

Nr. crt.	Genotipul	Talia plantei (cm)
1	P.I. 451628	35,00
2	P.I. 107128	38,00
3	P.I. 462196	43,87
4	Bărbuța	44,37
5	Stepnovoi	51,97
Media		42,64
DL 5%		2,21
DL 1%		3,21
DL 0,1%		4,82

Tabelul 2

**Valorile medii ale taliei plantei la genotipurile parentale și hibridii lor direcți în generația F<sub>1</sub>**  
(Average values of plant height in five chickpea parental genotypes and their direct hybrids in F<sub>1</sub> generation)

Nr. crt.	Genotipul	Talia plantei (cm)
1	P.I. 451628	35,00
2	P.I. 451628/ P.I. 107128	35,17
3	P.I. 451628/ P.I. 462196	41,20
4	P.I. 451628/ Bărbuța	40,13
5	P.I. 451628	33,87
6	P.I. 107128	38,00
7	P.I. 107128/ P.I. 462196	45,00
8	P.I. 107128/ Bărbuța	43,17
9	P.I. 107128/ Stepnovoi	33,73
10	P.I. 462196	43,87
11	P.I. 462196/ Bărbuța	48,20
12	P.I. 462196	41,03
13	Bărbuța	44,37
14	Bărbuța/ Stepnovoi	44,10
15	Stepnovoi	51,97
Media		41,25
DL 5%		1,61
DL 1%		2,17
DL 0,1%		2,88

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).

Diferențele distinct semnificative dintre genotipuri au facilitat studiul detaliat al varianței acestui caracter, cu ajutorul metodelor statistice amintite anterior.

Tabelul 3

**Analiza varianței pentru talia plantei la năut**  
(ANOVA for plant height in chickpea)

Cauza variabilității	Talia plantei (cm)			
	SP	GL	s <sup>2</sup>	F
Blocuri	0,6375	2	0,32	0,34
Genotipuri	12135260	14	86,6804	93,2341**
Eroare	26,0318	28	0,9297	
Coefficient de variabilitate (%)	2,3369			

\*\* Semnificativ pentru 1%

**Analiza varianței tabelului ½ dialel**

Pentru stabilirea genelor implicate în controlul eredității caracterului talia plantei, 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 talia plantei la năut, atât efectele de aditivitate ( $g_i$ ), cât și cele de dominanță ( $l$ ,  $l_i$ ,  $l_{ij}$ ) au fost distinct semnificative în testul F (tabelul 4).

Tabelul 4

**Analiza varianței 1/2 dialelă pentru talia plantei la năut**  
(Half diallel analysis of variance for plant height in chickpea)

Cauza variabilității	Talia plantei (cm)			
	SP	GL	s <sup>2</sup>	F
Contribuția aditivă a genotipului $i$ ( $g_i$ )	514,12	4	128,53	138,29**
Deviația medie datorată dominanței ( $l$ )	43,26	1	43,26	46,55**
Deviația medie datorată genotipului $i$ ( $l_i$ )	457,34	4	114,34	123,02**
Deviația medie datorată încrucișării $l \times j$ ( $l_{ij}$ )	45,48	5	9,10	9,79**
Eroare	26,02	28	0,93	

\*\* Semnificativ pentru 1%

Rezultatele obținute sugerează faptul că în controlul genetic al taliei plantei 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 taliei plantei 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 taliei plantei la năut este unidirecțională (componenta l);
- alelele pozitive și negative care controlează aceste caractere sunt relativ inegal repartizate între părinți (componenta  $l_i$ );
- pentru acest set de genitori și pentru caracterul urmărit este de semnalat prezența unei dominante reziduale semnificative, datorată probabil reacției specifice a unora dintre hibrizi (componenta  $l_{ij}$ ).

Modelul matematic:  $Y_{ij} = m + g_i + g_j + l + l_i + l_{ij}$  (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, Bărbuța și P.I. 462196 au contribuit la creșterea taliei plantei, iar genotipurile P.I. 451628 și P.I. 107128 au condus la scăderea acesteia (tabelul 5).

Tabelul 5

**Efectele de aditivitate ale genotipurilor parentale ( $g_i$ ) pentru talia plantei la năut**  
 [Additivity effects of parental genotypes ( $g_i$ ) for plant height in chickpea]

Nr. crt.	Genotipul	Talia plantei (cm)
1	P.I. 451628	-3,8200 ± 0,0620
2	P.I. 107128	-2,3200 ± 0,0620
3	P.I. 462196	0,6133 ± 0,0620
4	Bărbuța	0,8633 ± 0,0620
5	Stepnovoi	4,6633 ± 0,0620
	$\Sigma g_i$	0

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

Tabelul 6

**Deviațiile dominanței suplimentare datorate genotipului  $l_i$  pentru talia plantei**  
 (Deviations of supplementary dominance due to genotype  $l_i$  for plant height in chickpea)

Nr. crt.	Genotipul	Talia plantei (cm)
1	P.I. 451628	-0,1400 ± 0,1446
2	P.I. 107128	0,6000 ± 0,1446
3	P.I. 462196	3,7800 ± 0,1446
4	Bărbuța	3,5900 ± 0,1446
5	Stepnovoi	-7,8300 ± 0,1446
	$l_i$	- 2,08 ± 0,09

Combi-națiile hibride cu reacție specifică pozitivă pentru talia plantei la năut (deviații ale dominanței datorate încrucișării  $i \times j = l_{ij}$ ) au fost: Bărbuța/Stepnovoi, P.I. 107128/P.I. 462196 și P.I. 451628/Stepnovoi, iar combinațiile hibride cu reacție specifică negativă pentru acest caracter au fost: P.I. 107128/Stepnovoi, P.I. 462196/Bărbuța, P.I. 451628/Bărbuța și P.I. 462196/Stepnovoi (tabelul 7).

Tabelul 7

**Deviația de dominanță ( $l_{ij}$ ) datorată încrucișării  $i \times j$  pentru talia plantei la năut**  
(Domination deviation ( $l_{ij}$ ) due to  $i \times j$  crossing for plant height in chickpea)

Nr. crt.	Genotipul matern	Genotipul patern			
		2	3	4	5
1	P.I. 451628	0,2889	0,2000	-0,9222	0,4333
2	P.I. 107128		1,7667	-0,1222	-1,9333
3	P.I. 462196			-1,2111	-0,7556
4	Bărbuța				2,2556
5	Stepnovoi				

Var ( $l_{ij}$ ) = 0,1549

**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

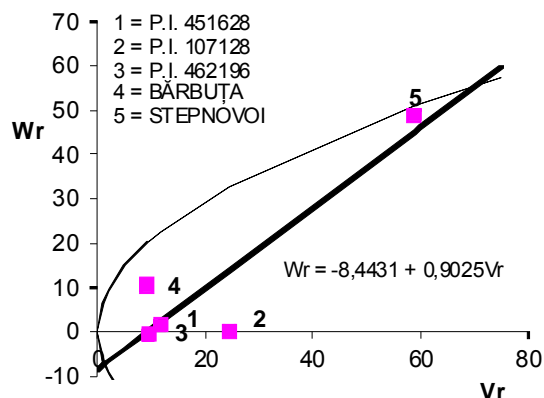
**Analiza varianței  $W_r - V_r$  pentru talia plantei la năut**  
(ANOVA  $W_r - V_r$  for plant height in chickpea)

Cauza variabilității	Talia plantei (cm)			
	SP	GL	$s^2$	F
Repetiții	47,44	2	23,720	1,76 <sup>NS</sup>
Genotipuri (șiruri)	655,56	4	163,890	2,15 <sup>NS</sup>
Eroare	608,12	8	76,015	
Total	1311,12	14	-	

NS – ne semnificativ

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 taliei plantei (pentru acest set de genotipuri) nu au un nivel care să complice manifestarea lor, confirmând faptul că modelul de aditivitate  $\times$  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 (Wr) și varianței (Vr) pentru talia plantei la năut.**  
(Graphical analysis of covariance (Wr) and variance (Vr) for plant height in chickpea)  
**Teleorman, 2010**

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

- intersectarea ordonatei Wr sub punctul de origine, având valoare negativă, indică un determinism genetic de tip „supradominantă”;
- depărtarea parabolei și a punctelor față de linia de regresie arată că atât efectele de dominanță, cât și cele de aditivitate au rol 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 taliei plantei la cele cinci genotipuri parentale. Astfel, genotipul cu cel mai mare cumul de gene dominante este P.I. 462196, iar genotipul cu cel mai mare cumul de gene recesive este Stepnovoi;
- 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 (Wr) și varianței (Vr) șirurilor de hibrizi cu un părinte comun s-au determinat o serie de componente ale varianței genetice, obținându-se următorii parametri genetici: D, H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, F și h<sup>2</sup>, 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 talia plantei, 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), confirmă 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 supraunitare evidențiază faptul că determinismul genetic al acestui caracter este de tip „supradominanță”, 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, lucru confirmat și de raportul  $H_2/4H_1$  (care estimează repartizarea relativă a alelelor dominante și recesive printre părinți), care are o valoare mai mică decât valoarea teoretică de 0,25 (care apare atunci când aceste alele au o frecvență egală).

Tabelul 9

**Valorile componentelor varianței genetice pentru talia plantei la năut**  
(Values of genetical variance components for plant height in chickpea)

Nr. crt.	Parametrii genetici	Talia plantei (cm)
1	D	42,8312 ± 2,3551
2	$H_1$	83,9701 ± 6,3603
3	$H_2$	52,0575 ± 5,7688
4	F	38,1977 ± 5,8831
5	$h^2$	16,7107 ± 3,8948
<i>Valori proporționale</i>		
6	$(H_1/D)^{1/2}$	1,4002
7	$V_r/W_r$	1,8842
8	$H_2/4H_1$	0,1550
9	$\frac{(4DH_1)^{1/2} + F}{(4DH_1)^{1/2} - F}$	1,9346
10	$\frac{1/2F}{[D(H_1 - H_2)]^{1/2}}$	0,5166
11	$h^2/H_2$	0,3210
12	Coefficienții de ereditate: - în sens restrâns - în sens larg	0,5672 0,9712



Valoarea intermediară (0,51) între 0 (zero) și 1 (unu) 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 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.

Coeicienții de ereditate pentru caracterul talia plantei la năut au un nivel relativ ridicat, valoarea acestora fiind de 0,5672 în sens restrâns și 0,9712 în sens larg (tabelul 9).

**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 recesive, cu excepția soiului Stepnovoi.

Ordinea de dominanță pentru caracterul talia plantei la năut este următoarea: P.I. 462196, P.I. 451628, Bărbuța, P.I. 107128, Stepnovoi.

Corelația pozitivă și nesemnificativă (0,7729) dintre fenotipul părinților ( $Y_r$ ) și suma covarianței și varianței șirului de hibrizi cu un părinte comun ( $W_r + V_r$ ) indică faptul că valorile mari ale taliei plantei sunt determinate de gene recesive (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**  
 (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 plant height in chickpea)

Nr. crt.	Genotipul parental	Talia plantei (cm)			
		$Y_r$	$W_r + V_r$	$W_r' + V_r'$	$W_r'' + V_r''$
1	P.I. 451628	35,00	13,06		
2	P.I. 107128	38,00	24,70		
3	P.I. 462196	43,87	8,65	-6,1047	
4	Bărbuța	44,37	19,66		
5	Stepnovoi	51,97	107,74		127,02
Corelația dintre $Y_r$ și $W_r + V_r$ (r)		0,7729 <sup>NS</sup>			
Ordinea dominanței		3, 1, 4, 2, 5			

## CONCLUZII

- Diferențele dintre cele 15 genotipuri de năut analizate, în privința taliei plantei, au fost foarte semnificative.
- În ereditatea taliei plantei 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 taliei plantei la năut este de tip „supradominanță”, confirmat și de rezultatul analizei grafice.
- Frecvența genelor dominante a fost în exces față de cea a genelor recesive.
- Genele dominante și recesive au fost asimetric distribuite printre părinți.
- Dominanța nu a fost variabilă de la un locus la altul.
- Talia plantei la năut este un caracter genetic cantitativ cu un coeficient de ereditate în sens restrâns de 0,57, iar în sens larg de 0,97.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BEJIGA, G., SEIFU, TSEGAYE, ABEBE TULLU, 1992 – *Performance and stability of some chickpea (Cicer arietinum L.) varieties in Ethiopia*. Crop Research (Hisar), 5 (3): 478-484.
- BHATT, D.D., SINGH, D.P., 1980 – *Combining ability in chickpea*. Indian J. Genet., 40: 456-460.
- CEAPOIU, N., 1968 - *Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice*. Edit. Agro-Silvică, București.
- 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.
- 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., 1954 - *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.
- MATHER, K., JINKS, L., 1974 - *Biometrical genetics*. Chapman and Hall Ltd., London: 249-271.
- MISRA, R.C., 1991 – *Stability of heritability, genetic advance, and character association estimates in chickpea*. International Chickpea Newsletter, 25: 10-11.
- RAO, S.S., SINHA, R., DAS, G.K., 1994 – *Genetic variability, heritability, expected genetic advance and correlation studies in chickpea*. Indian Journal of Pulses Research, 7 (1): 25-27.
- 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.
- SINGH, K.P., SINGH, V.P., CHAUDHARY, B.D., 1977 – *Path coefficient analysis in chickpea (Cicer arietinum L.)*. Z. Pflanzenzuchtung, 79 (3): 219-223.
- 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.
- WALTERS, D.E, MORTON, J.R., 1978 - *On the analysis of variance of half diallel tables*. Biometrics, 34: 91-94.