



**НАСЛЕДЯВАНЕ НА КОЛИЧЕСТВЕНИ ПРИЗНАЦИ, НЯКОИ БИОМЕТРИЧНИ  
ПОКАЗАТЕЛИ И ИЗМЕНЧИВОСТ НА ГЕНЕТИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ  
ПРИ ЦАРЕВИЧНИЯ ХИБРИД *КНЕЖА 442***

**I. ДЪЛЖИНА НА КОЧАНА, БРОЙ РЕДОВЕ В КОЧАН И БРОЙ ЗЪРНА В РЕД**

**INHERITANCE OF QUANTITATIVE SIGNS AND SOME BIOMETRIC INDEXES  
AND MUTABILITY OF THE GENETIC INDEXES OF *KNEZHA 442*  
MAIZE HYBRID**

**I. LENGTH OF THE EAR, NUMBER OF ROWS, NUMBER OF GRAINS PER ROW**

**Наталия Петровска\*, Валентина Вълкова  
Natalya Petrovska\*, Valentina Valkova**

Институт по царевицата – Кнежа  
Maize Research Institute – Knezha

**\*E-mail: Natalya\_hristova@abv.bg**

**Abstract**

A new mid-early maize hybrid of the Maize Research Institute in Knezha – *Knezha 442* – was included in a research during 2013-2015. It showed results for the inheritance of quantitative signs, some biometric indexes and their mutability under various conditions of growing.

The aim of the study was to analyse and evaluate the prevalent gene effects in the inheritance of quantitative signs of maize, their relation to heterosis manifestations and the gene effects, which complete the breeding evaluation of that newly-created and promising hybrid of the Maize Research Institute in Knezha.

It was found that for the indexes of ear length and number of grains per row there was a high manifestation of heterosis, which varied under the changing growing conditions without modifying the direction of the manifestation. There was an unproven positive to negative heterosis with the number of rows index. The overdominance was of the utmost importance for the inheritance of those indexes. The inheritance of the number of rows was intermediate or with the aid of positive overdominance. The dominant gene effects had the biggest share in the inheritance of those quantitative indexes.

**Keywords:** heterosis, gene effects, hybrid *Knezha 442*, parameters of the cob.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Въпросът за създаване и оценка на изходния материал е един от най-важните в хетерозисната селекция, която е основен метод при царевицата

като култура. Въпреки че за възникване на хетерозиса има различни теории, целенасочените изследвания в тази област доказват, че той не може да бъде обяснен с която и да е една-единствена генетична причина, а е сумарен ефект от действието на различни генетични причини – доминиране, свръхдоминиране, неалелно взаимодействие и цитоплазматични ефекти (Genova, 1986). Задълбоченият анализ на проявите на хетерозис, закономерностите и генетичният контрол при наследяване на количествените признаци при царевицата не само допълва теоретичните познания за хетерозиса като биологично явление, но и позволява работа с оптимални селекционни програми и целенасочен, научнообоснован подход в практическата селекция при създаването на хетерозисни хибриди царевица. Тези закономерности при царевицата са проучени от редица автори както в световен (Turbin, 1974; Hayman, 1954; Gamble, 1962), така и в национален мащаб (Valchinkov, 1975; Hristov I dr., 1982; Genova, 1984, 1986; Valchinkova, 2000; Ilchovska, 2007; Yordanov, 2013, 2014a, b; Valkova, 2013).

*Кнежа 442* е нов, високопродуктивен, средно ранен хибрид царевица на Института по царевицата в гр. Кнежа. Признат е от ИАСАС през 2010 г. със сертификат №10896/30.11.2010 г. и е вписан в Сортовата листа на РБългария. Достига физиологична зрелост за 115–120 дни, група 400–499 по ФАО. Конкурентен е на предлаганите на зърнения пазар царевични хибриди, внос в страната, и заема все по-голям дял в зърнопроизводството ни.

Целта на това изследване е да се направи анализ и оценка на преобладаващите генни действия и взаимодействия при наследяване на количествени признаци при царевицата, връзката им с проявите на хетерозис и генните ефекти, с което се задълбочават проучванията за същността на хетерозиса като биологичен феномен, от една страна, а, от друга, се допълва селекционната оценка за този новосъздаден и перспективен хибрид на Института по царевицата – Кнежа.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

В експерименталната работа е включен създаденият и признат през 2010 г. царевичен хибрид *Кнежа 442* на Института по царевицата – гр. Кнежа.

През 2013 г. в селекционното поле на ИЦ – Кнежа, под изолатор, са получени и размножени родителските компоненти ( $P_1$  и  $P_2$ ), простият хибрид  $F_1$ , а на следващата 2014 г. – и останалите включени в проучването генерации ( $F_2$ ,  $VCP_1$  и  $VCP_2$ ). През 2015 г. в рандомизирани полски опити, по блоков метод, в три повторения, с опитна парцелка от 30 кв. m и възприета за региона агротехника, при условия без напояване, са изпитани всички филиални генерации.

Опитите са заложили в две гъстоти на посева – оптимална (60 000 растения/ha) и завишена (75 000 растения/ha).

След цъфтежа са извършени биометрични измервания на растенията по проучваните признаци: по 40 растения за  $P_1$ ,  $P_2$  и  $F_1$ , а за  $F_2$ ,  $VCP_1$  и  $VCP_2$  – по 120 растения, и същият брой кочани за лабораторна оценка след реколтиране на опитите.

Статистико-генетическият анализ е извършен чрез използване на следните параметри: истински, хипотетичен хетерозис и инbredна депресия в  $F_2$  (Omarov, 1975); степени на доминиране в  $F_1$  (Romero and Frey, 1973); генни ефекти при наследяване на признаците (Gamble, 1962) и наследяване в широк смисъл ( $H^2$ ) по Genchev i dr., 1975 г.

### РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В таблица 1 са представени средните стойности от измерванията за проучваните признаци – дължина на кочана, брой редове в него и брой на зърната в реда при хибрида *Кнежа 442* ( $F_1$ ), майчината му форма ( $P_1$ ), бащината ( $P_2$ ), втора хибридна генерация ( $F_2$ ) и беккросите към двата родителски компонента, съответно  $BCP_1$  и  $BCP_2$ .

Данните отразяват резултати от две гъстоти на отглеждане – 60 и 75 хил. растения/ha, което позволява в рамките на една стопанска година да се получи информация за реакцията на генотипа към измененията на условията на средата и изменчивостта на генетичните параметри при различен комплекс от климатични условия.

**Таблица 1.** Средни стойности за признаците дължина на кочана, брой на редовете в кочана и брой зърна в ред при хибрида *Кн 442*

**Table 1.** Mean values of the traits length of the ear, number of rows in the ear and grains per row of hybrid *Kn 442*

Признаци/ Traits	Гъстота на посева (раст/ха)/ Plant density (p/ha)	Популации/Populations					
		$P_1$	$P_2$	$F_1$	$F_2$	$BCP_1$	$BCP_2$
Дължина на кочана (cm)/Length of the ear (cm)	60.000	15,93 (±1,2)	14,30 (±2,1)	20,55 (±13)	17,84 (±2,0)	18,04 (±1,3)	17,58 (±1,7)
	75.000	17,55 (±1,1)	16,75 (±1,2)	21,30 (±0,9)	19,02 (±1,7)	19,03 (±1,5)	17,92 (±1,7)
Брой редове в кочана/ Number of rows in the ear	60.000	15,10 (±1,5)	18,20 (±2,5)	18,70 (±1,5)	17,03 (±2,0)	16,40 (±1,5)	18,70 (±1,8)
	75.000	14,90 (±1,2)	19,60 (±1,2)	18,80 (±1,5)	17,83 (±2,1)	16,47 (±2,0)	19,37 (±2,2)
Брой зърна в ред/ Grains per row (number)	60.000	32,45 (±2,9)	25,10 (±3,3)	43,35 (±2,8)	38,55 (±4,7)	39,00 (±3,5)	36,38 (±3,6)
	75.000	34,75 (±3,5)	29,10 (±2,6)	43,25 (±3,2)	38,27 (±4,8)	38,90 (±3,9)	35,20 (±4,9)

От данните в таблицата е видно, че изменението на гъстотата относително най-малко влияе на признака брой редове в кочана или, ако има такива, те са незначителни при всички изучени генерации. Най-силно е влиянието на гъстотата на посева върху признака дължина на кочана.

В таблица 2 са отразени резултатите от измерването на хетерозиса в  $F_1$ , инбредната депресия в  $F_2$ , степените на доминиране в  $F_1$  и  $F_2$ , съответно  $h_1$  и  $h_2$  при наследяване на проучваните признаци и коефициентът на наследяване в широк смисъл –  $H^2$ . Оценката на хетерозиса е извършена по Отагов (1975) в две направления – генетично и генетико-селекционно. Хетерозисните прояви, които отразяват превишението на  $F_1$  над средната аритметична стойност за двата родителя, определят хипотетичния хетерозис и позволяват да се оцени хибрида по генетични позиции, докато с истинския хетерозис, изразен като превъзходство на  $F_1$  над по-добрия родител, може да се оцени хибрида от селекционна гледна точка.

**Таблица 2.** Хетерозис, инбредна депресия и доминиране в  $F_1$  и  $F_2$  за признаците дължина на кочана, брой на редовете в кочана и брой зърна в ред при хибрида *Kn 442*

**Table 2.** Heterosis effect, inbreeding depression and dominance in  $F_1$  and  $F_2$  for the traits length of the ear, number of rows in the ear and grains per row of hybrid *Kn 442*

Признаци/ Traits	Гъстота на посева (раст/ха)/ Plant density (p/ha)	Хетерозис в $F_1$ (%)/ Heterosis effect in $F_1$ (%)		Инбредна депресия в $F_2$ (%)/ Inbreeding depression in $F_2$ (%)	Степени на доминиране/ Degrees of dominance		Наследяемост в широк смисъл ( $H^2$ )/ Heritability in broad sense ( $H^2$ )
		Хипотетичен/ Hypothetical	Истински/ Real		$h_1$	$h_2$	
Дължина на кочана (cm)/ Length of the ear (cm)	60.000	35.98	29.04	13.18	6.69	6.72	44.44
	75.000	24.2	21.37	10.72	10.38	9.33	62.27
Брой редове в кочана/ Number of rows in the ear	60.000	12.31	2.75	8.91	1.32	0.49	15.74
	75.000	8.99	-4.08	5.14	0.66	0.50	55.65
Брой зърна в ред/ Grains per row (number)	60.000	50.65	33.59	11.07	3.97	5.32	61.63
	75.000	35.47	24.46	11.52	4.01	4.49	56.57

Ясно изразен и висок хетерозисен ефект според класификацията на Turbin i dr. (1977) се наблюдава при признаците дължина на кочана и брой на зърното в реда. В наследяването на тези признаци се наблюдава проявление на положително свръхдоминиране ( $h_1 > 1$ ), а установената инбредна депресия в  $F_2$  показва, че първопричината за хетерозиса е хетерозиготността (Genchev, 1975). За признака брой на зърното в реда обаче, за разлика от признака дължина на кочана  $h_2 > h_1$ , се установява, че наследяването става с участието на междулокусни взаимодействия.

За признака брой редове в кочана, при който истинският хетерозис при по-голямата гъстота е с отрицателен знак, а хипотетичният е положителен, но слабо изразен, се наблюдава и по-слаба инбредна депресия в  $F_2$ . Наследяването на този признак варира от междинно ( $-0,5 \leq h_1 \leq 0,5$ ) до положително доминиране ( $0,5 \leq h_1 \leq 1$ ) и свръхдоминиране ( $h_1 > 1$ ). Изменения в проявлението на хетерозиса, инбредната депресия и степените на доминиране при различните условия на средата се наблюдават само при този признак. Потвърждават се резултати, получени за друг средно ранен хибрид – *Кнежа 435*, на Института по царевицата в гр. Кнежа, според които наследяването на признака брой редове в кочана се намира под „сложен, променящ се при различните климатични условия генетичен контрол, без ясна доминация на конкретни генни ефекти” (Yordanov, 2013).

Гъстотата на посева влияе върху проявлението на хетерозиса за всички проучвани признаци, като при разреждане на посева се наблюдават по-високи величини. На тези по-силни прояви съответства и по-висока инбредна депресия в  $F_2$ , с което се потвърждава теорията, че в основата на хетерозиса стои хетерозиготността (Genchev, 1975).

Данните за размера и изменчивостта на коефициента на наследяемост в широк смисъл ( $H^2$ ) позволяват анализ и отчитане на относителната част на варирането, дължащо се на генетични причини. По данни на Hristov i dr. (1982) коефициентът на наследяемост има много важно значение, тъй като „дава възможност обективно да се прецени доколко фенотипната ценност на избрания индивид отразява неговата генотипна ценност и да се оцени предварително ефективността на отбора по фенотип при селекционни програми, насочени към подобряване на съответния признак”. При висока наследяемост сравнително лесно може да се постигне селекционен успех при работа с тези материали поради високото съответствие между фенотип и генотип.

Според класификацията на Genchev (1975) наследяемостта на признаците може да бъде разделена на три групи: ниска (5–10%), средна (10–30%) и висока (30–60%). Всички проучвани от нас признаци имат висока наследяемост (44–62%), без изменчивост, с изключение на признака брой редове в кочана при по-малката гъстота, при която проявлението е със средна сила (16%). Това означава, че за първите два признака – дължина на кочана и брой на зърното в реда – фенотипният отбор ще е ефективен, тъй като фенотипната експресия ще съответства на селекционната ценност на избрания генотип. За признака брой редове в кочана не се препоръчва отбор

по фенотип, тъй като данните за наследяемост са променливи и зависят от условията на средата.

В таблица 3 са представени резултати от измерването на относителния дял на генните ефекти при наследяването на проучваните признаци за хибрида *Кнежа 442* – адитивни (a), доминантни (d) и епистатни, в които са отразени aa – адитивни x адитивни; ad – адитивни x доминантни; и dd – доминантни x доминантни генни ефекти. От стойностите в таблицата е видно, че относителният дял на доминантните генни ефекти има най-голяма тежест при наследяване на признака дължина на кочана, по-силно изразена при първата гъстота на отглеждане. Във формирането и наследяването на признака от епистатните генни взаимодействия също най-голям дял заемат доминантните (dd), които са с положителен знак и усилват неговото проявление.

**Таблица 3.** Генни ефекти в наследяването на признаците дължина на кочана, брой на редовете в кочана и брой зърна в ред при хибрида *Kn 442*

**Table. 3.** Gene effects for inheritance for the traits length of the ear, number of rows in the ear and grains per row of hybrid *Kn 442*

Признаци/ Traits	Гъстота на посева (раст./ха)/ Plant density (p/ha)	Генетичен фон/ Genetic background m	Адитив- ни/ Additives a	Доми- нантни/ Domi- nances d	Епистатни взаимодействия/ Epistasis interactions		
					aa	ad	dd
Дължина на кочана (cm)/ Length of the ear (cm)	60.000	17.84	0.47	5.3	-0.13	-0.35	0.22
	75.000	19.02	1.12	1.98	-2.17	0.72	5.17
Брой редове в кочана/ Number of rows in the ear	60.000	17.03	-2.30	4.12	2.07	-0.75	-1.57
	75.000	17.83	-2.90	1.88	0.33	-0.55	0.10
Брой зърна в ред/ Grains per row (number)	60.000	38.55	2.62	11.14	-3.43	-1.06	-3.08
	75.000	38.27	3.70	6.46	-4.87	0.88	7.02

За признака брой зърна в реда относително най-голям дял в наследяването имат доминантните генни ефекти (d). От епистатните взаимодействия най-голяма тежест имат dd генните ефекти, които при наличие на по-малка гъстота на растенията са с отрицателен ефект и намаляват експресията на признака, а при по-голяма гъстота на растенията са положителни и усилват неговото проявление.

Установява се, че относително най-голям дял в контрола на признака брой редове в кочана имат доминантните генни ефекти (d), а от ефектите на епистатното действие – адитивните (aa) взаимодействия. На второ място са

эпистатно доминантните (dd) и доминантните (d). Най-слабо участие в контрола на наследяването на този признак имат адитивните (a) и эпистатните адитивно-доминантни (ad) взаимодействия. Отрицателните стойности на эпистатно-доминантните генни ефекти обаче намаляват проявлението на признака при по-малка гъстота на растенията и усилват проявата му при по-голямата. Тези противоречиви данни показват сложен и променящ се генетичен контрол на признака при различни климатични условия и не позволяват извеждане на доминиращи генни ефекти при наследяването му.

Резултатите от анализа на генните ефекти при наследяването на изследваните от нас признаци потвърждават предишни проучвания и изводи за относителния дял на адитивните генни ефекти, които, макар и значителни, са с по-малка важност от доминантните генни ефекти (Hristov i dr., 1982).

От анализа на получените резултати може да се направят следните

#### ИЗВОДИ

1. За признака дължина на кочана при средно ранния хибрид *Кнежа 442* се наблюдава ясно изразен висок хипотетичен и истински хетерозисен ефект, а също така и висока инбредна депресия в  $F_2$  поколението. Признакът се наследява с ясно изразено положително свръхдоминиране. Най-голям относителен дял в генетичния контрол на признака имат доминантните ефекти. От эпистатните ефекти най-важен е доминантният епистазис (dd), който е с положителен знак и действа в посока усилване на признака.

2. При наследяване на признака брой редове в кочана е отчетен нисък или с отрицателен знак истински хетерозис. Наследяването на признака брой на зърната в реда при хибрида *Кнежа 442* се осъществява при високи стойности на проява на хетерозис в  $F_1$  и значителна инбредна депресия в  $F_2$  поколението. Двата признака се контролират от доминантни генни действия с ниски или отрицателни стойности на доминантен епистазис (dd), с което се намалява изявата на признаците.

3. Промените в условията на отглеждане влияят върху проявите на хетерозис, степените на доминиране и генните ефекти, а за признаците брой редове в кочана и зърна в реда променят техния основен характер.

#### REFERENCES

- Gamble, E., 1962. Gene effects in corn. I. Separation and relative importance of gene effects for yield. Can. J. Plant. 42, 339-348.
- Genchev, G., E. Marinkov, V. Yovcheva, A. Ognyanova, 1975. Biometrichni metodi v rastenievadstvoto, genetikata i selektsiyata, Zemizdat, Sofia.
- Genova, I., 1984. Nasledyavane na kolichestveni priznatsi pri tsarevitsata na izmenchivost na genetichni parametri. Produktivnost i elementi na produktivnostta i dobiva, Genetika i selektsiya, № 5, s. 323-332.
- Genova, I., 1986. Kolichestveno-genetichni i genetiko-selektsionni prouchvaniya na introdutsirani i mestni linii tsarevitsa, kandidatska disertatsiya, ITS – Knezha.

- Hayman, I.*, 1954. The theory and analysis of diallel crosses, *Genetics*, v. 39, p. 789-809.
- Hristov, K., P. Hristova, Iv. Genova*, 1982. Nasledyavane na kolichestveni priznatsi pri tsarevitsata i izmenchivost na genetichnite parametri. II. Dalzhina na kochana, dalzhina na zarnoto i broy redove, *Genetika i selektsiya*, № 3.
- Ilchovska, M.*, 2007. Nasledyavane na kolichestveni priznatsi pri nyakoi hibridi tsarevitsa. Osma NKMU „Ekologichni problemi na Balgarskoto zemedelie v Evropeyskiya sayuz” NT t. LII, s. 131-135.
- Omarov, D. S.*, 1975. K metodike ucheta i otsenka geterozisa u rasteniy. S-h. biologiya, № 1, s. 123-127.
- Romero, G., K. Frey*, 1973. Inheritance of semidwarfness in several Wheat crosses, *Crop. Sci.*, 3, pp. 334-337.
- Turbin, N., L. Hotayleva, L. Tarutina*, 1974. Dialelnyy analiz v selektsii rasteniy, Minsk.
- Turbin, N. V., V. G. Volodin, I. A. Gordey*, 1977. Geterozis i radioustoychivosty rasteniy, *Nauka i tehnika*, Minsk, s. 152.
- Valchinkov, Vl.*, 1975. Prouchvane varhu heterozisa pri tsarevitsata, Disertatsiya za poluchavane na nauchnata stepen “Doktor na selskostopanskite nauki”, Knezha.
- Valchinkova, P.*, 2000. Fiziologo-genetichni prouchvaniya na elementite na produktivnostta i dobiva pri tsarevitsata, *Dokt. Disertatsiya*, Knezha.
- Valkova, V.*, 2013. Prouchvane na heterozisa i semeproizvodstvoto na novo pokolenie hibridi na Instituta po tsarevitsata – Knezha, *Disertatsiya za pridobivane na obrazovatelna i nauchna stepen “Doktor”*.
- Yordanov, G.*, 2013. Heterozis i genni efekti pri nasledyavane na kolichestveni priznatsi pri sredno ranen hibrid tsarevitsa Kn 435. II. Dalzhina na kochana, broy redove v kochana, teglo na kochana, *Science and Technologies*, Vol. III, № 6, *Plant studies*, pp. 203-207.
- Yordanov, G.*, 2014a. Heterozis i genni efekti pri nasledyavane na kolichestveni priznatsi pri sredno ranen hibrid tsarevitsa Kn 435. III. Dalzhina na zarnoto, broy zarna v reda na kochana, protsent na zarnoto v kochana. – *Jorn. Of Mount. Agr. On the Balkans*, № 6, pp. 1443-1454.
- Yordanov, G.*, 2014b. Heterozis I genni efekti pri nasledyavane na kolichestveni priznatsi pri sredno ranen hibrid tsarevitsa Kn 435 I. Visochina I listna plosht na rasteniyata, *Sb. Dokladi ot YUNKMU Seleksionno-genetichni i tehnologichni inovatsii pri otglezhdane na kulturnite rasteniya*, s. 56-64.