

Диалелен анализ на масата на кутийката при F₁ вътревидови хибриди памук (*G. hirsutum* L.)

Валентина Димитрова, Минка Колева*, Ана Стоилова

Институт по полски култури – 6200, Чирпан

*E-mail: m_koleva@abv.bg

Резюме

Масата на кутийката е един от най-важните структурни елементи на добива. Целта на изследването е чрез диалелен анализ на масата на кутийката при F₁ хибриди памук да се изясни генетичната структура на признака с оглед на селекционната стратегия и водене на ефективен отбор. Изследвани са хибридните популации на две диалелни комбинации, всяка с 6 родителски форми. Използвана е непълна диалелна схема, включваща родителите и хибридите от правите кръстоски. Установено е, че за наследяването на масата на кутийката значение имат адитивните и неадитивните генни ефекти, чието проявление зависи от диалелната комбинация, възможно е и от условията на годината. Участват основно неадитивни генни ефекти. Основните групи гени доминират в посока към увеличаване на признака, корелационните коефициенти $g_{xp}(W_{r+V_p})$ между средните стойности на родителите и сумарните коварианс-вариансни значения са отрицателни и средно високи до високи. Генетичното вариране, изразено с коефициента на наследяемост в тесен смисъл (h^2), е слабо до средно високо, и предвид голямото доминиране, отборът по този признак трябва да се води в по-късните хибридни генерации - F₃-F₄. При отделните кръстоски се наблюдават различни типове на наследяване, преобладават тези с положително свръхдоминиране, което обуславя хетерозисни прояви, по-силно изразени при първа диалелна комбинация и по-слабо – при втора диалелна комбинация. Хетерозисният ефект достига съответно до 14,0% при кръстоската Барут×Дарми (I^{ва} диалелна комбинация) и 9,4% при кръстоската Руми × Бояна (II^{па} диалелна комбинация).

Ключови думи: памук; *G. hirsutum* L.; генетичен контрол; комбинативна способност

Diallel analysis of boll weight in F₁ intraspecific cotton hybrids (*G. hirsutum* L.)

Valentina Dimitrova, Minka Koleva*, Ana Stoilova

Field Crops Institute – 6200, Chirpan

*E-mail: m_koleva@abv.bg

Citation

Dimitrova, V., Koleva, M., & Stoilova, A. (2019). Diallel analysis of boll weight in F₁ intraspecific cotton hybrids (*G. hirsutum* L.), *Rastenievadni nauki*, 56(3), 48-58 (Bg)

Abstract

Cotton boll weight is one of the most important structural elements of the yield. The purpose of the study was to analyze the boll weight in F₁ cotton hybrids and to clarify the genetic structure of this trait in view of the selection strategy and to lead an effective selection. The hybrid populations of two diallel combinations, each with 6 parental forms, were examined. An incomplete diallel scheme was used, including the parents and one set of crosses. It was found that for the inheritance of boll weight both additive and non-additive genetic effects were of importance, the manifestation of which depended on the diallel combination, it was also possible and the year conditions. Mainly non-additive gene effects were participated. It was found that for the inheritance of boll weight both additive and non-additive genetic effects were of importance, the manifestation of which depended on the diallel combination, it was also possible and the year conditions. Mainly non-additive gene effects were partici-

pated. The major groups of genes dominated to the trait increase, correlation coefficients $r_{(W_r, V_r)}$ between parent mean values and aggregate covariance-variance values were negative and medium-high to high.

Genetic variation, expressed through the coefficient of inheritance in narrow sense (h^2), was low to moderate, and in view of the large dominance, the selection of this trait should be conducted in the later hybrids generation - F_3 - F_4 . Different types of inheritance were observed in individual crosses, those with positive overdominance predominated, showing heterosis more pronounced in the first diallel combination, and weaker in the second one. The heterosis effect reached up to 14.0% for the cross Barut \times Darmies (Ist diallel combination) and 9.4% for the cross Rumi \times Boyana (IInd diallel combination).

Keywords: cotton; *G. hirsutum* L.; genetic control; combining ability

При памука масата и броят на кутийките на 1 растение са основни елементи на продуктивността и имат висок пряк ефект върху добива суров памук (Soomro et al., 2008; Paramjit et al., 2009; Singh & Narkhede, 2010; Чапера et al., 2015). Положителни корелации на добива със структурните му елементи са докладвани от много автори (Alkuddasi et al., 2013; Ahsan et al., 2015; Shao et al., 2016).

Диалелните кръстоски и диалелният анализ са широко използвани в генетико-селекционните изследвания при памука. Този анализ дава възможност да се направи оценка на селекционната ценност на родителските форми и хибридите им още в най-ранните разпадни генерации. Диалелният анализ се използва главно за оценка на генетичните варианти. В допълнение анализът осигурява информация за общата (ОКС) и специфичната (СКС) комбинативна способност на родителските сортове или линии.

Редица автори като използват най-различни схеми на пълни и непълни диалелни кръстоски, установяват селекционната ценност на голям брой сортове памук и ефектите на генното действие по отношение на признаците, свързани с добива и качеството на влакното (Shaukat et al., 2013; Raza et al., 2013; Bõlek et al., 2014; Abdul et al., 2014; Nasimi et al., 2016; Khan et al., 2017; Vasconcelos, 2018).

Целта на това изследване е чрез диалелен анализ на масата на кутийката при F_1 хибриди памук да се изясни генетичната структура на признака с оглед да се изгради селекционната стратегия за водене на ефективен отбор и установи селекционната ценност на родителските сортове.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвани са хибридните популации на две диалелни комбинации, всяка със 6 родителски форми. През 2010-2011 г. са направени диалелни кръстоски между 6 сорта памук: Бели Искър (P_1); Барут 2005 (турски) (P_2); Дарми (P_3); Митра (гръцки) (P_4); Хелиус (P_5) и Дорина (P_6). През 2012 г. в диалелни кръстоски са включени сортовете: Чирпан-539 (P_1); Хелиус (P_2); Руми (P_3); Бояна (P_4); Наталия (P_5) и Нелина (P_6). Използвана е непълна диалелна схема, включваща родителите и хибридите от правите кръстоски. Опитите са залагани в три повторения, като родителите и F_1 хибридите са засявани в 2 реда с дължина 2.4 m, при схема на сеитба $60 \times 20 \times 1$. За определяне масата на кутийката са взети кутийки от 1^{-ва} плодна клонка, 2^{-по} плодно място, от 10 растения, от всяко повторение. При обработката на данните са приложени съответни на диалелната схема дисперсионен и диалелен анализ (Mather, Jinks, 1971). Използвана е програма за диалелен анализ на Nauman, Aksel, Johnson. Пригодността на данните за диалелен анализ е оценена с регресионния коефициент b и t (W_r-V_r) (Mather & Jinks, 1982; Singh & Chaudhary, 1985).

Диалелните графици са представени с отстраняване на родителите, предизвикващи неалелни взаимодействия, генетичните компоненти са изчислени също с отстраняване на такива родители.

Определени са следните компоненти на вариране: D – адитивен компонент на изменчивост; F – компонент на изменчивост отразяващ относителната честота на доминантните и рецесивните аели; H_j – компонент на изменчивост,

обусловена от доминантните ефекти на гените; H_2 – компонент на изменчивост, обусловена от доминирането, свързан с разпределението на положителните и отрицателните ефекти на гените; h_2 – доминантен ефект като алгебрична сума по всички локуси, намиращи се в хетерозиготно състояние във всички хибриди; E – паратипичен компонент на изменчивост (изменчивост, дължаща се на влиянието на условията на средата).

Въз основа на посочените компоненти са изчислени следните показатели:

$(H_1/D)^{1/2}$ – мярка за средната степен на доминиране във всеки локус (<1 – непълно (частично) доминиране; =1 – пълно доминиране; >1 – свръхдоминиране);

$H_2/4H_1$ – съотношение на положителните и отрицателните алели на локусите показващи доминиране в родителите. При равни честоти има стойност 0.25;

$KD/DR = (4DH_1)^{1/2} + F / (4DH_1)^{1/2} - F$ – показва съотношението на доминантните към рецесивните гени в родителите: >1 преобладават доминантните, <1 преобладават рецесивните;

$K = (h_2/H_2)$ – брой на ефективните фактори (брой на групите/гените, които контролират признака и изразяват доминиране). Според (Науман, 1954а) това отношение ще бъде вярно,

само когато доминирането на гените е в една посока;

H^2 и h^2 – наследяемост в широк и тесен смисъл изчислени по Mather and Jinks (1982), Singh and Chaudhary (1985).

Комбинативна способност е определена по метод 2 модел II на Griffing (1956) (използвана е програма на Mark Burow and James G. Coors).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

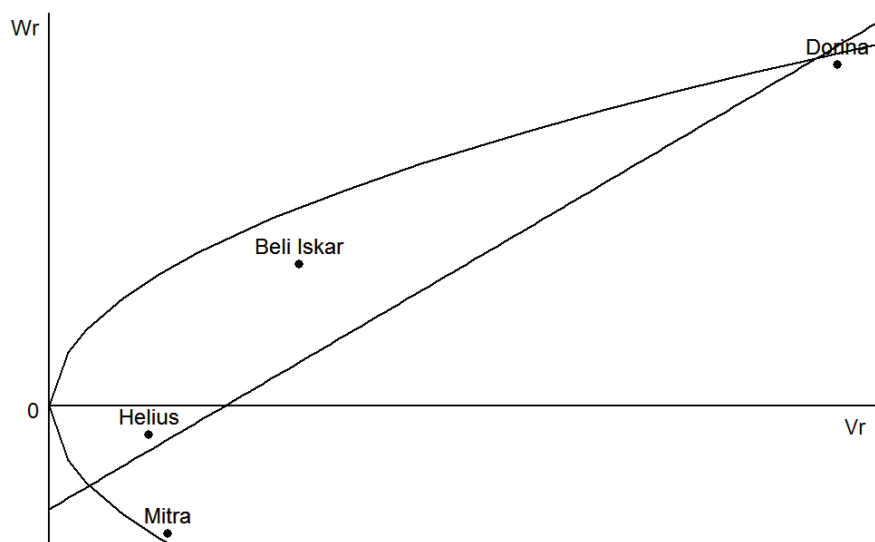
Разликите между кръстоските за масата на кутийката, от предварителния анализ на варианса, са доказани за ДК F_1 -2010 г. (I^{va} диалелна комбинация), и ДК F_1 -2013 г. (II^{pa} диалелна комбинация), и недоказани за ДК F_1 -2011 г. и ДК F_1 -2012 г. (съответно I^{va} и II^{pa} - диалелна комбинация) (Табл. 1).

Сорт Бели Искър (P_1) заема междинно положение, но се намира в по-доминантната част и е с повече доминантни, отколкото с рецесивни гени.

При II^{pa} диалелна комбинация - ДК F_1 -2013 г., с изключен P_2 (Фиг. 2), с висока доминантност, съдържащ най-много доминантни гени е сорт Чирпан-539 (P_1). Местоположението на сортовете Руми (P_3) и Наталия (P_5) ги очерта-

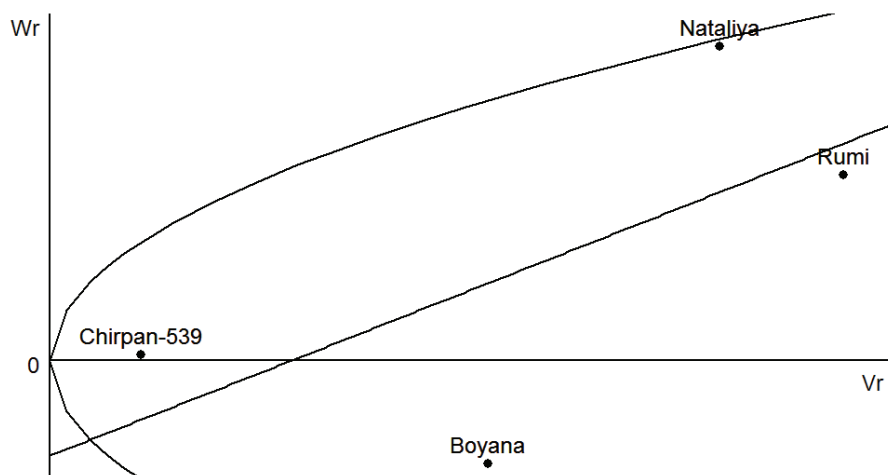
Таблица 1. Резултати от дисперсионния анализ за масата на кутийката при ДК F_1 -2010 г. и ДК F_1 -2013 г.
Table 1. Analysis of variance for the boll weight in F_1 -2010 and F_1 -2013

Източник на вариране/ Source of variation	Степени на свобода/ Degrees of freedom	Сума от квадрати/ Sum of squares	Средни квадрати/ Mean squares	F-опитно/ F-experimental
ДК F_1- 2010 г. Без P_2 и P_3 $b=0.839$ / F_1- 2010 г. Removed P_2 and P_3 $b=0.839$				
Общо/Total	47	5.56		
Повторения/Repeats	2	0.02	0.0100	
Кръстоски/Crosses	15	3.52	0.2346	3.486++
Грешки/Errors	30	2.02	0.0673	
ДК F_1-2013 г. Без P_2 $b=0.503$ / F_1-2013 г. Removed P_2 $b=0.503$				
Общо/Total	47	4.19	-	
Повторения/Repeats	2	2.65	0.0876	
Кръстоски/Crosses	15	0.18	0.1765	3.862++
Грешки/Errors	30	1.37	0.0457	



F1-2010 маса на кутийката

Фигура 1. ДК F₁-2010 г., с изключени P₂ и P₃
Figure 1. F₁-2010 with removed parents P₂ и P₃



F1-2013 Маса на кутийката

Фигура 2. ДК F₁-2013 г., с изключен P₂
Figure 2. F₁-2013 with removed parents P₂

Таблица 2. Тест за адитивно-доминантен модел и епистаз при ДК F₁-2010 г. и ДК F₁-2013 г. за масата на кутийката

Table 2. Additive-Dominant Model and Epistasis Test for F₁-2010 and F₁-2013 for the boll weight

Диалелна кръстоска, година/ Diallel cross, year	Изключени родители/ Removed parents	b_{W_r/V_r}	$b \neq 0$ $0 > b > 0$	$b \neq 1$ $1 > b > 1$	$t(W_r - V_r)$
ДК F ₁ -2010 г./F ₁ -2010	P ₂ , P ₃	0.839±0.244	3.429	0.678	0.437
ДК F ₁ -2013 г./F ₁ -2013	P ₂	0.503±0.442	1.763	0.497	0.000

ва като родители с най-много рецесивни гени. Сорт Наталия е родителят с най-малката маса на кутийката. Сорт Бояна, с най-голяма маса на кутийката, заема междинно положение, но е в по-доминантната част, което означава, че доминантните гени при него преобладават над рецесивните. Голямото разстояние между ограничаващата парабола и линията на регресия, както и значителното разпръскване на точките на родителските сортове, показва значително влияние на средата върху проявлението на признака.

Проведеният диалелен анализ (Табл. 3) показва достоверни стойности на адитивните (D) генни ефекти само за ДК F_1 -2010 г. и доминантните (H_1 , H_2) за ДК F_1 -2010 г. и ДК F_1 -2013 г. Доминантното генно действие превъзхожда адитивното, което означава, че доминантният вари-

анс е от по-голямо значение за наследяването на този признак.

Параметърът H_1/D показва свръхдоминиране при кръстоските в положителна посока. Стойностите на показателя $(H_1/D)^{1/2}$ показват също свръхдоминиране в локусите, контролиращи признака. От $M_{L1}-M_{L0}$ се вижда, че средно за цялата диалелна кръстоска, свръхдоминирането е в посока към увеличаване масата на кутийката. Вторият доминантен параметър H_2 също е с високи стойности, близки да тези на H_1 . Съотношението $H_2/4H_1$ изразява почти равно разпределение на положителните и отрицателните алели в родителските форми от I^{ba} диалелна комбинация и неравно от II^{pa} диалелна комбинация. Стойността на параметъра F за ДК F_1 -2010 г. е положителна, за ДК F_1 -2013 г. – отрицателна, но

Таблица 3. Генетични компоненти за масата на кутийката при ДК F_1 -2010 г. и ДК F_1 -2013

Table 3. Genetic components for the boll weight in F_1 -2010 and F_1 -2013

Генетични компоненти/ Genetic components	ДК F_1 – 2010 г./ F_1 – 2010 Без P_2 и P_3 $b=0.839$ / Removed P_2 and P_3	ДК F_1 – 2013 г. Без P_2 $b=0.503$ / Removed P_2
	Параметри/ Parameters	
D	0.0654±0.0188	0.0153±0.0160 ns
F	0.0265±0.0482 ns	-0.0166±0.0411ns
H_1	0.2463±0.0545	0.1681±0.0465
H_2	0.2431±0.0504	0.1541±0.0429
h^2	0.2597±0.0084	0.2338±0.0291
E	0.0213±0.0342 ns	0.0161±0.0072
	Показатели/ Indicators	
H_1/D	3.7660	10.9869
$H_1/D^{1/2}$	1.9410	3.3146
$M_{L1} - M_{L0}$	0.0689	0.0158
$F^2 / 4D(H_1-H_2)^{1/2}$	0.0243	0.0383
$H_2/4H_1$	0.2468	0.2292
K_D/K_R	1.2333	0.7190
r xp (W_{r+} V_r)	-0.9801	-0.6388
k	1.0544	1.5172
	Наследяемост/Inheritance %	
H^2	0.7930	0.9190
h^2	0.2030	0.5210
YD	6.2767	5.2781
YR	5.7052	4.9727

и в двата случая недоказана, от което следва да се приеме, че доминантните алели са равни на рецесивните. Съотношението K_D/K_R отразява превъзходство на доминантните алели за ДК F₁-2010 г. и превъзходство на рецесивните за ДК F₁-2013 г. Доказаните и положителни стойности на h^2 не потвърждават нарастващата позиция на рецесивните гени при ДК F₁-2013 г. Параметърът $F^2/4D(H_1-H_2)^{1/2}$ е с почти нулево значение и изразява наличие в кръстоските на силно вариращо по локуси доминиране. Корелационните коефициенти между средните стойности на родителите и сумарните коварианс-вариансни значения $g_r(W_r+V_r)$ са в граници от -0.9801 (много висок) до -0.6388 (средно висок). Отрицателната им стойност означава, че основните групи гени

доминират в посока към увеличаване на признака. Стойностите на показателя к показват, че 1 или 2 гена, или групи гени, контролират масата на кутийката.

Коефициентите на наследяемост в широк смисъл (H^2) са високи, което означава, че генотипното разнообразие по масата на кутийката е високо, а в тесен смисъл (h^2) са ниски до средно високи, което означава, че генетичното вариране е слабо до средно високо, и пред вид голямото доминиране, отборът по този признак трябва да се води в по-късните хибридни генерации - F₃-F₄.

Сортовете Митра (P₄), Хелиус (P₅), Б. Искър (P₁) (ДК F₁-2010 г.) и Бояна (P₄) (ДК F₁-2013 г.), които са с по-голяма маса на кутийката, имат ниски W_r+V_r стойности (Табл. 4). Това означава

Таблица 4. Ранжиране на родителите по средни стойности и степен на доминантност (рецесивност) по масата на кутийката при ДК F₁-2010 г. и ДК F₁-2013

Table 4. Ranking of parents on average values and degree of dominance (recessivity) by the boll weight in F₁-2010 and F₁-2013

Родители/ Parents	ДК F ₁ -2010 г., Без P ₂ и P ₃ / F ₁ -2010, Removed P ₂ and P ₃			Родители/ Parents	ДК F ₁ -2013 г., Без P ₂ / F ₁ -2013, Removed P ₂			W_r+V_r
	Маса на кутийката/ Boll Weight g	R	W_r+V_r		Маса на кутийката/ Boll Weight g	R		
P ₄ -Митра/ P ₄ -Mytra	6.3	1	-0.0170	P ₁ -Чирпан-539 P ₁ -Chirpan-539	5.1	2.5	0.0126	
P ₅ -Хелиус/ P ₅ -Helius	6.1	2	0.1158	P ₄ -Бояна P ₄ -Boyana	5.3	1	0.0369	
P ₁ -Б. Искър/ P ₁ -Beli Iskar	6.0	3	0.1218	P ₃ -Руми P ₃ -Rumi	5.1	2.5	0.1245	
P ₆ -Дорина/ P ₆ -Dorina	5.6	4	0.3432	P ₅ -Наталия P ₅ -Natalia	4.9	4	0.1296	

Таблица 5. Значение на параметъра Fr за всеки родителски ред за масата на кутийката при ДК F₁-2010 г. и ДК F₁-2013

Table 5. Meaning of the Fr parameter for each parent row for the boll weight in F₁-2010 and F₁-2013

Родители	ДК F ₁ -2010 г. Без P ₂ и P ₃ / F ₁ -2010 Removed P ₂ and P ₃		Родители	ДК F ₁ -2013 г. Без P ₂ / F ₁ -2013 Removed P ₂	
	Fr	R		Fr	R
P ₄ – Митра/Mytra	0.2925	1	P ₁ – Чирпан-539/Chirpan	0.1010	1
P ₅ – Хелиус/Helius	0.2268	2	P ₄ – Бояна/Boyana	0.0615	2
P ₁ – Бели Искър/Beli Iskar	0.0148	3	P ₃ – Руми/Rumi	-0.1137	3
P ₆ – Дорина/Dorina	-0.4280	4	P ₅ – Наталия/Natalia	-0.1241	4

ва, че по-голямата маса на кутийката при тях се обуславя от доминантни гени, с еднопосочно, увеличаващо признака действие.

Параметърът F_1 (Табл. 5) показва, че с най-много доминантни гени за масата на кутийката, при ДК F_1 -2010 г. е сорт Митра (P_4), с най-голяма маса на кутийката - 6.3 g, следва сорт Хелиус (P_5), с маса на кутийката 6.1 g. При ДК F_1 -2013 г., с най-много доминантни гени е сорт Чирпан-539 (P_5), следва сорт Бояна (P_4), с най-голяма маса на кутийката. С най-много рецесивни гени за този признак са сортовете: Дорина (P_6) (ДК F_1 -2010 г.), Руми (P_3) и Наталия (P_5) (ДК F_1 -2013 г.). Трите сорта са с генплазма от вида *G. barbadense* L., обуславяща по-малка маса на кутийката. Резултатите от Таблица 5 потвърждават графичния диалелен анализ.

При отделните кръстоски се наблюдават различни типове на наследяване на масата на кутийката. При ДК F_1 -2010 г. преобладават кръстоските с положително свръхдоминантно наследяване на този признак – 53.3% (Табл. 6). Пълно доминиране на родителя с по-високата стойност се наблюдава при 20% от кръстоски-

те. Останалите типове наследяване са непълно доминантно към родителя с по-високата – 6.7% или по-ниската стойност – 6.7%, и адитивно – 13.3%. Свръхдоминирането обуславя хетерозисни прояви най-силно изразени при кръстоските: Барут×Дорина, Барут×Дарми, Барут×Хелиус, Бели Искър×Хелиус и Митра×Дорина. Хетерозисният ефект при тези кръстоски е 6.3-14.0%, а масата на кутийката – 6.5-6.8 g.

При ДК F_1 -2013 г. преобладават също кръстоските с положително свръхдоминантно наследяване на този признак – 72.7% (Табл. 7). Хетерозисният ефект е по-слабо проявен – от 1.9 до 9.4% при кръстоската Руми × Бояна.

Вариансите на ОКС за двете диалелни комбинации са доказани спрямо средните грешки, което означава, че родителските форми се различават по обща комбинативна способност, но са недоказани спрямо вариансите на СКС (Табл. 8). Има много добре доказани варианти на СКС за двете диалелни комбинации.

При I^{ва} диалелна комбинация с положителни ОКС ефекти за този признак са сортовете Митра (P_4) и Хелиус (P_5), а при II^{па} диалелна ком-

Таблица 6. Наследяване (d/a) и хетерозис по масата на кутийката при ДК F_1 -2010

Table 6. Inheritance (d/a) and heterosis for the boll weight in F_1 -2010

Хибридна комбинация/ Hybrid combination	P_1	P_2	F_1	d/a	HP %
Б. Искър* × Барут/В. Iskar × Barut	6	5.6	6.0	1.00	100.0
Б. Искър × Дарми/В. Iskar × Darmi	6	6.0	6.0	-	100.0
Б. Искър × Митра/В. Iskar × Mytra	6	6.3	6.4	1.67	101.6
Б. Искър × Хелиус/В. Iskar × Helius	6	6.1	6.5	9.00	106.6
Б. Искър × Дорина/В. Iskar × Dorina	6	5.6	6.0	1.00	100.0
Барут × Дарми/Barut × Darmi	5.6	6.0	6.8	5.00	113.3
Барут × Митра/Barut × Mitra	5.6	6.3	6.2	0.71	98.4
Барут × Хелиус/Barut × Helius	5.6	6.1	6.6	3.00	108.2
Барут × Дорина/Barut × Dorina	5.6	5.7	6.5	17.00	114.0
Дарми × Митра/Darmi × Mytra	6	6.3	6.1	-0.33	96.8
Дарми × Хелиус/Darmi × Helius	6	6.1	6.3	5.00	103.3
Дарми × Дорина/Darmi × Dorina	6	5.6	5.8	0.00	96.7
Митра × Хелиус/Mytra × Helius	6.3	6.1	6.3	1.00	100.0
Митра × Дорина/Mytra × Dorina	6.3	5.6	6.7	2.14	106.3
Хелиус × Дорина/Mytra × Dorina	6.1	5.6	6.4	2.20	104.9
GD 5%; 1.0%; 0.1%		0.4; 0.6; 0.7			

Б. Искър* Бели Искър/Beli Iskar

Таблица 7. Наследяване (d/a) и хетерозис по масата на кутийката при ДК F₁-2013

Table 7. Inheritance (d/a) and heterosis for the boll weight in F₁-2013

Хибридна комбинация/ Hybrid combination	P ₁	P ₂	F ₁	d/a	HP %
Чирпан-539×Хелиус/Chirpan*×Helius	5.1	5.2	4.7	-9.00	90.4
Чирпан-539 × Руми/Chirpan × Rumi	5.1	5.1	5.2	-	102.0
Чирпан-539×Бояна/Chirpan×Boyana	5.1	5.3	5.4	2.00	101.9
Чирпан-539×Наталия/Chirpan×Natalia	5.1	4.9	5.3	3.00	103.9
Чирпан-539×Нелина/ Chirpan×Nelina	5.1	4.9	5.2	2.00	102.0
Хелиус × Руми/ Helius× Rumi	5.2	5.1	5.1	-1.00	98.1
Хелиус × Бояна/ Helius × Boyana	5.2	5.3	5.6	7.00	105.7
Хелиус × Наталия/ Helius × Natalia	5.2	4.9	5.6	3.67	107.7
Хелиус × Нелина/Helius × Nelina	5.2	4.9	5.0	-0.33	96.2
Руми × Бояна/Rumi × Boyana	5.1	5.3	5.8	6.00	109.4
Руми × Наталия/Rumi × Natalia	5.1	4.9	5.4	4.00	105.9
Бояна × Наталия/Boyana × Natalia	5.3	4.9	5.6	2.50	105.7

Chirpan* Chirpan-539

Таблица 8. Резултати от анализа на варианса на комбинативната способност по признака маса на кутийката при ДК F₁- 2010 г. и ДК F₁- 2013

Table 8. Results from the analysis of the combining ability variance for the boll weight in F₁-2010 and F₁-2013

Източник на вариране/ Source of variation	Степени на свобода/ Degrees of freedom	Средни квадрати/ Mean squares	F-опитно/ F-experimental
ДК F₁- 2010 г./F₁- 2010			
Кръстоски/Crosses	20	0.324 ⁺⁺	4.87 ⁺⁺
ОКС/GCA	5	0.226 ⁺	3.41 ⁺ /0.64ns
СКС/SCA	14	0.356 ⁺⁺	5.35 ⁺⁺
Грешки/Errors	28	0.066	-
ДК F₁- 2013 г./ F₁- 2013			
Кръстоски/Crosses	14	0.251	7.76 ⁺⁺
ОКС/GCA	4	0.266	6.11 ⁺⁺ /1.09 ns
СКС/SCA	10	0.245	5.62 ⁺⁺
Грешки/Errors	28	0.044	-

Таблица 9. Ранжиране на родителите по ОКС за масата на кутийката при ДК F₁- 2010 г. и ДК F₁- 2013

Table 9. Ranking the parents on their GCA for the boll weight in F₁-2010 and F₁-2013

Родител/ Parent	ДК F ₁ -2010 г./ F ₁ -2010			ДК F ₁ -2013 г./ F ₁ -2013			
	Маса на кутийката/ Boll weight			Маса на кутийката/ Boll weight			
	x	R	ОКС	x	R	ОКС	
P ₄ -Митра/Mutra	6.3	1	0.122	P ₄ -Бояна/Boyana	5.3	1	0.178
P ₅ -Хелиус/Helius	6.1	2	0.118	P ₃ -Руми/Rumi	5.1	3.5	0.011
P ₂ -Барут/Barut	5.6	5.5	-0.015	P ₅ -Наталия/Natalia	4.9	5	-0.012
P ₃ -Дарми/Darmi	6.0	3.5	-0.057	P ₂ -Хелиус/Helius	5.2	2	-0.050
P ₁ -Б. Искър/B. Iskar	6.0	3.5	-0.065	P ₁ -Чирпан539/Chirpan	5.1	3.5	-0.127
P ₆ -Дорина/Dorina	5.6	5.5	-0.103	-	-	-	-
L.S.D. 5 %	0.4			L.S.D. 5 %	0.3		
Грешка/St.error			0.074	Грешка/St.error			0.064

бинация – сорт Бояна (P₄), които се отличават с най-голяма маса на кутийката сред изследваните набори от родители (Табл. 9).

При I^{ва} диалелна комбинация с положителни СКС ефекти са 7 кръстоски, при II^{ра} диалелна комбинация с положителни СКС ефекти са също 7 кръстоски (Табл. 10). В резултат на свръхдоминантно наследяване и хетерозисен ефект масата на кутийката е увеличена, съответно с 0.1 до 1.1 g и 0.1-0.5 g спрямо по-добрия родител.

Анализът на компонентите на варианса на ОКС и СКС ефектите (Табл. 11) показва, че в следяването на масата на кутийката участват основно неадитивни генни ефекти. При ДК F₁-2013 г. варианът на СКС е недоказан, но показва значително превъзходство над варианса на ОКС. Направеният диалелен анализ също показва, че в генетичния контрол на масата на кутийката при ДК F₁-2013 г. участват неадитивни генни ефекти, докато при ДК F₁-2010 г. участват адитивни и не-

Таблица 10. Средни стойности (x), специфична комбинативна способност (СКС) и хетерозис по масата на кутийката при ДК F₁-2010 г. и ДК F₁-2013

Table 10. Mean values (x), specific combining ability (SCA) and heterosis for the boll weight in F₁-2010 and F₁-2013

Кръстоски/ Crosses	ДК F ₁ -2010 г.			ДК F ₁ -2013 г.			НР*
	x	СКС/ SCA	НР*	x	СКС/ SCA	НР*	
С положителни СКС ефекти/Having positive SCA effects							
Барут×Дарми Varut×Darmi	6.8	0.698	113.3	Хелиус×Наталия Helius×Natalia	5.6	0.365	107.7
Митра×Дорина Mutra×Dorina	6.7	0.473	106.3	Руми×Бояна Rumi×Boyana	5.8	0.346	109.4
Барут×Дорина Varut×Dorina	6.5	0.377	114.0	Ч-н-539×Наталия Chirpan539×Natalia	5.3	0.175	103.9
Барут×Хелиус Varut×Helius	6.6	0.323	108.2	Хелиус×Бояна Helius×Boyana	5.3	0.175	103.9
Б. Искър×Хелиус B. Iskar×Helius	6.5	0.273	106.6	Бояна×Наталия Boyana×Natalia	5.6	0.103	105.7
Хелиус×Дорина Helius×Dorina	6.4	0.143	104.9	Ч-н-539×Руми Chirpan539×Rumi	5.2	0.051	102.0
Б. Искър×Митра B. Iskar×Mutra	6.4	0.101	101.6	Ч-н-539×Бояна Chirpan539×Boyana	5.4	0.017	101.9
С негативни СКС ефекти /Having negative SCA effects							
Дарми×Хелиус Darmi×Helius	6.3	-0.002	103.3	Руми×Наталия Rumi×Natalia	5.4	-0.103	105.9
Б. Искър×Дорина B. Iskar×Dorina	6.0	-0.040	100.0	Хелиус×Руми Helius×Rumi	5.1	-0.125	98.1
Барут×Митра Varut×Mutra	6.2	-0.081	98.4	Ч-н-539×Хелиус Chirpan539×Helius	4.7	-0.421	90.4
Б. Искър×Дарми B. Iskar×Darmi	6.0	-0.086	100.0	GD 5 %	0.3		
Митра×Хелиус Mutra×Helius	6.3	-0.115	100.0	Ст. Грешка/ Standard error		0.144	
Дарми×Митра Darmi×Mutra	6.1	-0.140	96.8				
Б. Искър×Барут B. Iskar×Varut	6.0	-0.161	100.0				
Дарми×Дорина Darmi×Dorina	5.8	-0.215	96.7				
GD 5 %	0.4						
Станд. Грешка Standard error		0.182					

Стандартна грешка/Standard error $se = /s(i, j) - s(k, l)/$

НР* - Спрямо средното на по-добрия родител/To the better parent

Таблица 11. Компоненти на варианса за масата на кутийката при ДК F₁-2010 г. и ДК F₁-2013
Table 11. Variance components for the boll weight in F₁-2010 and F₁-2013

Източници на вариране/ Source of variation	ДК F ₁ -2010 г./ F ₁ -2010		ДК F ₁ -2013 г./ F ₁ -2013	
	Варианс/ Variance	Станд. грешка/ Stand. error	Варианс/ Variance	Станд. грешка/ Stand. error
Кръстоски/Crosses	0.086 ⁺⁺	0.034	0.069 ⁺	0.032
ОКС/GCA	-0.005 ns	0.008	0.001 ns	0.010
СКС/SCA	0.096 ⁺	0.044	0.067 ns	0.037
Грешки/Errors	0.066 ⁺⁺⁺	0.015	0.043 ⁺⁺⁺	0.012

адитивни генни ефекти, като по-голямо значение имат неадитивните. Неадитивен тип на генното действие със свръхдоминиране за този признак отбелязват: Iqbal et al. (2005), Li et al. (2009), Hussein et al. (2009), Ali et al. (2011), Baloch (2014). Адитивните генни ефекти са били по-важни за наследяването на масата на кутийката в изследванията на Raza et al. (2013), Kumar et al. (2014), Usharani et al. (2014), Chapepa et al. (2015).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение може да отбележим, че за наследяването на масата на кутийката, като един от важните структурни компоненти на добива, значение имат адитивните и неадитивните генни ефекти, чието проявление зависи от диалелната комбинация, възможно и от условията на годината. В генетичния контрол на признака участват основно неадитивни генни ефекти.

ИЗВОДИ

В генетичния контрол на масата на кутийката, като един от важните структурни компоненти на добива, участват адитивни и неадитивни генни ефекти, чието проявление зависи от диалелната комбинация, възможно е и от условията на средата (годината). От съществено значение са неадитивни генни ефекти.

При отделните кръстоски се наблюдават различни типове на наследяване на масата на кутийката. Преобладават кръстоските с положително свръхдоминиране – 53.3% при ДК F₁-2010 г. и 72.7% при ДК F₁-2013 г.

Свръхдоминирането обуславя хетерозисни прояви, като хетерозисният ефект е по-силно изразен при първа диалелна комбинация и достига до 14.0% при кръстоската Барут × Дорина, и по-слабо при втора диалелна комбинация – до 9.4% при кръстоската Руми × Бояна.

Генетичното вариране, изразено с коефициента на наследяемост в тесен смисъл (h^2), е слабо до средно високо, и предвид голямото доминиране, отборът по този признак трябва да се води в по-късните хибридни генерации – F₃-F₄.

ЛИТЕРАТУРА

- Ahsan, M. Z., Majidano, M. S., Bhutto, H., Soomro, A. W., Panhwar, F. H., Channa, A. R., & Sial, K. B. (2015). Genetic variability, coefficient of variance, heritability and genetic advance of some *Gossypium hirsutum* L. accessions. *Journal of Agricultural Science*, 7(2), 147.
- Ali, M. A., Bhatti, M. F., Abbas, A., & Khan, I. A. (2010). Assessment of inheritance pattern of some multigenic characters in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Agricultural Research* (03681157), 48(1).
- Ali, B., Iqbal, M. S., Shah, M. K. N., Shabbir, G., & Cheema, N. M. (2011). Genetic analysis for various traits in *Gossypium hirsutum* L. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 24.
- Alkuddsi, Y., Rao, M. G., Patil, S. S., Joshi, M., & Gowda, T. H. (2013). Correlation and path coefficient analysis between seed cotton yield and its attributing characters in intra *hirsutum* cotton hybrids. *Molecular Plant Breeding*, 4.
- Baloch, M. (2014). Combining ability analysis in diallel cross of upland cotton. *International Journal of Advanced Research*, 2(10), 551-557.
- Bölek, Y., Çokkizgin, H., & Bardak, A. (2014). Genetic Analysis of Fiber Traits in Cotton. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(1), 15-20.

- Li, C., Guo, W., & Zhang, T.** (2009). Quantitative inheritance of yield and its components in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars with varied lint percentages. *Acta Agronomica Sinica*, 35(11), 1990-1999.
- Chapepa, B., Manjeru, P., Ncube, B., Mudada, N., & Mubvekeri, W.** (2015). Diallel analysis on variation of Verticillium wilt resistance in upland cotton grown in Zimbabwe. *African Journal of Agricultural Research*, 10(2), 39-48.
- Griffing, B.** (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian journal of biological sciences*, 9(4), 463-493.
- Hayman, B.** (1954). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39, 789-809.
- Hussain, M., Azhar, F. M., & Khan, A. A.** (2009). Genetics of inheritance and correlations of some morphological and yield contributing traits in upland cotton. *Pak. J. Bot*, 41(6), 2975-2986.
- Iqbal, M. R. S. A., Khan, R. S. A., Hayat, K., & Khan, N. I.** (2005). Genetic variation and combining ability for yield and fiber traits among cotton F1 hybrid population. *J. Biol. Sci*, 6, 678-683.
- Khan, A. M., Fiaz, S., Bashir, I., Ali, S., Afzal, M., Kettener, K., & Manzoor, M.** (2017). Estimation of Genetic Effects Controlling Different Plant Traits in Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Under Cluv Epidemic Condition. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 50(1), 47-56.
- Kumar, K. S., Ashokkumar, K., & Ravikesavan, R.** (2014). Genetic effects of combining ability studies for yield and fibre quality traits in diallel crosses of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 13(1), 119.
- Mather, K., & Jinks, J.** (1971), *Biometrical Genetics*, London.
- Mather, K., & Jinks, J.** (1982). *Biometrical Genetics*, 3rd ed. London.
- Nasimi, R. A., Khan, I. A., Iqbal, M. A., & Khan, A. A.** (2016). Genetic analysis of drought tolerance with respect to fiber traits in upland cotton. *Genetics and molecular research: GMR*, 15(4).
- Abdul, R., Muhammad, R., Cheema, J. I., Malik, S. H., Haq, M. I. U., & Shoaib, S.** (2014). Genetic studies on variation for fiber quality traits in upland cotton. *Journal of Plant Breeding and Genetics*, 2(1), 1-5. <http://www.escijournals.net/JPBG>
- Raza, M. M., Munawar, M., Hammad, G., Aslam, R., Habib, S., & Latif, A.** (2013). Genetic analysis of some metric plant traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) through hybridization. *Universal Journal of Plant Science*, 1(1), 1-7.
- Shaukat, S., Khan, T. M., Shakeel, A., & Ijaz, S.** (2013). Estimation of best parents and superior cross combinations for yield and fiber quality related traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Sci Tech and Dev*, 32(4), 281-284.
- Shao, D., Wang, T., Zhang, H., Zhu, J., & Tang, F.** (2016). Variation, heritability and association of yield, fiber and morphological traits in a near long staple upland cotton population. *Pak. J. Bot*, 48(5), 1945-1949.
- Paramjit, S., Mittal, V. P., Buttar, G. S., & Brar, K. S.** (2009). Genetic variability and association studies in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Research, Punjab Agricultural University*, 46(3/4), 109-111.
- Singh, R. K. & Chaudhary, B.** (1985). *Biometrical methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Pub. Ludhiana. *New Delhi, Revised Ed.*, 318.
- Singh, M., & Narkhede, S. D.** (2010). Evaluation of morphological parameters and yield in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) through correlation and path coefficient analysis. *Agricultural Science Digest*, 30(3).
- Soomro, Z. A., Larik, A. S., Kumbhar, M. B., Khan, N. U., & Panhwar, N. A.** (2008). Correlation and path analysis in hybrid cotton. *Sabrao Journal of Breeding & Genetics*, 40(1).
- Usharani, K.S., Vindhivarman, P., Balu P., Amala.** (2014). Combining ability analysis in intraspecific F₁ diallel cross of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *The Bioscan* 10(2), 793-799
- Vasconcelos, U. A. A., Cavalcanti, J. J. V., Farias, F. J. C., Vasconcelos, W. S., & Santos, R. C. D.** (2018). Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 18(1), 24-30.