

ВРЪЗКА МЕЖДУ СТРУКТОРНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ НА ДОБИВА И СЕМЕННИЯ ДОБИВ ПРИ НАХУТА

СОФИЯ ПЕТРОВА, СТАНИСЛАВ СТАВАТОВ
Институт по растителни генетични ресурси „К. Малков“, Садово

Relationships between Structures Components of Yield and Seed Yield in Chickpea

S. Petrova, S. Stamatov
Institute of Plant Genetic Resources “K. Malkov”, Sadovo, Bulgaria

Abstract

The chickpea (*Cicer arietinum* L.) is from the oldest and most important grain legume crops grown widely in the world under different environmental conditions.

In the present investigation were included 30 accessions with local and Israeli origin. The structures components of yield in chickpea were studied. It was shown the relationship between yield components with seed production per plant. From made mathematical model of plant which was characterized with high seed yield was showed that 60 seeds per plant and between 15 and 16 pods per plant, the yield of studied accessions was the highest. It was reflected the direct and indirect effects on seed yield and were shown significant factors in which falling different structures components of yield. It was found that direct positive effect on seed yield per plant there was number of pods per plant. This investigation also helped to establish a breeding program in the direction of increasing of seed yields in chickpea.

Key words: chickpea, correlation, relationship, seed yield

Културният нахут (*Cicer arietinum* L.) е една от първите зърнено-бобови култури, доместицирана в Стария свят, а понастоящем се класира като третата по важност зърнено-бобова култура след фасула и граха. Тя е стратегическа протеинова култура, която заема важно място в структурата на световното земеделско производство в районите с умерен, сух и полусух климат (Singh, 1990).

За България нахутът е стара култура с разностранно използване – основно като фураж и за консумация от хората. В България той е заемал най-големи площи през периода от 1943 до 1947 г. и е компенсирал недостига на белтъчни храни (Койнов, 1986). В момента площите на нахута у нас са много ограничени и не се водят на статистически отчет. Средният добив за страната е 200 kg/da, но са отбелязани добиви от 300 kg/da (МЗХ, 2009; Проданов, 2004). Селекционно-подобрителната работа с нахута в сравнение с другите зърнено-бобови култури е по-ограничена. След 1994 г. интересът към тази култура нараства, което е свързано с търсенето на пазара за получаване на разнообразни и здравословни продукти (Механджиев и др., 2002; Muehlbauer and Tullu, 1997).

Корелационният анализ осигурява информация за корелациите, които съществуват между важни растителни качествени показатели (Ali & Tahir, 1999). От друга страна, корелационният анализ между семенния добив и компонентите на добива е от съществено значение за определяне на селекционните критерии; обаче Path – анализът може

да помогне за определянето на директните ефекти на признаците и техните индиректни ефекти върху други признаци (Yücel et al., 2006).

Най-важният компонентен анализ е мултивариантната статистическа техника за изследване и опростяване на сложни набори от данни (Leilah and Al-Khateeb, 2005).

Регресионната техника най-напред е била използвана от Yates and Cochran (1938) и по-късно е доразвита от Finlay and Wilkinson (1966).

Изследването е проведено с цел да се охарактеризира колекцията основно с местни форми нахут и да се покажат взаимовръзките на елементите, формиращи добива при културата.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Анализът на разнообразието е осъществен на основата на структурните елементи на добива върху 30 образци от колекцията нахут през периода 2010-2011 г. на Канелено-горска почва след предшественик пшеница на опитното поле в ИРГР – Садово в парцелки от 4 m² (4 реда с дължина 2 m и разстояния между растенията в реда и междуредията съответно 10 cm и 50 cm). Преобладаващата част от образците са с български произход (28), в които се включва и стандартът – сорт Балкан и два образца с израелски произход (№ 17 и № 27). Прилагана е агротехника, използвана при отглеждането на нахута.

Структурните елементи на добива включват: височина на растението, височина на залагане на пър-

ви боб, общ брой разклонения, брой семена в един боб, брой бобове на едно растение, брой семена на едно растение, тегло на семената на едно растение. Те са установени чрез биометричен анализ на 10 случайно избрани растения от вътрешните редове на всяка парцелка. Определена е също така масата на 100 семена и добивът от 1 m².

Определянето на връзката между добива и добивните компоненти и влиянието на добивните компоненти върху добива на нахута са определени с помощта на различни статистически анализи. Използваните статистически техники за изследване връзката на семенния добив и добивните компоненти включват: корелационен анализ, регресионен анализ, Path – анализ и основен компонентен анализ. Математическата обработка на данните е извършена със специализиран софтуер SPSS 9.0 for Windows.

За определяне на разликите в структурните елементи на добива при нахута между отделните образци е използван дисперсионен анализ. Доказването на преките връзки между структурните елементи и семенния добив е извършено с помощта на корелационен анализ. На базата на корелационните зависимости е изведен линеен модел на растението, характеризиращо се с висок добивен потенциал. Преките и косвени влияния върху броя на бобовете, увеличаващи добива на семе от растение, са изразени с помощта на Path – анализа. Факторният анализ показва разстоянията в генома на гените, контролиращи структурните елементи на добива.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Изследваните образци се характеризират със средна височина на растенията от 36,7 до 50,2 cm (табл. 1). Най-високи растения имат образците с BGR-ри: 6709, 21249 и 1937, а най-ниски са тези при образец с BGR23152. Доказано по-високи растения от стандарта имат материалите: A8BM0070, № 17, № 27, BGR1914, BGR1916, BGR6709, BGR21119, BGR21227, BGR21249, а по-ниски от стандарта са образците: BGR23148, BGR23152, BGR23154, BGR23155. Растенията на изследваните образци залагат на средна височина бобовете си – от 19,0 до 35,9 cm. Най-ниско заложени бобове има образец с BGR 23155, а най-високо – образец BGR1914. Доказано по-високо от стандарта залагат бобовете си следните образци: № 17, BGR1914, BGR1937, а по-ниско от стандарта – образците с BGR-ри: 23148, 23149, 23152, 23154 и 23155.

Проучваните образци от нахут образуват средно от 4,5 до 7,5 броя разклонения в растение. С най-много разклонения се характеризира образец BGR1942, а с най-малко е BGR21249. Доказано по-голям брой разклонения от стандарта има образец BGR1942, а по-малко разклонения спрямо стандарта имат образците с BGR-ри: 21249 и 23146. Изследваната група образци има средно от 23,5 до 48,7 боба в едно растение. Най-малко бобове образува образец BGR23154, а най-много – обра-

зец BGR1942. Повече бобове от стандарта образуват образците с BGR-ри: 1942, 6735 и 23148, а по-малко бобове от стандарта образува образец с BGR 23154. Броят семена в едно растение варира средно от 22,6 до 68,5. Най-малко семена в едно растение образува образецът с BGR 23154, а най-много – BGR1942. С доказано повече семена от едно растение спрямо стандарта се характеризират образците с BGR-ри: 1937, 1916, 1914, 1942, 6709, 21227, 21207, 23145, 23150 и 23156.

Средният брой семена в един боб варира от 1 до 2. Най-малко семена в боб продуцират образците: BGR23146, BGR23148, BGR23149, BGR23152, BGR23155, BGR23154, а най-много семена в боб имат образците с BGR-ри: 21227, 1942, 23156 и 1941. С доказано по-голям брой семена в боб се характеризират образците: BGR1914, BGR1916, BGR1917, BGR1937, BGR1941, BGR1942, BGR6709, BGR23150, BGR21227, BGR23145, BGR21119, BGR23156. Няма математически доказана разлика за образците, които продуцират по-малък брой семена в боб от стандарта.

Средните стойности на теглото на семената от едно растение варират от 8,7 до 15,6 g. Най-леки са семената от едно растение при образец № 17, а най-тежки – при образец BGR23155. С доказано по-ниска маса на семената от растение спрямо стандарта са образците: № 17, BGR1915, BGR1937, BGR21207, BGR21249, BGR23147, BGR23154, няма образци с математически доказана по-висока маса на семената от едно растение спрямо стандарта.

Singh (2007) установява, че семенният добив има висока положителна корелация със сухото тегло на едно растение, брой бобове на растение и брой вторични разклонения. От табл. 2 се вижда, че добивът на семена от 1 m² е в положителна връзка с височината на растението и отрицателна – с височината на залагане на първи боб, корелационните им коефициенти са съответно 0,448 и -0,403 и са доказани при степени на свобода 0,05. Добивът на семена от едно растение е в положителна връзка с брой бобове от едно растение, с корелационен коефициент 0,405 и в отрицателна връзка с височината на растението и височината на залагане на първи боб, с корелационни коефициенти съответно -0,428 и -0,377. Корелационните коефициенти са доказани при степен на свобода 0,05.

Височината на растението нараства с увеличаване на височината на залагане на първи боб, брой семена в един боб и намалява с увеличаване теглото на семената.

От проведения анализ става ясно, че повишаването на добивите при нахута може да се осъществи чрез намаляване височината на растенията и по-ниското залагане на първи боб.

Линейният модел на растението, характеризиращо се с висок брой бобове, е изразено чрез регресионно уравнение (1): $Y = 4,568 + 0,538x_1 + 0,733x_2$, където y е брой бобове в едно растение;

Таблица 1. Структурни елементи на добива при нахут
Table 1. Structures components of yield in chickpea

BGR/ кат. №	Височина на растението, cm		Височина до най-долния боб, cm		Брой първични разклонения		Брой бобове, растение		Брой семена, растение		Брой семена в боб		Тегло на семената, g	
	M	MD	M	MD	M	MD	M	MD	M	MD	M	MD	M	MD
A8BM0071 St	42,8		28,9		6,4		34,2		35,7		1,1		14,3	
A8BM0070	49,8	7,1*	34,3	5,5	5,5	-0,9	26,6	-7,6	30,2	-5,5	1,1	0,0	12,4	-2,0
№17	49,2	6,4*	34,8	6,0*	5,6	-0,8	27,5	-6,8	29,8	-5,9	1,3	0,2	8,7	-5,6*
№27	49,3	6,5*	31,6	2,8	5,5	-0,9	28,4	-5,8	30,9	-4,9	1,2	0,1	13,2	-1,2
BGR1914	49,7	6,9*	35,9	7,0*	6,6	0,2	37,2	3,0	47,0	11,3*	1,8	0,7*	13,2	-1,1
BGR1915	43,6	0,8	30,6	1,8	6,7	0,3	30,1	-4,2	34,9	-0,9	1,3	0,2	9,7	-4,6*
BGR1916	47,1	4,3*	31,6	2,7	5,9	-0,5	37,3	3,1	48,1	12,4*	1,6	0,5*	12,7	-1,7
BGR1917	45,2	2,5	28,9	0,0	6,6	0,3	37,3	3,1	42,9	7,2	1,4	0,3*	12,5	-1,8
BGR1937	50,1	7,3	34,9	6,0*	6,9	0,6	46,2	12,0	57,1	21,4*	1,6	0,5*	10,7	-3,6*
BGR1941	41,6	-1,1	27,8	-1,1	6,4	0,0	30,6	-3,6	40,9	5,2	1,7	0,6*	11,7	-2,7
BGR1942	42,9	0,1	26,2	-2,7	7,5	1,2*	48,7	14,5*	68,5	32,8*	1,8	0,7*	14,8	0,4
BGR6709	50,2	7,5*	31,1	2,2	6,0	-0,4	40,6	6,4	47,0	11,3*	1,5	0,4*	13,8	-0,6
BGR6735	40,8	-2,0	28,1	-0,8	7,1	0,7	45,0	10,8*	46,2	10,5	1,2	0,1	15,3	1,0
BGR21119	47,2	4,5*	28,7	-0,2	5,6	-0,8	37,4	3,2	46,6	10,9	1,5	0,4*	12,7	-1,7
BGR21207	46,3	3,6	31,7	2,9	6,5	0,2	41,5	7,3	48,6	12,9*	1,3	0,2	9,9	-4,5*
BGR21227	47,6	4,8*	31,8	2,9	6,6	0,3	42,2	8,0	60,8	25,1*	1,9	0,8*	13,4	-1,0
BGR21248	39,9	-2,9	25,1	-3,8	5,8	-0,6	38,6	4,3	40,5	4,8	1,1	0,0	13,3	-1,1
BGR21249	50,1	7,3*	29,5	0,6	4,5	-1,9*	29,7	-4,5	33,1	-2,6	1,2	0,1	10,0	-4,3*
BGR23145	41,3	-1,5	25,6	-3,3	5,9	-0,4	42,2	8,0	56,0	20,3*	1,7	0,6*	11,4	-3,0
BGR23146	45,7	2,9	25,2	-3,7	5,0	-1,4*	25,9	-8,4	25,2	-10,6	1,0	-0,1	11,5	-2,9
BGR23147	39,7	-3,1	24,1	-4,8	5,7	-0,7	42,7	8,5	45,1	9,4	1,2	0,1	11,0	-3,4*
BGR23148	37,6	-5,2*	21,4	-7,5*	5,7	-0,7	44,3	10,1*	46,3	10,6	1,0	-0,1	14,6	0,3
BGR23149	39,5	-3,3	22,2	-6,7*	6,2	-0,1	40,1	5,9	41,9	6,2	1,0	-0,1	13,9	-0,4
BGR23150	42,4	-0,4	25,6	-3,3	6,6	0,3	42,1	7,8	49,0	13,3*	1,4	0,3*	13,0	-1,4
BGR23151	39,3	-3,5	26,1	-2,8	7,0	0,6	36,7	2,5	39,5	3,8	1,2	0,1	15,2	0,9
BGR23152	36,7	-6,1*	21,2	-7,7*	5,7	-0,6	38,7	4,5	39,1	3,4	1,0	-0,1	14,0	-0,4
BGR23153	40,7	-2,1	25,2	-3,7	5,7	-0,7	29,2	-5,0	31,6	-4,2	1,2	0,0	15,1	0,8
BGR23154	38,6	-4,2*	19,5	-9,4*	5,6	-0,8	23,5	-10,7*	22,6	-13,2*	1,0	-0,1	10,6	-3,7*
BGR23155	38,0	-4,8*	19,0	-9,9*	5,7	-0,7	43,7	9,5	43,5	7,8	1,0	-0,1	15,6	1,3
BGR23156	42,4	-0,4	26,8	-2,1	5,4	-0,9	36,0	1,8	48,8	13,1*	1,7	0,6*	13,0	-1,3

Средно/mean (M); разлика на средната/difference of mean (MD); (*) достоверност при степен на свобода 0,05/
significant at the 0.05% probability level.

x_1 - брой семена в едно растение; x_2 - тегло на семената от едно растение.

Моделът (1) показва, че броят бобове е най-голям при над 60 семена в едно растение, отклонението от тази бройка води до намаляване броя на бобовете в едно растение (фиг. 1).

От фиг. 2 се вижда, че броят на бобовете от едно растение се увеличава с увеличаване теглото на семената на едно растение в диапазона 40 g и 50 g. Отклонението от тази граница в двете посоки води до намаляване броя на бобовете.

Броят бобове в едно растение е важен показател за увеличаване добива на семена от растение (табл. 3). Структурният анализ показва, че директен ефект върху увеличението на броя на бобовете от

едно растение има броя семена в боб (0,940). Броят на бобовете индиректно се влияе положително от масата на 100 семена, добив семена от 1 m², тегло на семената от едно растение и брой разклонения.

Компонентният анализ се използва за определяне на факторите, които допринасят за промените на количествените изменения в признаците при нахута. Според Viabani and Pakniyat (2008) признаците, намиращи се в отделните компоненти, се намират много близо един до друг в генома.

Резултатите от компонентния анализ индикират два значими фактора, обяснени на 72,398% от общата вариация на признаците (фиг. 3).

От табл. 4 се вижда, че броя на семената от едно растение, масата на 100 семена, брой семена

Таблица 2. Корелационни зависимости между структурните елементи на добива при нахут
Table 2. Correlation significant between structures components of yield in chickpea

	Добив на семена от 1 m ² , g	Височина на раст., cm	Височина до долен боб, cm	Брой първични разклонения	Брой бобове на растение	Брой семена в растение	Брой семена в боб	Тегло на семена в раст., g	Маса на 100 семена, g
Добив на семена от 1 m ² , g	1	0,448*	-0,403*	0,037	0,354	0,155	-0,207	0,320	0,102
Височина на раст., cm		1	0,892**	-0,090	-0,223	0,028	0,418*	-0,428*	-0,176
Височина до най-долния боб, cm			1	0,182	-0,125	0,117	0,498**	-0,377*	-0,235
Брой първични разклонения				1	0,550**	0,592**	0,452*	0,262	-0,486**
Брой бобове на 1 растение					1	0,877**	0,339	0,405*	-0,679**
Брой семена на 1 растение						1	0,717**	0,248	-0,871**
Брой семена в боба							1	-0,092	-0,771**
Тегло на семената от 1 растение, g								1	0,028
Масата на 100 семена, g									1

* Корелация при ниво на значимост 0,05/significant at the 0.05% probability level.

** Корелация при ниво на значимост 0,01/significant at the 0.01% probability level.

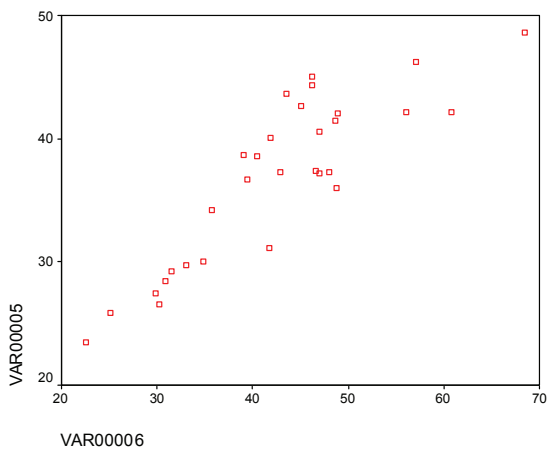
Таблица 3. Преки и косвени ефекти върху броя на бобовете в растение
Table 3. Direct and indirect effect on number of pods per plant

Брой бобове на едно растение/Number of pods per plant

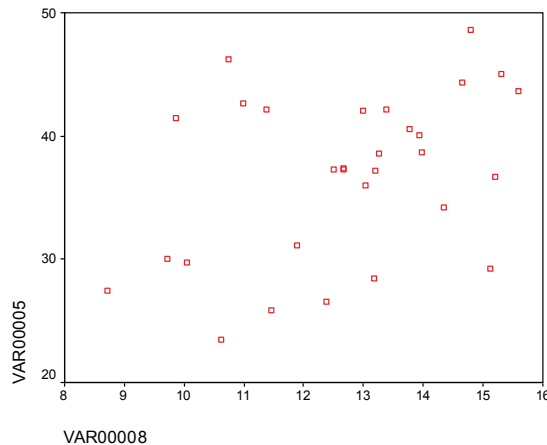
Корелационен коефициент/ Correlation coefficient	0,405*
Директен ефект/Direct effect	
Брой семена в боб/Number of seeds per pod	0,940
Индиректен ефект/Indirect effect	
Добив на семена от 1 m ² / Seed yield from 1 m ² , g	-0,297
Височина на растение/Plant height, cm	0,139
Височина до най-долния боб/ Height to the lowest pod, cm	0,248
Брой първични разклонения/ Number of primary branches	-0,137
Брой семена на едно растение/ Number of seeds per plant	0,281
Тегло на семената от едно растение/ Weight of seeds per plant, g	-0,236
Масата на 100 семена/100-seed weight, g	-0,533

Таблица 4. Разпределение на структурните елементи на добива във факторния анализ
Table 4. Distribution of structures components of yield in the factor analysis

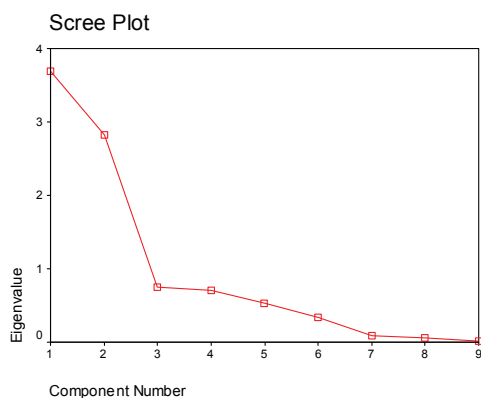
Фактори/Factors; Структурни елементи/Structures components	1	2
Брой семена на едно растение/ Number of seeds per plant	0,956	
Масата на 100 семена/ 100-seed weight, g	-0,909	
Брой семена в боб/ Number of seeds per pod	0,816	
Брой бобове в растение/ Number of pods per plant	0,786	
Брой първични разклонения/ Number of primary branches	0,705	
Височина на растение/ Plant height, cm		-0,885
Височина до най-долния боб/ Height to the lowest pod, cm		-0,833
Добив на семена от 1 m ² / Seed yield from 1 m ² , g		0,677
Тегло на семената от едно растение/ Weight of seeds per plant, g		0,674



Фиг. 1. Изображение на корелационната зависимост между брой бобове в растение (VAR00005) и добивът на семена от растение (VAR00006)
 Fig. 1. Representation of correlation significant between number of pods per plant and yield of seeds per plant



Фиг. 2. Изображение на корелационната зависимост между броя на бобовете на едно растение (VAR00008) и тегло на семената от растение (VAR00005)
 Fig. 2. Representation of correlation significant between number of pods per plant and weight of seeds per plant



Фиг. 3. Значими фактори на влияние върху добива на семена от растение
 Fig. 3. Significant factors of influence on yield of seeds per plant

Стойност (Eigenvalue)/Компонентен номер (Component Number)

в един боб, брой бобове от едно растение и брой разклонения се намират много близо един до друг в генома и се предават заедно в потомствата. Височината на растението, височината на залагане на долния боб, добивът на семена от 1 м² и тегло на семената от едно растение са друга група признаци, също приближени много близо един до друг в генома и се предават заедно в потомството.

Тези фактори трябва да се имат предвид от селекционерите при съставянето на техните селекционни програми.

ИЗВОДИ

Добивът на семена при нахута се увеличава с увеличаване броя на бобовете и броя на семената в растение. Добивът намалява с увеличаване на

височината на залагане на първи боб по централното стъбло.

Моделът на растение показва, че при 60 семена на растение и между 15 и 16 боба, добивът при изследваните образци е най-висок. Отклонението от тези стойности и в двете посоки води до намаляване на добива на семена от растение.

Пряк положителен ефект върху добива на семена от едно растение има броят на бобовете, положително косвено влияние има и масата на 100 семена. Косвено върху намаляването на добива оказват влияние височината на растението и височината на залагане на първи боб по централното стъбло.

От селекционна гледна точка би трябвало да се очаква, че елементите: брой семена на едно растение, масата на 100 семена, брой семена в боб, брой бобове в растение и общ брой разклонения, се предават независимо от височина на растението, височина до най-долния боб, добив на семена от 1 м² и тегло на семената от едно растение.

ЛИТЕРАТУРА

- Койнов, К. 1986. Нахут. Монография. с. 14-15
- Механджиев, А., К. Горанова, М. Михов, Д. Генчев. 2002. Успехи на селекцията при зърнено-бобовите култури в България. Космос, природа, човек. Научна конф., с. 41-47
- МЗХ. 2009. Дирекция „Агростатистика“. Наблюдение на производството на зеленчуци – реколта’ 2008; № – 136, март.
- Проданов, Ил. 2004. Нахутът е добър предшественик, богат на витамини. Фермер.
- Ali, Y. and G. R. Tahir. 1999. Correlation and regression studies in chickpea genotypes. *Pakistan Journal of Biological Science*, 2(2): 318-319
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-40

Biabani, A. R. and H. Pakniyat. 2008. Evaluation of seed yield-related characters in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Euphytica*, 148: 261-268

Final, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaption in plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.*, 14: 742-754

Leilah, A. A. and S. A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *J. of Arid Environments*, 61: 483-496

Muehlbauer, F. J. & A. Tullu. 1997. <http://www.hort.purdure.edu/newcrop/cropfactsheets/chickpea.html>.

Singh, K. B. 1990. Status of chickpea in the world. *International Chickpea Newsletter*, 22, 10-16

Singh, S. P. 2007. Correlation and path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum*). *Int. J. Plant Sci.*, 2: 1-4

Yates, F. and W. G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci.*, 28: 556-580

Yücel, D., A. E. Anlarsal and C. Yücel. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turk. J. Agric. Forestry*, 30: 183-188

Zohary, D. and Hopf, M. 2000. *Domestication of Plants in the Old World*, third edition. Oxford: University Press. ISBN 0-19-850356-3: 105-107