

ORIGINAL PAPER

Селекционна ценност на голосеменни линии памук

Ана Стоилова¹ • Валентина Димитрова¹ • Минка Колева¹

¹Институт по полски култури - Чирпан, 6200, Чирпан, България

Автор за кореспонденция: Минка Колева; E-mail: m_koleva2006@abv.bg

Breeding value of naked seed cotton lines

Ana Stoilova¹ • Valentina Dimitrova¹ • Minka Koleva¹

¹Institute of field crops - Chirpan, 6200, Chirpan, Bulgaria

Corresponding Autor: Minka Koleva; E-mail: m_koleva2006@abv.bg

Received: October 2018 / Accepted: February 2019 /

Published: March 2019 © Author(s)

Abstract

Stoilova, A., Dimitrova, V. & Koleva, M. (2019). Breeding value of naked seed cotton lines. Field Crops Studies, XII(1), 103-114.

Four white cotton lines having naked seeds – Nos. 81, 84, 88 and 93 and two brown lines also possessing naked seeds – Nos. 105 and 106 were included in the competition test variety trial carried out during the period 2014-2017 in the Field Crops Institute in Chirpan. The aim of the study was to explore their productive and qualitative capabilities with a view to their effective use in breeding programs and as direct varieties. It was found that lines Nos. 81, 84, 88 and 93 were lower productive than the standard cultivar Chirpan-539 and they have realized 81.8 to 89.6 % of its seed cotton yield. They had a smaller boll by 0.1-0.3 g and a lower lint percentage by 0.8-1.7 %. Lines Nos. 81, 84 and 88 showed by 0.6 - 1.2 mm longer fiber than that of the standard. The highest breeding value was found for the line 88, which was the most productive and had the longest fiber. Lines Nos. 105 and 106 combine two exceptional features - naked seeds and natural colored light brown fiber. They were very early and matured simultaneously with the standard cultivar. In seed cotton yield, they were close to the standard achieving 91.9-96.7 % of its yield. They were inferior to the standard in fiber length - by 1.5 mm and in lint percentage - by 2.6-3.4 %, typical of the colored cotton. All studied lines possess breeding value because of their naked seeds. Brown line No. 106 in seed cotton yield was inferior very little to the white standard – the cultivar „Chirpan-539”

and could be presented for state variety testing in the Executive Agency for Variety Testing and Seed Control network for its validation as a variety.

Key words: Cotton, *G. hirsutum* L., Fiber length, Lint percentage, Naked seed, Seed cotton yield

Въведение

Съвременните агротехнологии са насочени към получаване на екологична чиста продукция и опазване на околната среда. В тази връзка се редуцират торовите норми и ограничават пестицидите. Решение на двата проблема се търси в развитието на биологичното земеделие, като една алтернатива на интензивното земеделие. В памукопроизводството също има някои нерешени проблеми, свързани с получаването на екологична чиста продукция и опазването на околната среда. При боядисването на преждите се използват бои на синтетична основа, които често причиняват алергии. Памукът е естествено оцветено влакно привлича вниманието на много изследователи. Селекция на цветен памук се извършва в САЩ, Китай, Израел, Турция, Пакистан и др. страни. На този етап са създадени хибриди и сортове с кафяво и зелено влакно (Stoilova et al., 2010; Stoilova and Dimitrova, 2017; KiongMing et al., 2000; GuangTian and Jun, 2002; Qiu, 2004; JinFeng et al., 2005). Семената, предназначени за посев, се обработват със сярна киселина за отстраняване на мъха (линта) по тях. Тази операция се извършва в заводите за първична преработка на суровия памук. Суровият памук, събран ръчно или с комбайн, включва влакното и семето. Влакното се състои от отделни влакънца, които са силно удължени епидермални клетки от обвивката на семето. Има два вида влакна – истински, които са дълги, те са с икономическо значение и се използват в текстилната промишленост. След омагяването на суровия памук и отделянето на истинското влакно, по семето остават къси влакънца, наречени мъх или линт, което налага третирането на семената за посев със сярна киселина, за отстраняването му. Тази технология на заготовка на памуковите семена за посев, е доста трудоемка, свързана е с използване на сярна киселина, което води до замърсяване на околната среда, използване на голямо количество вода за измиване на семената след третирането и изразходване на електроенергия за изсушаването им, което оскъпява семената.

Родът *Gossypium* L. наброява 50 вида, от които пет културни, но само четири се отглеждат за влакно - два тетраплоидни - *G. hirsutum* L. и *G. barbadense* L., наречени видове на Новия свят, и два диплоидни - *G. arboretum* L. *G. herbaceum* L., наречени памуци на Стария свят или азиатски. Видът *G. hirsutum* L., към който се отнася и памукът отглеждан у нас (българските сортове), осигурява над 90 % от общото производство на памуковото влакно в света. Видът *G.*

barbadense L. е известен с високото качество на влакното си и към него се отнасят египетските памуци с дълъг и екстра дълъг щапел, така наречения приморско-островен памук (Sea Island Cotton), с най-доброто качество на влакното в света, Пима (Pima Cotton) и Тангуис (Tangüs Cotton – разновидност на вида *G. barbadense* L.) (Chaudhry and Guitchounts, 2003). Сортовете от вида *G. barbadense* L. имат голо, черно семе, докато при сортовете от другите три вида семената са мъхнати, голото семе е изключение.

Musaev (1979) в съответствие със задачите да изследват наследяването на мъха и влакното на инбредни линии тетраплоиден памук *G. hirsutum* L., в качеството на родителски форми използват: ДАГС-линия (доминантна абсолютна голосеменна линия, семената са без мъх и влакно) - Л. 72, Л. 70 и Л. 74; РАГС-линия (рецесивна абсолютна голосеменна линия) - Л. 86; МС-линия (мъх има само в областта на микропила на семето) – Л.15; ОС-линия (семената са мъхнати, изцяло покрити с мъх).

В специализираната литература има редица съобщения за генотипове, отбрани от неспециализирани колекции, спонтанни и индуцирани мутации от вида *G. hirsutum* L., притежаващи признака голо семе, контролиран най-малко от четири независими гена (Turley and Kloth, 2002; Turley et al., 2007; Bechere et al., 2012). Четвъртият ген идва от мутантна форма, произхождаща от сорта „SC 9023“ - *G. hirsutum* L., получена чрез прилагане на химичен мутагенез. Авторите (Bechere et al., 2012) доказват, че признакът “голосеменност” се контролира от един нов рецесивен ген, който не съответства на идентифицираните в предишни изследвания три гена.

Генотипове (мутанти) с голо семе отбрани в сортове и местни колекции от вида *G. arboreum* L. (USDA - United States Department of Agriculture, NPGS - National Plant Germplasm System *Gossypium arboreum* collection; Chinese *G. arboreum* landrace) са също докладвани и признакът се контролира от доминантни и рецесивни гени (Rong et al., 2005; Wang et al., 2008; Erpelding, 2017)

В Института по полски култури – Чирпан са създадени (непубликувани данни) и се изпитват голосеменни линии памук с бяло и кафяво влакно.

Целта на изследването е да се проучат продуктивните и качествените възможности на получените голосеменни форми с оглед на ефективното им използване в селекционните програми и като директни сортове.

Материали и методи

В периода 2014-2017 г. в сортов опит са включени 4^{ри} голосеменни линии с бяло влакно – №№ 81, 84, 88 и 93, и 2 голосеменни линии с кафяво влакно – № 105 и № 106. Опитът е изведен в Института по полски култури – Чирпан, по стандартния метод (да се посочи метод и източник), в четири повторения

и реколтна парцелка 20 m². Прилагана е стандартна агротехника, сеитбата е ръчна 60×20×1 и е направена една ръчна беритба. За стандарт е използван сорт „**Чирпан-539**” – високодобивен и високорандеманен. Наблюдавани са по 10 растения от повторение. Отчитани са общ добив суров памук (от парцелка), маса на кутийката, дължина и рандеман на влакното. В края на вегетацията са събрани по 10 кутийки от повторение, от 1^{-ва} плодна клонка, 2^{-ро} плодно място (от наблюдаваните 10 растения), за определяне масата на кутийката, дължината по метода на „пеперудките” и рандемана на влакното. Данните са статистически обработени по стандартния метод (Shanin, 1977), кой програмен продукт за статистика?

Резултати и обсъждане

Произход и отличителни признаци на линиите

Информация за произхода и отличителните признаци на линиите е дадена в **Таблица 1**. Отличителна особеност на всички линии е, че са голосеменни – семената им са черни и без мъхеста покривка, наречена линт. Това качество е много ценно, защото при всички български и чужди сортове от вида *G. hirsutum* L. семената имат мъхеста покривка. Линиите №№ **81, 84, 88** и **93** са с бяло влакно, а линиите № **105** и № **106** са с естествено оцветено кафяво влакно. Последните две линии съчетават голосеменност и цветно влакно – две изключителни характеристики.

Линиите № **81, 84** и № **88** са получени от кръстосването на селекционната линия № **281** × „**Sahel-64**” (ирански сорт). Линия № **93** е отбрана от л. **357**, с произход линия **281** × „**Гиз – 1631**”. Линия **281** е получена от кръстосването на българските сортове „**Бели извор**” × „**Прогрес**”, последният с междувидов произход *G. hirsutum* L. × *G. Barbadosense* L.

Линиите № **105** и № **106** са получени от кръстосването на л. **264** (сорт „**Авангард-264**”) × „**Ева**” (гръцки сорт). Сорт „**Авангард-264**” е с междувидов произход *G. hirsutum* L. × *G. barbadense* L. Кафявото влакно на линиите е вследствие от чуждо опрашване с кафяв памук.

В педигрето на всички тези голосеменни линии участват линия № **281** или сорт „**Авангард-264**”, в чийто генотип е интродуцирана генплазма от вида *G. barbadense* L. Семената на този вид са голи и можем да предполагаме, че генът обуславящ голосеменност е пренесен от вида *G. barbadense* L.

Голосеменността е сложно обусловен признак и в началните звена е воден продължителен и целенасочен отбор по голосеменност. Линиите са включени в контролен питомник през 2005 г., когато са F₁₀, в предварително сортоизпитване - през 2006 г., а в конкурсен сортов опит са от 2007 г. На всички етапи на изпитване, периодично се извършва отбор в самите линии, като се отбират само растенията с голо семе.

Всички голосеменни линии принадлежат към вида *G. hirsutum* L. Имат средно висок храст, плодните клонки са средно дълги, листата – средноголеми, петделни, кутийките са също средно големи. По ранозреелост те се изравняват със съвременните български сортове, вегетационният им период е 109-125 дни, в зависимост от годината, средно 110-115 дни.

Таблица 1. Произход и отличителни признаци на линиите памук
Table 1. Origin and distinctive features of the lines cotton

Линия № Line No.	Произход Origine	Принадлежност (вид) Belongs to (species)	Отличителни признаци Distinctive features	
			Голосеменност Naked seed	Цвят на влакното Color of the fiber
81	Л. 281 × „Сахел-64” L. 281 × „Sahel-64”	<i>G. hirsutum</i> L.	Голо семе Naked seed	Бяло White
84	Л. 281 × „Сахел-64” L. 281 × „Sahel-64”	<i>G. hirsutum</i> L.	Голо семе Naked seed	Бяло White
88	Л. 281 × „Сахел-64” L. 281 × „Sahel-64”	<i>G. hirsutum</i> L.	Голо семе Naked seed	Бяло White
93	Л. 357 L. 357	<i>G. hirsutum</i> L.	Голо семе Naked seed	Бяло White
105	Л. 264 × „Eva” L. 264 × „Eva”	<i>G. hirsutum</i> L.	Голо семе Naked seed	Ест. кафяво Naturally brown
106	Л. 264 × „Eva” L. 264 × „Eva”	<i>G. hirsutum</i> L.	Голо семе Naked seed	Ест. кафяво Naturally brown

Стопански качества и селекционна ценност на линиите

Линиите №№ **81**, **84**, **88** и **93**, с бяло влакно, са по-ниско продуктивни от стандарта – „Чирпан-539”. Линиите № **84** и № **88**, средно за 4-ри години (2014-2017 г.) доказано му отстъпват по общ добив с 8,6 - 10,8 % (Таблица 2). Превъзхождат го по дължина на влакното с 0,7 - 1,2 mm, но му отстъпват по рандеман с 0,8 - 1,7 %.

Средно за две години (2015 г. и 2017 г., 2016 г. не са засявани) линиите

№№81, 84, 88 и 93 отстъпват на стандарта – „**Чирпан-539**” с 10,4 до 18,2 %. Тези линии реализират 81,8 до 89,6 % от добива на стандартния сорт, а като най-продуктивна се очертава линия **№ 88** – 89,6 %, следвана от линия **№ 93** – 88,3 %. Имат по-дребна кутийка с 0,1 g до 0,3 g от тази на стандарта. Линиите **№ 81, № 84 и № 88** се отличават с 0,6 – 1,2 mm по-дълго влакно от стандарта, като с най-дълго влакно е линия **№ 88** – 26,4 mm, при 25,2 mm за стандартния сорт. Всички тези линии имат по-нисък рандеман на влакното от стандартния сорт, който е високорандеманен. С най-нисък рандеман на влакното е линия **№ 88**. При памука, двата признака дължина и рандеман на влакното са в обратна корелация, която се проявява и при голосеменните линии.

Гените детерминиращи признака голосеменност имат негативен ефект върху формирането на същинското влакно (Rong et al., 2005; Turley et al., 2007). Vechere et al. (2012), обаче съобщават, че получената от тях мутантна форма е с малко по-нисък добив от изходната форма, но не и с по-нисък рандеман на влакното, и с по-добро качество на влакното. Оформеното общо мнение в известната ни литературата е, че при голосеменните генотипове намалява съдържанието на неп (от семенната обвивка) и съдържанието на къси влакна, и се повишава ефективността на маганенето. Тези и други предимства на голосеменните линии са съобщени от много изследователи. Vechere et al. (2009), чрез прилагане на химичен мутагенез, получават частично голосеменни мутантни линии, с комерсиален потенциал, които са с по-нисък добив на влакно, в сравнение с изходните им форми, но имат много други предимства като по-високо съдържание на мазнини в семето, по-добра разтегливост на влакното, по-ниско съдържание на къси влакна и неп от семенната обвивка, а от влакното им е получена прежда с по-добра здравина, и др.

Голосеменните кафяви линии **№ 105 и № 106** са много ранни и узряват наравно със стандартните сортове бял памук. По продуктивност тези две линии се доближават до стандарта – „**Чирпан-539**”, реализират 91,9 - 96,7 % от добива му. Средно за три години (2015 – 2017 г.) линия **№ 105** доказано отстъпва по общ добив на стандарта с 8,1 %, а линия **№ 106** недоказано му отстъпва с 3,3 %. Имат по-малка маса на кутийката с 0,2 - 0,4 g от тази на стандарта. Двете линии са със значително по-късо влакно (с 1,5 mm) от това на стандарта и по-нисък рандеман (с 2,6 - 3,4 %), характерно за цветните памуци.

Линиите с голо семе, независимо че показват по-ниски стойности по някои от изследваните показатели, са много ценни за селекцията и памукопроизводството. Линиите **№ 105 и № 106**, съчетаващи естествено оцветено кафяво влакно с голосеменност, могат да бъдат предствени като нови кандидат-сортове за изпитване в мрежата на ИАСАС, за сега няма съобщения в литературата за получени голосеменни кафяви форми и сортове памук.

Таблица 2. Стопански качества на линиите с голо семе в конкурсен сортов опит (КСО) през 2014-2017 г.

Table 2. Economic qualities of naked seed lines in competitive variety trial (CVT) in 2014-2017

Линия № Line No.	Общ добив суров памук Seed cotton yield kg/da	В % към Чирпан-539 In % to Chirpan539,%	Маса на Кутийката Boll weight g	Дължина на Влакното Fiber length mm	Рандеман на влакното Lint percentage %
2014-2017 (средно за 4-ри години) / (average for four years)					
<i>С бяло влакно/ White fiber</i>					
„Чирпан-539” „Chirpan-539”	158,9	100,0	5,1	25,9	40,7
84	145,3	91,4	4,8	26,6	39,9
88	141,7	89,2	5,0	27,1	39,0
GD 5,0%	6,6	4,2	0,2	0,3	0,4
GD 1,0 %	8,8	5,5	0,3	0,4	0,6
GD 0,1 %	11,5	7,2	1,4	0,5	0,8
Точност/ Precision	3,05		2,84	0,78	0,79
2015 и 2017 (средно за 2 години) / (average for two years)					
<i>С бяло влакно / White fiber</i>					
„Чирпан-539” „Chirpan-539”	154,3	100,0	4,8	25,2	40,5
84	126,2	81,8	4,5	26,0	39,6
88	138,2	89,6	4,5	26,4	38,2
81	132,5	85,9	4,5	25,8	39,2
93	128,6	88,3	4,7	25,2	39,5
GD 5,0%	10,9	7,1	0,2	0,5	0,5
GD 1,0 %	14,5	9,4	0,3	0,7	0,7
GD 0,1 %	18,9	12,2	0,4	0,9	0,9
Точност Precision	3,83		2,68	1,01	0,65
2015-2017 (средно за 3 години) / (average for three years)					
<i>С кафяво влакно / Brown fiber</i>					
„Чирпан-539” „Chirpan-539”	157,1	100,0	4,8	25,2	40,5
105	144,3	91,9	4,6	23,7	37,9
106	151,9	96,7	4,4	23,7	37,1
GD 5,0 %	7,0	4,5	0,2	0,5	0,5
GD 1,0 %	9,5	6,0	0,3	0,7	0,7
GD 0,1 %	12,7	8,1	1,4	0,9	0,9
Точност Precision	2,75		2,83		

Редуцирането на мъха върху семенната обвивка на памуковото семе, чрез селекция, се подкрепя като една стратегия за увеличаване добива на влакно, ефективността на маганене на суровия памук и намаляне разходите по заготовката на семената за посев (Erpelding, 2016; 2017).

Провеждани са обширни изследвания за изясняване генетичната структура на признака “голосеменност”. Още Balls (1912) (по Musaev, 1979) анализира хибриди от кръстосването на египетски сортове памук (с голо семе) с упланд (с мъхнато семе) и счита, че мъхнатото семе е доминиращ признак. В неговите опити във F_2 се проследява разпадане на две фракции с различно съотношение – 15:1, 97:6, 180:1 и др. Единно мнение за наследяването на този признак дълги години не е имало. Musaev (1979) счита, че различните типове мъхнати семена и голосемеността при вида *G. hirsutum* L. се детерминират не по-малко от четири независимо комбиниращи се гена; I-i – ген инхибитор; F_{11} - f_{11} , F_{12} - F_{12} – основни гени; F_c - F_c – допълнителен ген, фенотипното проявление на който зависи от гени модификатори и условията на средата.

Много съвременни изследователи изучават генетичния контрол на този признак, с цел създаване на голосеменни форми и сортове памук. Идентифицирани са и докладвани в литературата четири независими гена – един доминантен и три рецесивни, да контролират признака “голосеменност” във вида *G. hirsutum* L. (Du et al., 2001; Turley and Kloth, 2002; Turley et al., 2007; Bechere et al, 2012; Bardak and Bolek, 2016).

Desai et al., (2008) считат, че определянето на генетичните регулаторни механизми за формиране на влакно върху семената може да бъде опростено при диплоидните видове, в сравнение с тетраплоидните.

Един рецесивен ген е съобщен да контролира безвлакнестата обвивка на образец PI 529740 - *G. arboreum* L., без мъх и влакно (Rong et al., 2005).

Erpelding (2016; 2017) изучава наследяването на признака голо семе при две голосеменни форми, отбрани от колекция с генетична плазма от вида *G. arboreum* L., и стига до извода, че три комплементарни гена са отговорни за експресията на признака „голосеменност“ за образец PI 529708, и един рецесивен ген - за образец PI 615737.

Същият автор (Erpelding, 2016) изразява мнение, че наличието на множество гени за признака „голо семе“ при вида *G. hirsutum* L. предполага възможно присъствие на множество гени за този признак в колекцията с генетична плазма от вида *G. arboreum* L., както и наличие на възможно съответствие на гените на двата вида, а така също и в рамките на един вид.

Изследвания на други автори, направени с прилагането на по-съвременни методи за определяне на гените регулиращи формирането на влакното и мъха върху семенната обвивка на семето, показват участие на голям брой гени (Du

et al., 2013; Yao et al., 2015)

Независимо от сложния генетичен контрол на признака “голосеменност”, селекционната работа по създаване на нови голосеменни генотипове и използване на наличните линии, чрез включването им в хибридизация, трябва да бъде продължена, за да се създадат голосеменни сортове, които по добив на влакно да не отстъпват на съвременните сортове.

Изследванията относно наследяването на признака “голосеменност” трябва да бъдат провеждани и у нас, което ще съдейства да се задълбочат генетико-селекционните изследвания в това направление и да се установи генотипа на получените линии, както и на получената чрез отдалечена хибридизация форма с абсолютна голосеменност, на която семената са без мъх и истинско влакно.

Изводи

Резултатите от изпитването на получените голосеменни линии дават основание за следните изводи:

Голосеменните бяловлакнести линиии **№№ 81, 84, 88** и **93** са понископродуктивни от стандарта и реализират 81,8 до 89,6 % от добива му. Имат по-дребна кутийка с 0,1 g до 0,3 g от стандарта и по-нисък рандеман с 0,8 - 1,7 %. Линиите **№ 81, № 84** и **№ 88** се отличават с 0,6 – 1,2 mm по-дълго влакно от това на стандарта.

С най-голяма селекционна ценност е линия **№ 88**, която се очертава като най-продуктивна, реализира 89,6 % от добива на стандарта и има най-дълго влакно, като по дължина на влакното превъзхожда стандарта с 1,2 mm.

Линиите **№ 105** и **№ 106** съчетават две изключителни характеристики – голосеменност и естествено оцветено светло кафяво влакно. Притежават голяма ранозрялост и узряват едновременно със стандартните сортове. По добив се доближават до сорт „**Чирпан-539**” (стандарт за продуктивност) като реализират 91,9-96,7 % от добива му, средно за три години. Отстъпват му по дължина на влакното - с 1,5 mm и рандеман – с 2,6 - 3,4 %.

Всички голосеменни линии, с бяло и естествено оцветено кафяво влакно, са с голяма селекционна ценност и добра предпоставка за задълбочаване на генетико-селекционните изследвания, за получаване на голосеменни сортове памук. Линия **№ 106** (с кафяво влакно) по продуктивност много малко отстъпва на стандартния сорт – „**Чирпан-539**” (за бял памук) и може да бъде представена за изпитване в мрежата на ИАСАС за утвърждаването ѝ като сорт.

Литература

References

- Bardak, A. & Bolek, Y. (2016). Inheritance of fuzz and lint fiber initiation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Turk. J. Agric. For., 40: 606-612.
- Bechere, E., Auld, D.L., Hequet, E. (2009). Development of 'naked-tufted' seed coat mutants for potential use in cotton production. Euphytica, 167: 333–339.
- Bechere, E., Turley, R.B., Auld, D.L. & Zeng, L. (2012). A new fuzzless seed locus in an upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) mutant. Am. J. Plant Sci., 3: 799-804.
- Chaudhry, M.R. & Guitchounts, A. (2003). Cotton Facts Technical paper, No. 25 of the Common Fund for Commodities, International Cotton Advisory Committee
- Desai, A., Chee, P.W., May, O.L. & Paterson, A.H. (2008). Correspondence of trichome mutations in diploid and tetraploid cottons. J. Heredity, 99: 182-186.
- Du, S.J., Dong, C.J., Zhang, B., Lai, T.F., Du, X.M. & Liu, J.Y. (2013). Comparative proteomic analysis reveals differentially expressed proteins correlated with fuzz fiber initiation in diploid cotton (*Gossypium arboreum* L.). J. Proteomics, 82: 113-129.
- Du, X.M., Pan, J.J., Wang, R.H., Zhang, T.Z. & Shi, Y.Z. (2001). Genetic analysis of presence and absence of lint and fuzz in cotton. Plant Breed. 120: 519-522.
- Erpelding J.E. (2016). Determination of the genetic inheritance of the ovule fuzzless trait in *Gossypium arboreum* germplasm. J. Plant Breed. Genet. 04 (01) 2016. 01-05
- Erpelding J.E. (2017). Inheritance of the Ovule Fuzzless Trait for *Gossypium arboreum* Germplasm Line PI 529708. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 11: 25-30.
- Guang Tian, P. & Jun, M. (2002). Natural coloured cotton New Caimian 2, China Cotton (29), 1, 29.
- JinFeng, L., MingYu, J., ShouWu, T., LiMin, C., Wu, S. & HaiFeng, L. (2005). A new variety of natural coloured cotton Xincaimian 5 China Cotton, 32: (7): 22.
- KiongMing, D., GuoQiang, L., YuZhen, S., ZhongLi, Z., HaiQin, F., AiDi, Q. & RunHua, L. (2000). Coloured cotton variety – Brown Fiber 1 and the key technique for its selection. China Cottons, 7 (27), 10-12.
- Musaev, D.A. (1979). Genetic collection of cotton and typical inheritance problems. Publ. „FAN” Uzbek SSR, Tashkent. (Ru)
- Qiu, X. (2004). Research progress and prospects on naturally-colored cotton. Cotton Sci 16: 249–254
- Rong, J., Pierce G.J., Waghmare V.N., Rogers C.J. & Desai A. et al. (2005). Genetic mapping and comparative analysis of seven mutants related to seed fiber development in cotton. Theoret. Applied Genet., 111: 1137-1146.

-
- Shanin, Y. (1977). Statistical processing of data from single-factor field trials set by standard methods. Methodology of field experience. Publ. BAS, 221-229 (Bg)
- Stoilova, A. & Dimitrova, V. (2017). Egea and Nike - new brown cotton varieties. Bulgarian Journal of Crop Science, 54(4), 41–51 (Bg)
- Stoilova, A., Terziev, Zh. & Saldzhiev, I. (2010), Ilzabell – new brown cotton variety. Bulgarian Journal of Crop Science, 1 (47): 92-96. (Bg)
- Turley, R.B. & Kloth, R.H.. (2002). Identification of a third fuzzless seed locus in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). J. Hered. 93: 359-364.
- Turley, R.B., Vaughn, K.C. & Scheffler, J.A. (2007). Lint development and properties of fifteen fuzzless seed lines of Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Euphytica, 156: 57-65.
- Wang, S., Zhao, G.H., Jia, Y.H. & Du, X.M. (2008). Cloning and characterization of a CAP gene expressed in *Gossypium arboreum* fuzzless mutant. Crop Sci., 48: 2314-2320.
- Yao, Y., Zhang, B., Dong, C.J., Du, Y., Jiang, L. & Liu, J.Y. (2015). Comparative proteomic and biochemical analyses reveal different molecular events occurring in the process of fiber initiation between wild-type Allotetraploid cotton and its *Fuzzless-Lintless* mutant. PLoS ONE, Vol. 10. 10.1371/journal.pone.0117049.

