

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Научная статья

УДК 633.511

DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-154-162

**‘Браун’ – первый российский сорт хлопчатника с природно-окрашенным волокном**Р. К. Туз¹, М. Ш. Асфандиярова¹, Л. П. Подольная²¹ Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, Астраханская область, Россия² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Лариса Петровна Подольная, l.podolnaya@vir.nw.ru

Актуальность. Большинство коммерческих сортов хлопчатника имеет волокно белого цвета. Расход большого количества энергии и воды при производстве тканей из такого волокна создает значительные проблемы, поэтому в последние десятилетия в мире появляется все больше сортов хлопчатника с природно-окрашенным волокном. Помимо экономии природных ресурсов, природно-окрашенное волокно имеет преимущество как низко аллергенное. Это волокно стоит значительно дороже на мировом рынке.

Материалы и методы. Объект – линия хлопчатника со светло-коричневым волокном 7С, полученная методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Генетик 34 (Туркмения, позднеспелый, коричневое волокно) × С2 8101-73 (к-8112, Албания, скороспелый, белое волокно). Линия была зарегистрирована в Госреестре сортов РФ под названием ‘Браун’ в 2019 г. Авторы сорта: М. Ш. Асфандиярова, Л. П. Подольная, А. Г. Дубовская, Р. К. Туз. Выдан патент на селекционное достижение за номером 10638. Исследования проводились на базе Прикаспийского НИИ аридного земледелия (ныне Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН). Сравнительное изучение линии 7С и беловолокнистого стандарта ‘АС-5’ по морфологическим и хозяйственно ценным признакам за период 2013–2018 гг. проводилось согласно методике ВИР.

Результаты и выводы. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что сорт ‘Браун’ достоверно отличается от сорта ‘АС-5’ лишь по длине волокна, однако пятый тип, к которому относится волокно сорта ‘Браун’, в большом объеме используется для производства тканей. Урожайность сорта (2,5–3,0 т/га) сравнима со стандартом. Колебания показателей изученных признаков сорта ‘Браун’ по годам меньше, чем у стандарта, что свидетельствует о пластичности сорта и его хорошей адаптации к условиям Северного Прикаспия. Естественный цвет волокна будет придавать изделиям особую привлекательность. Расчет экономической эффективности возделывания сорта показал высокую рентабельность – до 132%.

Ключевые слова: изменчивость, продуктивность, качество волокна, скороспелость, адаптация

Благодарности: исследования проведены в рамках выполнения государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № FGEM-2022-0005 «Растительные ресурсы масличных и прядильных культур ВИР как основа теоретических исследований и их практического использования».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Туз Р.К., Асфандиярова М.Ш., Подольная Л.П. ‘Браун’ – первый российский сорт хлопчатника с природно-окрашенным волокном. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(1):154-162. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-154-162

DOMESTIC PLANT BREEDING AT THE PRESENT STAGE

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-154-162

‘Braun’: the first Russian cotton cultivar with naturally colored fiberRuslan K. Tuz¹, Minira Sh. Asfandiiairova¹, Larisa P. Podolnaya²¹ *Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan Province, Russia*² *N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia***Corresponding author:** Larisa P. Podolnaya, l.podolnaya@vir.nw.ru

Background. Most commercial cotton cultivars have white fiber. Massive energy and water consumption during the production of fabrics from such fiber generates significant problems, so in recent decades more and more cotton cultivars with naturally colored fiber have appeared in the world. In addition to saving natural resources, such fiber has another advantage: it is low-allergenic. Such fiber is much more expensive on the world market.

Materials and methods. The research material was cotton line 7C with light brown fiber, produced by individual selection from the hybrid combination Genetic 34 (Turkmenistan, late-maturity, brown fiber) × C2 8101-73 (k-8112, Albania, early-maturity, white fiber). This line was registered in the State Register for Selection Achievements as the cultivar ‘Braun’ in 2019. The authors of the cultivar were M. Sh. Asfandiiairova, L. P. Podolnaya, A. G. Dubovskaya, and R. K. Tuz. The selection achievement was patented (patent No. 10638). The research was conducted at the Caspian Research Institute of Arid Agriculture (now the Caspian Agrarian Federal Research Center of the RAS). 7C was compared to the white-fiber reference ‘AS-5’ for morphological and agronomic traits in 2013–2018 according to VIR’s guidelines.

Results and conclusion. ANOVA analysis showed that cv. ‘Braun’ differed significantly from cv. ‘AS-5’ only in fiber length. However, the 5th type to which the fiber cv. ‘Braun’ belongs is used for the production of fabrics on a large scale. The cultivar’s yield of 2.5–3.0 t/ha is comparable to the reference. Variability of the values of the studied traits in cv. ‘Braun’ over the years was less than in the reference cultivar, attesting to its good adaptation to the Northern Caspian environments. The fiber’s natural color would make the products from such fiber notably more attractive. The estimated cost efficiency of its cultivation showed high profitability – up to 132%.

Keywords: variability, productivity, fiber quality, early maturity, adaptation

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the state task according to the theme plan under Project No. FGEM-2022-0005 “Plant resources of oil and fiber crops at VIR as the basis for theoretical research and their practical utilization”.

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Tuz R.K., Asfandiiairova M.Sh., Podolnaya L.P. ‘Braun’: the first Russian cotton cultivar with naturally colored fiber. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(1):154-162. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-154-162

Введение

Хлопчатник – ценная прядильная культура, широко возделываемая в тропической и субтропической зонах. Подавляющую часть производимого волокна составляет волокно белого цвета. Но применение значительного количества химикатов и большой расход воды и энергии при обработке такого волокна оказывают негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека (Dickerson et al., 1996; Pearce et al., 2003; Aslam et al., 2004; Hessel et al., 2007; Ranganathan et al., 2007), поэтому в мире создается все больше сортов хлопчатника с природно-окрашенным волокном.

Волокно дикорастущих форм вида *Gossypium hirsutum* L. имеет коричневый цвет, беловолокнистые формы созданы селекционерами. Селекционные линии с окрашенным волокном появились в середине прошлого века, но их серьезно не рассматривали (Ware, 1932; Yatsu et al., 1983). Выявлены варианты с различными оттенком коричневого – от кремового до темно-кирпичного, зеленого и сиренево-розового. Промышленные сорта обычно характеризуются волокном разных оттенков зеленого и коричневого.

Природно-окрашенное волокно обладает преимуществами. Оно не требует ни отбеливания, ни окрашивания, и это резко снижает нагрузку на окружающую среду (Yatsu et al., 1983; Dutt et al., 2004). Изделия из натурально окрашенного волокна гипоаллергенны. В силу устойчивости волокна к пекто- и целлюлозолитическим микроорганизмам в изделиях может снижаться уровень продуктов его биодеструкции (афлатоксины) (Illarionova, Grigoryev, 2020).

Невозможность создания генетически модифицированных форм с природно-окрашенным волокном из-за сложного генетического контроля окраски волокна и недостаточной его изученности отмечалась в литературе (Tian et al., 2011), и до сих пор достоверных сведений о появлении таких сортов нет. Все сорта с природно-окрашенным волокном получены традиционными методами селекции, и этот факт свидетельствует о безопасности их для окружающей среды и человека.

Проблема сортов с естественно окрашенным волокном состоит в том, что это волокно имеет несколько худшие физико-механические характеристики (длина, прочность) по сравнению с белым волокном промышленных сортов. Кроме того, у этих сортов обычно ниже выход волокна и урожайность в целом (Chaudhry, 2003; Dutt et al., 2004). Также выявлена отрицательная корреляция между длиной волокна и интенсивностью окраски у образцов с коричневым волокном (Podolnaya, 2001; Gurel et al., 2001).

Тем не менее в разных странах созданы сорта и линии хлопчатника с природно-окрашенным волокном, почти не уступающие по хозяйственно ценным признакам традиционным беловолокнистым сортам (Mustafayev et al., 1999; Hua et al., 2009; Efe et al., 2010). Наилучшие показатели наблюдаются у линий со светло-коричневым волокном – длина волокна 30–33 мм и урожайность хлопксырца около 3 т/га (Gurel et al., 2001).

Первое место в мире по производству природно-окрашенного хлопкового волокна занимает Китай (Sun et al., 2009; Zhang et al., 2019). Площадь посевов таких сортов в провинции Xinjiang достигает 200 000 га, что составляет почти 60% мирового производства – около 30 000 тонн ежегодно. В России природно-окрашенное волокно хлопчатника для производства тканей не ис-

пользуют вообще. И изделия из него недоступны для массового потребителя.

Возможность развития промышленного хлопководства в России доказана 30-летними исследованиями, создан целый ряд скороспелых сортов с волокном хорошего качества (Podolnaya et al., 2015), но все они имеют белую окраску. Значительное изменение климата на планете в целом и в главных хлопкосеющих зонах в том числе (Williams et al., 2017) будет давать преимущество России за счет расширения земель, пригодных для возделывания хлопчатника, на фоне сокращения производства на традиционных территориях, сокращения урожаев и ухудшения качества волокна.

Поскольку все иностранные сорта с окрашенным волокном достаточно позднеспелы, нашей целью было создание скороспелых сортов с природно-окрашенным волокном, адаптированных к почвенно-климатическим условиям юга России и имеющих волокно, пригодное для прядения.

Материалы и методы

В течение 10 лет изучение скороспелых линий с естественно окрашенным волокном средневолокнистого хлопчатника (*G. hirsutum*) из признаковой коллекции ВИР проводилось в с. Соленое Займище Черныярского района Астраханской области на базе Прикаспийского НИИ аридного земледелия (ныне Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, ПАФНЦ). Черныярский район характеризуется светло-каштановыми почвами и резко континентальным засушливым климатом. Это крайняя северная точка выращивания хлопчатника (48° с. ш.). Лимитирующим фактором здесь является недостаток положительных температур (Zvolinski, 1991). Тем не менее, несмотря на колебания погодных условий, сумма положительных и эффективных температур за годы исследований превышала среднееголетнюю (табл. 1). В результате изучения выделилась линия 7С со светло-коричневым волокном, полученная методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Генетик 34 (Туркмения, позднеспелый, коричневое волокно) × С2 8101-73 (к-8112, Албания, скороспелый, белое волокно). В 2019 г. линия была внесена в реестр сортов сельскохозяйственных культур РФ как сорт 'Браун' (Asfandiariyeva et al., 2019). В статье мы приводим сравнительные данные по основным признакам стандарта местной селекции с белым волокном 'АС-5' и линии 7С за 2013–2018 гг. Данные приводятся за период с момента принятия решения о передаче линии в Госсортоиспытание РФ и до регистрации сорта.

Образцы высевались в трех повторениях на 5-метровых однорядковых делянках с расстоянием 70 см между рядами. Посев производился вручную через 10–15 см (из расчета 100 000 растений на 1 га) при капельном орошении. В 2016–2018 гг. линия проходила сортоиспытание.

Учитывались продолжительность вегетационного периода, высота растения, количество моноподиев, симподиев и коробочек на растение (по 10 растениям с делянки), номер узла первой симподиальной ветви и хозяйственно ценные признаки, такие как масса хлопксырца одной коробочки, продуктивность одного растения, урожайность с единицы площади, длина и выход волокна. Длина волокна определялась по 10 луткам от 10 разных коробочек, остальные хозяйственно ценные признаки фиксировались для делянки в целом. Изучение проводилось по методике ВИР (Davidyan et al., 1978). Был

Таблица 1. Погодные условия вегетационного периода
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Соленое Займище, 2013–2018 гг.)

Table 1. Weather conditions of the growing period
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2013–2018)

Годы	Показатели погоды за период вегетации									
	май		июнь		июль		август		сентябрь	
	t °C	rfl	t °C	rfl	t °C	rfl	t °C	rfl	t °C	rfl
2013	21,3	3,1	24	17,2	24,5	12,5	23,5	12,45	15,7	43,9
2014	21,9	1,6	23,3	18,5	26	0	27,1	12,6	16,7	37
2015	18,4	15,8	26,4	29,8	25,9	21,4	23,9	10,8	20,5	28,2
2016	18	60,8	23,6	4,2	26	44,4	27,2	11,8	15,9	26,6
2017	16,6	30,1	21,1	31,8	26,4	2,4	26,6	29,2	19	13
2018	20,4	0	23,5	1,3	26,9	51	23,9	1,7	19,3	39,1

Примечания: t°C – среднемесячная температура, rfl – сумма осадков за месяц

Note: t°C – mean monthly temperature, rfl – monthly rainfall

проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Использовались программы Excel 2016 и Statistica 7.

Результаты и обсуждение

Растения сорта 'Браун' имеют типичное строение для вида *G. hirsutum* и от большинства коммерческих сортов морфологически отличаются только окраской волокна. На рисунке представлены фотографии коробочек описываемых сортов. Хорошо заметна разница в окраске волокна. Волокно сорта 'Браун' нежного абрикосового оттенка светло-коричневого цвета.

В таблицах 2 и 3 приведены сравнительные данные для двух сортов по изученным признакам за 6 лет.

Сравнение данных, приведенных в таблицах 2 и 3, показывает, что по большинству признаков показатели сближались, а по некоторым из них линия с окрашенным волокном по мере стабилизации начинает превосходить стандарт ('АС-5'), в том числе по продуктивности и скорости. Симподиальные (плодовые) ветви закладываются ниже, что говорит о более раннем переходе в генеративную фазу. Количество коробочек возросло, более того, увеличилась и масса коробочки, что и привело к увеличению продуктивности.



а



б

Рисунок. Коробочки хлопчатника: а – сорт 'АС-5' с белым и б – сорт 'Браун' с природно-окрашенным волокном
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Соленое Займище, 2018 г.; фото Л. П. Подольной)

Figure. Cotton bolls: а – cv. 'AS-5' with white fiber, and б – cv. 'Braun' with naturally colored fiber
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2018; photo by L. P. Podolnaya).

Таблица 2. Характеристика сортов хлопчатника по структуре растения
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Соленое Займище, 2013–2018 гг.)

Table 2. Data on plant structure traits of cotton cultivars
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2013–2018)

Год	Высота растения, см		Число моноподиев на 1 растение		Число симподиев на 1 растение		Число коробочек на 1 растение		№ узла 1-го симподия	
	Браун	АС-5	Браун	АС-5	Браун	АС-5	Браун	АС-5	Браун	АС-5
2013	72,1	90,9	0,6	0,0	8,0	8,8	4,0	6,5	5,8	5,6
2014	78,8	65,7	0,4	1,5	7,6	8,0	7,3	10,9	6,2	5,9
2015	84,2	97,3	0,4	0,2	7,6	10,0	4,5	10,0	7,2	7,9
2016	109,9	126,8	2,4	2,4	10,0	12,0	12,0	6,6	8,8	6,6
2017	68,2	70,4	0,8	0,2	8,2	7,0	5,8	3,9	5,6	7,6
2018	114,2	82,4	0,8	0,6	10,4	8,0	8,8	5,0	5,6	6,6

Таблица 3. Характеристика сортов хлопчатника по хозяйственно ценным признакам
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Соленое Займище, 2013–2018 гг.)

Table 3. Data on agronomic traits of cotton cultivars
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2013–2018)

Годы	Продолжительность периода «всходы – созревание», дни		Масса хлопка-сырца 1 коробочки, г		Продуктивность 1 растения, г		Выход волокна, %		Длина волокна, мм	
	Браун	АС-5	Браун	АС-5	Браун	АС-5	Браун	АС-5	Браун	АС-5
2013	118	124	5,4	5,5	13,3	13,5	35,6	36,8	31,2	32,3
2014	99	106	4,9	6,4	38,3	75,2	36,6	37,5	30,1	30,8
2015	97	104	5,3	5,5	17,7	31,8	35,2	36,6	30,1	30,7
2016	112	99	5,7	5,8	13,9	23,8	35,9	35,3	30,6	32,8
2017	111	94	5,7	4,1	25,2	17,1	38,9	42,8	30,4	31,6
2018	104	106	5,3	4,8	20,0	16,1	34,0	32,3	29,3	32,4

Анализ данных таблиц 4 и 5 демонстрирует сходство средних показателей сортов по большинству признаков, но размах изменчивости по выборке у сорта 'Браун', как правило, ниже, что свидетельствует о пластичности сорта, его выровненности и приспособленности к условиям полупустыни Прикаспийской низменности. Лишь по высоте закладки первой симподиальной ветви и числу коробочек на растение размах изменчивости выше у сорта 'Браун', но незначительно.

Двухфакторный дисперсионный анализ подтвердил сходство между сортом 'Браун' и стандартом по основным изученным признакам (табл. 6). Значимые отличия отмечены лишь по длине волокна. Основной вклад в изменчивость признаков вносят погодные условия, однако достоверные различия наблюдались только для числа моноподиальных (вегетативных) ветвей и выхода волокна. Значительная доля изменчивости приходится на случайные факторы, что свидетельствует о разнонаправленности вектора изменчи-

вости отдельных признаков у двух сортов в разные годы. Также на результат может влиять ограниченность выборки. Самым нестабильным признаком оказалась масса хлопка-сырца одной коробочки – доля случайных факторов составляет 82%.

Незначительное различие по качеству волокна не снижает ценности сорта, так как по физико-механическим свойствам (HVI, 2013–2014 гг.) волокно 'Браун' (линия 7С) относится к 5 типу второго-первого сорта. Волокно 4 и 5 типов наиболее востребовано, из него вырабатываются такие ценные виды материи, как шифон, зефир, поплин, трикотаж (Platonova, Maslova, 2001).

Расчет экономической эффективности доказывает (табл. 7), что возделывание хлопчатника с природно-окрашенным волокном в условиях севера Астраханской области на светло-каштановых почвах при капельном способе полива является экономически рентабельным.

Изделия из природно-окрашенного волокна практичны, внешне привлекательны, не линяют при стирке.

Таблица 4. Изменчивость сортов по структуре растения за период исследований
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Солёное Займище, 2013–2018 гг.)

Table 4. Variability of plant structure characters over the years
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2013–2018)

Сорт	H, см			mnp, шт.			sim, шт.			qc, шт.			nnd		
	X	Min	Max	Std. Dev.	X	Min	Max	Std. Dev.	X	Min	Max	Std. Dev.	X	Min	Max
Браун	87,90	68,20	114,20	19,54	0,90	0	3	0,76	8,63	8	11	1,24	6,70	4	14
АС-5	88,92	65,70	126,80	22,06	0,82	0	3	0,94	8,97	7	12	1,79	6,12	2	11

Примечание: H – высота растения; mnp – число моноподиев на растение; sim – число симподиев на растение; qc – число коробочек на растение; nnd – номер узла первой симподиальной ветви; X – среднее значение; Min – минимальное значение признака; Max – максимальное значение признака; Std. Dev. – стандартное отклонение

Note: H – plant height; mnp – number of monopodia per plant; sim – number of sympodia per plant; qc – number of bolls per plant; nnd – No. of the node of the first sympodial branch; X – mean; Min – minimum; Max – maximum; Std. Dev – standard deviation

Таблица 5. Изменчивость сортов по хозяйственно ценным признакам за период исследований
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Солёное Займище, 2013–2018 гг.)

Table 5. Variability of agronomic characters over the years
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2013–2018)

Сорт	g-mt, дн			mc, г			p, г			%f			lf, мм		
	X	Min	Max	Std. Dev.	X	Min	Max	Std. Dev.	X	Min	Max	Std. Dev.	X	Min	Max
Браун	107	97	118	8,18	5,18	3,70	5,70	0,75	21,40	13,30	38,30	9,35	36,03	34,00	38,90
АС-5	106	94	124	10,19	5,35	4,10	6,40	0,80	29,58	13,50	75,20	23,30	36,88	32,30	42,80

Примечание: g-mt – продолжительность периода «всходы – созревание»; mc – масса хлопка-сырца 1 коробочки; p – продуктивность одного растения; %f – выход волокна; lf – длина волокна, X – среднее значение; Min – минимальное значение признака; Max – максимальное значение признака; Std. Dev. – стандартное отклонение

Note g-mt – germination-to-maturity period duration; mc – weight of cotton-seed per 1 boll; p – productivity per plant; %f – fiber yield; lf – fiber length; X – mean; Min – minimum; Max – maximum; Std. Dev – standard deviation

Таблица 6. Влияние генотипа и погодных условий на общую изменчивость признаков хлопчатника
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Соленое Займище, 2013–2018 гг.)**Table 6. The effect of the genotype and weather conditions on overall variability of cotton characters**
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2013–2018)

Признак	Степень влияния генотипа и условий среды на изменчивость признака (%)		
	Генотип	Условия среды	Случайные факторы
Высота растения	0	77	23
Число моноподиев на растение	0	86*	14
Число симподиев на растение	1	63	36
Число коробочек на растение	1	42	57
Номер узла первой симподиальной ветви	1	57	42
Продолжительность вегетационного периода	1	65	34
Масса хлопка-сырца 1 коробочки	1	17	82
Продуктивность одного растения	6	74	20
Выход волокна	3	85*	12
Длина волокна	53*	28	19

Примечание: * – влияние фактора достоверно при $P \leq 0,05$ Note: * – the factor's effect is statistically significant at $P \leq 5\%$ **Таблица 7. Экономическая эффективность возделывания хлопчатника с природно-окрашенным волокном**
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, с. Соленое Займище, 2013–2014 гг.)**Table 7. Cost efficiency for cultivation of cotton with naturally colored fiber**
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, 2013–2014)

Название линии	Урожайность, т/га	Цена реализации 1 т, руб.	Стоимость валовой продукции, руб.	Прямые затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Чистый доход, руб./т	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
7С	4,0	39 083	156 332	67 268	16 817	22 266	89 064	132

Выводы

Результатом многолетней работы стало создание первого отечественного сорта средневолокнистого хлопчатника 'Браун' со светло-коричневым волокном, полученного методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Генетик 34 (Туркмения, позднеспелый, коричневое волокно) × С2 8101-73 (к-8112, Албания).

Разностороннее изучение линии 7С со светло-коричневым волокном в сравнении с беловолокнистым стандартом 'АС-5' показало, что она достаточно стабильна, меньше зависит от погодных условий, чем беловолокнистый стандарт. По большинству признаков, в том числе по продуктивности и выходу волокна, линия не уступала

стандарту, лишь по качеству волокна стандарт несколько его превосходил. Однако 5 тип, к которому относится природно-окрашенное волокно линии, наряду с 4 типом, наиболее востребован при производстве товаров широкого потребления.

Линия внесена в Госреестр сортов РФ под названием 'Браун' в 2019 г. Авторы сорта: М. Ш. Асфандиярова, Л. П. Подольная, А. Г. Дубовская, Р. К. Туз. Авторам выдан патент на селекционное достижение за номером 10638 (Asfandiarova et al., 2019).

Выращивание сорта 'Браун' на юге России позволит производить текстильные изделия из природно-окрашенного волокна, что уменьшит нагрузку на окружающую среду и оздоровит население за счет снижения случаев аллергической реакции.

References / Литература

- Asfandiurova M.Sh., Podolnaya L.P., Dubovskaya A.G., Tuz R.K. Cotton *Gossypium hirsutum* L. BRAUN (Khlopchatnik *Gossypium hirsutum* L. BRAUN). Russian Federation; breeding achievement patent number: 10638; 2019. [in Russian] (Асфандиярова М.Ш., Подольная Л.П., Дубовская А.Г., Туз Р.К. Хлопчатник *Gossypium hirsutum* L. БРАУН. Российская Федерация; патент на селекционное достижение № 10638; 2019).
- Aslam M.M., Baig M.A., Hassan I., Qazi I.A., Malik M., Saeed H. Textile wastewater characterization and reduction of its COD & BOD by oxidation. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2004;3(6):1-9.
- Chaudhry M.R. Cotton facts. Technical paper No25 for the common Fund for commodities. Washington DC: International Cotton Advisory Committee; 2003.
- Davidyan G.G., Rykova R.P., Kutuzova S.N., Vakhrusheva T.E., Drugova I. F., Rummyantseva L.T. Studying fiber plant collections (cotton, flax, and hemp). Guidelines (Izucheniye kollektsiy pryadilnykh rasteniy [khlopchatnik, len, konoplya]. Metodicheskiye ukazaniya). Leningrad: VIR; 1978. [in Russian] (Давидян Г.Г., Рыкова Р.П., Кутузова С.Н., Вахрушева Т.Е., Другова И.Ф., Румянцева Л.Т. Изучение коллекций прядильных растений (хлопчатник, лен, конопля). Методические указания. Ленинград: ВИР; 1978).
- Dickerson D.K., Lane E.F., Rodriguez D.F. Evaluation of selected performance characteristics of naturally colored cotton knit fabrics. *California Agricultural Technology Institute Research Publications*. 1996;961003:5-12.
- Dutt Y., Wang X.D., Zhu Y.G., Li Y.Y. Breeding for high yield and fibre quality in colored cotton. *Plant Breeding*. 2004;123(2):145-151. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2003.00938.x
- Efe L., Mustafayev F.S., Killi F. Agronomic, fiber and seed quality traits of naturally coloured cottons in East Mediterranean region of Turkey. *Pakistan Journal of Botany*. 2010;42(6):3865-3873.
- Gurel A., Akdemir H., Karadayr H.B. Cultivation possibilities of naturally-coloured cottons under Aegean region conditions. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute*. 2001;11(1):56-70.
- Hessel C., Allegre C., Maisseu M., Charbit F., Moulin P. Guidelines and legislation for dye house effluents. *Journal of Environmental Management*. 2007;83(2):171-180. DOI: 10.1016/j.jenvman.2006.02.012
- Hua Sh., Yuan S., Shamsi I.H., Zhao X., Zhang X., Liu Y. et al. A comparison of three isolines of cotton differing in fiber color for yield, quality, and photosynthesis. *Crop Science*. 2009;49(3):983-989.
- Illarionova K., Grigoryev S. Micromycetes-resistant colored cotton is promising material to reduce mycotoxins amounts in textiles. *E3S Web of Conferences*. 2020;164:06015. DOI: 10.1051/e3sconf/202016406015
- Mustafayev S., Efe L., Gokkaya B., Alaskerov K. Naturally coloured cotton in their future perspectives. In: M. Oglakci, B. Cicek (eds). *Proceedings of 1st Symposium on Cotton Production, Fiber Technology and Textile in Turkish World; 28 September – 01 October 1999; Kahramanmaraş, – Turkey*. Kahramanmaraş; 1999. p.315-324.
- Pearce C.I., Lloyd J.R., Guthrie J.T. The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells: a review. *Dyes and Pigments*. 2003;58(3):179-196. DOI: 10.1016/S0143-7208(03)00064-0
- Platonova O.P., Maslova N.A. The use of HVI in the textile industry: manual (Primeneniye "HVI" v tekstilnoy promyshlennosti: posobiye). Moscow; 2001. [in Russian] (Платонова О.П., Маслова Н.А. Применение «HVI» в текстильной промышленности: пособие. Москва; 2001).
- Podolnaya L.P. The results of studying accessions from VIR's cotton collection in Italy (Rezultaty izucheniya obraztsov iz kollektsii khlopchatnika VIR v Italii). In: *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Genetic resources of Cultivated Plants. Problems of Collecting, Documenting, Conserving and Studying the Diversity of Major Agricultural Crops for Solving Priority Tasks of Plant Breeding"*; November 13–16, 2001; St. Petersburg (Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problemy mobilizatsii, inventarizatsii, sokhraneniya i izucheniya genofonda vazhneyshikh selskokhozyaystvennykh kultur dlya resheniya prioritnykh zadach selektsii"; 13–16 noyabrya 2001 g.; Sankt-Peterburg). St. Petersburg; 2001. p.376-378. [in Russian] (Подольная Л.П. Результаты изучения образцов из коллекции хлопчатника ВИР в Италии. В кн.: Материалы научно-практической конференции «Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции»; 13–16 ноября 2001 г., Санкт-Петербург. Санкт-Петербург; 2001. С.376-378).
- Podolnaya L.P., Grigorev S.V., Illarionova K.V., Asfandiurova M. Sh., Tuz R.K., Khodjaeva N.A., Miroschnichenko E.V. Cotton in Russia. Actuality and prospect. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2015;29(7):56-58. [in Russian] (Подольная Л.П., Григорьев С.В., Илларионова К.В., Асфандиярова М.Ш., Туз Р.К., Ходжаева Н.А., Мирошниченко Е.В. Хлопчатник в России. Актуальность и перспективы. Достижения науки и техники АПК. 2015;29(7):56-58).
- Ranganathan K., Karunakaran K., Sharma D.C. Recycling of wastewaters of textile dyeing industries using advanced treatment technology and cost analysis – Case studies. *Resources, Conservation and Recycling*. 2007;50(3):306-318. DOI: 10.1016/j.resconrec.2006.06.004
- Sun D.L., Sun J.L., Jia Y.H., Ma Z.Y., Du X.M. Genetic diversity of colored cotton analyzed by simple sequence repeat markers. *International Journal of Plant Science*. 2009;170(1):76-82. DOI: doi.org/10.1086/593037
- Tian J., Jia Y., He S., Huang Y., Du X. The differential expression of fiber pigment-related genes in colored cotton. In: *Plant Genomics in China XII; August 19–21, 2011; Anyang, China*. Anyang; 2011. p.128.
- Ware J.O. Inheritance of lint colors in upland cotton. *Agronomy Journal*. 1932; 24(7):550-562.
- Williams A.A.J., McRae D., Kouadio L., Mushtaq Sh., Davis P. Cotton and Climate Change in Agroclimatology. In: J.L. Hatfield, M.V.K. Sivakumar, J.H. Prueger (eds). *Agronomy Monographs. Vol. 60. Agroclimatology: Linking Agriculture to Climate*. Madison, WI: American Society of Agronomy; 2018. p.343-368. DOI: 10.2134/agronmonogr60.2016.0009
- Yatsu L.Y., Espelie K.E., Kolattukudy P.E. Ultrastructural and chemical evidence that the cell wall of green cotton fiber is suberized. *Plant Physiology*. 1983;73(2):521-524. DOI: 10.1104/pp.73.2.521
- Zhang X., Pan L.P., Du M., Chen Z., Hua W.C., Yuan C., Di D.Z., Hua C.D. Physiological characteristics associated with fiber development in two naturally colored cotton cultivars. *Agronomy Journal*. 2019;111(3):1190-1197. DOI: 10.2134/agronj2018.03.0166

Zvolinski V.P. Integrated development of multisectoral agricultural production in the Lower Volga agroindustrial system (Kompleksnoye razvitiye mnogootraslevogo selskokhozyaystvennogo proizvodstva v sisteme APK Nizhney Volgi).

Moscow: RUDN; 1991. [in Russian] (Зволинский В.П. Комплексное развитие многоотраслевого сельскохозяйственного производства в системе АПК Нижней Волги. Москва: РУДН; 1991).

Информация об авторах

Руслан Константинович Туз, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 416251 Россия, Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Соленое Займище, квартал Северный, 8, tuzzzz@hotmail.ru

Минира Шаймардановна Асфандиярова, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 416251 Россия, Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Соленое Займище, квартал Северный, 8, asfand_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3801-3734>

Лариса Петровна Подольная, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, l.podolnaya@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4962-1989>

Information about the authors

Ruslan K. Tuz, Cand. Sci. (Agriculture), Scientific Secretary, Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny Block, Solenoe Zaimishche, Chernoyarsky District, Astrakhan Province 416251, Russia, tuzzzz@hotmail.ru

Minira Sh. Asfandiiaarova, Cand. Sci. (Agriculture), Head of a Laboratory, Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny Block, Solenoe Zaimishche, Chernoyarsky District, Astrakhan Province 416251, Russia, asfand_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3801-3734>

Larisa P. Podolnaya, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, l.podolnaya@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4962-1989>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.12.2021; одобрена после рецензирования 14.01.2023; принята к публикации 02.03.2023. The article was submitted on 05.12.2021; approved after reviewing on 14.01.2023; accepted for publication on 02.03.2022.