

УДК 633.511

**Л. П. Подольная¹,
Р. К. Туз²,
М. Ш. Асфандиярова²,
Т. П. Рыбакова²,
Н. А. Ходжаева³**

¹ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44
e-mail: l.podolnaya@vir.nw.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», 416356, Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Соленое Займище.

³Прикумская опытно-селекционная станция Ставропольского научно-исследовательского сельскохозяйственного института, 356803, Ставропольский край, г. Буденновск, ул. Вавилова, 2.

Ключевые слова:

хлопчатник, признаковая коллекция, естественно окрашенное волокно, изменчивость, корреляции, продуктивность

Поступление:

10.08.2018

Принято:

19.09.2018

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ КОРРЕЛЯЦИЙ У ЛИНИЙ ПРИЗНАКОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ХЛОПЧАТНИКА С ЕСТЕСТВЕННОЙ ОКРАСКОЙ ВОЛОКНА

Актуальность. Подавляющая часть коммерческих сортов хлопчатника имеет белое волокно. Производство тканей из такого волокна имеет свои недостатки, поэтому в последние десятилетия в мире создается все больше сортов хлопчатника с естественно окрашенным волокном. Исследование корреляций между различными признаками позволит выявить степень влияния окраски на структурные и агрономические признаки и определить возможность создания сортов с естественно окрашенным волокном для рентабельного возделывания на севере Астраханской области.

Материал и методы. Изучены 14 скороспелых линий с естественно окрашенным волокном средневолокнистого хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) признаковой коллекции ВИР в условиях севера Астраханской области на базе Прикаспийского НИИ аридного земледелия. Изучение проводили по методике ВИР, учитывали элементы продуктивности и агрономические признаки. Линии созданы на Прикумской опытно-селекционной станции Ставропольского СНИИСХ (г. Буденновск) и в ПНИИАЗ на базе гибридов между туркменскими сортами с коричневым и зеленым волокном и скороспелыми беловолокнистыми образцами из Албании и Италии коллекции ВИР. Две линии имели бежевое волокно, шесть – светло-коричневое, шесть – зеленое. Использовалась программа Excel 10. **Результаты и обсуждение.** В 2013 году наблюдался недостаток эффективных температур. Изменчивость изученных признаков была невелика, и анализ генотипических корреляций показал, что все они были типичными для растений хлопчатника. Достоверных связей окраски волокна с другими признаками не выявлено. При более благоприятных условиях 2014 года изменчивость количественных признаков увеличилась, и усилились связи, бывшие ранее слабыми. Отрицательная корреляция окраски с высотой закладки первого генеративного побега ($r = -0,53$) и положительная с выходом волокна ($r = 0,57$) говорят о том, что линии с коричневым волокном имеют более низкую закладку плодовых ветвей (и потенциально меньшую продолжительность вегетационного периода) и больший выход волокна. По своим характеристикам они приближаются к промышленным беловолокнистым сортам. Эти результаты свидетельствуют, что в России реально в скором времени создать сорт хлопчатника с коричневым волокном.

L. P. Podolnaya¹,
R. K. Tuz²,
M. Sh. Asfandiarova²,
T. P. Rybakova²,
N. A. Khodjaeva³

¹ N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,
 42, 44, Bolshaya Morskaya St.,
 St. Petersburg, 190000, Russia,
 e-mail: l.podolnaya@vir.nw.ru

² Caspian Research Institute of Arid Agriculture, Solenoe Zaimishche village, Chernoyarsky District, Astrahan Province, 416356, Russia

³Prikumskaya Experiment and Breeding Station of the Stavropol Agricultural Research Institute, 2, Vavilova St., Budennovsk, 356803, Stavropol Territory, Russia

Key words:
 cotton, trait-specific collection,
 natural color fiber, variability,
 correlations, productivity

Received:
 10.08.2018

Accepted:
 19.09.2018

STRUCTURAL FEATURES OF CORRELATIONS IN LINES WITH THE NATURALLY COLORED FIBER IN THE TRAIT-SPECIFIC COLLECTION

Background. The overwhelming majority of commercial cotton cultivars have white fiber. Production of fabrics from such fiber has some disadvantages, therefore an increasing number of genotypes of cotton with the naturally colored fiber is being created around the world in the last decades. An investigation of correlations between different traits makes it possible to reveal the degree of influence of fiber color on structural and agronomic characters, and determine the possibility of creating varieties with naturally colored fiber for profitable cultivation in the north of the Astrakhan Province. **Material and methods.** Fourteen early lines of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) from the trait-specific collection, which have naturally colored fiber, were studied in the north of the Astrakhan Province at the Caspian Research Institute of Arid Agriculture (CRIAA). The study employed the techniques developed at VIR and took into account productivity elements and agronomic traits. The lines were created at the Prikumskaya Experiment and Breeding Station of the Stavropol Agricultural Research Institute (Budennovsk) and CRIAA on the basis of hybrids between Turkmen varieties with brown and green fiber and accessions of early white fiber cotton from Albania and Italy. Two lines had beige fiber, 6 light brown, and 6 green. Microsoft Excel 10 was used in the work. **Results and Discussion.** The analysis of genotypic correlations showed that due to the insufficiency of the total effective temperatures in 2013, no significant links of colored fiber with other signs were discovered. All the correlations were typical for cotton plants. In the more favorable conditions of 2014, the variability of quantitative traits increased and the correlations that were absent in the previous year were revealed. The negative correlation of fiber color with the first generative branch height ($r = -0.53$), and positive with the fiber yield ($r = 0.57$) indicate that the lines with brown fiber have a lower height of fruiting branches development (and potentially a shorter growing season) and a larger yield of fiber. By their characteristics, they approach the industrial white fiber cultivars. These results show that the creation of a cultivar with brown fiber in the near future in Russia is quite possible.

Введение

Исследование сложных систем, каковыми являются живые организмы, в том числе и растения, требует учитывать не только отдельные элементы системы, но и отношения между ними. Одним из наиболее распространенных методов изучения этих отношений является корреляционный анализ (Rostova, 2002; Brutch et al., 2008; Brutch et al., 2015). Наши предыдущие исследования по хлопчатнику (Zvolinski et al., 2006; Podolnaya, et al., 2017) также подтвердили справедливость этого положения. Однако они посвящены изучению образцов с белым волокном – типичным для коммерческих сортов. Производство тканей из такого волокна имеет свои недостатки (Hessel et al., 2007; Ranganathan et al., 2007 и др.), поэтому в последние десятилетия в мире создается все больше сортов хлопчатника с естественно окрашенным волокном (Hua et al., 2008; Efe et al., 2010, etc.).

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. Также у этих сортов обычно ниже выход волокна и урожайность в целом (Chaudhry, Guitchounts, 2003; Dutt et al., 2004). Выявлена отрицательная корреляция между длиной волокна и интенсивностью окраски у образцов с коричневым волокном (Podolnaya, 2001; Gurel et al., 2001).

В данной работе мы рассматриваем генотипические (межсортовые) корреляции между всеми изученными признаками у 14 перспективных линий признаковой коллекции с различной окраской волокна, чтобы выявить степень влияния окраски на структурные и агрономические признаки и определить возможность создания сортов с естественно окрашенным волокном для рентабельного возделывания на севере Астраханской области. Характеристика линий приведена в ранее опубликованной статье (Podolnaya, Asfandiarova, Tuz, 2016).

Материал и методы

Изучение 14 скороспелых линий с естественно окрашенным волокном средневолокнистого хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) признаковой коллекции ВИР проводилось в с. Соленое Займище Черноярского района Астраханской области (на базе Прикаспийского НИИ Аридного земледелия) в 2013–2014 годах. Черноярский 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). Список образцов приведен в таблице 1.

Образцы высевались в 3-х 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 га) при капельном орошении.

В качестве стандарта использовался сорт местной селекции с белым волокном АС 5. Шесть линий созданы на опорном пункте ВИР при Прикумской опытно-селекционной станции Ставропольского СНИИСХ (г. Буденновск) на базе гибридов, полученных в результате скрещиваний образцов коллекции ВИР (туркменские сорта с коричневым и зеленым волокном и скороспелые беловолокнистые формы из Албании и Италии). Та же генетическая основа и у линий селекции ПНИИАЗ. Две линии имели бежевое волокно, шесть – светло-коричневое, шесть – зеленое.

**Таблица 1. Линии хлопчатника с естественно окрашенным волокном
(с. Соленое Займище, 2013–2014 гг.)**
Table 1. Cotton lines with naturally colored fiber (Solenoe Zaimishche, 2013–2014)

п/п	Название линии	Происхождение линии	Окраска волокна	Индекс окраски
1	1С	Россия, ПНИИАЗ	Зеленая	1
2	5С	Россия, ПНИИАЗ	Кремовая	2
3	L-935	Узбекистан	Зеленая	1
4	22С	Россия, ПНИИАЗ	Кремовая	2
5	C-11	Россия, ПНИИАЗ	Зеленая	1
6	6С	Россия, ПНИИАЗ	Светло-коричневая	3
7	7С	Россия, ПНИИАЗ	Светло-коричневая	3
8	21/17	Россия, Буд. ОП ВИР	Светло-коричневая	3
9	11/10	Россия, Буд. ОП ВИР	Светло-коричневая	3
10	21/8	Россия, Буд. ОП ВИР	Светло-коричневая	3
11	11/15	Россия, Буд. ОП ВИР	Зеленая	1
12	10С	Россия, ПНИИАЗ	Зеленая	1
13	32/3	Россия, Буд. ОП ВИР	Зеленая	1
14	11/9	Россия, Буд. ОП ВИР	Светло-коричневая	3

Учитывались продолжительность вегетационного периода, высота растения, количество моноподиев (вегетативных побегов), симподиев (генеративных побегов) и коробочек на растение (по 10 растениям с делянки), номер узла первой симподиальной ветви и хозяйствственно ценные признаки, такие как масса хлопка-сырца 1 коробочки, продуктивность одного растения, урожайность с единицы площади, длина и выход волокна. Длина волокна определялась по 10 летучкам от 10 разных коробочек, остальные хозяйствственно ценные признаки фиксировались для делянки в целом. Изучение проводилось по методике ВИР (Davidian et al., 1978). Был проведен корреляционный анализ. Использовалась программа Excel 10.

Среднемесячная температура и осадки за период вегетации хлопчатника показаны на рисунке 1.

Заметно, что два года исследований различались по температурному и водному режиму, особенно в период формирования коробочек. 2013 год отличался недостатком суммы эффективных температур, которые были ниже нормы в июле, августе и сентябре. 2014 год был теплее и засушливее – в июле осадков не было вовсе.

Результаты и обсуждение

Матрицы корреляций в генотипической (межсортовой) изменчивости значительно различались не только по уровню, но и по структуре связей. Сходство матриц за два года было 61,4%. Матрицы корреляций представлены в таблицах 2 и 3. Значимые корреляции отмечены жирным шрифтом.

Структура связей показана на рисунке 2. Значимыми при данной выборке являются связи от уровня $r \geq 0,55$, но на рисунке мы показываем связи средней силы от 0,5, чтобы наглядней была заметна разница между годами.

Выявлена только одна сильная связь, сохраняющаяся оба года и приближающаяся по значению к единице (см. рис. 2), между продуктивностью одного растения и урожайностью с единицы площади. Естественно, что при

достаточно стабильной густоте стояния растений эти показатели тесно связаны. В остальном структура связей за 2 года различается.

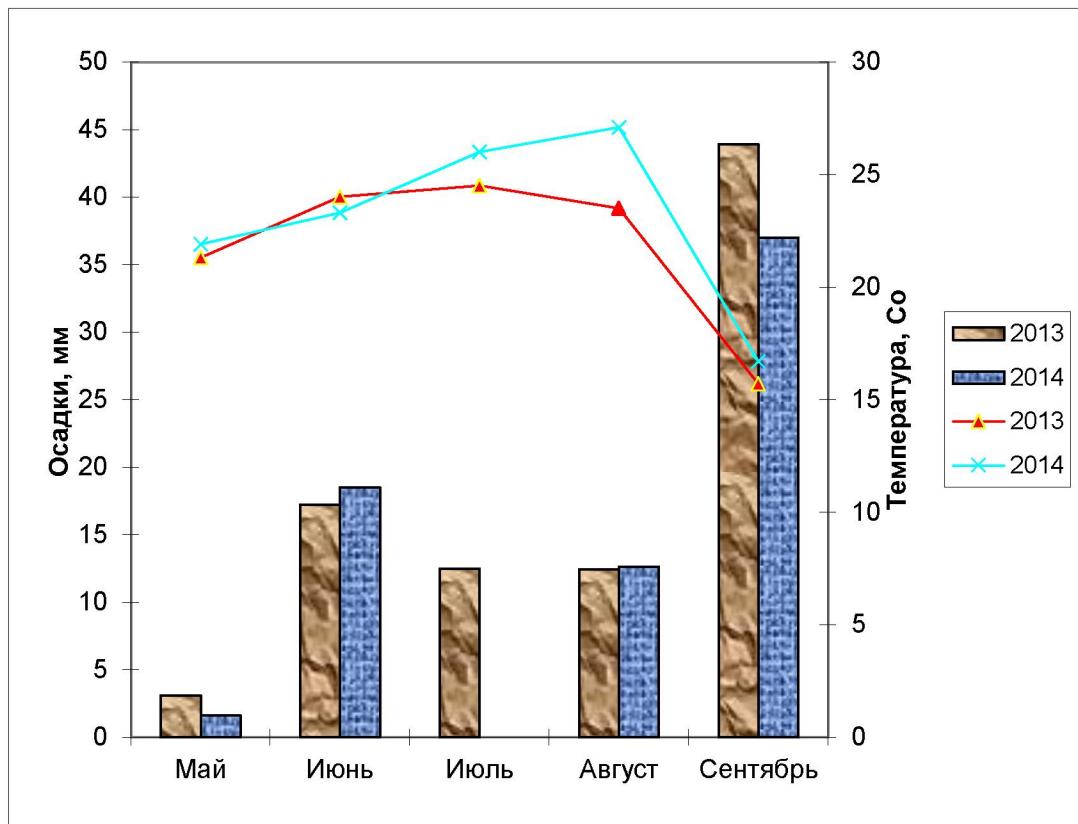


Рис. 1. Погодные особенности вегетационного периода
(Соленое Займище, 2013–2014 гг.)

Fig. 1. Weather conditions of the growing season (Solenoe Zaimishche, 2013–2014)

Таблица 2. Матрица корреляций между признаками (Соленое Займище, 2013 г.)
Table 2. Matrix of correlations between the studied traits (Solenoe Zaimishche, 2013)

Признаки	<i>g-m</i>	<i>H</i>	<i>mnp</i>	<i>sim</i>	<i>qc</i>	<i>nnd</i>	<i>mc</i>	<i>p</i>	<i>%f</i>	<i>lf</i>	<i>hr</i>	<i>cl</i>
<i>g-m</i>	1,00											
<i>H</i>	0,31	1,00										
<i>mnp</i>	0,69	-0,25	1,00									
<i>sim</i>	0,49	0,47	-0,54	1,00								
<i>qc</i>	0,13	0,37	-0,19	0,64	1,00							
<i>nnd</i>	0,68	0,24	0,69	-0,85	-0,61	1,00						
<i>mc</i>	0,05	0,11	0,16	-0,15	0,22	0,10	1,00					
<i>p</i>	-0,85	0,51	-0,60	0,49	0,11	-0,55	-0,03	1,00				
<i>%f</i>	-0,26	-0,45	-0,25	0,10	0,29	-0,33	0,35	-0,02	1,00			
<i>lf</i>	0,13	0,23	0,26	-0,18	-0,46	0,17	-0,26	-0,25	-0,33	1,00		
<i>hr</i>	-0,85	0,53	-0,57	0,45	0,11	-0,51	-0,01	0,98	-0,03	-0,28	1,00	
<i>cl</i>	-0,01	-0,51	0,19	-0,08	-0,25	0,06	0,12	-0,16	0,36	-0,12	-0,15	1,00

Примечание. Условные обозначения, используемые в табл. 2, 3 и рис. 2: *g-m* – продолжительность периода всходы-созревание; *H* – высота растения; *mnp* – количество моноподиев на растение; *sim* – количество симподиев на растение; *qc* – количество коробочек на растение; *nnd* – номер узла первой симподиальной ветви; *mc* – масса хлопка-сырца 1 коробочки; *p* – продуктивность одного растения; *%f* – выход волокна; *lf* – длина волокна; *hr* – урожайность хлопка-сырца с единицы площади; *cl* – окраска волокна.

Таблица 3. Матрица корреляций между признаками (Соленое Займище, 2014 г.)
Table 3. Matrix of correlations between the studied traits (Solenoe Zaimishche, 2014)

Признаки	<i>g-m</i>	<i>H</i>	<i>mnp</i>	<i>sim</i>	<i>qc</i>	<i>nnd</i>	<i>mc</i>	<i>p</i>	<i>%f</i>	<i>lf</i>	<i>hr</i>	<i>cl</i>
<i>g-m</i>	1,00											
<i>H</i>	0,59	1,00										
<i>mnp</i>	0,24	-0,18	1,00									
<i>sim</i>	0,72	0,82	0,08	1,00								
<i>qc</i>	0,74	0,74	0,15	0,97	1,00							
<i>nnd</i>	0,13	0,09	-0,17	-0,32	-0,41	1,00						
<i>mc</i>	0,81	0,38	0,29	0,70	0,75	-0,53	1,00					
<i>p</i>	-0,02	0,01	-0,17	-0,10	-0,12	-0,02	-0,19	1,00				
<i>%f</i>	-0,36	-0,30	-0,13	-0,08	-0,03	-0,26	-0,06	0,06	1,00			
<i>lf</i>	0,25	0,18	-0,28	0,20	0,20	-0,40	0,25	-0,03	0,03	1,00		
<i>hr</i>	-0,03	0,00	-0,18	-0,11	-0,12	-0,01	-0,20	0,99	0,06	-0,03	1,00	
<i>cl</i>	-0,14	-0,28	0,24	0,03	0,13	-0,53	0,11	0,18	0,57	0,15	0,17	1,00

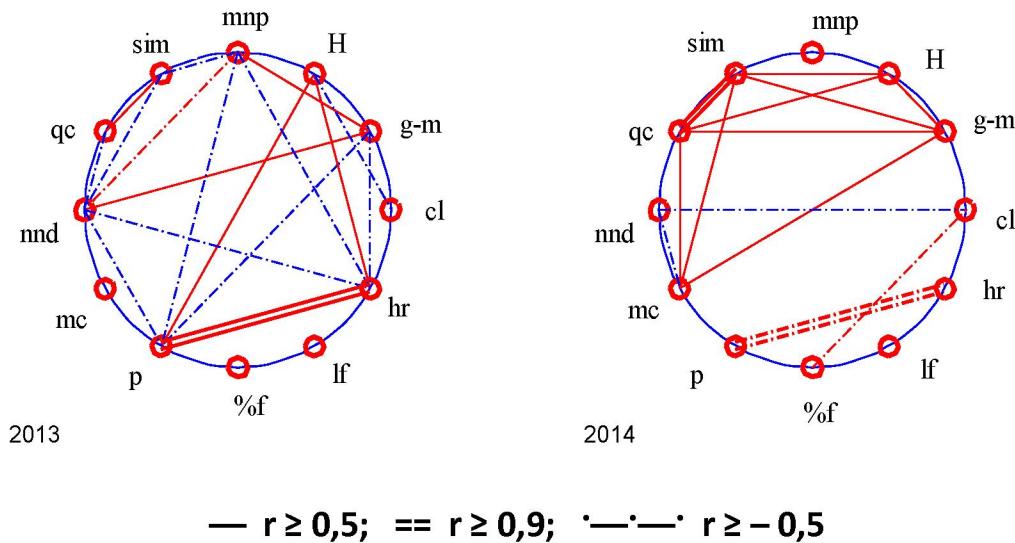


Рис. 2. Структура корреляций между изученными признаками.
Fig. 2. The structure of correlations between the studied traits

В 2013 году наблюдаются 2 четко выраженные плеяды положительных корреляций. Одна плеяда – высота растения – продуктивность одного растения – урожайность ($r = 0,51$, $r = 0,53$, $r = 0,98$) свидетельствует, что наиболее урожайными были линии с высокими растениями. Другая плеяда – продолжительность вегетационного периода – количество моноподий на растение – высота закладки первого симподия ($r = 0,69$, $r = 0,68$, $r = 0,69$). Эти связи свидетельствуют, что чем выше закладывались генеративные побеги, тем позднеспелей были линии и больше было вегетативных ветвей. Соответственно, эти признаки имели отрицательные корреляции с урожайностью. Кроме того, высокая закладка плодовой ветви отрицательно коррелировала с количеством симподиев ($r = -0,85$) и с количеством коробочек ($r = -0,61$). Положительная связь средней силы отмечена между количеством симподиев на растение и количеством коробочек ($r = 0,69$). Подобные корреляции типичны для растений хлопчатника в условиях ограниченного периода вегетации (Podolnaya, et al., 2016). Окраска волокна обнаружила только одну отрицательную связь средней силы – с высотой растения ($r = -0,51$). Это значит, что линии с зеленым волокном отличались более высокими растениями.

В 2014 году практически все значимые связи были положительными. Заметно усилилась связь между количеством симподиев и коробочек ($r = 0,97$). Выявились положительная плеяда, связывающая высоту растений, количество симподиев и коробочек на растение, продолжительность вегетационного периода и, что интересно, массу одной коробочки. Из этого следует, что наименее скороспелые линии имели более высокие растения, с большим количеством симподиев и коробочек. Этот вывод подтверждает и выявленная отрицательная корреляция средней силы между закладкой первой симподиальной ветви и массой коробочки ($r = -0,53$).

Практически полное отсутствие корреляции между номером узла закладки первой плодовой ветви и скороспелостью ($r = -0,02$) свидетельствует о потере первых завязей частью ранних форм вследствие высоких температур и низкой влажности воздуха. Отсутствие сколько-нибудь заметных корреляций количества моноподий с другими признаками структуры растения и скороспелости с продуктивностью может быть показателем того, что погодные условия этого года способствовали проявлению индивидуальных особенностей растений, определяемых генотипом.

Более отчетливо проявились особенности линий с различной окраской волокна – отрицательная связь с высотой закладки генеративных побегов ($r = -0,53$) и положительная с выходом волокна ($r = 0,57$) говорят о том, что линии с коричневым волокном имеют более низкую закладку плодовых ветвей (и потенциально меньшую продолжительность вегетационного периода) и больший выход волокна.

Во многих публикациях упоминается об отрицательной связи между длиной и выходом волокна (Simongulian, 1991; Shahmedova et al., 1996; Asfandiarova, Zvolinski, 2001 etc.). В нашем исследовании эта корреляция не достигает уровня значимости, и если в 2013 году она имела слабое отрицательное значение ($r = -0,33$), то в 2014 такая связь фактически отсутствовала ($r = 0,03$).

Заключение

Наше исследование подтверждает влияние условий выращивания на структуру и силу корреляций. При недостатке тепла в 2013 году достоверного влияния окраски на другие признаки не выявлено, и все корреляции не отличались от типичных для хлопчатника в самой северной зоне выращивания (Podolnaya, et al., 2017). В 2014 году, несмотря на засуху и высокие температуры июля, изменчивость была выше, и выявились достоверные корреляции между окраской и выходом волокна, а также высотой закладки первой плодовой ветви. Также наши данные свидетельствуют о приближенности линий со светло-коричневой окраской волокна по агрономическим признакам к стандартным сортам с белым волокном.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2018-0018 «Разработка системного подхода к структурированию и формированию ex situ коллекций культурных растений, репрезентативных по видовому, сортовому и генетическому разнообразию, изучение внутривидовой наследственной изменчивости селекционно значимых признаков важнейших сельскохозяйственных культур и формирование признаковых и стержневых коллекций», номер государственной регистрации ЕГИСУ НИОКР AAAA-A16-116040710373-1

References/Литература

- Asfandiarova M. Sh., Zvolinski V. P. Agrobiological features of cotton collection accessions and hybrids in the Caspian region // In: The socio-economic problems of arid territories development in Russia, 2001, vol. 2, pp. 55–57 [in Russian]. (Асфандиярова М. Ш., Зволинский В. П. Агробиологические особенности коллекционных образцов и гибридов хлопчатника в Прикаспийском регионе // В кн.: Проблемы социально – экономического развития аридных территорий России, 2001. Т. 2. С. 55–57).
- Brutch N., Soret-Morvan O., Porokhovina E. A., Sharov I. Y., Morvan C. Characters of fibre quality in lines of flax genetic collection // Journal of natural fibers. 2008, vol. 5, no. 2, pp. 95–126.
- Brutch N. B., Koshkin V. A., Domantovich A. V., Matviyenko I. I. The influence of photoperiod on trait's correlations of flax// APK scientific and technological achievement, 2015, vol. 29, no. 7, pp. 43–46 [in Russian] (Брач Н. Б., Кошкин В. А., Домантович А. В., Матвиенко И. И. Влияние фотопериода на корреляции признаков льна// Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 7. С. 43–46).
- Chaudhry R., Guitchounts A. Cotton facts. International Cotton Advisory Committee. Technical Paper. No. 25 of the Common Fund for Commodities. Washington D.C., USA, 2003.
- Davidian G. G., Rykova R. P., Kutuzova S. N., Vakhrusheva T. E., Drugova I. F., Rumyantseva L. T. Fiber plant's collections studying (cotton, flax, hemp). Guidelines. Leningrad, 1978, pp. 3–6 [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. Л., 1978. С. 3–6).
- Dutt, Y., Wang X. D., Zhu Y. G., Li Y. Y. Breeding for high yield and quality in colored cotton // Plant Breed. 2004, vol. 123, pp. 145–151.
- Efe L., Mustafayev F. S., Killi F. Agronomic, Fiber and Seed quality traits of naturally coloured cottons in East Mediterranean region of Turkey // Pak. J. Bot., 2010, vol. 42 (6), pp. 3865–3873.
- Gurel A., Akdemir H., Karaday H. B. Cultivation possibilities of naturally coloured cottons under Aegean region conditions // Anadolu, 2001, vol. 11 (1), pp. 56–70.
- Hessel C., Allegre C., Maisseu M., Charbit F., Moulin P. Guidelines and legislation for dye house effluents // J. Environ. Manage., 2007, vol. 83, pp. 171–180.
- Hua Shuijin, Shuna Yuan, Imran Haider Shamsi, Xiangqian Zhao, Xiaoquan Zhang, Yingxing Liu, Guoji Wen, Xuede Wang, Haiping Zhang. A Comparison of Three Isolines of Cotton Differing in Fiber Color for Yield, Quality, and Photosynthesis // Crop Science, 2008, no. 06, pp. 371–381.
- Podolnaya L. P. The results of VIR cotton collection accessions studying in Italy. Abstracts of 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”. 13–16 November 2001, St. Petersburg, 2001, pp. 376–378 [in Russian] (Подольная Л. П., 2001; Результаты изучения образцов из коллекции хлопчатника ВИР в Италии. Материалы научно-практической конференции «Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции». 13–16 ноября 2001 г. СПб., 2001. С. 376–378).
- Podolnaya L. P., Tuz R. K., Asfandiarova M. Sh. Variability in cotton lines with natural colored fibre on the northern Caspian conditions // Theoretical and applied problems of agro-industrial complex. 2016, no. 1 (26), pp. 15–23 [in Russian] (Подольная Л. П., Туз Р. К., Асфандиярова М. Ш. Изменчивость линий хлопчатника с природноокрашенным волокном в условиях Северного Прикаспия // Теоретические и прикладные проблемы Агропромышленного комплекса. 2016, № 1 (26). С. 15– 23).
- Podolnaya L. P., Tuz R. K., Asfandiarova M. Sh. Correlations between the traits of the cotton samples depending on weather conditions. In: Scientific-practical ways to enhance environmental stability and socio-economic support of agricultural production: the materials of the international scientifically-practical Conference/ Edition: N. A. Sherbakova, A. P. Seliverstova // s. Soleno Zaimishche. FGBNU “PNIAZ”. Soleno Zaimishche, 2017, pp. 890–894 [in Russian] (Подольная Л. П., Туз Р. К., Асфандиярова М. Ш. Корреляции между признаками у образцов хлопчатника в зависимости от погодных условий. В сборнике: Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства: материалы международной научно-практической конференции / сост. Н. А. Щербакова, А. П. Селиверстова // с. Соленое Займище. ФГБНУ «ПНИИАЗ». Соленое Займище, 2017. С. 890– 894).

- Ranganathan K., Karunagaran K., Sharma D. C. Recycling of wastewaters of textile dyeing industries using advanced treatment technology and cost analysis: Case studies // *Resour. Conserv. Recycling*. 2007, vol. 50, pp. 306–318.
- Rostova N. S. Correlations: structure and variability // Proceedings of SPb. OE, St. Petersburg, 2002, 308 p. [in Russian] (Ростова Н. С. Корреляции: структура и изменчивость / Тр. С.-Петербургского. ОЕ, г. Санкт-Петербург, 2002. 308 с.).
- Shahmedova G. S., Asfandiarova M. Sh., Ivanenko E. N. Selection of cotton accessions and its cultivation experience (in the Russian Caspian conditions). In: *Manufacture of environmentally harmless crop production* // Pushino, “Nauka”, 1996, pp 163–167 [in Russian] (Шахмедова Г. С., Асфандиярова М. Ш., Иваненко Е. Н. Отбор сортообразцов хлопчатника и опыт его возделывания (в условиях Российского Прикаспия) // В сб.: Производство экологически безопасной продукции растениеводства. Пущино : «Наука», 1996. С. 163–167).
- Simongulian N. G. Cotton quantity traits genetic// Tashkent : “FAN”, 1991, 124 p. [in Russian] (Симонгулян Н. Г. Генетика количественных признаков хлопчатника // Ташкент : Изд-во «ФАН», 1991. 124 с.).
- Zvolinski V. P. Integrated development of multi sectoral agricultural production in the lower Volga APK system // Moscow : RUDN, 1991. 352 p. [in Russian] (Зволинский В. П. Комплексное развитие многоотраслевого сельскохозяйственного производства в системе АПК Нижней Волги // М. : РУДН, 1991. 352 с.).
- Zvolinski V. P., Podolnaya L. P., Asfandiarova M. Sh., Tuz R. K., Sonnino A., Piscioneri I. The ecological-geographical studying of the VIR cotton collection samples in contrasting conditions of the South of Italy and North of Astrakhan region // Proceedings of Prikaspiskii NII aridnogo zemledeliya, Vol. 5. Moscow, 2006, pp. 195–205 [in Russian] (Зволинский В. П., Подольная Л. П., Асфандиярова М. Ш., Туз Р. К., Соннино А., Писционери И. Эколо-географическое изучение образцов хлопчатника коллекции ВИР в контрастных условиях юга Италии и севера Астраханской области // Сборник трудов Прикаспийского НИИ аридного земледелия. Т. 5. Москва, 2006. С. 195–205).