

Краткое сообщение

УДК 633.511

DOI: 10.30901/2658-6266-2023-4-03



Образцы коллекции хлопчатника ВИР различного происхождения для селекции в условиях Северного Прикаспия

Л. П. Подольная¹, С. В. Григорьев¹, Е. Г. Мягкова²

¹ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

² Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, Астраханская область, с. Соленое Займище, Россия

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

Актуальность. Изменение климата на планете требует создания сортов, адаптированных к новым условиям, для чего необходим постоянный поиск источников требуемых признаков, и коллекция хлопчатника ВИР предоставляет неограниченные возможности для селекции. Также жесткие условия северо-запада Астраханской области позволяют выявить потенциальные возможности образцов. **Материалы и методы.** 25 образцов коллекции хлопчатника ВИР были изучены на северо-западе Астраханской области на базе Прикаспийского аграрного федерального научного центра Российской академии наук (ПАФНЦ РАН) в 2021 году на фоне неблагоприятных погодных условий. Сравнительную оценку по морфологическим и хозяйственно ценным признакам проводили согласно методике ВИР. Сделан факторный анализ по методу главных компонент. Использованы программы Excel 2016 и STATISTICA 7.0. **Результаты и обсуждение.** В результате изучения были выявлены образцы, превышающие стандарт 'АС 5' по урожайности. Китайские образцы показали очень хороший выход волокна и могут служить источниками данного признака, хотя они не слишком скороспелы и отличаются средней коробочкой. Неблагоприятные погодные условия в период формирования волокна не позволили получить волокно очень хорошего качества, но некоторые образцы имели длину 32-33 мм. Эти образцы могут в дальнейшем быть использованы при создании новых сортов. **Заключение.** Факторный анализ показал, что наименее подходящими для условий севера Астраханской области являются американские образцы из-за своей позднеспелости и высокорослости. Среди образцов из других регионов поиск источников перспективен.

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

Благодарности: Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания FGEM-2022-0005 согласно тематическому плану ВИР № 0481-2022-0004 «Растительные ресурсы масличных и прядильных культур ВИР как основа теоретических исследований и их практического использования».

Для цитирования: Подольная Л.П., Григорьев С.В., Мягкова Е.Г. Образцы коллекции хлопчатника различного происхождения для селекции в условиях Северного Прикаспия. *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(4):93-102. DOI: 10.30901/2658-6266-2023-4-03

Прозрачность финансовой деятельности. Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы. Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их местам работы.

© Подольная Л.П., Григорьев С.В., Мягкова Е.Г., 2023

Brief communication

DOI: 10.30901/2658-6266-2023-4-o3

VIR cotton collection accessions of different origin for breeding in the North Caspian conditions

Larisa P. Podolnaya¹, Sergey V. Grigoriev¹, Elena G. Myagkova²¹N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia²Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan Region, Solenoe Zaimishche, Russia**Corresponding author:** Larisa P. Podolnaya, l.podolnaya@vir.nw.ru

Background. Climate change on the planet requires the creation of cultivars adapted to new conditions, which suggests a constant search for sources of the required traits, and the VIR cotton collection provides unlimited opportunities for breeding. Also, the harsh conditions of the northwestern Astrakhan region make it possible to identify the potential capabilities of the accessions. **Materials and methods.** 25 accessions of the VIR cotton collection were studied at the Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (PAFSC RAS) in 2021 against the backdrop of adverse weather conditions. Comparative assessment of morphological and economically important features was carried out according to the VIR methodology. Factor analysis based on the principal component method has been performed. Excel 2016 and STATISTICA 7.0 were used. **Results and discussion.** The study resulted in the identification of accessions exceeding the 'AC 5' standard in terms of the yield. The Chinese accessions had a very good fiber yield and can serve as sources of this trait, although they are not too precocious and are characterized by a medium-size capsule. Unfavorable weather conditions during the period of fiber formation did not facilitate obtaining a very good quality fiber, but some accessions yielded fiber with a length of 32-33 mm. **Conclusions.** Factor analysis showed that American accessions are the least suitable for the conditions of the northern Astrakhan Region due to their late maturity and tall stature. The search for appropriate sources is promising among accessions originating from other regions.

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

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the State Assignment according to the Theme Plan of VIR, Project No. FGEM-2022-0005 "Plant resources of oil and fiber crops at VIR as the basis for theoretical research and their practical utilization".

For citation: Podolnaya L.P., Grigoriev S.V., Myagkova E.G. VIR cotton collection accessions of different origin for breeding in the North Caspian conditions. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(4):93-102. (In Russ.). DOI: 10.30901/2658-6266-2023-4-o3

Financial transparency. The authors have no financial interest in the presented materials or methods. The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work. The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer.

© Podolnaya L.P., Grigoriev S.V., Myagkova E.G., 2023

Введение

Хлопчатник (*Gossypium* L., сем. Malvaceae) – ценная прядильная культура, в разных масштабах возделываемая в 85 странах тропической и субтропической зон. Главное значение хлопчатник имеет как прядильная культура, однако и его семена также находят различное применение, особенно в качестве сырья для производства масла пищевого и технического назначения. Также хлопчатник используют при производстве пороха (Kelly et al., 2015).

Еще в XIX веке делались успешные попытки культивировать хлопчатник в европейской части России и в Закавказье. В 20-50-е годы XX века в южных районах европейской части СССР были промышленные посевы хлопчатника, существовала целая сеть селекционных учреждений, в том числе НИИ хлопководства новых районов (НовНИХИ) в г. Буденновске Ставропольского края. Имелись определенные достижения селекционеров в этой области: лучшие сорта давали по 25 ц/га хлопка-сырца. Однако неразвитость технологической базы не позволила создать в европейской части СССР рентабельное производство хлопчатника, и в 1954 году все работы с культурой там были прекращены, а посевы сосредоточены в Средней Азии и Азербайджане, что на тот момент было более выгодным. Вся инфраструктура была ликвидирована, хлопкоочистительные заводы перевезены в Среднюю Азию. Прекратилась также работа по селекции и возделыванию хлопчатника в большинстве районов Закавказья, таких как Армения, Грузия, Абхазия. Все образцы из этих районов, как местные, так и селекционные сохранились лишь в коллекции ВИР (Podolnaya et al., 2015).

Работы по возобновлению хлопководства в южных районах России были начаты в 1992 году в трех учреждениях РАСХН, в том числе в Прикаспийском НИИ Аридного земледелия (ПНИИАЗ), ныне Прикаспийском Аграрном Федеральном научном Центре (ПАФНЦ), расположенном в селе Солёное Займище на северной границе зоны возделывания хлопчатника (48°с.ш.). На этой территории основным лимитирующим фактором для хлопчатника является недостаток положительных температур (Zvolinski, 1991). Однако за последние десятилетия температура на планете повышается, что меняет условия развития культурных растений (Novikova et al., 2009; Kucek et al., 2019; Besedina et al., 2021) и отражается на возможности выращивания хлопчатника в основных хлопкосеющих странах (Williams et al., 2018). Изменение климата сказывается на выращивании хлопчатника и в Астраханской области (Kolchin et al., 2017). Это определяет необходимость оценки адаптированности образцов этой культуры к новым климатическим условиям.

За прошедшие 30 лет в Солёном Займище были изучены около 1000 наиболее скороспелых образцов хлопчатника коллекции ВИР (Asfandiarova, Shakhmedova, 1999; Podolnaya et al., 2006; 2015). На основе лучших из этих образцов в 90-е годы в ПНИИАЗ (ныне ПАФНЦ РАН)

были созданы четыре раннеспелых сорта, а в настоящее время на базе этого института созданы еще два сорта, в том числе сорт 'Браун' со светло-коричневым волокном (Asfandiarova, Doubovskaya, Podolnaya, Tuz, 2019). Эти сорта характеризуются не только раннеспелостью, но и хорошим качеством волокна и урожайностью. Однако селекция – процесс непрерывный, и для создания новых сортов требуются новые источники требуемых признаков. Тем более, что в изменившихся условиях могут вызревать образцы, не вызревавшие в прежние годы, поэтому мы продолжаем оценивать коллекцию хлопчатника ВИР и пытаемся определить регионы мира, образцы из которых могут служить источниками важных признаков, адаптивных в условиях северного Прикаспия.

Материалы и методы

Прикаспийский Аграрный Федеральный научный Центр Российской академии наук (ПАФНЦ РАН) находится на северо-западе Астраханской области в Черноярском районе, в селе Солёное Займище. Это зона полупустынь, характеризующаяся резко континентальным, засушливым климатом. Среднесуточная температура воздуха за период вегетации хлопчатника составляет 20,1°C, среднегодовая сумма активных температур, выше 10°C, составляет 3400-3450°C. Количество осадков за тёплый период апрель-октябрь составляет 155-160 мм, при этом максимум осадков, около трети годовой суммы, приходится на апрель-июнь. Почвы – светло-каштановые. Данные за 2021 год приведены в таблице 1. Среднемноголетние показатели рассчитаны за период с 1978 по 2022 год. Расчет произведен по данным с официально зарегистрированной метеостанции с синоптическим индексом 34578, координаты 48,07 с.ш. и 46,07 в.д., высота над уровнем моря – 5 м.

Сравнение данных за 2021-й год со среднемноголетними показывает значительное потепление климата на севере Астраханской области за последние годы. В 2021 году были оценены 25 образцов хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) различного происхождения с белым волокном (табл. 2). В качестве стандарта использовали сорт 'АС 5' – один из 4-х сортов, созданных в середине 90-х годов в ПНИИАЗ (ныне ПАФНЦ РАН) – до сих пор остающийся одним из лучших для района изучения.

Образцы высевали в трех повторностях на 5-метровых однорядковых делянках с расстоянием 70 см между рядами. Посев производили вручную (из расчета 100 000 растений на га). Растения выращивали с использованием капельного орошения. Норма полива за сезон составила 2600 м³.

Учитывали продолжительность вегетационного периода, высоту растения, количество моноподиев, симподиев и коробочек на растении, номер узла первой симподиальной ветви у 10 растений с делянки,

Таблица 1. Погодные условия вегетационного периода (ПАФНЦ РАН, Астраханская область, с. Соленое Займище, 2021г.)

Table 1. The weather conditions of the growing season (Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan region, Solenoe Zaimishche, 2021)

Период/ period	Сумма положительных температур, °C/ Sum of positive temperatures, °C		Среднемесячная температура воздуха, °C/ Average monthly air temperature, °C		Осадки, мм/ Rainfall, mm		Сумма эффективных температур, °C/ Sum of effective temperatures, °C	
Месяц/ Month	2021	ср. мн./ long-term. av.*	2021	ср. мн./ long-term. av.	2021	ср. мн./ long-term. av.	2021	ср. мн./ long-term. av.
Май/ May	611,4	527,00	19,7	16,70	25,6	31,00	192,2	196,90
Июнь/ June	741,9	645,00	24,7	21,50	36,7	26,00	441,9	357,30
Июль/ July	864,0	737,00	27,9	24,30	24,9	23,00	554,0	459,10
Август/ August	870,5	685,50	28,1	22,80	5,7	18,00	510,5	357,50
Сентябрь/ September	460,5	468,50	15,4	16,30	47,5	23,00	113,1	148,40
Итого/ Total	3548,3	3320,50	-	-	140,4	121,00	1811,7	1557,30

* – среднееголетние показатели – ср. мн./ long-term averages – long-term. av.

Таблица 2. Список изученных образцов (ПАФНЦ РАН Астраханская область, с. Соленое Займище, 2021 год)

Table 2. List of studied accessions (Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan region, Solenoe Zaimishche, 2021)

№/ No.	Номер по Каталогу ВИР/ VIR Catalogue number	Название образца/ Accession name	Происхождение образца/ Accession origin
1	к-3505	C-1264	Узбекистан
2	к-3543	Western prolific	США
3	к-3557	Empire Wilt	США
4	к-3815	8517	Узбекистан
5	к-4233	LB x Сборен прашец	Болгария
6	к-5021	Stoneville 3202	США
7	к-5314	C-4790	Узбекистан
8	к-5568	Stoneville 702	США
9	к-8012	‘АС 5’	Россия, Астраханская область
10	к-8044	‘Голиот’	Россия, Ставропольский край
11	к-8120	110610	Китай
12	к-8126	113821	Китай
13	к-8129	Varamin G	Иран
14	к-8137	‘Феникс’	Россия, Ставропольский край
15	к-8139	111973	Китай
16	к-8154	Гибрид 304	Италия
17	к-8142	110044	Китай
18	к-8155	Гибрид 305	Италия
19	к-8156	Гибрид 306	Италия
20	к-8157	111775	Китай
21	к-8158	112151	Китай
22	к-8159	‘ПГСХА-1’	Россия, Волгоградская обл.
23	к-8160	‘АС 3’	Россия, Астраханская область
24		Отбор из к-7148	Россия, Астраханская область
25		Отбор из к-171	Россия, Астраханская область

а также хозяйственно ценные признаки, такие как масса хлопка-сырца одной коробочки, продуктивность одного растения, урожайность с единицы площади, длина и выход волокна. Длину волокна определяли по 10 летучкам от 10 разных коробочек, остальные хозяйственно ценные признаки оценивали для делянки в целом. Изучение проводили по методике ВИР (Davidian et al., 1978).

Проведен факторный анализ по методу главных компонент. Использованы программы Excel 2016 и STATISTICA 7.0.

Результаты и обсуждение

Год 2021-ый был неблагоприятным для роста и развития хлопчатника: прохладный дождливый июнь, очень жаркие июль и первая половина августа, холодный дождливый сентябрь – сумма положительных температур в этом месяце была ниже среднелетней, что не позволило получить репродукцию от всех высевных 34-х образцов, вследствие этого в изучение были взяты только 25. Поэтому особо ценной является информация об образцах, имевших раскрытые коробочки в этих условиях.

Продолжительность периода «всходы-созревание»

колебалась от 98 дней у болгарского образца к-4233 до 148 дней у образца из Ирана к-8129, но большинство образцов показали 110-120 дней, больше, чем у стандарта, у которого этот период составил 103 дня. Образцы не были очень высокими, 64-98 см, но многие сформировали по 1-4 моноподиальных вегетативных побегов, что, как правило, характеризует позднеспелые, более высокорослые образцы (Podolnaya et al., 2015). Образцов без моноподиальных побегов в данном году не выявлено даже среди скороспелых сортов российской селекции. Число симподиальных (генеративных) побегов варьировало от 4 до 10 на растение. Самое большое число коробочек – 10-11 – наблюдалось у коллекционных образцов к-3543, к-5314, к-5568, и сорта 'ПГСХА-1' Волгоградской селекции. Сорта 'Феникс' и 'Голиот' селекции Прикумской опытной станции (Прикумской ОС) в 2021 году, дали мало коробочек – 5-6. У китайских образцов были средние показатели – 6-8 коробочек на растение, причем большее число коробочек соответствовало большему числу симподиев. Данные по структуре растения и хозяйственно ценным признакам приведены в таблицах 3 и 4. Очередность образцов в таблицах соответствует таблице 2.

Таблица 3. Характеристика сортов хлопчатника по структуре растения (ПАФНЦ РАН, Астраханская область, с. Соленое Займище, 2021 год)

Table 3. Data on plant structure traits of cotton cultivars (Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan region, Solenoe Zaimishche, 2021)

№/ No.	Высота растения, см/ Plant height, cm	Число моноподиев на растение/ Number of monopodia per plant	Число симподиев на растение/ Number of sympodia per plant	Число коробочек на растение/ Number of capsules per plant	№ узла 1-го симподия/ First sympodium node No.
1	80,8±2,3	2,2±0,5	5,8±0,4	4,4±0,7	6,8±0,7
2	90,4±3,1	4,4±0,2	6,6±0,6	10,2±1,3	6,8±0,5
3	98,0±1,3	1,2±0,2	7,8±0,8	7,6±1,6	6,0±0,4
4	87,2±4,7	3,2±0,6	6,6±0,7	7,4±0,7	6,4±0,6
5	90,0±4,1	0,4±0,2	8,6±0,7	7,6±1,3	5,2±0,5
6	77,8±2,4	2,8±0,4	7,2±1,3	8,8±2,3	6,2±0,6
7	95,4±3,6	1,4±0,7	9,2±0,7	10,8±1,0	6,0±0,3
8	84,2±3,5	2,2±0,7	8,8±1,2	11,2±2,1	6,8±0,5
9	76,2±4,9	0,6±0,2	9,4±1,3	8,4±2,9	4,6±0,2
10	75,8±4,9	1,8±0,2	6,2±0,7	5,8±1,1	6,0±0,3
11	74,6±1,5	0,8±0,4	6,6±0,4	8,4±0,8	6,0±0,3
12	78,0±3,0	1,2±0,4	6,2±0,4	8,0±1,9	6,4±0,6
13	72,8±1,2	0,8±0,4	8,0±0,7	9,2±1,7	6,4±0,4
14	64,2±1,7	1,4±0,2	5,4±0,5	5,8±0,9	5,6±0,2
15	71,0±3,1	0,8±0,4	5,6±0,5	6,0±0,7	5,6±0,2

№/ No.	Высота растения, см/ Plant height, cm	Число моноподиев на растение/ Number of monopodia per plant	Число симподиев на растение/ Number of sympodia per plant	Число коробочек на растение/ Number of capsules per plant	№ узла 1-го симподия/ First sympodium node No.
16	68,2±1,0	1,0±0,3	5,6±0,2	7,8±0,8	5,6±0,4
17	64,6±1,9	1,0±0,6	5,8±0,4	5,2±0,5	6,2±0,5
18	72,6±2,0	2,0±0,8	5,8±0,6	6,6±1,3	6,2±0,6
19	80,4±3,7	1,0±0,4	6,4±0,6	8,0±1,3	5,8±0,4
20	68,8±1,7	1,6±0,4	8,4±0,5	7,6±0,7	6,0±0,4
21	79,0±4,3	0,4±0,2	7,4±0,5	7,6±0,5	7,2±0,6
22	98,6±2,9	1,8±0,7	7,8±0,2	11,4±3,0	6,4±0,5
23	67,8±6,7	3,2±0,6	4,2±0,9	4,8±1,1	7,2±0,7
24	70,4±2,3	1,6±0,2	6,4±0,4	9,6±1,4	5,8±0,4
25	88,0±3,5	2,2±0,7	8,0±0,8	9,6±2,1	6,0±0,9
НСР ₀₅	1,41	0,20	0,29	0,70	0,17

Таблица 4. Характеристика сортов хлопчатника по хозяйственно ценным признакам (ПАФНЦ РАН, Астраханская область, с. Соленое Займище, 2021 год)

Table 4. Data on agronomical traits of cotton cultivars (Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan region, Solenoe Zaimishche, 2021)

№/ No.	Продолжительность периода «всходы-созревание», дн./ Sprouting-maturity period, days	Масса хлопка-сырца одной коробочки, г/ Seed cotton per capsule, g	Продуктивность, г/ Productivity, g	Длина волокна, мм/ Fiber length, mm	Выход волокна, %/ Ginning Outturn, %	Урожайность хлопка-сырца, т/га/ Seed cotton yield, t/ha
1	112±1,3	4,8±0,3	15,7±2,1	25,8±0,3	45,5±0,3	1,7±2,3
2	132±0,9	5,8±0,2	18,0±0,5	26,0±0,3	42,2±0,3	2,0±0,5
3	132±1,4	5,6±0,5	22,1±0,4	29,4±0,4	31,7±0,4	2,4±0,6
4	132±0,5	4,0±0,6	30,6±1,6	29,0±0,3	33,1±0,3	3,4±1,6
5	98±1,3	5,0±0,2	39,0±0,6	32,8±0,3	31,8±0,5	4,3±1,5
6	142±1,6	6,8±0,4	15,2±1,2	31,0±0,4	35,9±0,4	1,7±1,2
7	103±1,1	5,4±0,7	57,5±0,5	33,0±0,3	31,9±0,3	6,3±1,2
8	132±1,3	6,5±0,7	12,7±1,3	30,8±0,2	31,2±0,2	1,4±0,2
9	103±0,9	4,3±0,2	28,5±1,2	34,0±0,2	30,4±0,3	3,1±1,3
10	109±1,1	5,2±0,2	34,9±1,2	30,8±0,3	36,1±0,2	3,8±1,0
11	115±1,5	5,1±0,4	30,4±2,1	33,2±0,2	38,6±0,3	3,3±2,2
12	120±1,3	4,9±0,5	12,7±0,7	32,4±0,6	41,8±0,9	1,4±0,7
13	148±2,1	6,3±0,6	14,0±1,9	36,0±0,4	33,3±0,3	1,5±2,1
14	119±1,4	4,4±0,2	18,9±0,9	32,8±0,5	34,7±0,6	2,1±1,2
15	119±2,1	5,2±0,4	27,6±1,3	32,0±0,6	39,9±0,3	3,0±1,5
16	119±0,5	5,3±0,3	25,8±3,1	28,4±0,3	36,7±0,3	2,8±3,2
17	139±0,4	4,2±0,6	6,5±0,3	30,9±0,4	39,8±0,6	0,7±0,3
18	109±1,1	4,7±0,8	33,0±0,9	29,8±0,2	32,5±0,4	3,6±0,8
19	112±1,0	4,8±0,5	33,8±1,2	30,0±0,5	33,8±0,6	3,7±1,3
20	109±1,2	5,0±0,4	26,5±0,9	33,8±0,4	35,6±0,6	2,9±0,9
21	115±0,9	5,6±0,2	30,8±3,1	31,8±0,3	36,6±0,4	3,4±3,0
22	115±1,8	4,9±0,7	37,5±1,3	32,0±0,3	34,8±0,3	4,1±1,5
23	110±1,0	4,8±0,6	17,0±0,9	30,8±0,4	35,2±0,4	1,9±0,9
24	115±1,5	4,2±0,2	35,5±0,8	31,2±0,4	29,9±0,3	3,9±0,9
25	98±0,7	4,4±0,3	44,8±2,5	29,2±0,4	36,4±0,6	4,9±2,7
НСР ₀₅	1,19	0,43	1,30	0,36	0,39	0,80

Масса хлопка-сырца одной коробочки колебалась от 4 до 6,8 граммов, максимальное значение было у американского образца к-5021. Скороспелые и среднеспелые образцы (с периодом вегетации до 120 дней) характеризовались мелкими и средними коробочками – 4-5 г (в том числе и стандарт). Продуктивность варьировала от 6,5 г у китайского образца (к-8142) до 57,5 у узбекского образца С-4790 (к-5314), что вдвое превышает стандарт. Данные по урожайности соответствуют показателям продуктивности и колеблются от 0,7 до 6,3 т/га. 'АС 5' дал 3,1 т/га. Длина волокна колебалась от 25,8 мм у старого узбекского образца (к-3505) до 36 мм у позднеспелого образца из Ирана. Стандарт имел длину волокна 34 мм, что соответствует волокну 4-го типа и является очень хорошим показателем для скороспелого образца. Выход волокна варьировал от 29,9% (отбор из к-7148) до 45,5% (к-3505).

По комплексу признаков – длина волокна свыше 32 мм и выход волокна свыше 39% – выделились китайские образцы последних лет поступления. Необходимо отметить, что если у старых сортов при большом выходе длина волокна была малой (к-3505, 3543, см. табл. 4), то ряд современных сортов характеризуются одновременно длинным волокном и высоким выходом волокна (к-8126, к-8139).

Факторный анализ дал общую картину поведения

образцов разного происхождения. Первые факторы характеризуют большую часть изменчивости признаков, поэтому мы ограничились рассмотрением этих двух факторов (F1 и F2), на долю которых приходится около 60% изменчивости.

Высокую положительную корреляцию с первым фактором показали продуктивность одного растения и тесно связанная с ней урожайность с единицы площади, следовательно, первый фактор можно назвать фактором продуктивности.

Со вторым фактором значимую отрицательную корреляцию показали, как масса хлопка-сырца одной коробочки, так и число коробочек на растение, то есть у одних образцов коробочек много, и они крупные, а у других их мало, и они мелкие (этот фактор можно назвать фактором коробочки).

В правой верхней четверти факторного пространства располагаются продуктивность и длина волокна, в левой верхней – выход волокна, то есть у продуктивных образцов будет более длинное волокно, но меньший выход волокна (рис. 1). В правой нижней четверти находятся такие признаки, как высота растения, число симподиев и число коробочек на растение, то есть урожайные образцы будут высокими с большим числом симподиев и коробочек, поскольку урожайность определяется в большей степени числом коробочек, чем их массой.

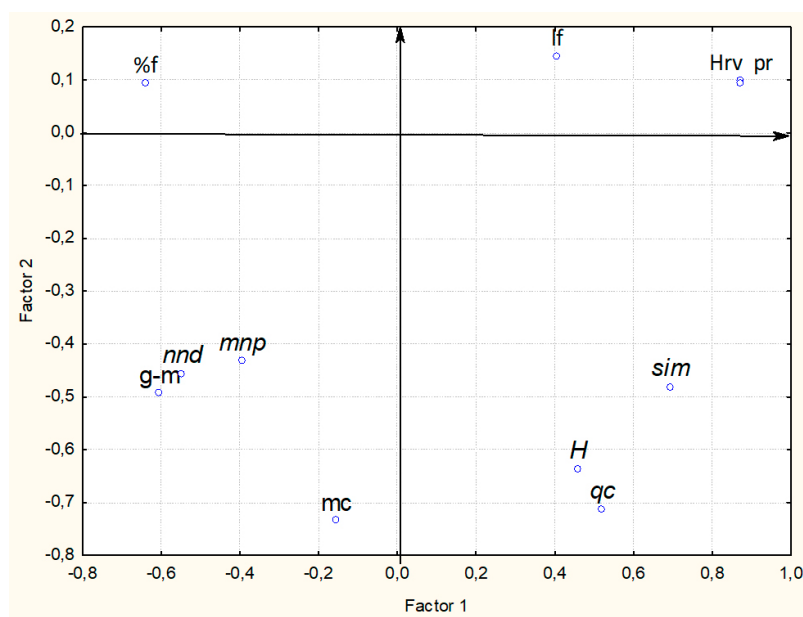


Рис.1. Расположение признаков в факторном пространстве (ПАФНЦ РАН, Астраханская область, с. Солёное Займище, 2021 год).

Fig. 1. Projection of the traits on the factor plane (Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan region, Solenoe Zaimishche, 2021).

Условные обозначения: g-m – период «всходы-созревание», H – высота растения, mnp – число моноподиев на растение, sim – число симподиев на растение, qc – число коробочек на растение, nnd – № узла первого симподия, mc – масса хлопка-сырца одной коробочки, pr – продуктивность одного растения, lf – длина волокна, %f – выход волокна, hrv – урожайность хлопка-сырца.

Symbols: g-m – “sprouting-maturity” period, H – plant height, mnp – monopodia per plant, sim – simpodia per plant, qc – capsules per plant, nnd – No. of the first simpodium node, mc – seed cotton weight per capsule, pr – plant productivity, lf – fiber length, %f – ginning outturn, hrv – yield.

В левой нижней четверти факторного пространства располагаются период «всходы-созревание», число моноподиев и № узла первого симподия, что говорит о том, что позднеспелые образцы характеризуются значительным числом моноподиев и более поздним переходом

в генеративную фазу, меньшей длиной и большим выходом волокна.

По значениям факторов для каждого образца мы можем судить об их относительном взаиморасположении. Эта картина отражена на рисунке 2.

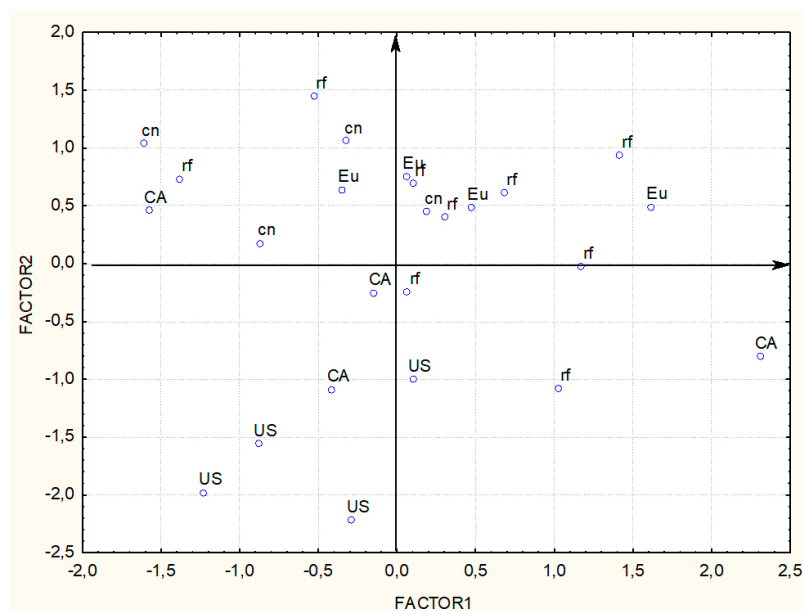


Рис. 2. Расположение образцов в факторном пространстве (ПАФНЦ РАН, Астраханская область, с. Солёное Займище, 2021 г.).

Fig. 2. Projection of the accessions on the factor plane (Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan region, Solenoe Zaimishche, 2021).

Условные обозначения. Регионы происхождения образцов: rf – Россия, CA – Центральная Азия, UA – США, Eu – Европа, cn – Китай
Symbols. The regions of accessions origin: rf – Russia, CA – Central Asia, UA – USA, Eu – Europe, cn – China

Наиболее компактно в левой нижней четверти факторного пространства располагаются американские образцы, они высокие, позднеспелые, с крупными коробочками, но в условиях севера Астраханской области не дают хорошего урожая, зато могут служить источниками выхода волокна, при этом волокно у них короткое. Китайские образцы тяготеют к левой верхней четверти, то есть они также характеризуются высоким выходом волокна, позднеспелы, но, в отличие от американских образцов, имеют мелкие коробочки и лучшую длину волокна. Европейские образцы также располагаются в верхней половине факторного пространства, но, в основном, в правой части, что свидетельствует о скороспелости, урожайности и большей длине волокна, поэтому такие образцы наиболее перспективны для дальнейшей селекции в данной зоне. Российские сорта присутствуют почти во всех четвертях, кроме левой нижней, следовательно, они не отличаются крупной коробочкой, зато, как правило, скороспелы и достаточно продуктивны. Азиатские образцы также

располагаются в трех четвертях, кроме правой верхней, что говорит о наличии среди них и скороспелых, урожайных, и с хорошей длиной волокна. В коллекции ВИР много образцов из этого региона, и в дальнейшем необходимо продолжать изучать возможность их продуктивного культивирования в северной части Астраханской области.

Закключение

В 2021 году в Прикаспийском Аграрном Федеральном научном Центре Российской академии наук (ПАФНЦ РАН) было изучено 25 образцов средневолокнистого хлопчатника (*G. hirsutum*) по 11 признакам. В неблагоприятных погодных условиях этого года выделены образцы, превышающие стандарт 'АС 5' по продуктивности. Отдельные китайские образцы значительно превысили стандарт по выходу волокна и рекомендованы в качестве источника этого признака. Факторный анализ показал, что в данных условиях хуже всего проявили себя аме-

риканские образцы. Образцы из Центральной Азии оказались весьма разнообразными по всем изученным признакам. Результаты нашего исследования показывают, что необходимо расширять изучение коллекции, и старые образцы могут проявить себя в современных условиях не только как источники ценных признаков, но и как почти готовые сорта. Образец С4790, к-5314 хоть и был создан в середине 60-х годов прошлого века, значительно превзошел стандарт по урожайности, по выходу волокна, и лишь немного уступил ему по длине волокна.

References/Литература

- Asfandiarova M.Sh., Shakhmedova G.S. Cotton culture in the Astrakhan region (Kul'tura khlopchatnika v Astrahanskoy oblasti). In: V.P. Zvolinskiy, D.M. Nomyakov. *Increasing productivity and protecting arid landscapes (Povysheniye produktivnosti i okhrana aridnykh landshaftov)*. Moscow; 1999. p.191-194. [in Russian] (Асфандиярова М.Ш., Шахмедова Г.С. Культура хлопчатника в Астраханской области. В кн.: В.П. Зволинский, Д.М. Номьяков. *Повышение продуктивности и охрана аридных ландшафтов*. Москва; 1999. С.191-194).
- Asfandiarova M.Sh., Doubovskaya A.G., Podolnaya L.P., Tuz R.K., Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). 'Brown' variety. (Khlopok (*Gossypium hirsutum* L.). Sort Brown). Russian Federation; breeding achievement patent number: 10638; 2019. [in Russian] (Асфандиярова М.Ш., Дубовская А.Г., Подольная Л.П., Туз Р.К. Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.). Сорт Браун. Российская Федерация; патент на селекционное достижение № 10638; 2019).
- Besedina T.D., Boyko A.P., Tutberidze Ts.V., Kiseleva N.S. Specific nature of the integrative (complex) effect of environmental factors on hazelnut cultivars in the Russian humid subtropics. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(1):22-32. [in Russian] (Беседина Т.Д., Бойко А.П., Тутберидзе Ц.В., Киселева Н.С. Специфика интегративного (комплексного) действия факторов внешней среды влажных субтропиков России на сорта культуры фундука. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(1):22-32). DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-22-32
- Davidian G.G., Rykova R.P., Kutuzova S.N., Vakhrusheva T.E., Drugova I. F., Rumyantseva L.T. Study of fiber crop collections (cotton, flax, hemp): methodological guidelines (Izucheniye kollektsiy pryadilnykh kul'tur (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 культур (хлопчатник, лен, конопля): методические указания. Ленинград: ВИР; 1978).
- Kelly B., Abidi N., Ethridge D., Hequet E.F. Fiber to fabric. In: D.D. Fang, R.G. Percy (eds.). *Agronomy Monographs. Vol. 57. Cotton*. 2nd ed. Madison, WI; 2015. p.665-744. DOI: 10.2134/agronmonogr57.2013.0031
- Kolchin E.A., Barmin A.N., Kryzhanovskaya G.V., Valov M.V. Peculiarities of climatic changes in arid territory of the Russian Federation. *Geology, Geography and Global Energy*. 2017;4(67):113-122. [in Russian] (Колчин Е.А., Бармин А.Н., Крыжановская Г.В., Валов М.В. Особенности климатических изменений аридной территории Российской Федерации. *Геология, география и глобальная энергия*. 2017;4(67):113-122).
- Kucek L.K., Riday H., Ehlke N., Reberg-Horton C., Maul J., Mirsky S.B., Pelzer C.J., Poskaitis M., Ryan M.R., Seehaver S., Wayman S., Wiering N. Environmental influences on the relationship between fall and spring vigor in hairy vetch. *Crop Science*. 2019;59(6):2443-2454. DOI: 10.2135/cropsci2018.09.0569
- Novikova L.Yu., Loskutov I.G., Dubin V.N. The analysis of economically valuable characters of Borrus oat variety under condition of North-West of Russia from 1980 to 2008 in connection with climate changes. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2009;166:551-558. [in Russian] (Новикова Л.Ю., Лоскутов И.Г., Дюбин В.Н. Анализ динамики хозяйственно ценных признаков овса сорта Боррус в условиях Северо-Запада РФ с 1980 по 2008 г. в связи с изменениями климата. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2009;166:551-558).
- Podolnaya L.P., Zvolinski V.P., Asfandiarova M.Sh., Tuz R.K., Sonnino A., Piscioneri I. Ecological and geographical study of cotton samples from VIR collection in contrasting conditions of the South of Italy and North of the Astrakhan region (Ekologo-geograficheskoye izucheniye obraztsov khlopchatnika kollektsii VIR v kontrastnykh usloviyakh yuga Italii i severa Astrakhanskoy oblasti). In: *Adaptive principles of stabilization of arid ecosystems and the social sphere : [materials of the International Scientific and Practical Conference; 2006 May 16-17; Caspian Research Institute of Arid Agriculture, Astrakhan region, Russia] (Adaptivnyye printsipy stabilizatsii aridnykh ekosistem i sotsial'noy sfery: [materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii; 16-17 maya 2006 g.; Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya, s. Solenoye Zaymishche, Astrakhanskaya oblast'])*. Moscow: Sovremennyye tetrad; 2006. Pt. 1. p.195-205. [in Russian] (Подольная Л.П., Зволинский В.П., Асфандиярова М.Ш., Туз Р.К., Соннино А., Писционери И. Эколого-географическое изучение образцов хлопчатника коллекции ВИР в контрастных условиях юга Италии и севера Астраханской области. В кн.: *Адаптивные принципы стабилизации аридных экосистем и социальной сферы: [материалы Международной научно-практической конференции; 16-17 мая 2006 г.; Прикаспийский НИИ аридного земледелия, с. Солёное Займище, Астраханская область]*. Москва: Современные тетради; 2006. Ч. 1. С.195-205).
- Podolnaya L.P., Grigoryev S.V., Illarionova K.V., Asfandiarova M.Sh., Tuz R.K., Khodjaeva N.A., Miroshnichenko E.V. Cotton in Russia. Topicality and perspectives. *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).
- 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
- 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

Лариса Петровна Подольная, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, отдел генетических ресурсов масличных и прядильных культур, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, l.podolnaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4962-1989>

Сергей Владимирович Григорьев, Ph.D., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, отдел генетических ресурсов масличных и прядильных культур, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, s.grigoryev@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7670-4360>

Елена Георгиевна Мягкова, научный сотрудник, врио заведующего, лаборатория технических и масличных культур, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 416251 Россия, Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Солёное Займище, Квартал Северный, 8, govstan29@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0631-9253>

Information about the authors

Larisa P. Podolnaya, Ph.D., Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Oil and Fiber Crop Genetic Resources, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, l.podolnaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4962-1989>

Sergey V. Grigoriev, Ph.D., Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Oil and Fiber Crop Genetic Resources, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, s.grigoryev@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7670-4360>

Elena G. Myagkova, Researcher, Acting Head, Industrial and Oil Crop Laboratory, Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8, Severniy Quarter, s. Solenoe Zaimishche, Chernoyarskii District, Astrakhan Region, 416251 Russia, govstan29@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0631-9253>

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 26.10.2023; одобрена после рецензирования 24.11.2023; принята к публикации 19.12.2023.

The article was submitted on 26.10.2023; approved after reviewing on 24.11.2023; accepted for publication on 19.12.2023.