

# КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Научная статья

УДК 633.511

DOI: 10.30901/2227-8834-2026-1-021



## Влияние климата зоны полупустынь Астраханской области на хозяйственно ценные признаки хлопчатника

Р. К. Туз<sup>1</sup>, Е. Г. Мягкова<sup>1</sup>, К. В. Илларионова<sup>2</sup>, Л. П. Подольная<sup>3</sup><sup>1</sup> Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, Астраханская область, Россия<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия<sup>3</sup> 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.** Потепление климата на планете позволило продвинуть на север такие теплолюбивые культуры, как хлопчатник, однако определение границ осеверения требует тщательного изучения характера изменчивости наиболее важных признаков для определения направлений селекции на юге России.

**Материалы и методы.** В 2022–2024 гг. на базе Прикаспийского аграрного федерального научного центра Российской академии наук по методике ВИР изучили 21 образец *Gossypium hirsutum* L. коллекции хлопчатника ВИР европейского и центрально-азиатского происхождения. Оценили четыре хозяйственно ценных признака и продолжительность периода «всходы – созревание». Проведены двухфакторный дисперсионный анализ и факторный анализ по методу главных компонент.

**Результаты и заключение.** Наилучшие показатели почти по всем признакам были получены в 2022 г., только масса хлопка-сырца одной коробочки оказалась заметно выше в 2024 г. Средние данные по выборке за 2023 и 2024 г. были близкими, но последний год был незначительно хуже. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основная часть изменчивости у большинства признаков определяется генотипом, кроме продолжительности вегетационного периода. Влияние погодных условий также значимо. Факторный анализ подтвердил, что в условиях севера Астраханской области поздние образцы не будут продуктивными, а также что масса коробочки не коррелирует с продуктивностью. Выделены болгарские образцы с лучшими показателями за три года – к-7212, к-7214, к-7291 и к-7363. Изучение изменчивости хозяйственно ценных признаков и их взаимосвязей поможет определить направление селекции хлопчатника в конкретных условиях.

**Ключевые слова:** изменчивость, продуктивность, длина волокна, выход волокна

**Благодарности:** работа выполнена в рамках реализации государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0005 «Растительные ресурсы масличных и прядильных культур ВИР как основа теоретических исследований и их практического использования».

**Для цитирования:** Туз Р.К., Мягкова Е.Г., Илларионова К.В., Подольная Л.П. Влияние климата зоны полупустынь Астраханской области на хозяйственно ценные признаки хлопчатника. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2026;187(1):140-151. DOI: 10.30901/2227-8834-2026-1-021

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 месту работы.

## COLLECTIONS OF THE WORLD'S CROP GENETIC RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF PRIORITY PLANT BREEDING TRENDS

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2026-1-04

### Influence of the semidesert climate in Astrakhan Province on agronomic characters in cotton

Ruslan K. Tuz<sup>1</sup>, Elena G. Myagkova<sup>1</sup>, Kseniya V. Illarionova<sup>2</sup>, Larisa P. Podolnaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan Province, Russia

<sup>2</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

**Corresponding author:** Larisa P. Podolnaya, l.podolnaya@vir.nw.ru

**Background.** Expanding the area of cultivation for heat-loving crops, such as cotton, to the north due to climate change requires an insight into the nature of variability of the most important agronomic characters to formulate the tasks for breeders in the south of Russia. The harsh semidesert climate of Astrakhan Province serves well to identify heat- and drought-resistant cotton accessions.

**Materials and methods.** A set of 21 accessions of *Gossypium hirsutum* L. of European and Central Asian origin from the VIR collection were tested according to VIR's guidelines for four agronomic characters and the length of the germination-to-maturity period. The tests were performed in 2022–2024 at the Caspian Agrarian Federal Research Center (Chernoyarsky District, northwest of Astrakhan Province). Two-way ANOVA and principal component factor analysis (PCA) were applied using Excel 2016 and STATISTICA 7.0.

**Results and conclusion.** The best results for almost all characters were recorded in 2022, except for seed cotton weight per boll that was significantly higher in 2024. Average values for the tested set were comparable in 2023 and 2024, with the latter year slightly worse. ANOVA showed that the major part of variability for most characters was influenced by the genotype, except for the length of the growing season. The effect of weather conditions was also significant. PCA confirmed that late-ripening cultivars would not be productive in the north of Astrakhan Province, and that higher boll weight did not correlate with productivity, as midseason and late cultivars had larger bolls. Bulgarian accessions with the best performance over three years were selected: k-7212, k-7214, k-7291, and k-7363. The studied variability of important agronomic characters under the influence of weather conditions and their identified correlations will help to set priorities in cotton breeding for specific environments.

**Keywords:** variability, productivity, fiber length, lint percentage

**Acknowledgments:** the study was conducted within the framework of the state task according to the theme plan of VIR 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".

**For citation:** Tuz R.K., Myagkova E.G., Illarionova K.V., Podolnaya L.P. Influence of the semidesert climate in Astrakhan Province on agronomic characters in cotton. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2026;187(1):140-151. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2026-1-021

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 or their employers.

## Введение

Изменение климата на планете за последние десятилетия (аридизация и значительное повышение температуры) по-разному отражается на различных отраслях сельского хозяйства, и последствия подробно изучаются (Podolnaya et al., 2011; Kucek et al., 2019; Besedina et al., 2021; etc.). Потепление климата негативно сказывается на возделывании такой ценной культуры, как хлопчатник (Williams et al., 2017). В традиционных хлопкосеющих странах ищут способы противостояния изменению условий возделывания (Adhikari et al., 2016; Li et al., 2019; Lin et al., 2024; etc.).

В то же время потепление климата позволило продвинуть на север такие теплолюбивые культуры, как

мы) приходится на апрель – июнь. Почвы светло-каштановые. Сумма положительных температур за 2022–2024 гг. и среднемноголетних приведены в таблице 1. Расчет среднемноголетних температур произведен по данным официально зарегистрированной метеостанции с синоптическим индексом 34578, координаты: 48,07 с. ш. и 46,07 в. д., высота над уровнем моря – 5 м (с. Черный Яр, Астраханская область). Сравнение среднемноголетних показателей и показателей за период изучения хлопчатника, отраженный в данной работе, говорит об очень заметном потеплении климата в регионе, некоторое понижение наблюдается только в мае. Однако последние три года наблюдалось постепенное снижение суммы положительных температур в начале сезона, что отразилось на результатах.

**Таблица 1. Сумма положительных температур**

(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище)

**Table 1. The sum of positive temperatures**

(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province)

Месяц / Month	Средняя многолетняя (1969–2014) / Long-term mean (1969–2014)	Средняя многолетняя (1978–2023) / Long-term mean (1978–2023)	2022	2023	2024
Май / May	527,0	382,2	454,3	336,7	264,4
Июнь / June	645,0	684,5	728,5	680,8	747,6
Июль / July	737,2	777,8	752,7	801,7	845,6
Август / August	685,5	740,4	878,5	832,9	696,4
Сентябрь / September	468,5	510,5	526,8	559,3	584,4
Итого / Sum	3063,2	3096,4	3340,8	3211,4	3138,4

арахис (Bemova et al., 2023), хлопчатник (Asfandiyarova, Shakhmedova, 1999; Podolnaya et al., 2015; etc.). Показано, что их можно успешно выращивать в нескольких районах на юге РФ, в том числе на севере Астраханской области, где расположен Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук (ПАФНЦ РАН), в котором свыше 30 лет проводится изучение образцов хлопчатника коллекции ВИР. В последние десятилетия в Черноярском районе Астраханской области (табл. 1) наблюдается повышение суммы положительных температур, тем не менее погодные условия достаточно нестабильны (Zvolinski, 1991). Поэтому очень важно знать направление изменчивости основных хозяйственно ценных признаков под влиянием конкретных факторов, таких как температура и осадки, а также общие тенденции, характерные для данной климатической зоны.

## Материалы и методы

ПАФНЦ РАН расположен в Черноярском районе Астраханской области (село Соленое Займище). Эта территория относится к полупустыне, климат резко континентальный, засушливый, часты суховеи. Среднесуточная температура воздуха за период вегетации хлопчатника составляет 20,1°C, среднегодовая сумма активных температур (выше 10°) – 3400–3450°C. Количество осадков за теплый период (апрель – октябрь) не превышает 155–160 мм, максимум осадков (около трети годовой сум-

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

Образцы средневолокнистого хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) коллекции ВИР (21) различного происхождения, но достаточно скороспелые (табл. 2) изучались в течение трех лет (2022–2024 гг.).

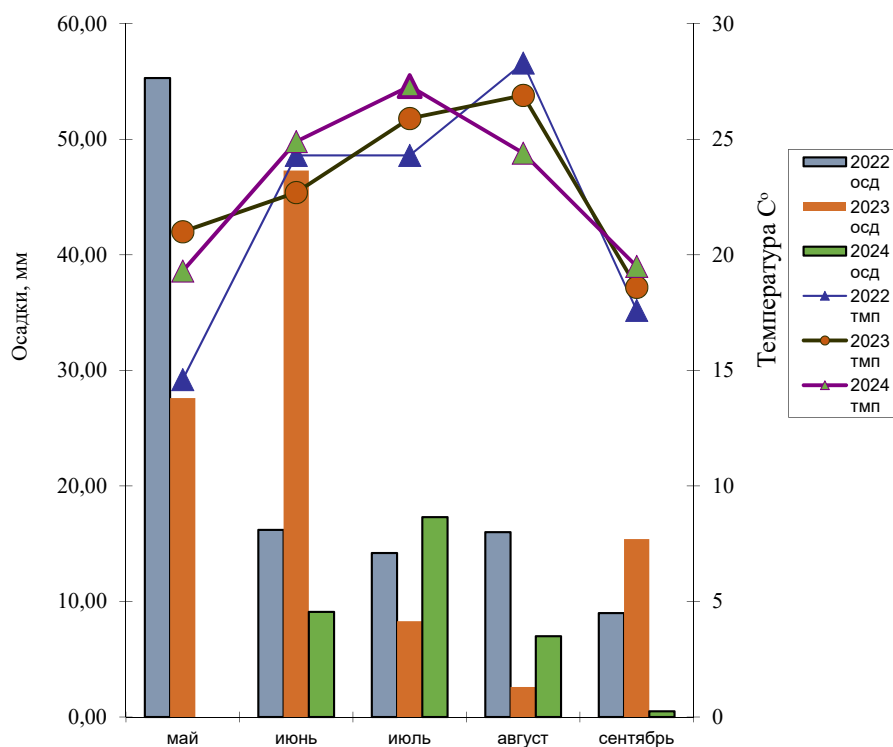
Образцы высевали в трех повторностях на пятиметровых однорядковых делянках с расстоянием 70 см между рядами. Посев производился вручную через 10–15 см (из расчета 100 000 растений на га). Хлопчатник выращивался на капельном орошении, норма полива за сезон составила 2600 м<sup>3</sup>.

Учитывали продолжительность вегетационного периода и хозяйственно ценные признаки: «масса хлопкасырца одной коробочки», «продуктивность», «длина волокна» и «выход волокна». Длина волокна определялась по 10 лутчкам от 10 разных коробочек, остальные хозяйственно ценные признаки фиксировались для делянки в целом. Изучение проводили по методике ВИР (Davidyan et al., 1978).

Сделаны двухфакторный дисперсионный анализ и факторный анализ по методу главных компонент. Использовались программы Excel 2016 и STATISTICA 7.0.

## Результаты и обсуждение

Погодные условия двух лет изучения сильно различались. В 2022 г. май был прохладным и дождливым, всходы получили довольно поздно, но жаркие июль и август



осд – осадки, тмп – температура (°C) /осд – rainfall, тмп – temperature (°C)

**Рис. 1. Погодные условия вегетационного периода**

(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Солёное Займище, 2022–2024 гг.)

**Fig. 1. Weather conditions during the growing season**

(Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

**Таблица 2. Список изученных образцов хлопчатника**

(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Солёное Займище, 2022–2024 гг.)

**Table 2. List of the studied cotton accessions**

(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

№ по каталогу ВИР /	Название образца /	Происхождение образца /
VIR catalogue No.	Accession name	Origin of accessions
8065	'AC-1'	Россия
3183	Ю-127	РСФСР, Дагестан, Хасав-Юрт
3184	Ю-144	РСФСР, Дагестан, Хасав-Юрт
3185	Ю-190	РСФСР, Дагестан, Хасав-Юрт
3186	Ю-178	РСФСР, Дагестан, Хасав-Юрт
3187	Ю-158	РСФСР, Дагестан, Хасав-Юрт
3191	Ю-191	РСФСР, Дагестан, Хасав-Юрт
7212	N26	Болгария
7213	N432	Болгария
7214	N433	Болгария
7215	N581	Болгария
7216	N996	Болгария
7217	N146	Болгария

**Таблица 2. Окончание**  
**Table 2. The end**

№ по каталогу ВИР /	Название образца /	Происхождение образца /
7218	N241	Болгария
7219	N10-I	Болгария
7291	N114	Болгария
7363	N501	Болгария
7478	'Киргизский-3'	Киргизия
7481	'Чимбай-4007'	Узбекистан, Каракалпакия, Чимбай
7483	'Чимбай-4047'	Узбекистан, Каракалпакия, Чимбай
7877	N436	Болгария

и сухой и теплый сентябрь (сумма положительных температур в этом месяце значительно превышала средне-многолетнюю, см. табл. 1) компенсировали недостаток тепла в начале сезона. В отличие от предыдущего, в 2023 г. прохладными и влажными были вторая половина июня и начало июля (см. табл. 1, рис. 1), что затормозило развитие растений, поэтому продуктивность большинства образцов оказалась ниже прошлогодней (табл. 4), а продолжительность периода «всходы – созревание» – больше (табл. 3). В 2024 г., несмотря на благоприятные для роста и развития хлопчатника условия мая – июня и жаркий июль, хороших результатов не удалось достичь, так как из-за пониженных температур августа раскрытие коробочек задержалось.

Показатели по выборке (табл. 5) свидетельствуют, что наилучшие результаты почти по всем признакам были получены в 2022 г., только масса хлопка-сырца одной коробочки оказалась заметно выше в 2024 г. Однако продуктивность в этом году была самой низкой за три года. То есть относительно низкие температуры августа задержали раскрытие коробочек, но позволили сформироваться более крупным коробочкам. Этот факт говорит о том, что в наших условиях продуктивность не зависит от массы коробочек, так как не все коробочки успевают созреть. Средние показатели по выборке за 2023 и 2024 г. показали близкие значения, но последний год был незначительно хуже, хотя у отдельных образцов (к-3185, к-3186, к-7214) продуктивность в 2024 г. была

**Таблица 3. Характеристика сортов хлопчатника по хозяйственно ценным и фенологическому признакам**  
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище, 2022–2024 гг.)

**Table 3. Data of agronomic and phenological characters of cotton cultivars**  
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Продолжительность периода «всходы – созревание», дн. / Germination-to-maturity period, days				Длина волокна, мм / Fiber length, mm				Выход волокна, % / Lint percentage, %			
	2022	2023	2024	X	2022	2023	2024	X	2022	2023	2024	X
'AC-1', st	93	124	116	111	32,7	30,3	30,3	31,1	39,66	34,8	33,4	36,0
3183	116	128	110	118	31,5	31,1	30,9	31,2	30,0	32,6	25,9	29,5
3184	116	128	110	118	33,4	32,0	31,5	32,3	31,3	29,8	27,0	29,4
3185	112	128	110	117	33,0	31,9	32,6	32,5	30,9	29,4	33,3	31,2
3186	117	124	108	116	32,4	31,1	31,0	31,5	35,6	32,6	32,9	33,7
3187	127	140	131	133	31,7	30,5	29,4	30,5	32,3	31,6	31,7	31,9
3191	102	128	108	113	29,0	30,1	31,6	30,2	31,5	32,0	35,1	32,9
7212	106	116	110	111	32,8	32,4	31,5	32,2	39,7	36,4	38,0	38,0
7213	117	124	129	123	33,7	31,7	32,0	32,5	40,5	39,1	36,6	38,7
7214	106	121	133	120	32,0	31,2	30,8	31,3	36,8	33,5	35,9	35,4
7215	112	121	135	123	31,5	30,2	31,5	31,1	39,3	33,7	35,8	36,3
7216	117	140	135	131	30,8	31,5	32,7	31,7	34,3	36,1	33,9	34,8

**Таблица 3. Окончание**  
**Table 3. The end**

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Продолжительность периода «всходы – созревание», дн. / Germination-to-maturity period, days				Длина волокна, мм / Fiber length, mm				Выход волокна, % / Lint percentage, %			
	2022	2023	2024	X	2022	2023	2024	X	2022	2023	2024	X
7217	104	110	135	116	33,4	32,1	31,8	32,4	34,7	32,6	33,3	33,5
7218	110	118	133	120	32,5	31,9	30,7	31,7	32,4	30,6	34,1	32,4
7219	102	124	135	120	33,0	31,4	31,9	32,1	38,3	36,2	31,4	35,3
7291	95	110	135	113	32,5	32,5	32,5	32,5	34,0	34,0	35,2	34,4
7363	96	124	135	118	34,0	32,4	31,6	32,7	39,4	37,4	31,4	36,1
7478	129	110	135	125	32,8	31,3	29,8	31,3	40,3	39,4	37,5	39,1
7481	98	110	135	114	31,0	32,1	31,6	31,6	33,8	31,6	30,7	32,0
7483	131	110	137	126	33,5	31,7	32,0	32,4	32,4	30,7	29,8	31,0
7877	96	110	135	114	32,6	31,4	31,2	31,7	39,3	34,8	31,9	35,3
Хср.	110	121	126	119	32,4	31,5	31,4	31,7	35,5	33,8	33,1	34,1
НСП	6	5	6	3	0,6	0,4	0,4	0,3	1,8	1,4	1,5	1,4

Примечание: X – среднее значение; st – стандарт; НСП – наименьшая существенная разница

Note: X – mean value; st – reference standard; HCP – least significant difference

**Таблица 4. Характеристика сортов хлопчатника по продуктивности**

(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище, 2022–2024 гг.)

**Table 4. Productivity data of cotton cultivars**

(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Масса хлопка-сырца одной коробочки, г / Seed cotton weight per boll, g				Продуктивность, г / Productivity, g			
	2022	2023	2024	X	2022	2023	2024	X
'АС-1', st	5,3	5,4	7	5,9	29,0	25,8	31,6	28,8
3183	4,4	4,9	4,8	4,7	27,3	24,8	9,7	20,6
3184	5,3	5,4	5,6	5,4	26,0	28,4	29,3	27,9
3185	4,9	5,0	5,9	5,3	28,1	24,0	32,8	28,3
3186	5,2	5,4	5,5	5,4	29,3	20,5	34,8	28,2
3187	4,4	4,9	5,8	5,0	29,5	14,3	14,7	19,5
3191	4,1	4,6	6,4	5,0	36,0	28,3	32,7	32,3
7212	5,1	5,2	6,0	5,4	40,4	27,2	24,3	30,6
7213	5,8	5,5	6,4	5,9	25,0	19,6	22,5	22,4
7214	4,7	4,9	6,3	5,3	28,4	20,3	35,7	28,1
7215	4,7	4,5	5,4	4,9	33,2	29,3	24,5	29,0
7216	4,5	4,9	4,5	4,6	35,0	28,5	16,7	26,7
7217	4,9	5,2	5,2	5,1	36,9	19,8	23,6	26,8
7218	5,1	5,0	5,6	5,2	41,6	29,1	21,3	30,7

**Таблица 4. Окончание**  
**Table 4. The end**

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	Масса хлопка-сырца одной коробочки, г / Seed cotton weight per boll, g				Продуктивность, г / Productivity, g			
	2022	2023	2024	X	2022	2023	2024	X
7219	5,0	4,8	5,6	5,1	37,2	26,8	18,6	27,5
7291	4,4	4,4	5,6	4,8	39,7	39,7	33,1	37,5
7363	4,2	4,6	6,5	5,1	41,6	38,6	32,5	37,6
7478	5,7	5,2	5,6	5,5	32,7	19,5	14,2	22,1
7481	5,7	5,5	6,3	5,8	27,8	21,3	29,1	26,1
7483	6,1	5,8	6,6	6,2	27,4	25,3	8,2	20,3
7877	5,9	5,4	6,3	5,9	45,8	32,6	25,0	34,5
X	5,0	5,1	5,9	5,3	33,2	25,9	24,5	27,9
HCP	0,3	0,2	0,3	0,2	3,0	3,1	4,1	2,5

Примечание: X – среднее значение; st – стандарт; HCP – наименьшая существенная разница

Note: X – mean value; st – reference standard; HCP – least significant difference

**Таблица 5. Характеристика признаков хлопчатника по годам для выборки в целом**  
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище, 2022–2024 гг.)

**Table 5. Values of cotton characters by years for the entire set of accessions**  
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

Статистические параметры / Statistics parameters	Годы / Years		
	2022	2023	2024
<b>Межфазный период «всходы – созревание» (дн.) / Germination-to-maturity period (days)</b>			
X	110	121	126
Min	93	110	108
Max	131	140	137
Std. Dev.	11,3	9,3	11,7
<b>Масса хлопка-сырца коробочки (г) / Seed cotton weight per boll (g)</b>			
X	5,0	5,1	5,9
Min	4,1	4,4	4,5
Max	6,1	5,8	7,0
Std. Dev.	0,6	0,4	0,6
<b>Продуктивность (г) / Productivity (g)</b>			
X	33,2	25,9	24,5
Min	25,0	14,3	8,2
Max	45,8	39,7	35,7
Std. Dev.	6,1	6,2	8,4
<b>Длина волокна (мм) / Fiber length (mm)</b>			
X	35,2	33,5	31,4
Min	30,0	29,4	29,4

Таблица 5. Окончание  
Table 5. The end

Статистические параметры / Statistics parameters	Годы / Years		
	2022	2023	2024
<b>Длина волокна (мм) / Fiber length (mm)</b>			
Max	40,5	39,4	32,7
Std. Dev.	3,5	3,0	0,9
<b>Выход волокна (%) / Lint percentage (%)</b>			
X	35,5	33,8	33,1
Min	30,0	29,4	25,9
Max	40,5	39,4	38,0
Std. Dev.	3,6	2,9	3,1

Примечание: X – среднее значение; Min – минимальное значение признака; Max – максимальное значение признака; Std. Dev. – стандартное отклонение

Note: X – mean value; Min – minimum; Max – maximum; Std. Dev – standard deviation

выше, чем в 2023 и даже в 2022 г. Вероятно, этим образцам требуется менее жаркая погода в период формирования и созревания коробочек. Размах изменчивости по выборке почти по всем признакам за три года был близким, лишь в 2023 г. он снизился по продолжительности межфазного периода «всходы – созревание», а в 2024 – по длине волокна (см. табл. 5).

Влияние генотипа и условий среды изучено методом двухфакторного дисперсионного анализа. Выявлены достоверные отличия между образцами почти по всем признакам, то есть большая часть изменчивости этих признаков определяется генотипом. Только по продолжительности вегетационного периода (табл. 6) образцы достоверно не различались, так как вектор изменчиво-

сти по годам у образцов данной выборки разнонаправлен и образцы достаточно близки по этому показателю, поскольку для этого исследования они отбирались из зон с близкими климатическими параметрами. Влияние погодных условий на все признаки было не слишком велико, но достоверно.

Признаком, в большей степени определяемым генотипом, является выход волокна – 68%. Стабильность этого признака подтверждается и другими исследованиями (Zvolinski et al., 2006; etc.). Доля влияния погодных условий на этот признак хотя и невелика – 10%, но достоверна. Наибольшее влияние погода оказывала на массу хлопка-сырца одной коробочки – 35%, а также на продолжительность вегетационного периода – 30%. Послед-

Таблица 6. Влияние генотипа и погодных условий на изменчивость признаков хлопчатника  
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище, 2022–2024 гг.)

Table 6. Effects of the genotype and weather conditions on the overall variability of cotton characters  
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

Признак / Character	Степень влияния генотипа и условий среды на изменчивость признака (%) / Effect size of the genotype and weather conditions for the overall variability of cotton characters (%)		
	Генотип / Genotype	Условия среды / Weather conditions	Случайные факторы / Random factors
Продолжительность межфазного периода «всходы – созревание» (дн.) / Germination-to-maturity period (days)	21	30**	49
Масса хлопка-сырца одной коробочки (г) / Seed cotton weight per boll (g)	42**	35**	23
Продуктивность (г) / Productivity (g)	40*	24**	36
Длина волокна (мм) / Fiber length (mm)	44**	20**	36
Выход волокна (%) / Lint percentage (%)	68**	10**	24

Примечание: \* – влияние фактора достоверно при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – влияние фактора достоверно при  $P \leq 0,01$

Note: \* – the factor's effect is significant at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – the factor's effect is significant at  $P \leq 0.01$

ний признак характеризуется и наибольшей долей влияния случайных факторов (49%).

Факторный анализ данных трехлетнего изучения дал общую картину взаимодействия признаков.

Мы ограничились рассмотрением первых двух факторов (F1 и F2), на долю которых приходится свыше 60% изменчивости (табл. 7). По значениям факторов для каж-

дого признака мы можем судить о взаимосвязях признаков. Это отражено на рисунке 2.

Высокую положительную корреляцию с первым фактором показала продуктивность (0,84), поэтому первый фактор можно назвать фактором продуктивности. Высокую отрицательную корреляцию проявила продолжительность межфазного периода «всходы – созревание»

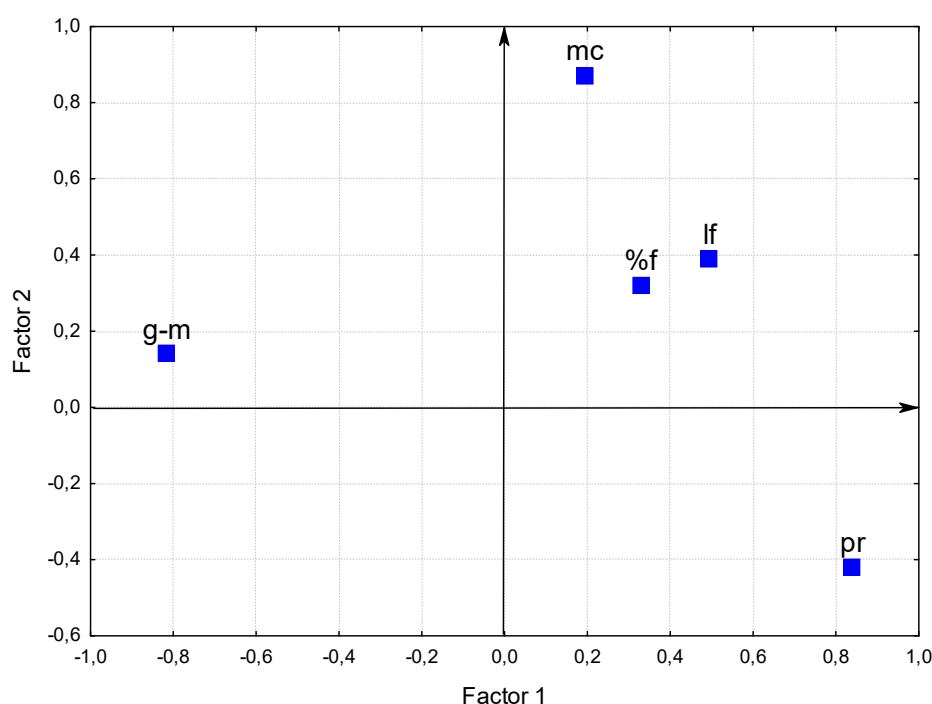
**Таблица 7. Факторные нагрузки для пяти признаков хлопчатника**  
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище, 2022–2024 гг.)

**Table 7. Factor loadings for five characters in cotton**  
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

Признак / Character	F1	F2
Продолжительность межфазного периода «всходы – созревание» (дн.) / Germination-to-maturity period (days)	<b>-0,81</b>	0,15
Масса хлопка-сырца одной коробочки (г) / Seed cotton weight per boll (g)	0,18	<b>0,87</b>
Продуктивность (г) / Productivity (g)	<b>0,84</b>	-0,45
Длина волокна (мм) / Fiber length (mm)	0,49	0,39
Выход волокна (%) / Lint percentage (%)	0,34	0,34
Expl. Var	1,76	1,21
Prp. Totl	0,35	0,24

Примечание: Expl. Var – общая дисперсия фактора, Prp. Totl – доля общей дисперсии

Note: Expl. Var – explained variance, Prp. Totl – proportion of total variance



g-m – продолжительность межфазного периода «всходы – созревание», mc – масса хлопка-сырца одной коробочки, pr – продуктивность одного растения, lf – длина волокна, %f – выход волокна /  
g-m – germination-to-maturity period, mc – seed cotton weight per boll, pr – productivity per plant, lf – fiber length, %f – lint percentage

**Рис. 2. Расположение признаков хлопчатника в факторном пространстве**  
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище, 2022–2024 гг.)

**Fig. 2. Distribution of cotton characters in the factor space**  
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

(-0,81), что говорит о большей продуктивности скороспелых образцов. Масса хлопка-сырца одной коробочки имела слабую положительную связь с этим фактором (0,18), но высокую положительную связь со вторым фактором (0,87), поэтому второй фактор – фактор массы хлопка-сырца одной коробочки. Продуктивность имела среднюю отрицательную связь с этим фактором (-0,45), что говорит о том, что у продуктивных образцов коробочки были в целом мельче. Сходные результаты получены нами в Соленом Займище и на других образцах хлопчатника (Podolnaya et al., 2023). Однако в Италии в более благоприятных условиях, чем север Астраханской области, выявилась положительная связь между продуктивностью и массой хлопка-сырца одной коробочки (Zvolinski et al., 2006). Длина и выход волокна размещаются в середине правой верхней четверти, что опровергает общепринятое мнение об антагонизме этих признаков (Asfandiayrova, Shakhmedova, 1999; etc.).

По значениям факторов для каждого образца мы можем судить об их относительном взаиморасположении. Эта картина отражена на рисунке 3.

По комплексу признаков за три года выделились болгарские образцы – N26 (к-7212) и N433 (к-7214). Также образцы из Болгарии – N114 (к-7291) и N501 (к-7363) – показали высокую продуктивность, но у них немного хуже длина и выход волокна. Сорт-стандарт 'АС-1' располагается в правой верхней четверти близко к центру, что говорит о том, что у него значения всех оцененных признаков чуть лучше средних. Наилучшим сочетанием показателей длины и выхода волокна характеризуется болгарский образец N432 (к-7213), но продуктивность у него средняя, что отражает его размещение на графике – высокое положение по второму фактору и центральное – по первому. Центрально-азиатские и дагестанские

образцы находятся либо в левой половине графика, либо в самом центре. Это говорит об их невысокой продуктивности и позднеспелости в конкретных условиях.

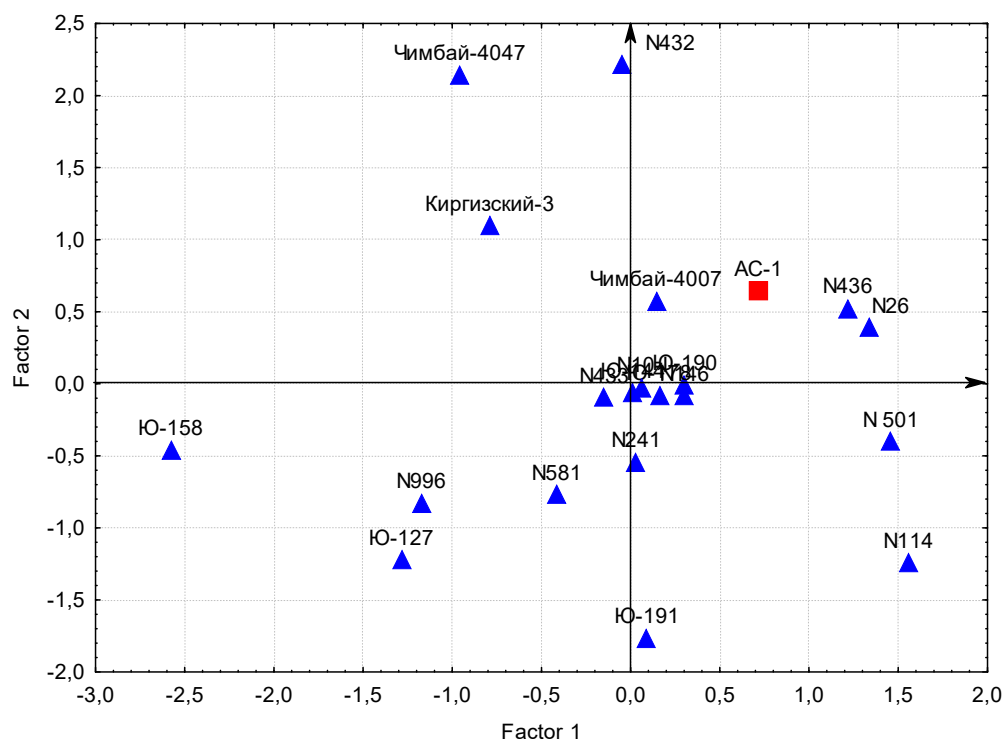
Данные факторного анализа подтверждают ранжирование по исходным значениям продолжительности межфазного периода «всходы – созревание», массы хлопка-сырца одной коробочки, продуктивности, но дополнительно дают возможность группировки образцов по комплексу признаков.

### Заключение

В 2022–2024 гг. в ПАФНЦ РАН оценены продолжительность вегетационного периода и четыре хозяйственно ценных признака 21 образца средневолокнистого хлопчатника (*G. hirsutum*). При общем потеплении климата на планете, отмечаемого в последние десятилетия (Williams et al., 2017), в течение трех последних лет в Соленом Займище постепенно уменьшалась годовая сумма положительных температур, что привело к последовательному ухудшению средних показателей по выборке по всем параметрам, в том числе и по выходу волокна – наиболее стабильному признаку. Единственное исключение – масса хлопка-сырца одной коробочки, оказавшаяся наибольшей в 2024 г.

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основная часть изменчивости у большинства признаков определяется генотипом, хотя влияние погодных условий также значимо. Лишь для изменчивости продолжительности вегетационного периода влияние генотипа не значимо.

Факторный анализ по методу главных компонент подтвердил, что в условиях севера Астраханской области поздние образцы не будут продуктивными, а также



**Рис. 3. Расположение образцов хлопчатника в факторном пространстве**  
(Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, с. Соленое Займище, 2022–2024 гг.)

**Fig. 3. Distribution of cotton accessions in the factor space**  
(Caspian Agrarian Federal Research Center, Solenoe Zaimishche, Astrakhan Province, 2022–2024)

что большая масса коробочки не коррелирует с продуктивностью, так как крупными коробочками характеризуются среднеспелые и позднеспелые образцы. Разница в массе коробочек в 1–2 грамма не может компенсировать раннюю закладку генеративных побегов и ускоренную динамику раскрытия коробочек у раннеспелых образцов. Поэтому для севера Астраханской области подходят скороспелые образцы с коробочками не крупнее 4,5–5,0 г. Отсутствие отрицательной корреляции между длиной и выходом волокна показывает, что реально создавать сорта с хорошими показателями обоих признаков.

Выявлены наиболее пластичные образцы, имевшие лучшие показатели по всем признакам за три года. Интересно, что такие показатели наблюдались у ряда болгарских образцов селекции 70–80-х годов прошлого века. Возможно, из-за изменения климата условия севера Астраханской области приблизились к условиям Болгарии середины прошлого века.

Сравнение результатов за три года подтверждает, что решающим фактором для получения хорошего урожая в условиях юга России являются высокие температуры августа (Podolnaya et al., 2011), а также сумма положительных температур, хотя некоторые старые образцы из Дагестана дали лучшие результаты в менее жарком 2024 г. Поэтому изучение изменчивости хозяйственно ценных признаков и их взаимосвязей у образцов коллекции хлопчатника ВИР под влиянием меняющихся погодных условий поможет определить направление селекции. По результатам изучения можно сделать вывод, что сорта должны быть менее требовательными к теплу в первые месяцы вегетации, но отличаться жаро- и засухоустойчивостью.

### References / Литература

- Adhikari P., Ale S., Bordovsky J.P., Thorp K.R., Modala N.R., Rajan N. et al. Simulating future climate change impacts on seed cotton yield in the Texas High Plains using the CSM-CROPGRO-Cotton model. *Agricultural Water Management*. 2016;164(2):317-330. DOI: 10.1016/j.agwat.2015.10.011
- Asfandiyarova M.Sh., Shakhmedova G.S. Cotton crop in Astrakhan Province (Kultura khlopchatnika v Astrakhanskoj oblasti). In: *Increasing Productivity and Protecting Arid Landscapes (Povysheniye produktivnosti i okhrana aridnykh landshaftov)*. Moscow: Moscow University; 1999. p.191-194. [in Russian] (Асфандиярова М.Ш., Шахмедова Г.С. Культура хлопчатника в Астраханской области. В кн.: *Повышение продуктивности и охрана аридных ландшафтов*. Москва: Московский университет; 1999. С.191-194).
- Bemova V.D., Asfandiyarova M.Sh., Yakusheva T.V., GavriloVA V.A., Kishlyan N.V. Ecogeographic study of peanut accessions from the VIR collection. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(3):79-89. [in Russian] (Бемова В.Д., Асфандиярова М.Ш., Якушева Т.В., Гаврилова В.А., Кишлян Н.В. Эколого-географическое изучение образцов арахиса коллекции ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(3):79-89). DOI: 10.30901/2227-8834-2023-3-79-89
- 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
- Davidyan G.G., Rykova R.P., Kutuzova S.N., Vakhrusheva T.E., Drugova I.F., Rumyantseva L.T. Studying fiber plant collections (cotton, flax, and hemp). Guidelines (Izucheniye kolektsiy 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).
- Kucek L.K., Riday H., Ehlke N., Reberg-Horton C., Maul J., Mirsky S.B. et al. 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
- Li N., Lin H., Wang T., Li Y., Liu Y., Chen X. et al. Impact of climate change on cotton growth and yields in Xinjiang, China. *Field Crops Research*. 2020;247:107592. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.107590
- Lin S., Wang Q., Deng M., Su L., Wei K., Guo Y., Zhang J. Assessing the influence of water fertilizer, and climate factors on seed cotton yield under mulched drip irrigation in Xinjiang Agricultural Regions. *European Journal of Agronomy*. 2024;152:127034. DOI: 10.1016/j.eja.2023.127034
- Podolnaya L.P., Grigoriev S.V., Illarionova K.V., Asfandiarova M. Sh., Tuz R.K., Khodjaeva N.A., Miroshnichenko 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).
- 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):3-102. [in Russian] (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):3-102). DOI: 10.30901/2658-6266-2023-4-03
- Podolnaya L.P., Kushnareva T.A., Khodzhaeva N.A. Analysis of cotton conditions on the development of cotton accessions at Budennovsk experimental site of the Vavilov Institute (southeast of Stavropol Territory). *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2011;167:112-124. [in Russian] (Подольная Л.П., Кушнарцева Т.А. Ходжаева Н.А. Анализ зависимости развития образцов хлопчатника от погодных условий Буденновского опорного пункта ВИР (юго-восток Ставропольского края). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2011;167:112-124).
- Williams A.A.J., McRae D., Kouadio L., Mushtaq Sh., Davis P. Cotton and climate change. 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] (Зво-

линский В.П. Комплексное развитие многоотраслевого сельскохозяйственного производства в системе АПК Нижней Волги. Москва: РУДН; 1991).

Zvolinski V.P., Podolnaya L.P., Asfandiyarova M.Sh., Tuz R.K., Sonnino A., Piscioneri I. An ecogeographic study of cotton accessions from the VIR collection under contrasting conditions of the south of Italy and north of Astrakhan Province (Ekologo-geograficheskoye izucheniye obraztsov khlopchatnika kolleksii VIR v kontrastnykh usloviyakh yuga Italii i severa Astrakhanskoj oblasti). In: *Collection of*

*Scientific Papers of the Caspian Research Institute for Arid Farming. Vol. 5 (Sbornik trudov Prikaspiyskogo NII aridnogo zemledeliya. T. 5)*. Solenoe Zaimishche; 2006. p.195-205. [in Russian] (Зволинский В.П., Подольная Л.П., Асфандиярова М.Ш., Туз Р.К., Sonnino А., Piscioneri I. Эколого-географическое изучение образцов хлопчатника коллекции ВИР в контрастных условиях юга Италии и севера Астраханской области. В кн.: *Сборник трудов Прикаспийского НИИ аридного земледелия. Т. 5*. Солёное Займище; 2006. С.195-205).

### 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. Солёное Займище, Квартал Северный, 8, tuzzz@hotmail.ru

**Елена Георгиевна Мягкова**, научный сотрудник, врио заведующего лабораторией, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 416251 Россия, Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Солёное Займище, Квартал Северный, 8, govсан29@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0631-9253>

**Ксения Викторовна Илларионова**, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251 Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, elkv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2563-6094>

**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@mail.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, tuzzz@hotmail.ru

**Elena G. Myagkova**, Researcher, Acting 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, govсан29@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0631-9253>

**Kseniya V. Illarionova**, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Polytekhnicheskaya Street, St. Petersburg 195251, Russia, elkv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2563-6094>

**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@mail.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 25.07.2025; одобрена после рецензирования 26.12.2025; принята к публикации 10.02.2026. The article was submitted on 25.07.2025; approved after reviewing on 26.12.2025; accepted for publication on 10.02.2026.