

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 581.2

EDN: DKZNOS

doi: 10.17072/1994-9952-2025-3-240-247



**Определение качественных показателей волокна у устойчивых к вилту сортов образцов хлопчатника в условиях Абшерона**

**Н. Х. Мамедова, Г. С. Абдулalieва, Ф. М. Юнусова, Ш. А. Ализаде, А. Н. Ширинова**

Институт Генетических Ресурсов, Баку, Азербайджан

Автор, ответственный за переписку: Шадер Айдын Ализаде, shader622@mail.ru

**Аннотация.** Получению высоких и устойчивых урожаев хлопчатника препятствуют вредители и болезни, среди последних наибольший ущерб наносят корневая гниль, гоммоз и вилт (увядание). Особенно вредоносным заболеванием хлопчатника является инфекционное увядание, которое вызывается двумя патогенами – паразитическими грибами *Verticillium* и *Fusarium*, в связи с чем различают вертициллезный и фузариозный вилт. При поражении хлопчатника вертициллезным вилтом (*Verticillium dahliae* Klebahn) снижается не только его урожайность, но и существенно падает качество волокна. На искусственно-инфекционном вилтовом фоне Абшеронской научно-исследовательской базы Института Генетических Ресурсов проводилось изучение поражаемости сортов и форм хлопчатника вертициллезным вилтом и технологических признаков волокна местных и интродуцированных сортов образцов хлопчатника, имеющих различное географическое происхождение. Для исследования были взяты коллекционные сорта и формы хлопчатника вида *G. hirsutum*. В результате исследования технологических свойств волокна хлопчатника: верхняя средняя длина волокна, удельная разрывная нагрузка, удлинение до разрыва, микронейр, линейная плотность и устойчивость к вертициллезному вилту был отобран 31 сорт образцов. Согласно кластерному анализу по качественным показателям волокна сорт образцы хлопчатника были сгруппированы в две основные группы и каждая группа состояла из двух подгрупп. На основании фитопатологической оценки сортов и форм хлопчатника было установлено, что выделенные нами иммунные и устойчивые к вилту сорт образцы имели также высокие качественные показатели волокна.

**Ключевые слова:** хлопчатник, *Verticillium dahliae* Klebahn, *G. hirsutum*, сорт образцы

**Для цитирования:** Определение качественных показателей волокна у устойчивых к вилту сорт образцов хлопчатника в условиях Абшерона / Н. Х. Мамедова, Г. С. Абдулalieва, Ф. М. Юнусова, Ш. А. Ализаде, А. Н. Ширинова // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2025. Вып. 3. С. 240–247. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-2-240-247>.

BOTANY

Original article

**Determination of fiber quality indicators in wilt-resistant cotton varieties under Absheron conditions**

**N. Kh. Mammadova, G. S. Abdulaliev, F. M. Yunusova, Sh. A. Alizade, A. N. Shirinova**

Genetic Resources Institute, Baku, Azerbaijan

Corresponding author: Shader A. Alizade, shader622@mail.ru

**Abstract.** Pests and diseases create great difficulties for obtaining high and stable cotton yields. Among cotton diseases, the greatest damage is caused by root rot, gummosis and wilt (withering). A particularly harmful cotton disease is infectious wilt, which is caused by two pathogens - parasitic fungi *Verticillium* and *Fusarium*, in connection with which verticillium and fusarium wilt are distinguished. When cotton is affected by verticillium wilt, *Verticillium dahliae* Klebahn, not only its yield decreases, but also the quality of the fiber drops significantly. On the artificial infectious wilt background of the Absheron Research Base of the Institute of Genetic Resources, a study was conducted on the susceptibility of cotton varieties and forms to verticillium wilt and the technological characteristics of the fiber of local and introduced cotton varieties of different geographical ori-

gins. Collection varieties and forms of cotton of the species *G. hirsutum* were taken for the study in the amount of 31 variety samples. As a result of the study of the technological properties of cotton fiber: the upper average fiber length, specific breaking load, elongation before breaking, micronaire, linear density and resistance to verticillium wilt, in the amount of 31 variety samples were selected. According to the cluster analysis, cotton varieties by fiber quality indicators were grouped into two main groups and each group consisted of two subgroups. Based on the phytopathological assessment of cotton varieties and forms, it was found that the immune and wilt-resistant variety samples we selected also had high fiber quality indicators.

**Keywords:** cotton, *Verticillium dahliae* Klebahn, *G. hirsutum*, variety

**For citation:** Mammadova N. Kh., Abdulaliev G. S., Yunusova F. M., Alizade Sh. A., Shirinova A. N. [Determination of fiber quality indicators in wilt-resistant cotton varieties under Absheron conditions]. *Bulletin of the Perm University. Biology*. Iss. 3 (2025): pp. 240-247. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-3-240-247>.

## Введение

Хлопководство является одной из важных отраслей сельского хозяйства республики Азербайджан. Благодаря широкому использованию научных достижений и передового опыта в последние годы достигнуты определенные успехи в развитии хлопководства [Alizada et al., 2020; Akparov et al., 2021]. Особую актуальность в этой области наряду с другими признаками хлопчатника приобретает повышение качества хлопкового волокна [Mammadova et al., 2021, Ализаде, 2023]. Научный поиск и синтез новых носителей доноров ценных признаков должен быть направлен не только на увеличение валового сбора хлопка-сырца, но и на улучшение качества урожая с тем, чтобы качество сырья и готовых изделий из него повышало конкурентную способность хлопковой продукции на мировом рынке. Культивируемый хлопчатник является основной технической культурой. Около 50% волокна, необходимого для мировой текстильной промышленности, получают из хлопка [Alizade et al., 2023b]. При поражении хлопчатника вертициллезным вилтом снижается не только его урожайность, но и существенно падает качество волокна: длина, крепость, относительная разрывная нагрузка, микронейр, линейная плотность [Mamedova, 2011].

Высококачественное волокно – один из факторов повышения производительности труда, внедрения автоматизации в прядильном и ткацком производстве, где эффективное использование технического оборудования определяется комплексом технологических показателей волокна, главным образом длиной, прочностью (крепостью) и разрывной длиной. Отсюда вытекает необходимость повысить и уровень селекции хлопчатника на качество волокна [Автономов, 2006]. Наряду с комплексом агротехнических мероприятий большое значение имеет внедрение в производство новых скороспелых, высокоурожайных, устойчивых против болезней сортов хлопчатника с высоким качеством волокна [Amrahov et al., 2024; Alizade et al., 2024].

Однако на пути к высоким и устойчивым урожаям хлопчатника стоит немало трудностей. Одна из них – поражение растений вредителями и болезнями. Среди заболеваний хлопчатника наибольший ущерб растениям наносят корневая гниль, гоммоз и вилт. Особенно вредоносным из них является вилт. При заболевании этой болезнью не только уменьшается урожай, но и в значительной мере снижается его качество – длина, крепость волокна, маслячность, всхожесть семян. Заражение хлопчатника происходит в основном в почве через корни при прорастании микросклероциев в их ризосфере [Азимов и др., 2015; Ализаде, 2022, Mammadova et al., 2023].

На научно-исследовательские институты возлагается большая ответственность в борьбе с вредителями и болезнями, которые очень плохо влияют на развитие хлопководства [Alizade, 2022]. Одной из главных задач в сельском хозяйстве является создание устойчивых и толерантных к болезням и вредителям сортов. Селекционные работы, проводимые в области получения устойчивых к болезням форм, пока недостаточны [Mammadova et al., 2024; Alizada, Aliyeva, 2024; Mammadova et al., 2025]. Одним из главных условий этого является передача наследственных признаков устойчивости от родительских форм к следующему поколению [Alizade, Mammadova, 2023a]. Вертициллезное увядание – одно из самых распространенных заболеваний в хлопководстве. Возбудителем этого заболевания является гриб *Verticillium dahliae* Klebahn, встречающийся в почве. Как только в процессе выращивания повреждается корень растения, мицелий гриба попадает в него. Если поражение происходит в начале вегетационного периода – растение погибает, если позже – снижается урожайность [Мамедова, 2009].

Патогены, вызывающие инфекционные заболевания, для роста и развития используют органические вещества растения и этим наносят значительный вред растению-хозяину. В то же время наличие возбудителя в тканях растения и внедрение продуктов их метаболизма оказывают на растение негативное воздействие; кроме того, накопление продуктов метаболизма возбудителя в тканях растения может стать причиной токсичности растительного продукта. Все вышесказанное приводит к нарушению нормальной жизнедеятельности растения. Основной целью исследования было изучение качественных показателей волокна у сортов хлопчатника, в разной степени пораженных болезнью увядания, и выявление устойчивых образцов.

## Материалы и методы

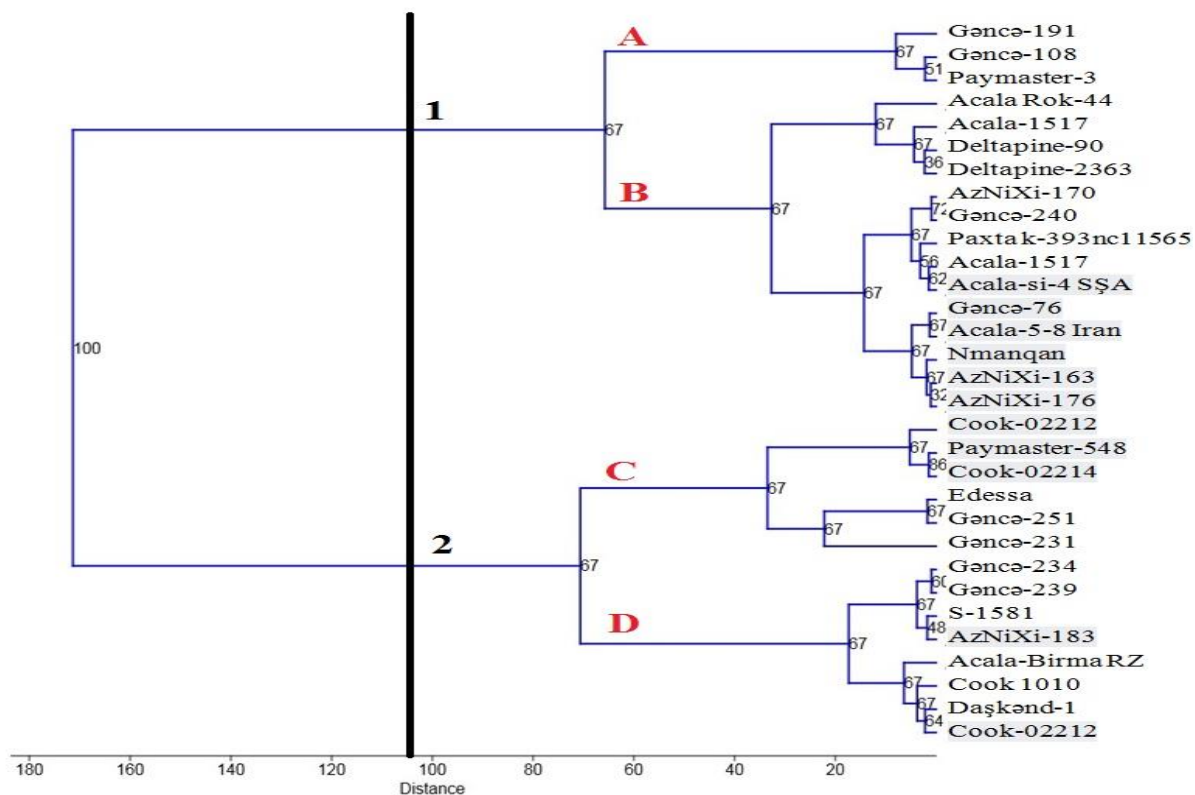
Фитопатологическое изучение поражаемости сортов и форм хлопчатника вертициллезным вилтом и изучение технологических признаков волокна местных и интродуцированных сортообразцов хлопчатника, имеющих различное географическое происхождение, проводилось на искусственно-инфекционном вилтовом фоне Абшеронской научно-исследовательской базы Института Генетических Ресурсов Министерства Науки и Образования Азербайджана. Для исследования из Национального Генбанка Института Генетических Ресурсов были взяты коллекционные сорта и формы хлопчатника вида *G. hirsutum*. Были отобраны 31 сорт хлопка из Азербайджана, США, Турции, Узбекистана и Мексики, обладающие высокими качественными характеристиками волокна и устойчивостью к увяданию.

Тестирование качественных признаков волокна, изучаемых сортов, проводилось на электронной системе HVI (High Volume Instrument), соответствующей международным стандартам.

Изучали следующие важные технологические свойства волокна: верхнюю среднюю длину волокна, удельную разрывную нагрузку, удлинение до разрыва, микронейр и линейную плотность. Сортообразцы хлопчатника по этим признакам были сгруппированы согласно кластерному анализу, который был выполнен с использованием евклидова индекса сходства на основе алгоритма Уорда. Дендрограммы строились с помощью программы Past v4.17 (<https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>) на основе 1000 бутстрап. По общепринятой методике Ф.В. Вайтенока [1970], по пятибалльной шкале изучали фитопатологическую устойчивость сортов и форм хлопчатника к вертициллезному вилту.

## Результаты и обсуждение

Отобранные нами по высоким качественным показателям волокна и устойчивостью к вертициллезному вилту сорта хлопчатника в количестве 31 образца, собраны в две основные группы и каждая группа состоит из двух подгрупп (рисунок). В подгруппе А первой основной группы объединены 3 сорта, в подгруппе В 14 сортов, в подгруппе С второй основной группы 6 сортов, а в подгруппе D 8 сортов. Сорта Гәncә-191, Гәncә-108 и Paymaster-3, находящиеся в подгруппе А отличались положительным показателем микронейра равным 3.5–3.6, то есть эти сорта являются тонковолокнистыми. Верхняя средняя длина волокна у сорта Гәncә-108 была 30.9 мм, у сорта Гәncә-19133, 4 мм, то есть они относятся к III типу длинноволокнистых сортов.



Кластерный анализ сортообразцов хлопчатника по показателям качества волокна методом Уорда с использованием программы Past

[Cluster analysis of cotton variety samples in terms of fiber quality by the Ward method using the Past program]

В подгруппе В объединены 14 следующих сортов Acala Rok-44, Acala-1517, Deltapine-90, Deltapine 2363, AzNIXI-170, Гәncә-240, Paxtak-393, Acala-1517 PR, Acala-si-4, Гәncә-76, Acala-5-8, Nmanqan, AzNIXI-163, AzNIXI-176. В этой подгруппе все признаки варьировали в очень широком диапазоне. Микронейр в пределах 41–48, верхняя средняя длина от 25.8 мм до 30.7 мм, а относительная разрывная нагрузка была зафиксирована в интервале 26.7–30.3 g/tex. Сорта, находящиеся в подгруппе В, относятся к средневолокнистым сортам IV, V и VI типа волокна.

Сорта Cook-02212, Paymaster-548, Cook-02214, Edessa, Гәncә-151, Гәncә-131 входят в подгруппу С, а сорта хлопчатника Гәncә-234, Гәncә-239, S-1581, AzNIXI-183, Acala-Birma RZ, Cook-1010, Daşkənd-1, Cook-02213 объединены в подгруппе D второй основной группы. У сортообразцов подгруппы С и D второй основной группы между признаками наблюдалась очень незначительная вариация и по их показателям эти сортообразцы являются средневолокнистыми и отвечают требованиям, предъявляемым к IV типу волокна.

Таким образом, по результатам кластерного анализа сортообразцы сгруппированные в подгруппе А по качественным признакам волокна являются комплексно-положительными и относятся к III типу волокна.

Сорта, сгруппированные в подгруппе D, отличались по одному или нескольким высоким показателям признаков. Сортообразцы, относящиеся ко второй группе, по исследованным качественным показателям волокна полностью соответствуют требованиям текстильной промышленности.

На основании фитопатологического изучения были отобраны иммунные и устойчивые к вилту сортообразцы хлопчатника и составлены таблицы количественного и процентного соотношения степени устойчивости к болезни (табл. 1).

Таблица 1

**Степень устойчивости к вертициллезному вилту, отобранных коллекционных сортообразцов хлопчатника вида *G. hirsutum***

**[The degree of resistance to verticilliose wilt of selected collectible cotton varieties of the *G. hirsutum* species]**

| Степень устойчивости | Устойчивость в баллах | Число | %    |
|----------------------|-----------------------|-------|------|
| Иммунные             | 0                     | 19    | 61.3 |
| Высокоустойчивые     | 1                     | 2     | 6.5  |
| Устойчивые           | 2                     | 6     | 19.4 |
| Толерантные          | 3                     | 4     | 12.9 |
| Восприимчивые        | 4                     | -     | -    |
| Сильновосприимчивые  | 5                     | -     | -    |
| Всего                | -                     | 31    |      |

У отобранных нами сортов и форм хлопчатника степень устойчивости к вертициллезному вилту была различной. В таблице 1 представлены результаты фитопатологической оценки устойчивости к вилту отобранных нами коллекционных сортообразцов хлопчатника вида *G. hirsutum*. На представленной таблице из 31 сортообразца хлопчатника 61.3% – иммунные; 6.5% – высокоустойчивые; 19.4% – устойчивые; 12.9 – толерантные, восприимчивые и сильновосприимчивые сортообразцы не выявлены. Среди изученных коллекционных сортообразцов хлопчатника в большинстве преобладали следующие иммунные к вилту сорта и формы: AzNIXI-170, S-1581, AzNIXI-183, Гәncә-76, Гәncә-108, Гәncә-231, Гәncә-234, Гәncә-239, Гәncә-240, Acala-1517PR-2, Acala-Birma RZ, Acala-si-4 SŞA, Acala-5-8 İran, Paymaster-548, Cook 1010, Cook-02213, Deltapine-90, Deltapine2363 Bolqar, Paxtak-393NC-11565.

Высокоустойчивыми сортообразцами были AzNIXI-176, Гәncә-251, устойчивыми – Acala-1517, Edessa Türkiyə, AzNIXI-163, Гәncә-191, Paymaster-3, Cook-02212 и толерантными – Daşkənd-1, Namanqan, Acala-Rok 44, Cook-02214. Было выявлено, что устойчивые к вертициллезному вилту сорта имели высокие показатели качества волокна (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели качественных признаков волокна и степень поражаемости вилтом сортов хлопчатника**

**[Indicators of the qualitative characteristics of fiber and the degree of wilt infestation of cotton varieties]**

| Название сорта | Верхняя средняя длина, mm | Удельная разрывная нагрузка, g/tex | Удлинение до разрыва, % | Микронейр, unit | Линейная плотность, m/tex | Степень поражаемости, % |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| AzNIXI-170     | 29.1                      | 27.2                               | 6.4                     | 4.2             | 149                       | 0                       |
| Acala-1517     | 28.6                      | 26.7                               | 6.4                     | 4.3             | 154                       | 25.0                    |
| Daşkənd-1      | 29.5                      | 25.9                               | 5.9                     | 4.7             | 188                       | 33.0                    |
| S-1581         | 28.9                      | 30.2                               | 6.5                     | 4.5             | 174                       | 0                       |

| Название сорта      | Верхняя<br>средняя<br>длина, mm | Удельная<br>разрывная<br>нагрузка, g/tex | Удлинение<br>до разрыва,<br>% | Микро-<br>нейр,<br>unit | Линейная<br>плотность,<br>m/tex | Степень по-<br>ражаемости,<br>% |
|---------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Nmanqan             | 29.8                            | 27.3                                     | 7.3                           | 4.3                     | 158                             | 33.3                            |
| Edessa Turkiyə      | 28.2                            | 28.7                                     | 6.8                           | 4.9                     | 215                             | 16.8                            |
| AzNİXi-163          | 28.9                            | 29.2                                     | 7.1                           | 4.3                     | 158                             | 25.0                            |
| AzNİXi-176          | 28.5                            | 28.2                                     | 6.8                           | 4.3                     | 157                             | 10.0                            |
| AzNİXi-183          | 30.3                            | 30.2                                     | 6.7                           | 4.6                     | 176                             | 0                               |
| Gəncə-76            | 29.7                            | 28.9                                     | 6.4                           | 4.4                     | 162                             | 0                               |
| Gəncə-108           | 30.9                            | 28.4                                     | 6.3                           | 3.6                     | 116                             | 0                               |
| Gəncə-191           | 33.4                            | 36.4                                     | 6.9                           | 3.5                     | 115                             | 16.7                            |
| Gəncə-231           | 28.9                            | 28.0                                     | 6.3                           | 5.1                     | 242                             | 0                               |
| Gəncə-234           | 28.9                            | 28.0                                     | 6.3                           | 5.1                     | 178                             | 0                               |
| Gəncə-239           | 29.4                            | 28.4                                     | 6.4                           | 4.6                     | 177                             | 0                               |
| Gəncə-240           | 28.4                            | 27.6                                     | 6.5                           | 4.2                     | 150                             | 0                               |
| Gəncə-251           | 28.7                            | 30.9                                     | 7.1                           | 4.0                     | 215                             | 10.0                            |
| Acala-1517 PR-2     | 31.6                            | 30.3                                     | 6.8                           | 4.1                     | 143                             | 0                               |
| Acala –Rok 44       | 30.7                            | 30.3                                     | 6.9                           | 3.9                     | 130                             | 33.3                            |
| Acala-Birma RZ      | 28.6                            | 29.1                                     | 6.8                           | 4.7                     | 183                             | 0                               |
| Acala-si-4 SŞA      | 28.9                            | 26.9                                     | 6.4                           | 4.3                     | 152                             | 0                               |
| Acala-5-8 İran      | 28.4                            | 28.4                                     | 7.0                           | 4.4                     | 161                             | 0                               |
| Paymaster-3         | 29.0                            | 27.0                                     | 6.1                           | 3.5                     | 114                             | 12.5                            |
| Paymaster-548       | 28.5                            | 27.8                                     | 6.3                           | 4.9                     | 207                             | 0                               |
| Cook 1010           | 29.3                            | 28.1                                     | 6.8                           | 4.7                     | 191                             | 0                               |
| Cook-02214          | 28.4                            | 28.1                                     | 6.5                           | 4.9                     | 205                             | 27.3                            |
| Cook-02212          | 28.7                            | 29.2                                     | 6.7                           | 4.8                     | 200                             | 25.0                            |
| Cook-02213          | 28.0                            | 28.3                                     | 6.6                           | 4.7                     | 187                             | 0                               |
| Deltapine-90        | 29.0                            | 28.2                                     | 6.4                           | 4.1                     | 142                             | 0                               |
| Deltapine-2363      | 26.0                            | 28.5                                     | 6.7                           | 4.1                     | 143                             | 0                               |
| Paxta k-393NC-11565 | 25.8                            | 28.2                                     | 6.7                           | 4.2                     | 152                             | 0                               |

Кечагия и Ксантопулос обнаружили значительное снижение значений обрыва волокна и микронейра со 2 или 3-й степени в зависимости от сорта [Kechagia, Xanthopoulos, 1998]. Айсле и др. определили, что содержание коротких волокон, микронейр, количество узелков, тонкость и содержание незрелых волокон также значительно пострадали под воздействием вертициллезного увядания как у восприимчивых, так и у устойчивых сортообразцов [Ayele et al., 2020].

В результате повышенной стойкости к заболеванию относительно устойчивые сорта реагируют на воздействие гриба-паразита в меньшей степени, проявляя большую стабильность, чем восприимчивые и при заражении вилтом дают значительно выше урожай по сравнению с неустойчивыми, у которых из-за болезни резко понижается продуктивность и качество волокна [Дьякова, 1984]. При использовании метода отдаленной гибридизации, широко применяемого в селекции хлопчатника, возникает возможность выведения сортов, сочетающих в себе как устойчивость к заболеванию вертициллезом, так и высокие технологические качества волокна [Рахманкулов и др., 2016]. Замена восприимчивых сортов хлопчатника относительно вилтоустойчивыми даст положительный эффект в отношении снижения вилта. Большинство исследователей допускают, что внедрение относительно вилтоустойчивых сортов является наиболее эффективным мероприятием, которое может решить проблему вилта [Мирахмедов и др., 2016].

### Заключение

Комплексное изучение качественных признаков волокна и устойчивости к вертициллезному вилту коллекционных сортов и форм хлопчатника, позволило отобрать сортообразцы с высокими показателями качества волокна и устойчивостью к вилту. Эти отобранные сортообразцы с комплексно положительными признаками могут быть использованы в селекционном процессе исходным материалом, в качестве доноров устойчивости к болезни, а также рекомендованы для использования в хлопкосеющих районах, где наиболее сильно распространено это заболевание.

## Список источников

1. Автономов В.А. Географически отдаленная гибридизация в селекции средневолокнистых сортов хлопчатника. Ташкент: Turon-Iqbol, 2006. 20 с.
2. Ализаде Ш. Роль миРНК в ответах на солевой стресс хлопчатника // Достижения в области биологии и наук о Земле. 2022. Т. 7, № 1. С. 80–84.
3. Ализаде Ш.А. Сравнительная оценка профилей экспрессии гена *GhCIPK6* при различных концентрациях NaCl в проростках хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2024. Вып. 2. С. 212–220. DOI: 10.17072/1994-9952-2024-2-212-220. EDN: RITUFV.
4. Азимов А. и др. Изучение генетики вилтоустойчивости форм хлопчатника с участием интрогрессивных линий // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 5. С. 53–55. EDN: UWPQAB.
5. Войтенок Ф.В. Методика долгосрочного прогноза вертициллезного вилта хлопчатника. М.: Колос, 1970. 15 с.
6. Дьякова Ю.Т. Общая и сельскохозяйственная фитопатология. М.: Колос, 1984. 495 с.
7. Мамедова Н.Х. Изучение устойчивости гибридных форм хлопчатника к вертициллезному увяданию // Интродукция, селекция и защита растений: материалы II Междунар. науч. конф. Донецк, 2009. Т. 2. С. 73–76.
8. Мамедова Н.Х. Изучение степени поражаемости вертициллезным вилтом межвидовых гибридов хлопчатника на искусственно-зараженном фоне // International conference “Diversity, characterization and utilization of plant genetic resources for enhanced resilience to climate change”. ELM, 2011. P. 181–182.
9. Мирахмедов Ф.Ш. и др. Болезнь хлопчатника вертициллезный вилт и методы борьбы с ним в условиях ферганской долины // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 9–2. С. 92–94.
10. Рахманкулов М.С., Ким Р.Г., Барнаева С.М. Скороспелость новых линий хлопчатника вида *G. hirsutum* L., обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков // 1-я Международная научно-практическая конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». Ташкент, 2016. С. 2703–2708.
11. Akparov Z.I. et al. Competitive evaluation of perspective cotton lines in variety development nursery // Advances in Current Natural Sciences. 2021. Vol. 10. P. 7–12.
12. Alizada Sh., Aliyeva K. Comparative analysis of expression profiles of antiporter encoding gene (*GhNHX1*) under different concentrations of NaCl in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // Advances in Biology & Earth Sciences. 2024. Vol. 9, № 1. P. 168–174. DOI: 10.62476/abes9168.
13. Alizada S. et al. System Perspective Analysis for Molecular and Genetic Source of Salt Tolerance in Cotton // Khazar Journal of Science and Technology. 2020. Vol. 4, № 1. P. 70–83.
14. Alizade S. Comparative study of SPAD values in cotton plant under salt stress // Proceedings of Genetic Resources Institute of ANAS. 2022. Vol. 11, № 1. P. 139–146.
15. Alizade S. et al. Shamorad Moghanloo B. Salinity, *Verticillium wilt* tolerance and genetic diversity analysis of upland cotton genotypes // Advances in Biology & Earth Sciences. 2024. Vol. 9, № 2. P. 242–252. DOI: 10.62476/abes9242.
16. Alizade S., Mammadova R. Assessment of salt stress resistance of cotton varieties based on different parameters // Advances in Biology & Earth Sciences. 2023a. Vol. 8, № 1. P. 58–66.
17. Alizade S., Mammadova R., Sirajli N. Evaluation of morphometric traits of upland cotton genotypes under different concentration of NaCl // Advances in Biology & Earth Sciences. 2023b. Vol. 8. № 3. P. 301–307.
18. Amrahov N.R. et al. The involvement of phytohormones in plant–pathogen interaction // Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2024. Vol. 15, № 3. P. 527–542. DOI: 10.15421/022474.
19. Ayele A.G., Wheeler T.A., Dever J.K. Impacts of *Verticillium Wilt* on Photosynthesis Rate, Lint Production, and Fiber Quality of Greenhouse-Grown Cotton (*Gossypium hirsutum*) // Plants (Basel). 2020. Vol. 9, № 7. P. 1–12. DOI: 10.3390/plants9070857.
20. Kechagia U.E., Xanthopoulos F.P. Degree of *Verticillium Wilt* Infection and the Relative Damage in Fiber Quality Parameters // World Cotton Research. 1998. P. 967–969.
21. Mammadova R.B. et al. Prospects of the remote hybridization on improvement of the main economical traits of cotton genotypes with naturally colored fibre // East European Scientific Journal. 2021. Vol. 6, № 70. P. 4–7.
22. Mammadova R. et al. Analysis of qualitative and quantitative signs collectible cotton genotypes // Albanian Journal of Agricultural Sciences. 2023. Vol. 22, № 3. P. 1–7.
23. Mammadova R. et al. Evaluation of genetic diversity using SSR markers and link with drought response of Azerbaijani durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes // Genetic Resources and Crop Evolution. 2024. Vol. 71, № 5. P. 2203–2212. DOI: 10.1007/s10722-023-01763-w.
24. Mammadova R. et al. Genetic diversity analysis of Azerbaijani bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes with simple sequence repeat markers linked to drought tolerance // Genetic Resources and Crop Evolution. 2025. Vol. 72. P. 315–323. DOI: 10.1007/s10722-024-01977-6.

## References

1. Avtonomov V.A. *Geografičeski otdalennaja gibrizacija v selekcii srednevoloknistych sortov chlopčatnika* [Geographically distant hybridization in breeding medium-fiber cotton varieties]. Tashkent, Turon-Iqbol Publ., 2006. 20 p. (In Russ.).
2. Alizade S. [Role of miRNAs in cotton salt stress responses]. *Dostiženija v oblasti biologii i nauk o Zemle*. V. 7, No. 1 (2022): pp. 80-84. (In Russ.).
3. Alizade Sh.A. [Comparative evaluation of *GhCIPK6* gene expression profiles under different concentrations of NaCl in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings]. *Bulletin of Perm University. Biology*. Iss. 2 (2024): pp. 212-220. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2024-2-212-220. EDN: RITUFV.
4. Azimov A., Musaev J., Ahmedov Kh., Abzalov M. [Study of the genetics of wilt resistance in cotton forms using introgressive lines]. *Meždunarodnyj sel'skochozjajstvennyj žurnal*. N. 5 (2015): pp. 53-55. (In Russ.).
5. Voytenok F.V. *Metodika dolgosročnogo prognoza verticilleznogo viltu chlopčatnika* [Methodology for long-term forecasting of cotton verticillium wilt]. Moscow, Kolos Publ., 1970. 15 p. (In Russ.).
6. Dyakova Y.T. *Obščaja i sel'skochozjajstvennaja fitopatologija* [General and agricultural phytopathology]. Moscow, Kolos Publ., 1984. 495 p. (In Russ.).
7. Mamedova N.Kh. [Study of resistance of hybrid forms of cotton to verticillium wilt]. *Introdukcija, selekcija i zaščita rastenij: materialy II Meždunar. nauč. konf.* [Proceedings of II International Scientific Conference "Introduction, Breeding and Plant Protection"]. Doneck, 2009, V. 2, pp. 73-76. (In Russ.).
8. Mamedova N.Kh. [Study of the degree of susceptibility of interspecific cotton hybrids to verticillium wilt on an artificially infected background]. *Proceedings of International conference "Diversity, characterization and utilization of plant genetic resources for enhanced resilience to climate change"*. ELM, 2011, pp. 181-182. (In Russ.).
9. Mirahmadov F.S., Rahimov A.D., Mirhomidova N.A., Mirhomidova Q.M., Komilova D.K. [Cotton disease verticillium wilt and methods of control in the Fergana Valley]. *Sovremennye tendencii razvitoa nauki i texnologij*. No. 9-2. (2016): pp. 92-94. (In Russ.).
10. Rahmankulov M.S., Kim R.Q., Barnaeva S.M. [Early maturity of new cotton lines of the species *G. hirsutum* L., possessing a complex of economically valuable traits]. *Proceedings of 1st International Scientific and Practical Conference "Modern Ecological State of the Natural Environment and Scientific and Practical Aspects of Rational Nature Management"*. Tashkent, 2016, pp. 2703-2708. (In Russ.).
11. Akparov Z.I., Mamedova R.B., Guseynova L.A., Abdulaliev G.S., Yunusova F.M., Alizade Sh.A. Competitive evaluation of perspective cotton lines in variety development nursery. *Advances in Current Natural Sciences*. V.10 (2021): pp. 7-12.
12. Alizada S., Aliyeva K. Comparative analysis of expression profiles of antiporter encoding gene (*GhNHX1*) under different concentrations of NaCl in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Advances in Biology & Earth Sciences*. V. 9, No. 1 (2024): pp. 168-174. DOI: 10.62476/abes9168.
13. Alizada S., Guliev R., Mammadova R., Zaefizadeh M. System Perspective Analysis for Molecular and Genetic Source of Salt Tolerance in Cotton. *Khazar Journal of Science and Technology*. V. 4, No. 1 (2020): pp. 70-83.
14. Alizade S. Comparative study of SPAD values in cotton plant under salt stress. *Proceedings of Genetic Resources Institute of ANAS*. V. 11, No. 1 (2022): pp. 139-146.
15. Alizade S., Aliyeva K., Mammadova R.B., Bayramli O., Shamorad Moghanloo B. Salinity, *Verticillium wilt* tolerance and genetic diversity analysis of upland cotton genotypes. *Advances in Biology & Earth Sciences*. V. 9, No. 2 (2024): pp. 242-252. DOI: 10.62476/abes9242.
16. Alizade S., Mammadova R. Assessment of salt stress resistance of cotton varieties based on different parameters. *Advances in Biology Earth Sciences*. V. 8, No. 1 (2023a): pp. 58-66.
17. Alizade S., Mammadova R., Sirajli N. Evaluation of morphometric traits of upland cotton genotypes under different concentration of NaCl. *Advances in Biology & Earth Sciences*. V. 8, No. 3 (2023b): pp. 301-307.
18. Amrahov N.R., Aghazada G.A., Alizada S.R., Mehdiyeva G.V., Mammadova R.B., Alizade S.A., Mammadov Z.M. The involvement of phytohormones in plant-pathogen interaction. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. V. 15, No. 3 (2024): pp. 527-542. DOI: 10.15421/022474.
19. Ayele A.G., Wheeler T.A., Dever J.K. Impacts of Verticillium Wilt on Photosynthesis Rate, Lint Production, and Fiber Quality of Greenhouse-Grown Cotton (*Gossypium hirsutum*). *Plants (Basel)*. V. 9, No. 7 (2020): pp. 1-12. DOI: 10.3390/plants9070857.
20. Kechagia U.E., Xanthopoulos F.P. Degree of Verticillium Wilt Infection and the Relative Damage in Fiber Quality Parameters. *World Cotton Research*. (1998): pp.967-969.
21. Mammadova R.B., Huseynova L.A., Abdulaliyeva G.S., Yunusova F.M., Alizade Sh.A. Prospects of the remote hybridization on improvement of the main economical traits of cotton genotypes with naturally colored fibre. *East European Scientific Journal*. V. 6, No. 70 (2021): pp. 4-7.

22. Mammadova R., Huseynova L., Mammadova A., Abdulaliyeva G., Mammadova N., Yunusova F., Alizade Sh. Analysis of qualitative and quantitative signs collectible cotton genotypes. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*. V. 22, No. 3 (2023): pp. 1-7.

23. Mammadova R., Amri A., Akparov Z., Alo F., Sheikhzamanova F., Abbasov M., Amrahov N., Hajiye E., Alizade Sh. Evaluation of genetic diversity using SSR markers and link with drought response of Azerbaijani durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes. *Genetic Resources and Crop Evolution*. V. 71, No. 5 (2024): pp. 2203-2212. DOI: 10.1007/s10722-023-01763-w.

24. Mammadova R., Akparov Z., Amri A., Bakhsh A., Alo F., Alizade Sh., Amrahov N., Yunisova F. Genetic diversity analysis of Azerbaijani bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes with simple sequence repeat markers linked to drought tolerance. *Genetic Resources and Crop Evolution*. V. 72 (2025): pp. 315-323. DOI: 10.1007/s10722-024-01977-6.

Статья поступила в редакцию 10.06.2025; одобрена после рецензирования 25.08.2025; принята к публикации 18.09.2025.

The article was submitted 10.06.2025; approved after reviewing 25.08.2025; accepted for publication 18.09.2025.

#### **Информация об авторах**

Наиля Хуршуд Мамедова – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник;  
Гюльшан Сурхай Абдулalieва – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник;  
Фируза Мамедага Юнусова – старший научный сотрудник;  
Шадер Айдын Ализаде – shader622@mail.ru, докторант, научный сотрудник;  
Айтен Назир Ширинова – младший научный сотрудник.

#### **Information about the authors**

Naila Kh. Mammadova – PhD in biology, leading researcher;  
Gulshan S. Abdulaliev – PhD in biology, leading researcher;  
Firuza M. Yunusova – senior researcher;  
Shader A. Alizade – shader622@mail.ru, PhD student, researcher;  
Ayten N. Shirinova – junior researcher.

#### **Вклад авторов:**

Мамедова Н. Х. – научное руководство; концепция исследования.  
Абдулalieва Г. С. – научное руководство; сбор данных.  
Юнусова Ф. М. – концепция исследования; итоговые выводы.  
Ализаде Ш. А. – итоговые выводы; редактирование исходного текста.  
Ширинова А. Н. – концепция исследования; написание исходного текста.

#### **Contribution of the authors:**

Mammadova N. Kh. – scientific management; research concept.  
Abdulaliev G. S. – scientific management; data collection.  
Yunusova F. M. – research concept; final conclusions.  
Alizade S. A. – final conclusions; draft editing.  
Shirinova A. N. – research concept; writing the draft.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.