

Утверждаю
и.о. Первого заместителя директора ВИР
кандидат биологических наук



Чухина И.Г.

5 июня 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)»

Диссертация «Структурно-функциональная организация регуляторных генов из семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40* биосинтеза фенольных пигментов у хлопчатника *Gossypium hirsutum* L.» выполнена соискателем самостоятельно в лаборатории постгеномных исследований Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)» в 2019-2026 гг.

В период подготовки диссертации соискатель Михайлова Александра Сергеевна работала в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)» в лаборатории постгеномных исследований в должности младшего научного сотрудника с 01.2019 по 12.2023 г., научного сотрудника – с 01.2024 по настоящее время.

В 2016 г. получила степень бакалавра в Санкт-Петербургском государственном университете (Институт химии) по специальности Химия. В 2018 году получила степень магистра в Санкт-Петербургском государственном университете (Институт химии, межкафедральная лаборатория биомедицинской химии). Награждена дипломом магистра химии с отличием. С 2018 по 2022 гг. обучалась по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре очной формы по направлению 06.06.01 Биологические науки в Санкт-Петербургском государственном университете. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2026 г. Санкт-Петербургским государственным университетом.

Научный руководитель – Хлесткина Елена Константиновна, доктор биологических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, директор федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационное исследование Михайловой Александры Сергеевны на тему «Структурно-функциональная организация регуляторных генов из семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40* биосинтеза фенольных пигментов у хлопчатника *Gossypium hirsutum* L.» является самостоятельной научно-квалификационной работой, содержит научную новизну. Работа изложена на 161 странице, содержит 1 таблицу, 32 рисунка и 25 приложений. Состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследований, результатов и обсуждения, заключения, списка сокращений и списка цитируемой литературы (включает 286 источников).

Актуальность темы исследования.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена экономической значимостью изучаемой культуры – хлопчатника (род *Gossypium* L., семейство *Malvaceae*). Хлопковое сырье активно используется в медицинской, текстильной, пищевой, фармакологической и других отраслях промышленности. Долгое время селекция хлопчатника велась с целью получения сортов с белым волокном. Однако с развитием текстильной промышленности в прошлом столетии возникла необходимость использования искусственных красителей при создании тканых материалов. Применение красителей оказывает негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Кроме того, дополнительная обработка волокон снижает качество текстильных материалов. В связи с этим в настоящее время активно развивается область селекции, направленная на создание сортов хлопчатника с природноокрашенным волокном. К настоящему моменту в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений Российской Федерации зарегистрирован единственный сорт хлопчатника «Браун» со светло-бурой окраской волокна.

Натуральную окраску хлопкового волокна в природе обеспечивают фенольные соединения. В геноме хлопчатника полностью идентифицированы известные структурные гены, вовлеченные в биосинтез флавоноидов. Экспрессию структурных генов биосинтеза флавоноидов регулирует комплекс транскрипционных факторов, относящихся к семействам: *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40*. Однако в полной мере регуляторные гены, кодирующие данные транскрипционные факторы, у хлопчатника не охарактеризованы. Выявление регуляторных генов, участвующих в биосинтезе фенольных пигментов и отвечающих за изменчивость по окраске волокна, у хлопчатника *G. hirsutum* коллекции ВИР позволит установить особенности их организации и эволюции. Результаты данного исследования позволят расширить разнообразие создаваемых сортов хлопчатника с природноокрашенным волокном.

Научная новизна.

В диссертационной работе Михайловой А.С. впервые проведён детальный анализ структурно-функциональной организации генов семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40* у основного культивируемого в настоящее время хлопчатника вида *G. hirsutum*. Впервые выявлены особенности их эволюции у четырёх видов хлопчатника: *Gossypium*

raimondii L., *Gossypium arboreum* L., *Gossypium barbadense* L. и *G. hirsutum*. Впервые оценен относительный уровень транскрипции ключевых структурных (*GhANR*, *GhDFR*, *Gh4CL*) и регуляторных (*GhMYB1R1*, *GhMYB10-A*) генов биосинтеза фенольных пигментов на поздних стадиях развития волокна у образцов хлопчатника с контрастной окраской: бурой, зелёной, буро-зелёной. Впервые продемонстрировано, что у образца с буро-зелёной окраской волокна наблюдается одновременный повышенный уровень мРНК обоих регуляторных генов (*GhMYB1R1*, *GhMYB10-A*), что может отражать совместное накопление пигментов, обуславливающих данную окраску. Показана дифференциальная экспрессия регуляторных генов *GhMYB1R1* и *GhMYB10-A* в поздний период развития волокна с 31 по 41 день после опыления у природноокрашенных образцов по сравнению с беловолокнистыми формами, что позволяет установить ключевую роль данных регуляторных генов в формировании изменчивости по признаку окраски волокна хлопчатника.

Теоретическая и практическая значимость

В результате проведенного комплексного исследования структурно-функциональной организации регуляторных генов семейств *R2R3-MYB* и *bHLH-MYC* биосинтеза проантоцианидинов, включая методы *in silico* анализа и современные молекулярно-генетические подходы, выявлен ген-кандидат *GhMYB10-A*, контролирующий изменение окраски волокна хлопчатника. Методами молекулярного моделирования подтверждена роль *GhMYB10-A* в формировании признака окраски волокна и его участие в составе регуляторного MBW-комплекса в качестве позитивного регулятора поздних этапов флавоноидного пути. Впервые в международную базу данных GenBank (NCBI) депонированы секвенированные последовательности аллелей всех изученных регуляторных генов у образцов хлопчатника с контрастной окраской волокна. Проведенный *in silico* анализ позволит лучше понять механизмы, лежащие в основе формирования признака бурого оттенка волокна хлопчатника, и конструировать удобные для скрининга ДНК-маркеры для направленного отбора образцов с заданными характеристиками. Это станет важным вектором в формировании направления маркер-ориентированной селекции, позволяющей значительно сократить экономические и временные ресурсы для создания сортов хлопчатника с природноокрашенным волокном.

Полученные результаты используются в образовательных программах магистратуры в Университете «Сириус».

Соответствие диссертационной работы избранной специальности.

Диссертация «Структурно-функциональная организация регуляторных генов из семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40* биосинтеза фенольных пигментов у хлопчатника *Gossypium hirsutum* L.» Михайловой Александры Сергеевны является завершённой научно-исследовательской работой и соответствует специальности 1.5.7 – Генетика.

Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность результатов обеспечена использованием традиционных и современных методов исследований. Результаты подтверждаются их воспроизводимостью в ходе эксперимента. Интерпретация данных, научные положения и сформулированные выводы подкреплены иллюстративным материалом, таблицами и рисунками.

Результаты данного исследования были представлены на 10 российских и международных конференциях: «125 лет прикладной ботаники в России» (2019, Санкт-Петербург, Россия), The 11th International Young Scientists School «Systems Biology and Bioinformatics» (2019, Новосибирск, Россия), The 12th International Young Scientists School «Systems Biology and Bioinformatics» (2020, Республика Крым, Россия), Пятый Всероссийский молодежный научный форум «Наука будущего – наука молодых» (2020, Москва, Россия), V International conference “Modern problems of genetics, radiobiology, radioecology and evolution”, dedicated to N.W. Timofeev-Ressovsky (2021, Нор-Амберд, Армения), The 6th International Scientific Conference "Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology" (2021, Новосибирск, Россия), XI International Symposium: Phenolic compounds: Fundamental and Applied Aspects (2022, Москва, Россия), Форум молодых ученых СНГ «Наука без границ» (2022, Нижний Новгород, Россия), VII Всероссийский молодежный форум «Наука будущего – наука молодых» (2022, Новосибирск, Россия), VI Международная научная конференция "Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы" (2025, Минск, Беларусь).

Личный вклад соискателя.

Научные результаты, выявленные в ходе выполнения диссертационного исследования, получены автором самостоятельно в лаборатории постгеномных исследований ВИР, включая обзор и анализ литературы. Соискателем самостоятельно проведены лабораторные исследования молекулярными методами, включая анализ и обработку полученных экспериментальных данных, а также подготовку материалов для публикаций и тезисов конференций. Совместно с научным руководителем осуществлялась постановка целей и задач исследования. Подбор модельных образцов хлопчатника из коллекции ВИР для сравнительных исследований выполнен совместно с к.б.н., ведущим научным сотрудником и куратором коллекции хлопчатника Л.П. Подольной. Соискатель самостоятельно выращивал растения хлопчатника в климатических камерах и проводил фиксацию растительного материала при поддержке сотрудников лаборатории постгеномных исследований.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Все основные положения диссертационного исследования изложены в пяти научных статьях, рекомендованных ВАК и входящих в международные системы цитирования Scopus.

Диссертация «Структурно-функциональная организация регуляторных генов из семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40* биосинтеза фенольных пигментов у хлопчатника *Gossypium hirsutum* L.» Михайловой Александры Сергеевны по объему, научной новизне и значимости результатов соответствует требованиям, которые предъявляются к кандидатским диссертациям, соответствует пунктам 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7 Генетика.

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории постгеномных исследований Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)», проведенном 03 июня 2026 г.

Присутствовало на заседании 28 человек. Результаты голосования: «за» — 28 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол № 13 от 03 июня 2026 г.

Швачко Наталия Альбертовна
кандидат биологических наук, специальность 03.02.07 Генетика,
ведущий научный сотрудник, и.о. заведующий лабораторией постгеномных исследований
n.shvachko@vir.nw.ru; тел. +7 9062411432

Федорова Кристина Александровна
кандидат биологических наук, специальность 1.5.21 Физиология и биохимия растений, научный сотрудник лаборатории постгеномных исследований
k.fedorova@vir.nw.ru; тел. +7 9276381287

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)». Адрес — 190031, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44, телефон: 8(812) 312-51-61; факс: 8(812) 570-47-70; e-mail: secretary@vir.nw.ru