

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Михайловой Александры Сергеевны
"Структурно-функциональная организация регуляторных генов
из семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40* биосинтеза фенольных
пигментов у хлопчатника *Gossypium hirsutum* L." на соискание ученой
степени кандидата биологических наук по специальности

1.5.7. – Генетика.

Диссертационная работа Михайловой А.С. посвящена, несомненно, актуальной и важной теме – структурно-функциональной организации регуляторных генов из семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40*, относящихся к комплексу транскрипционных факторов, которые регулируют экспрессию структурных и регуляторных генов биосинтеза фенольных пигментов у хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.).

Актуальность диссертации обусловлена необходимостью создания сортов хлопчатника с природноокрашенным волокном, что требует выявления и характеристики регуляторных генов семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40*, контролирующих биосинтез проантоцианидинов и определяющих окраску волокна у растений данного вида. Кроме того, исследование отвечает задачам перехода к экологически чистому сельскому хозяйству, поскольку снижение потребности в отбеливателях при подготовке хлопкового волокна к окрашиванию уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. Данная диссертационная работа имеет как фундаментальный, так и прикладной потенциал.

В качестве объектов исследования автором были выбраны 11 образцов хлопчатника вида *G. hirsutum*, которые отличались контрастностью окраски волокна (тёмно-бурый, светло-бурый, буро-зелёный, зелёные оттенки и контрольный белый) и месту их происхождения.

В работе был проведён детальный биоинформатический анализ генов семейств *R2R3-MYB*, *bHLH-MYC* и *WD40*, вовлечённых в биосинтез проантоцианидинов у *G. hirsutum*. На основе гомологии с известными генами

Arabidopsis thaliana были идентифицированы множественные копии этих генов в субгеномах At и Dt *G. hirsutum*. Далее, с использованием филогенетического анализа, автором было показано, что дубликации произошли до дивергенции диплоидных видов от общего предка рода *Gossypium*, а после полиплоидизации новые дубликации не возникали. В связи с ограниченным аллельным разнообразием *WD40* дальнейшие исследования в рамках данной работы были сосредоточены на более переменных компонентах комплекса — семействах *R2R3-MYB* и *bHLH-MYC*.

Секвенирование аллелей генов их семейств *R2R3-MYB* и *bHLH-MYC* позволило автору выявить основной ген-кандидат, связанный с изменением окраски волокна (*GhMYB10-A*): у образцов со светло-бурым волокном разного происхождения была обнаружена инсерция длиной 46 пн в промоторной области, в которой были обнаружены светочувствительные мотивы, задействованные в активации транскрипции регуляторных генов *R2R3-MYB*. Также были обнаружены однонуклеотидные замены в первом экзоне R2 *GhMYB10-A*, приводящие к миссенс-мутациям и замене аминокислот в соответствующих положениях Лиз26Тре и Тре37Арг. Дальнейший сравнительный анализ *in silico* исходной формы ТФ *GhMYB10-A* и альтернативной, содержащей миссенс-мутации, показал, что замена триптофана в положении 37 может снижать ДНК-связывающую активность альтернативной формы, что, в свою очередь, может обуславливать светло-бурую окраску волокна хлопчатника.

Далее автором была проведена оценка относительного уровня транскрипции ключевых структурных (*GhDFR*, *GhANR*, *Gh4CL*) и регуляторных (*GhMYB10*, *GhMYB1R1*) генов биосинтеза пигментов на поздних стадиях развития (с 31 по 41 ДПО) в природноокрашенном волокне. Автором было показано, что у форм хлопчатника с зелёным волокном преобладала экспрессия *Gh4CL* и *GhMYB1R1*, что объяснялось активацией ранних этапов фенилпропаноидного метаболизма, а для образца с буро-

зелёным волокном было выявлено одновременное повышение уровня мРНК обоих регуляторных генов, а также структурных *GhANR* и *Gh4CL*, что интерпретировалось совместным накоплением пигментов, формирующих двойную окраску. Различия в экспрессии регуляторных генов *GhMYB1R1* и *GhMYB10-A* у природноокрашенных образцов по сравнению с контрольной формой с беловолокнистым волокном, наряду с активностью структурных генов, по мнению автора обуславливало формирование признака окрашенного волокна у хлопчатника. На заключающем этапе работы был проведен анализ белок-белковых взаимодействий, на основании которого была выявлена связь ТФ GhMYB10-A с двумя ТФ семейства bHLH-MYC и рядом белков семейства WD40. По результатам анализа GhMYB10-A, предположительно, выступает компонентом MBW-комплекса и является позитивным регулятором поздних этапов флавоноидного пути.

Диссертационное исследование Михайловой А.С. позволяет расширить представления о молекулярно-генетических механизмах формирования признака цветного волокна у хлопчатника. В диссертационной работе по результатам секвенирования аллелей регуляторных генов семейств *R2R3-MYB* и *bHLH-MYC* автором впервые выявлена и охарактеризована связь полиморфизма гена *GhMYB10-A* с окраской волокна, а также впервые оценена экспрессия ключевых структурных и регуляторных генов биосинтеза пигментов на поздних стадиях развития волокна. Данная работа имеет практическую значимость для направленной селекции сортов хлопчатника с природноокрашенным волокном. Кроме того, данная работа закладывает предпосылки для разработки ДНК-маркеров, предназначенных для скрининга сортов хлопчатника с природноокрашенным волокном.

Автореферат написан грамотным языком, материал изложен логично и последовательно. Полученные результаты работы проанализированы Михайловой А.С. в сравнении с современными литературными данными. Сделанные выводы полностью отражают результаты и соответствуют поставленной в работе цели, а также сформулированным задачам.

Использованные в диссертации методы и подходы, а также основные научные положения соответствуют паспорту специальности 1.5.7. – Генетика.

По результатам диссертационного исследования были опубликованы 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, а также апробированы на 10 российских и международных конференциях.

Представленный автореферат соответствует всем требованиям, предъявляемым в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», а его автор – **Михайлова А.С.** – заслуживает присуждения ей **ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7. – Генетика.**

Камионская Анастасия Михайловна
Кандидат биологических наук
(03.00.23 - Биотехнология),
руководитель группы биоинженерии растений,
Заместитель директора по научной работе
Федерального государственного учреждения
«Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии»
Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН),
119071 Российская Федерация,
г. Москва, Ленинский проспект, дом 33, строение 2,
тел. +7 (499) 135-12-29,
E-Mail akamio@fbras.ru

28 сентября 2026 г.