

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и инновационному
развитию ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева,

доктор технических наук, профессор


Константинов И.С. Константинов

«16 марта» 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Пермяковой Марины Диомидовны «Липоксигеназы
пшеницы *Triticum aestivum* L.: генетический контроль активности, роль
в качестве клейковины и устойчивости к засухе», представленную к
защите на соискание ученой степени доктора биологических наук по
специальности: 03.01.05 – Физиология и биохимия растений

Получение зерна пшеницы, отвечающего требованиям хлебопекарного производства, в условиях адаптации к водному дефициту остается важной задачей современного растениеводства. В ряде исследовательских работ было выявлено участие в этом процессе ключевого фермента липидного обмена липоксигеназы, который представлен в растениях в виде растворимой и мембраносвязанной форм. Показано также влияние этого фермента на формирование качества клейковины и хлебопекарных свойств зерна мягкой пшеницы. Однако имеется очень мало сведений об изоферментном составе липоксигеназы пшеницы и механизме их участия в адаптации к вододефицитному стрессу, а также влияния на качество зерна. В связи с этим тему исследований представленной диссертационной работы следует признать актуальной.

Диссертационная работа Пермяковой М.Д. посвящена выяснению изоферментного состава липоксигеназы семян, проростков и листьев мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.), генетической регуляции активности этого фермента в разных условиях водообеспеченности растений, механизмов его влияния на формирование хлебопекарных свойств зерна и устойчивости растений пшеницы к засухе.

Диссертация изложена на 313 страницах стандартного текста и включает введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение, заключение, выводы, список литературы. В диссертации содержится 38 таблиц и 57 рисунков. Список литературных источников включает 652 наименования.

Основными результатами диссертационного исследования, определяющими его научную значимость, можно считать следующие:

1. Выяснены изоферментный состав и уровень активности растворимых и мембраносвязанных липоксигеназ в семенах, проростках и листьях разных генотипов мягкой пшеницы при оптимальных и вододефицитных условиях выращивания. Показано, что растворимая липоксигеназа семян участвует в формировании клейковины и текстуры эндосперма, растворимая и микросомальная формы этого фермента проростков – в катаболизме липидов эндосперма, аналогичные его формы листьев – в адаптации пшеницы к засухе, а хлоропластные формы липоксигеназ оказывают влияние на пигменты фотосинтеза.

2. Изучено значение липоксигеназ семян в определении хлебопекарных свойств гексаплоидной пшеницы, которые в определенной степени связаны с уровнем активности этих ферментов. Однако высокий уровень их активности отрицательно влияет на качество клейковины. По результатам этих исследований выдвинута гипотеза о совместном действии липоксигеназ и липид-переносящих белков пуроиндолинов в процессе мобилизации липидов эндосперма при прорастании зерна пшеницы.

3. Показана перспективность интрогрессии сегментов генома *T. timopheevii* и *Ae. tauschii* в геном *T. aestivum* с генами изоферментов липоксигеназы, с участием которых изменяется состав изоферментов липоксигеназы и их активность в растениях пшеницы, в результате чего возрастают устойчивость растений пшеницы к засухе за счет снижения транспирации, устьичной проводимости и повышения эффективности использования воды.

4. При помощи различных рекомбинантных линий на хромосомах 2-ой, 4-ой, 5-ой и 7-ой гомеологических групп гексаплоидной пшеницы выявлены 18 локусов количественных признаков, ассоциированных с активностью липоксигеназ семян, проростков и листьев, многие из которых идентифицированы в условиях водного дефицита. При этом на 2D, 4D, 5D, 7D хромосомах обнаружены локусы, связанные с изменением физиологических и биометрических показателей, а с другой стороны – показателей активности разных форм липоксигеназ мягкой пшеницы.

5. На основе биоинформационного анализа референсного генома *T. aestivum* L. на 2A хромосоме выявлен набор генов для регуляции активности липоксигеназ, которые также связаны с жасмонатным и пероксигеназным путями регуляции метаболизма липидов с участием липоксигеназ при адаптации пшеницы к засухе.

Новизна работы. Автором диссертационной работы впервые

выполнены комплексные исследования активности и генетического контроля липоксигеназы пшеницы, ее изоферментного состава, функциональных свойств в адаптации растений к вододефицитному стрессу и влиянию на хлебопекарные качества зерна на основе изучения большого набора специально подобранных генетических моделей.

В ходе исследований получены новые сведения об изоферментном составе растворимой и мембраносвязанной форм липоксигеназы в семенах, проростках и листьях пшеницы, а также определена взаимосвязь между активностью различных форм липоксигеназы листьев и устьичной проводимостью, транспирацией, содержанием фотосинтетических пигментов в листьях, флуоресценцией хлорофилла, зерновой продуктивностью растений при различных условиях выращивания.

Впервые проведено картирование на хромосомах пшеницы локусов количественных признаков, связанных с конкретными изоферментами разных форм липоксигеназы и многих физиологических признаков *T. aestivum* L.

На основе биоинформационного анализа референсного генома *T. aestivum* L. на длинном плече хромосомы 2A впервые выявлены гены, контролирующие синтез двух изоферментов липоксигеназы и большой набор генов для регуляции ее активности. Кроме того, в определенных локусах хромосомы 2A обнаружены гены, ответственные за регуляцию окислительного метаболизма липидов у *T. aestivum* L., которые тесно связаны с генами, контролирующими гормональную регуляцию адаптации растений к водному дефициту.

Получены новые данные о влиянии интрогрессии сегментов генома диких злаков *Ae. tauschii* и *T. timopheevii* в геном *T. aestivum* L. на активность липоксигеназы и физиологические признаки пшеницы, определяющие устойчивость ее растений к водному дефициту.

Впервые сформулирована гипотеза о совместном действии липоксигеназы и пуроиндолинов в процессе мобилизации липидов эндосперма при прорастании зерна пшеницы, которая представляет новый механизм формирования текстуры эндосперма и качества клейковины.

Практическая значимость работы. Результаты исследований по выявлению в геноме пшеницы локусов, ассоциированных с регуляцией активности липоксигеназы, и локусов физиологических, хлебопекарных и других количественных признаков, определяющих устойчивость мягкой пшеницы к засухе и высокое качество зерна, могут быть использованы в селекции для получения генотипов пшеницы с повышенной засухоустойчивостью и улучшенными технологическими свойствами зерна.

Выяснение механизма воздействия липоксигеназ на формирование белково-липидного комплекса клейковины пшеницы может служить обоснованием для целенаправленного применения этих ферментов в хлебопекарной и кондитерской технологиях как средства регуляции твердодзернистости, улучшения качества хлеба и мучных кондитерских изделий.

Материалы диссертации изложены логично и профессионально, ее оформление соответствует требованиям ВАК РФ. Результаты исследований получены с использованием современных физиологических, биохимических и аналитических методов, статистически выверены и базируются на большом экспериментальном материале. Выводы полностью обоснованы полученными экспериментальными данными.

Исследования выполнялись в рамках тематических планов НИР лабораторий технической биохимии и физиолого-биохимической адаптации растений Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН в период с 1989 по 2019 гг., а также при финансовой поддержке грантов РФФИ 15-04-02762 и 18-04-00481.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

В обзоре литературы и экспериментальной части диссертации содержится чрезвычайно много сокращений терминов и названий генотипов, затрудняющих рассмотрение и понимание материалов диссертации.

В выводах диссертации желательно было указывать в каких опытах и на каком материале получены экспериментальные данные, относящиеся к конкретному обобщению.

В методической части диссертации следовало бы более подробно изложить методику опытов по выращиванию растений пшеницы, в которых определяли активность липоксигеназ, физиологические и другие количественные показатели (характеристика почвы, уровень питания, гидротермические условия и др.).

На основе коэффициентов корреляции, вероятно, не следует говорить о взаимосвязи признаков, как это встречается в тексте диссертации.

Указанные замечания в целом не снижают научной и практической значимости диссертации. Она является завершенным научным исследованием, вносящим существенный вклад в разработку физиолого-биохимических основ создания генотипов мягкой пшеницы с повышенной устойчивостью растений к водному дефициту и улучшенными хлебопекарными свойствами зерна на основе изучения изоферментного состава, генетического контроля, активности и участия фермента липоксигеназы в регуляции процессов адаптации пшеницы к засухе.

Результаты диссертационного исследования практически полностью

представлены в 75 опубликованных работах, 18 из которых изданы в ведущих рецензируемых журналах из списка ВАК РФ. Они также доложены на 16 российских и международных научных конференциях. Автореферат отражает содержание диссертации.

Результаты данного диссертационного исследования могут быть использованы при проведении научно-исследовательских работ в области изучения физиолого-биохимических основ создания генотипов пшеницы с повышенной устойчивостью растений к вододефицитному стрессу и улучшенными хлебопекарными свойствами зерна, а также в учебно-образовательных курсах по физиологии и биохимии сельскохозяйственных растений.

На основании изложенного выше считаем, что диссертационная работа Пермяковой Марины Диомидовны соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по действующему «Положению о порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Отзыв на диссертацию заслушан и обсужден на заседании кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (протокол № 3 от 10 марта 2020 г.)

Отзыв подготовил доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Новиков Николай Николаевич



Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева».

Адрес: 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

Тел.: 8(499)976-04-80, электронная почта: info@rgau-msha.ru