

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора биологических наук, профессора Веселова Александра Павловича на диссертационную работу Ниловой Ирины Александровны «Устойчивость растений пшеницы к высокотемпературным воздействиям разной интенсивности», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

**Актуальность.** К настоящему времени вопросам исследования ответных реакций растений на воздействия повышенных температур посвящено значительное количество публикаций. Но у большинства этих работ имеется общий существенный недостаток. Выбираемые в них температурные режимы, чаще всего, являются фиксированными и задаваемыми полупроизвольно, без какого-либо серьезного физиологического обоснования. Вместе с тем, многочисленные данные свидетельствуют, что характер и направленность изменений физиолого - биохимических процессов в неблагоприятных температурных условиях могут существенным образом зависеть от интенсивности и продолжительности воздействия температурного фактора. Диссертационная работа И.А. Ниловой удачно восполняет этот серьезный пробел в работах по фитострессу последних десятилетий. Проведенные автором исследования изменений физиолого-биохимических и молекулярно-генетических показателей, характеризующих ответную реакцию растений на высокотемпературные воздействия разной интенсивности, выполнены на одном объекте и в строго контролируемых, но варьируемых условиях внешней среды. Это делает данную работу очень востребованной и чрезвычайно актуальной.

**Степень обоснованности, достоверности основных научных положений и выводов.**

Основные положения диссертации И.А. Ниловой хорошо обоснованы, их достоверность базируется на комплексном подходе к решению поставленных задач, использовании современных высоконадежных методов физиологических, биохимических и молекулярно-биологических исследований, проведении адекватного и очень квалифицированного статического анализа полученных экспериментальных данных.

**Научная новизна работы.** Диссертантом впервые проведен комплексный анализ динамики теплоустойчивости и изменений некоторых физиологических показателей у озимой пшеницы в зависимости физиолого-биохимических и молекулярно-генетических особенностей реакции растений на высокотемпературные воздействия разной интенсивности и продолжительности. В работе впервые выявлены количественные и качественные различия в динамике формирования устойчивости листьев пшеницы и в состоянии биохимических показателей прооксидантно – антиоксидантной системы растений при варьировании интенсивности высокотемпературного воздействия в диапазоне от 29° до 45°С. Совершенно новыми и очень интересными являются полученные автором результаты, свидетельствующие о том, что динамика накопления в листьях пшеницы транскриптов генов *HSP70* и *HSP90* в зависимости от интенсив-

ности высокотемпературного воздействия изменяется только количественно, тогда как уровень транскриптов генов *BiP*, *IRE1*, *Bi-1*, *MCAII* в этих же условиях меняется еще и качественно. В диссертации впервые получены уникальные данные об изменениях в клетках листьев растений при гипертермии экспрессии генов *HSP19* и *BAX.2*

**Связь работы с научными программами.** Исследования проводились в соответствии с планами НИР Института биологии КарНЦ РАН по темам «Физиолого-биохимические и молекулярно-генетические механизмы реакции растений на действие неблагоприятных температур и тяжелых металлов» (№ г.р. 012011664444), «Механизмы адаптации и особенности жизнедеятельности растений в условиях действия низких температур» (№ г.р. 01201358737) и «Роль общих и специализированных механизмов в устойчивости растений к действию неблагоприятных температур» (№ г.р. АААА- А17-117022850044-2).

**Теоретическая и практическая значимость работы. Рекомендации по использованию.** Результаты диссертационной работы И.А. Ниловой важны для понимания механизмов формирования температурной устойчивости растений. Полученные диссертантом данные могут быть использованы в качестве научной основы для создания новых сортов пшеницы, отличающихся высокой теплоустойчивостью. Кроме того, основные положения диссертации И.А. Ниловой можно рекомендовать для использования в курсах и спецкурсах по физиологии и экологии растений на биологических и экологических факультетах классических университетов и агрономических факультетах сельскохозяйственных ВУЗов.

#### **Анализ содержания диссертации.**

Диссертационная работа И.А. Ниловой построена по традиционному плану и состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, изложения и обсуждения полученных результатов, заключения, выводов и списка использованной литературы. В начале диссертации приведен удобный список сокращений.

Диссертация изложена на 163 страницах, содержит 26 рисунков и 10 таблиц. Список литературы включает 500 источников, в том числе, 384 - иностранных.

**Во введении** диссертант обосновывает актуальность изучаемой проблемы, формулирует цель и задачи диссертационной работы, излагает научную новизну, теоретическую и практическую значимость проводившихся исследований, приводит сведения о личном вкладе автора, связи работы с плановыми научными программами, об апробации и публикациях по материалам диссертации, информацию о структуре и объеме работы, выражает благодарности.

**Обзор литературы** свидетельствует о хорошей компетентности соискателя в области изучаемой проблемы. В нем представлен исчерпывающий анализ современного состояния всех вопросов, относящихся к теме диссертационного исследования. Обзор разбит на четыре раздела. Первый из них посвящен рассмотрению современных представлений о физиолого – биохимических особенностях реакции растений на действие высокой температуры. Во втором - излагаются и обсуждаются молекулярно – генетические особенности реакции растений на действие высокой температуры. Здесь автором основное внимание



уделено роли стрессовых (шоковых) белков в формировании теплоустойчивости растений при высокотемпературных воздействиях. При этом, отдельно рассматриваются белки теплового шока и белки эндоплазматического ретикулума, входящие в систему контроля качества синтезируемого белка. Третий раздел обзора посвящен анализу пока еще очень малоизученного вопроса программируемой клеточной гибели и ее роли в реакции растений на высокотемпературные воздействия. В заключительном, четвертом разделе обзора литературы, обсуждаются современные представления о стрессе, как реакции растений на действие высоких температур. В этом разделе автор приводит достаточно новые представления о нескольких разновидностях стресса: «мягкий», «средний» и «жесткий» стресс. Аналогичный подход к стрессу, как состоянию, имеющему разную степень «выраженности», автор использует в дальнейшем и при анализе собственных экспериментальных данных. В конце каждого раздела обзора литературы очень удачно делаются обобщения о современном состоянии проблемы и перспективах дальнейшего развития соответствующих исследований в рамках задач собственной работы. Обзор написан четко, логично, хорошим литературным языком.

В главе *Объекты и методы исследования* дается характеристика объекта исследования, излагается схема проведения эксперимента, приводятся подробные описания использованных в работе физиологических, биохимических и молекулярно – биологических методик. Исчерпывающе полно представлена информация о применявшихся методах статистической обработки данных. Все использованные в работе методы являются современными и адекватны целям и задачам диссертационной работы.

Третья глава – *Результаты исследований и их обсуждение*. Этот раздел разбит на три подраздела в соответствии с тремя группами определявшихся показателей ответной реакции растений озимой пшеницы на высокотемпературные воздействия разной интенсивности. Первый подраздел посвящен особенностям изменений при использованных воздействиях некоторых интегральных физиологических параметров – теплоустойчивости, роста и оводненности листьев растений. Представленные здесь результаты позволили автору ранжировать использованные в исследованиях температуры по степени их влияния на жизнедеятельность растений, а также, выбрать температурные условия и экспозиции для проведения последующих экспериментов. Во втором подразделе излагаются и обсуждаются результаты исследований ответов на воздействие повышенных температур некоторых биохимических процессов, определяющих состояние окислительного гомеостаза у растений (активность СОД, генерация супероксидного анион – радикала и пероксида водорода, уровень МДА). Обобщая материал этого подраздела, автор дает четкие характеристики особенностей направленности изменений биохимических систем клеток и тканей растений при переходе от «мягкого» высокотемпературного стресса к «среднему» и далее - «жесткому». В третьем подразделе отражены итоги исследований особенностей наиболее глубоких – молекулярно–генетических изменений в клетках растений при высокотемпературных воздействиях различной интенсивности (динамика

содержания транскриптов генов *HSP*, генов системы контроля качества белка (*IRE1*, *BI-1*), генов, кодирующих белки, участвующие в программируемой гибели клеток (*BAX.2* и *MCA11*) и фрагментации ядерной ДНК, как показателя развития программируемой клеточной гибели (ПКГ)). Полученные автором результаты убедительно демонстрируют, как при повышении «жесткости» высокотемпературного стресса последовательно включаются различные защитные механизмы, повышающие устойчивость растений, а когда деструктивные процессы достигают критичного, запускаются процессы ПКГ.

*Заключение* в диссертации, содержащее две обобщающие таблицы (в автореферате приедена только одна из них) является, несомненно, очень удачным.

*Выводы*, сформулированные в работе, полностью соответствуют поставленным задачам, подтверждены полученными экспериментальными данными, хорошо отражают основные положения диссертации.

Основные результаты диссертационной работы И.А. Ниловой представлены в 11 публикациях автора, из которых 6 - в журналах, включенных в перечень ВАК РФ. Материалы диссертации прошли хорошую апробацию на научных конференциях, семинарах и симпозиумах, как в России, так и за рубежом.

Автореферат в достаточной мере полно и точно отражает содержание диссертации.

#### *Замечания и вопросы*

1. Не очень понятно, зачем в разделе 1.2. обзора литературы введен подраздел 1.2.1, если никаких других подразделов здесь нет?

2. Судить о развитии ПОЛ в клетках только по уровню МДА не совсем корректно. МДА - это достаточно отдаленный и инертный продукт липопероксидации, его заметное накопление отмечается, только когда деструктивные процессы в мембранах становятся уже очень значительными. Более точными и чувствительными индикаторами изменений в ПОЛ являются более ранние продукты, например, диеновые конъюгаты. Конечно, в принципе, состояние окислительного гомеостаза в клетках можно оценивать и по уровню МДА, но очень приблизительно.

3. В работе отмечается, что, если распределение данных отличалось от нормального (в случае данных по экспрессии генов), статистическую обработку проводили с использованием непараметрические критериев (Вилкоксона-Манна-Уитни и Краскела-Уоллиса). Что в этих случаях представляют собой цифры и их погрешности, представленные на соответствующих графиках (начиная с рис. 3 автореферата и рис.17 диссертации)?

Сделанные замечания и пожелания не имеют принципиального характера и несколько не снижают высокой научной значимости этой работы

*Заключение.* На основании изложенного следует заключить, что диссертационная работа И.А. Ниловой "Устойчивость растений пшеницы к высокотемпературным воздействиям разной интенсивности" представляет собой законченную научно-квалификационную исследовательскую работу, выполненную на высоком методическом уровне, обладающую научной новизной и научно-практической значимостью, в которой содержится решение актуальной задачи, имеющей значение для развития одного из направлений современной



физиологии растений, связанного с изучением устойчивости и адаптации растений к неблагоприятным факторам среды; полученные в диссертации результаты расширяют и дополняют существующие представления о механизмах формирования устойчивости растений к воздействию повышенных температур. Диссертационная работа и автореферат полностью соответствуют требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор – Нилова Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Профессор кафедры биохимии и биотехнологии Института биологии и биомедицины Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» доктор биологических наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений, профессор

Веселов Александр Павлович

603950, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23 к. 1,  
E-mail: [Veselov-AP@yandex.ru](mailto:Veselov-AP@yandex.ru)  
Телефон: 8 (831) 462-32-08

«06» мая 2019 г.

Подпись Веселова АП

Заверяю. Проректор ННГУ

  
Н.В. Авралев

