

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

доктора биологических наук Тихомирова Александра Аполлинарьевича на диссертационную работу Бойко Екатерины Владимировны на тему «Роль мелатонина в регуляции морфо-физиологических процессов растений на селективном свете и в условиях засухи», представленную в диссертационный совет 24.2.479.01, созданного на базе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений

#### **Актуальность работы.**

Гормональная система регуляции, контролирующая онтогенез растений, обеспечивает также формирование их адаптивных реакций к действию факторов среды. Расшифровка механизма действия этой системы особенно важна в резко изменяющихся условиях климата. Среди негативных факторов внешней среды выделяют часто встречаемый фактор - дефицит воды, который наблюдается повсеместно как при изменении температуры (жара, холод), разной степени засоленности почв и собственно дефиците осадков. В связи с поиском ключевых регуляторов устойчивости растений к факторам среды особый интерес вызывает мелатонин, который долгое время был известен тем, что выступает в роли гормона сна у человека и сам обладает антиоксидантными свойствами. Это соединение найдено в растениях, имеет дозо-зависимую активность в регуляции экспрессии генома и метаболических процессов. В растительных организмах для него обнаружены рецепторы. Все это позволяет отнести мелатонин в растениях к регуляторным молекулам. Недостаточно сведений о механизме действия мелатонина в регуляции формирования засухоустойчивости и влияния на эту функцию условий освещения. Диссертационная работа Бойко Екатерины Владимировны посвящена изучению влияния мелатонина на рост, формирование фотосинтетического аппарата и метаболических процессов растений огурца в условиях засухи. Проведена оценка роли красного и синего участка спектра излучения в смешанном светопотоке в регуляции мелатонин-зависимых реакций. Принимая во внимание вышеизложенное, актуальность этой работы не вызывает сомнения.

#### **Научная новизна.**

Проведенные исследования позволили соискателю впервые установить совместное действие света и мелатонина в формировании засухоустойчивости огурца (*Cucumis sativus* L.). Показаны различия ответов на стрессовое воздействие у растений огурца на разных стадиях их развития. Кратковременная корневая обработка мелатонином оказывала влияние на интенсивность фотосинтеза, транспирации и антиоксидантной системы листа растений огурца. С помощью модельных растений (*Triticum aestivum* L., *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. и *Solanum tuberosum* L.) показано воздействие

мелатонина на криптохром-, фитохром- и ИУК-зависимые реакции морфогенеза, выявлено протекторное действие мелатонина на засухоустойчивость растений в условиях засоления и холода.

### **Характеристика содержания работы.**

Диссертация построена по традиционному принципу, изложена на 163 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения, списка условных обозначений и сокращений, списка литературы и приложений. Список использованной литературы включает 253 источника, из них 168 – на иностранном языке. Работа содержит 13 таблиц и 46 рисунков.

Во введении отмечена актуальность исследования, сформулирована цель и поставлены задачи.

В первой главе дается характеристика современного состояния изучаемых проблем. Автором определяется значение водного обмена, света разного спектрального состава и гормональной системы регуляции, и прежде всего мелатонина и индолил-3-уксусной кислоты (ИУК), в жизнедеятельности растений.

Во второй главе описываются объекты и методы исследования. Соискателем выбран основной объект исследований - растения огурца, чрезвычайно требовательного к воде, а также модельные объекты, позволяющие оценить отдельные аспекты воздействия мелатонина. Колеоптили пшеницы выступают как структуры проростка, растущие преимущественно растяжением, тогда как мутантные растения арабидопсиса отобраны по генам, ответственным за восприятие ауксинов, красного и синего света. Соискателем использован комплекс современных физиологических и биохимических методов.

В третьей главе представлены результаты и обсуждение исследований. Автор вначале изучает морфофизиологические параметры растений огурца на разных стадиях развития, оценивает влияние мелатонина в стандартизированных (контрольных) условиях, проводит анализ действия мелатонина на растения в ходе их этиолированного и светового развития. Затем оценивает влияние мелатонина на формирование устойчивости к атмосферной и субстратной засухе. На модельных объектах (картофель) продемонстрирован протекторный эффект мелатонина при дефиците воды в условиях засоления и гипотермии. Дана оценка степени засухоустойчивости растений огурца на разных стадиях развития. Показано участие мелатонина в регуляции гормоно- и светозависимых морфофизиологических реакций у растений (пшеница, арабидопсис).

Исследование реакции растений в ответ на действие экзогенного мелатонина позволило автору диссертации дать общую картину адаптационных перестроек фотосинтетического аппарата (фотохимическая активность фотосистемы 2, содержание фотосинтетических пигментов, размеры листовой поверхности, строение устьичного аппарата), активности ряда метаболических процессов (газообмен по  $\text{CO}_2$ , транспирация, устьичная

проводимость, концентрация  $\text{CO}_2$  в межклеточном пространстве, перекисное окисление липидов, активность антиоксидантных ферментов, содержание пролина, аскорбиновой кислоты и флавоноидов) и морфологии (размеры, структура и биомасса) в системе целого растения, с учетом воздействия засухи и света разного спектрального состава.

Ответная реакция растений на длительное и кратковременное действие мелатонина зависит от качества света (разное соотношение красного и синего света на фоне равной доли зеленого участка спектра) и степени засухи (умеренная, сильная).

Анализ работы позволил сделать следующие заключения: (а) кратковременная и длительная обработка мелатонином оказывает защитное действие на растения огурца сорта Изящный, подверженных действию атмосферной и субстратной засухи; (б) защитное действие проявляется на разных стадиях онтогенеза (прорастание семян, проростки, вегетирующие растения); (в) степень формирования засухоустойчивости растений зависит от света разного спектрального состава; (г) в механизме действия мелатонина на растение задействованы ауксин-зависимые, фитохром- и криптохром-зависимые реакции.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Диссертационная работа Бойко Екатерины Владимировны совмещает фундаментальную и практическую значимость. Результаты исследования расширяют представление о механизмах действия мелатонина на формирование засухоустойчивости растений, взаимодействии разных гормонов в регуляции ростовых и метаболических процессов, модификации действия мелатонина на процессы в растении светом разного спектрального состава.

Полученные данные выявляют особенности реакции растений на корневую обработку мелатонином и могут быть применимы в сельском хозяйстве с целью повышения засухоустойчивости и продуктивности растений. Результаты настоящего исследования могут быть использованы в лекционных и практических курсах для студентов ВУЗов.

#### **Достоверность и апробация полученных результатов**

При выполнении работы использованы современные физиологические и биохимические методы исследования, что подтверждает обоснованность и достоверность результатов, представленных в диссертационной работе Бойко Екатерины Владимировны, а также выносимых на защиту положений и выводов.

Основные положения и результаты исследований по диссертации опубликованы в 12 работах, среди них 2 статьи в российских изданиях, рекомендованных ВАК, 2 статьи в журналах, цитируемых в базе Scopus, 1 зарубежная монография. Материалы, доложенные на международных и российских научных форумах, цитируются в базе РИНЦ. Рукопись

автореферата соответствует содержанию рассматриваемой диссертации, результатам и положениям, выносимым на защиту.

### **Вопросы и замечания**

1. Обнаружены ошибки в нумерации параграфов в содержании работы на С.2 и С.3, и соответственно в тексте: 2.2.8.1-2.2.8.7 следует читать как 2.2.9.1-2.2.9.7.
2. Имеются опечатки, синтаксические ошибки, несогласование окончаний слов (соответственно: с.13, строка 7 сверху, с.14, верхняя строка, с. 22, первая строка под рисунком).
3. Недостает заключительно абзаца в обзоре литературы с подведением итогов его анализа с точки зрения что сделано и на чем нужно сосредоточить исследования применительно к данной тематике диссертации. Такой абзац был бы хорошим дополнительным подтверждением обоснованности поставленным в работе задачам.
4. Вводная часть заключения по стилю и содержанию больше соответствует введению в проблему, чем обобщение собственных результатов и фактически является смысловым повтором текстов, характерных для введения и/или обзора литературы.
4. Непропорционально большим, в сравнении с другими выводами, представляется текст вывода 4, имеющий три абзаца. Его можно было бы разбить на два вывода или сократить текст этого вывода.
5. Хотя в табл. 11 дана расшифровка сокращений 2СК, 1,5СК, С2К, их нельзя признать достаточно удачными, так как в этих сокращениях затушевано присутствие зеленого света. Пользуясь этими сокращениями, автор при анализе результатов фактически не упоминал о возможном влиянии примеси зеленого света в относительно коротковолновой и длинноволновой участках ФАР, ориентируясь на влияние синих и красных лучей. Несомненно, что роль этих лучей здесь ведущая, но примесь зеленых лучей может играть заметную роль в морфогенетических и продукционных процессах и еще крайне недостаточно изучена. Этот момент нигде в диссертации не оговаривается.

Высказанные замечания не носят принципиального характера, не затрагивают сути научных выводов, сделанных диссертантом, и не умаляют значения представленной работы. Работа, в целом, представляет законченный квалификационный труд, значимость которого подтверждается публикациями в зарубежных и отечественных научных журналах с достаточно высокой рейтинговой значимостью. Работа написана с хорошим системным изложением результатов исследований и их обсуждением. Выводы работы находятся в соответствии с поставленными задачами исследования.

**Заключение.** Диссертационная работа Бойко Екатерины Владимировны «Роль мелатонина в регуляции морфо-физиологических процессов растений на селективном свете и в условиях засухи»,

представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений, отвечает требованиям, установленным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений.

Доктор биологических наук по специальности  
1.5.2. Биофизика - биологические науки  
профессор, главный научный сотрудник  
лаборатории управления биосинтезом фототрофов


«19» августа 2024 года  Тихомиров Александр Аполлинарьевич  
(подпись)

Я, Тихомиров Александр Аполлинарьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Адрес: 660036, Красноярск, Академгородок, 50/50  
Институт биофизики СО РАН, обособленное подразделение  
ФИЦ КНЦ СО РАН  
[alex-tikhomirov@yandex.ru](mailto:alex-tikhomirov@yandex.ru)  
моб.тел. +7 905 971 22 21

«19» августа 2024 года  Тихомиров Александр Аполлинарьевич  
(подпись)



Подпись   
Заверяю: делопроизводитель ФИЦ КНЦ СО РАН  
Обособленное подразделение  
ИБФ СО РАН  
