

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

**ИНСТИТУТ  
ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ  
им. К.А. Тимирязева  
Российской академии наук**

127276, г. Москва, И-276, ул. Ботаническая, д.35  
Тел.: 8 (499) 678-54-00 Факс: 8 (499) 678-54-20  
e-mail: ifr@ippras.ru

Председателю  
Диссертационного совета  
24.2.479.01,  
созданного на базе  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего  
образования  
«Уфимский университет науки  
и технологий»

**Р.Г. Фархутдинову**

Исх. № 194/24 от 25.06.2024 г.  
на №3232/5122-13 от 21.06.2024 г.

*Отзыв ведущей организации на  
диссертационную работу Е.В. Бойко*



**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор ИФР РАН, д.б.н., чл.-корр. РАН  
Д.А. Лось

**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Бойко Екатерины Владимировны  
**«Роль мелатонина в регуляции морфо-физиологических процессов растений  
на селективном свете и в условиях засухи»**,  
представленную на соискание ученой степени

кандидата биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений

В последние годы к изучению механизма действия мелатонина (N-ацетил-5-метокситриптамина), который является гормоном животных, и одновременно регулятором физиологических процессов растений, привлечено большое внимание биологов растений. Фитомелатонин (ФМТ, растительный мелатонин) является мощным антиоксидантом, который оказывает защитное действие в неблагоприятных условиях произрастания. При этом ФМТ является «скэвенджером», то есть прямым поглотителем АФК, он активизирует ферменты антиоксидантной защиты, а также способствует накоплению метаболитов (например, таких как пролин), повышающих устойчивость растений к разным стрессорам. ФМТ защищает растения от действия многих абиотических и биотических факторов, что



очень важно в быстро изменяющихся климатических условиях. Во всем мире активно изучают растительный МТ, однако в России начали его изучать с опозданием на 20-25 лет и изучение идет очень небольшими силами. К настоящему времени, в основном, изучен биосинтез ФМТ, изучается катаболизм, выделен рецептор ФМТ, показаны многочисленные физиологические эффекты, особенно в неблагоприятных условиях, активно изучается взаимодействие ФМТ с фитогормонами. С ФМТ связывают большие надежды для повышения устойчивости растений, а значит и их урожайности при произрастании в неблагоприятных условиях. Получение новых теоретических знаний по механизмам действия ФМТ, обеспечивающим толерантность растений в условиях стрессов, представляет значительный интерес. Такие знания будут способствовать разработке новых более эффективных технологий применения ФМТ в сельскохозяйственном производстве и, в этом плане, данная диссертационная работа, безусловно, актуальна.

Работа написана по стандартной схеме и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы), списка литературы, который включает 253 наименования (из них 168 – на иностранном языке) и 2 приложения. Диссертация содержит 13 таблиц, 46 рисунков и изложена на 163 страницах.

Во введении автор обосновывает необходимость и актуальность данного исследования и формулирует его цели и задачи.

Литературный обзор охватывает широкий спектр вопросов, связанных с темой настоящей диссертации. При рассмотрении современного состояния проблемы исследования перед автором стояла нелегкая задача, поскольку необходимо было проанализировать множество вопросов, таких как водный обмен и засухоустойчивость, свет разного качества и рецепция световых сигналов, гормональная регуляция физиологических процессов и роль ФМТ в жизни растений. Это большой круг задач и поэтому сделать очень глубокий анализ литературы по всем этим вопросам в рамках кандидатской диссертации практически невозможно. Вероятно, понимая это, автор, не особо углубляясь, рассмотрел материал в такой степени подробности, которая необходима и, по-нашему, достаточна, чтобы понять, что необходимо изучать, как изучать и к чему надо стремиться в данной работе. Как и положено, обзор литературы явился той основой, на которой строилась вся диссертационная работа. Автор хорошо знает не только западную, но и отечественную литературу по изучаемому вопросу и почти всегда правильно ею оперирует. Обзор написан хорошим научным языком и читается с интересом. Он вводит в область исследования, четко указывает на проблемы, которые ставит перед собой диссертант и говорит о высокой эрудиции автора в данной области.

В главе “Материалы и методы” описывается используемый растительный материал, большое число морфо-физиологических и биохимических методов анализа, которые направлены на решение стоящих перед автором задач. И вновь, как и при обзоре литературы, широта изучаемой проблемы заставляет автора применять большое количество методов. Прежде всего, используются 4 объекта исследования (*Cucumis sativus* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. и *Arabidopsis thaliana* L. Heynh). Использованы мутанты *A. thaliana* по генам рецепторов фитохрома, криптохрома и по гену сигналинга ИУК. Основной объем экспериментов выполнен на растениях огурца. Приводится всесторонняя характеристика растений в ходе экспериментов. Даются морфологические характеристики растений, состояние устьиц, интенсивность процессов фотосинтеза и транспирации, величины выхода электролитов из клеток и степень повреждения клеточных мембран растений. Определяется содержание фотосинтетических пигментов и приводится много показателей функционирования окислительной и антиоксидантной систем растений. Несмотря на относительную простоту методов, объем работы очень большой. Все характеристики растений выполнены тщательно, и весь их



комплекс позволяет всесторонне охарактеризовать состояние растений в условиях эксперимента. Полученные данные обработаны статистически.

В ходе выполнения экспериментальной работы изучено влияние ФМТ на развитие растений огурца и картофеля в обычных условиях и при засухе. Изучена зависимость действия ФМТ от качества освещения в условиях засухи. Проанализировано взаимодействие ФМТ и ИУК в зависимости от разного качества освещения, а также взаимодействие *PHYB* и *CRY1* с ФМТ. В результате выполнения этой работы получены некоторые важные данные.

Показано, что экзогенный ФМТ в обычных условиях ускорял развитие растений *S. sativus* и повышал их устойчивость к атмосферной и субстратной засухе, вызывая ускоренное прорастание семян, снижая окислительный статус и степень повреждения мембран, увеличивая накопление фотосинтетических пигментов и антоцианов, а также повышая функциональную активность фотосинтетического аппарата. В условиях засоления и гипотермии ФМТ защищал растения *S. tuberosum* в ответ на дефицит воды

Установлено, что при инактивации гена фитохрома В (*PHYB*) или криптохрома 1 (*CRY1*) наблюдалось снижение эффективности действия ФМТ на рост семян *A. thaliana*, что говорит о возможном взаимодействии этих факторов.

Продемонстрировано, что ФМТ изменял эффект ауксина на рост coleoptилей *T. aestivum*.

Показано, что эффект ФМТ на рост *S. sativu* в значительной степени определялся условиями освещения. В темноте ФМТ ингибировал рост побега и семян. На свету влияние растительного мелатонина на рост семян, осевых органов и корня зависело от соотношения красного и синего участков спектра.

Наибольшая засухоустойчивость проростков *S. sativu* наблюдалась в темноте в сравнении со светом разного качества. Эффект света увеличенной плотности потока фотонов синего и красного участков спектра ФАР на рост зависел от интенсивности засухи. Наихудшие условия для роста в условиях засухи создавались при равном соотношении плотности потока фотонов красного и синего участков спектра ФАР.

Влияние ФМТ на разные показатели роста *S. sativus* в условиях засухи и света разного качества имело сложный характер и зависело, прежде всего, от соотношения плотности потока фотонов красного и синего участков спектра ФАР.

Таким образом, получены интересные результаты, в значительной степени оригинальные. Как нам кажется, никто ранее не изучал эффект ФМТ на показатели роста в условиях засухи разной интенсивности при свете разного качества, отличающегося соотношением красного и синего участков спектра ФАР.

Несмотря на высокую оценку диссертационной работы, хотелось бы высказать некоторые замечания и пожелания.

1). В экспериментах применяется очень низкая концентрация мелатонина – 0.1 пМ (есть и другие концентрации). Хотелось бы знать, каким образом была такая концентрация определена. Как были определены концентрация NaCl 125 мМ, 4 и 8 % ПЭГ 6000 и другие?

2). стр. 84. При изучении протекторного эффекта обработки мелатонином в регуляции морфофизиологических параметров растений картофеля при дефиците воды в условиях засоления автор предполагает, что при инкубации растений на 125 мМ растворе NaCl будут созданы условия засухи. Однако, как показано в таблице 9, оводненность (вероятно тканей) при экспериментальных условиях снижается менее, чем на 2%. Достаточно ли такого изменения оводненности для создания условий засухи?

3). Первое положение, выносимое на защиту «Мелатонин регулирует морфогенез и физиолого-биохимические процессы растений в норме и в условиях засухи» написано в очень общей форме и в таком виде оно не содержит новизны. Было бы лучше его конкретизировать с учетом специфики выполняемой работы.

4). стр. 27 - Дается не совсем современное определение фитогормонов «Фитогормоны, по мнению диссертанта, (гормоны растений), органические вещества небольшой молекулярной массы, образуемые в малых количествах в одних частях



многоклеточных растений и действующие на другие их части как регуляторы и координаторы роста и развития». На самом деле фитогормоны могут синтезироваться в любых частях и органах растений и могут проявлять свою функциональную активность как в месте синтеза, так и в других частях растения.

Несмотря на то, что в некоторых обзорах к фитогормонам относят полиамины (так же сделал диссертант), но полиамины не имеют ничего общего с фитогормонами.

5). На стр. 65 говорится «нами выдвинуто предположение об участии мелатонина в регуляции процессов фотосинтеза и транспирации, как поставщиков энергии и метаболитов, и водообмена». Предположение об участии мелатонина в регуляции фотосинтеза уже давно выдвинуто и более того, есть несколько обзоров на эту тему. Подобное же предположение высказано на стр. 36-37.

6). Неточная интерпретация допущена на стр. 111 «Поскольку у мутантной линии была нарушена трансдукция сигнала ИУК, то следовало ожидать, что для проявления ростовых реакций семядоли требовалась большая концентрация этого гормона, которая поступала из корней». Обычно нарушение сигналинга не преодолевается повышенной концентрацией гормона в отличие от нарушения генов биосинтеза фитогормонов, поэтому предположение автора неверное.

7). Рисунок 5 - подписи на рисунке сделаны по-английски. На рис. 12 неправильно подписаны гипокотиль и корень - перепутаны 1 и 2.

8). Встречаются довольно оригинальные выражения. Стр. 45 «... проводили постановку почвенных моделей...». Стр. 46 «Выбор влагоемкости обусловлен литературными данными...». Стр. 49 Через 7 суток от начала эксперимента растительный материал фиксировали и использовали его для снятия ростовых и физиологических показателей. После фиксации растительного материала в жидком азоте никакие ростовые кривые снять не удастся. Стр. 69 «...при корневой обработке корня кукурузы...». Стр. 71 «...в ответ на семенную предобработку мелатонином». Стр. 85 Что такое почвогрунт? «Арабидопсис» надо писать или на латыни или по-русски, но на русском языке он называется Резуховидка Таля, или Резушка Таля, но не арабидопсис (вывод №5)

9). Автор выражает благодарность научным руководителям: профессору, д.б.н. Раисе Александровне Карначук и д.б.н. Ирине Феоктистовне Головацкой. При всем уважении к Раисе Александровне она не является научным руководителем. Научный руководитель утверждается на Ученом совете, Раиса Александровна не могла быть утверждена на УС в качестве научного руководителя, поскольку ее не стало 12 лет назад. При желании ее можно было бы поблагодарить как учителя, много сделавшего для формирования научного направления кафедры. В последующих диссертациях лучше не благодарить Раису Александровну как научного руководителя диссертации.

Представленный материал полностью опубликован в открытой печати, в том числе и в журналах категории Q1. Результаты обсуждены на множестве научных конференций. Получены дипломы и медали, в том числе Золотые, за участие в Международных научных выставках.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

В целом, работа является большим исследованием, имеющим некоторое теоретическое значение, содержащим, несомненно, элемент новизны. Часть данных может быть полезна для современных практических подходов. Выводы, сделанные автором, логично вытекают из полученных результатов и (за очень небольшим исключением) не вызывают сомнения.

**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, по всем критериям отвечает требованиям, установленным «Положением 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. Отзыв на диссертацию Е.В. Бойко обсужден и одобрен на заседании Лаборатории экспрессии генома растений ИФР РАН (Протокол № 3 от 25.06.2024 г.)

Доктор биологических наук по специальности  
1.5.21. Физиология и биохимия растений,  
профессор, руководитель Лаборатории экспрессии  
генома растений ИФР РАН

**Кузнецов Виктор Васильевич**



Я, Кузнецов Виктор Васильевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Адрес: 127276 Россия, Москва,  
ул. Ботаническая, д. 35  
e-mail: [vkusnetsov2001@mail.ru](mailto:vkusnetsov2001@mail.ru)  
тел. +7 (499) 678 5344

подпись Кузнецов В.В.  
заведено Взмашов Р.Б.  
Врио заместителя  
«Формы научной» ДМ

