

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Кислициной Марии Николаевны «Влияние экзогенных фенольных соединений на структурно-функциональные характеристики высших водных растений», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.08 – экология (биология), 03.01.05 – физиология и биохимия растений

Диссертационная работа М.Н. Кислициной, несомненно, является актуальной. Особую актуальность данные исследования приобретают в современный период, когда в результате антропогенной деятельности происходит усиление нагрузки на водные экосистемы. Фенолы относятся к числу наиболее распространенных поллютантов водных экосистем. В токсикологическом и органолептическом отношении фенольные соединения значительно отличаются друг от друга, некоторые из них (пирокатехин, гидрохинон и др.) являются предшественниками еще более токсичных хинонов. Наряду с фенолами доминирующими поллютантами являются тяжелые металлы. Находясь вместе, эти токсичные вещества способны оказывать более сильное воздействие на живые организмы.

Высшие водные растения в значительной степени определяют биологическую продуктивность гидробиоценоза, активно участвуют в процессах самоочищения воды. В тоже время ответные реакции высших водных растений на действие экзогенных фенольных соединений и тяжелых металлов изучены недостаточно. Диссертационная работа М.Н. Кислициной вносит определенный вклад в изучение адаптационных механизмов водных растений, относящихся к разным экологическим группам, к существованию в загрязненной фенолами среде обитания.

Цель и задачи данной работы содержательны, подчеркивают актуальность и своевременность исследований.

Научная новизна работы заключается в проведении комплексного анализа анатомо-морфологических и физиолого-биохимических параметров высших водных растений, произрастающих в условиях фенольного загрязнения. Исследовано совместное действие экзогенных фенольных соединений и ионов тяжелых металлов (Ni^{2+} , Cu^{2+}) на активность окислительно-восстановительных ферментов, содержание фотосинтетических пигментов и низкомолекулярных антиоксидантов.

Результаты исследований М.Н. Кислициной используются в учебном процессе. Разработана компьютерная программа «Контур-Шейд», позволяющая определять площадь проекции растительных объектов по фотографии или сканированному изображению, что существенно облегчает исследование морфометрических характеристик растений и позволяет проводить исследования в полевых условиях, не повреждая само растение.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, выводов и списка использованных источников. Диссертация изложена на 168 страницах машинописного текста и содержит 15 таблиц и 46 рисунков.

Библиографический список включает 212 источников, из которых 76 изданы за рубежом.

Во введении (с. 4-7) нашли отражение актуальность, цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробации результатов, поддержка исследований, публикации, структура и объем диссертации.

Глава 1 «Обзор литературы» (с. 8-40) включает 6 разделов. В данной главе, опираясь на литературные источники, представлена общая характеристика фенолов и их распространение. Здесь рассматриваются механизмы поглощения и эффекты фитотоксичности и механизмы трансформации фенольных соединений водными растениями, в том числе и с участием окислительно-восстановительных ферментов. В главе дана таблица (с. 13-15) в которой автор приводит список видов высших водных растений, способных извлекать из воды различные фенольные соединения с указанием источника информации. В таблице 3 (с. 19) автор обобщил литературные данные об эффектах, которые проявляются во времени у высших водных растений в присутствии гидрохинона, резорцина, пирокатехина и монофенола в определенном диапазоне концентраций. Автор подробно описывает действие экзогенных фенольных соединений на анатомо-морфологические и физиолого-биохимические параметры, а также значение низкомолекулярных антиоксидантов в формировании адаптивных реакций у водных растений.

Глава 2 «Объекты и методы исследования» (с. 41-68) содержит характеристику района исследования, биолого-экологические особенности 12 видов высших водных растений и описание методов исследования. Продемонстрирован достаточный объем выполненных работ.

В главе 3 «Результаты исследований и их обсуждение» (с. 69-140) два раздела. В разделе 3.1 проанализированы изменения анатомо-морфологических параметров у высших водных растений при действии на них гидрохинона, резорцина в концентрации 0,1-10 мг/л. В работе показано, что резорцин был токсичнее гидрохинона. Увеличение размеров клеток и хлоропластов, толщины листовой пластинки, количества хлоропластов, что можно рассматривать как защитно-приспособительные реакции, направленные на повышение устойчивости растений к действию дифенолов. В работе представлены данные об изменении параметров мезоструктуры листьев высших водных растений при совместном действии гидрохинона, резорцина и сульфата никеля. В результате исследования установлено, что гидрохинон и резорцин способны ослаблять токсическое действие Ni^{2+} .

В разделе 3.2 показано, что у всех изученных растений были выявлены сходные физиолого-биохимические реакции в условиях фенольного загрязнения: снижение активности дифенолоксидазы позволяет замедлить окисление *o*- и *p*-фенолов до хинонов и экономить ресурсы организма на процессы репарации. Увеличение содержания растворимого белка в листьях *Sparganium emersum*, *Sagittaria natans* и *Alisma plantago-aquatica* обусловлено защитной функцией белков, а также необходимостью «корректировки»

процессов метаболизма растений в условиях загрязнения. Снижение содержания свободного пролина в листьях *Elodea canadensis*, *Sagittaria natans*, и *Alisma plantago-aquatica* из импактного участка реки может свидетельствовать о том, что пролин принимает участие в нейтрализации активных форм кислорода, а также может включаться в состав белков и пептидов, участвуя в процессах конъюгации фенольных соединений. На основании полученных результатов, автором была разработана схема, отражающая ответные реакции растений, произрастающих в условиях постоянного фенольного загрязнения (рис. 34, с. 113). Анализируя биохимические реакции *Sparganium emersum* на воздействие монофенола, автор разработал схему, отражающую ответные реакции адаптированных и неадаптированных растений на 100-10000 кратное превышение ПДК (рис. 38, с. 117). У неадаптированных растений активность дифенолоксидазы, пероксидазы и содержание флавоноидов снижается. В работе показано, что эффекты совместного влияния экзогенных фенольных соединений зависели от их комбинации, концентрации и способности подвергаться окислительному превращению. При повышении суммарных концентраций фенольных соединений происходило субстратное ингибирование дифенолоксидазы, но одновременно с этим увеличивалась активность гваякол-специфической пероксидазы. При совместном действии фенольных соединений и тяжелых металлов выявлены разнонаправленные изменения эколого-физиологических параметров у исследованных видов: гидрохинон и резорцин в концентрациях (0,1–10 мг/л) и Ni^{2+} (0,05 мг/л) проявляли антагонистический эффект, а пирокатехин (1–10 мг/л) и Cu^{2+} (1,6 мг/л), напротив, выступали в роли синергистов.

В заключение (с. 141) автор подчеркивает видоспецифические адаптивные реакции растений на стресс, проявляющиеся в изменении ферментативной и неферментативной антиоксидантных систем. В формировании устойчивости высших водных растений к фенольному загрязнению участвуют механизмы, связанные с трансформацией фенолов и устранением эффектов окислительного стресса.

Выводы диссертации (с. 142) обоснованы фактическим материалом, они демонстрируют успешное решение поставленных соискателем задач и отвечают защищаемым научным положениям.

При общей положительной оценке к работе имеется ряд вопросов и замечаний:

1. Задача 4 предполагает проведение исследований по изучению совместного влияния фенольных соединений и тяжелых металлов на структурно-функциональные показатели водных макрофитов, однако в работе рассмотрено лишь совместное влияние фенолов и ионов Ni^{2+} и Cu^{2+} .

2. Автор в работе в качестве синонимов использует термины «водные макрофиты», «водные растения», корректнее было использовать термин «высшие водные растения» исходя из объектов исследования, так как термины «водные макрофиты» и «водные растения» используют и для водорослей.

3. При первом упоминании вида или рода автор не всегда указывает латинские названия или приводит латинские названия без указания автора (с. 13, 15, 16, 17 и т.д.).

4. Автор приводит данные химического состава воды р. Ляля, однако результаты исследования содержания химических веществ в воде р. Сысерть отсутствуют. В тоже время автор в работе утверждает, что превышений ПДК по фенолам не установлено и два створа, расположенных на р. Сысерть отнесены к условно-чистым местообитаниям.

5. На с. 51 автор указывает, что «...отбор материала осуществлялся в июне-июле 2008-2013 гг. в период активной вегетации макрофитов», (... были использованы средние по величине растения». В работе автор не уточняет, в каком онтогенетическом состоянии находились растения, объектами исследования были 12 видов высших водных растений, которые в данный период могли находиться в разных онтогенетических состояниях.

6. Хотелось бы уточнить, почему автор при обсуждении стабильности признаков у высших водных растений – *Sagittaria natans* Pall. и *Potamogeton perfoliatis* L. на основании величин индекса флуктуирующей асимметрии использует пятибалльную шкалу В.М. Захарова, разработанную для наземного древесного вида – *Betula pendula* Roth., хотя А.А. Изотовым (2003) на примере *Potamogeton perfoliatis* L. была проведена оценка стабильности развития вида по величине флуктуирующей асимметрии и дана оценка состояния р. Оки.

7. В выводе 1 «Показано, что экзогенные фенольные соединения в концентрации 0,01–10 мг/л способны вызывать изменение мезоструктурных характеристик фотосинтетического аппарата водных макрофитов», однако на рисунках в работе (рис. 13) и в автореферате (рис. 1) диапазон концентраций указан 0,1-10 мг/л.

8. Вывод 3 не до конца раскрывает 3 задачу «Исследовать эффекты совместного влияния разных экзогенных фенольных соединений на водные макрофиты», остается непонятно какие эффекты, при каких комбинациях и при каких концентрациях возникают.


Отмеченные недостатки могут быть учтены в дальнейших исследованиях автора и не влияют на положительную оценку представленной к защите работы.

Диссертационная работа М.Н. Кислицыной является завершённой самостоятельной научной работой и представляет оригинальное исследование. Для решения поставленных задач автором был осуществлён большой объём экспериментальной работы. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями для подобных работ. Выводы вытекают из полученных данных и в достаточной степени аргументированы. Содержание автореферата и опубликованных работ соответствует материалам диссертации. Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на научных конференциях разного уровня.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», принятого Постановлением

Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Мария Николаевна Кислицина, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.08 – экология (биология), 03.01.05 – физиология и биохимия растений.

Кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры экологии Федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Марийский
государственный университет»
424000, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1
Телефон 8(8362) 68-80-02;
факс: 8(8362) 56-57-81,
E-mail: e_alab@mail.ru

 / Алябышева Е.А.

