



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Министерство образования и науки Российской Федерации.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620002,
факс: +7 (343) 375-97-78; тел.: +7 (343) 374-38-84;
контакт-центр: +7 (343) 375-44-44, 8-800-100-50-44 (звонок бесплатный)
e-mail: rector@urfu.ru, www.urfu.ru
ОКПО 02069208, ОГРН 1026604939855, ИНН/КПП 6660003190/667001001

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке УрФУ


В.В.Кружаев
« _____ » _____ **2016 г.**



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина» Министерства образования и науки
Российской Федерации (УрФУ)

Диссертационная работа Кислициной Марии Николаевны «Влияние экзогенных фенольных соединений на структурно-функциональные характеристики высших водных растений», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям: 03.02.08 и 03.01.05, выполнена на кафедре физиологии и биохимии растений (с 30 сентября 2016 г. – кафедра экспериментальной биологии и биотехнологий) Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ).

В период подготовки диссертации соискатель Кислицина М.Н. работала в должности инженера кафедры (с января 2011 г. и по настоящее время). В 2012–2013 гг. по совместительству работала в должности младшего научного сотрудника Отдела биологических исследований НИИ ФПМ ИЕН УрФУ.

Кислицина М.Н. окончила в 2009 г. обучение в бакалавриате Уральского государственного университета имени А.М.Горького по направлению «Биология», а в 2011 – обучение в магистратуре по магистерской программе «Физиология и биохимия растений» в Уральском федеральном университете. С

2011 по 2015 гг. она обучалась в аспирантуре (заочная форма обучения) по специальности «Физиология и биохимия растений».

Кандидатские экзамены сданы в Уральском федеральном университете и в Институте экологии Волжского бассейна РАН.

Научный руководитель: Борисова Галина Григорьевна, доктор географических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры экспериментальной биологии и биотехнологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Научная экспертиза диссертационной работы проходила 11 ноября 2016 г. на расширенном заседании кафедры экспериментальной биологии и биотехнологии Института естественных наук и математики Уральского федерального университета

На заседании **присутствовали** сотрудники кафедры экспериментальной биологии и биотехнологий: зав. кафедрой Киселева И.С., к.б.н., доцент; Борисова Г.Г., д.г.н., с.н.с., профессор кафедры; Ковалев С.Ю., к.б.н., доцент кафедры; Чукина Н.В., к.б.н., доцент кафедры; Малева М.Г., к.б.н., доцент кафедры; Дарказанли К.С., к.б.н., доцент-исследователь кафедры; Ермошин А.А., к.б.н., ассистент кафедры; Лавренчук Л.С., ассистент кафедры; Тугбаева А.С., ассистент кафедры; Дзюбенко О.А., ведущий инженер кафедры; Синенко О.А., аспирант кафедры.

Приглашены: Борзенкова Р.А., к.б.н., с.н.с. лаборатории биотехнологий и поддержания экосистем; Некрасова О.А., к.б.н., доцент кафедры экологии; Бетехтина А.А., к.б.н., доцент кафедры экологии; Кутлунина Н.А., к.б.н., доцент кафедры ботаники; Тептина А.Ю., к.б.н., доцент кафедры ботаники; Лукина Н.В., к.б.н., доцент, с.н.с. лаборатории антропогенной динамики экосистем.

Слушали доклад Кислицыной М.Н., в котором она изложила основное содержание своей диссертационной работы. Продолжительность доклада 20 минут.

После доклада Кислицыной М.Н. были заданы следующие вопросы:

Борзенкова Р.А.: Какова длительность модельных экспериментов, в которых было изучено влияние фенольных соединений на ризогенез?

Борзенкова Р.А.: Проводили ли Вы сопоставление полученных результатов по влиянию фенолов на ризогенез с данными других авторов?

Борзенкова Р.А.: На какие работы Вы ссылаетесь, делая предположение о возможном влиянии на ризогенез ауксина?

Бетехтина А.А.: Чем обусловлен выбор модельных видов растений?

Некрасова О.А.: Почему исследование совместного действия фенолов и тяжелых металлов проводили на примере никеля и меди?

Борзенкова Р.А.: Как Вы оцениваете совместные эффекты никеля и фенольных соединений – как синергизм или аддитивное действие?

Кутлунина Н.А.: Какова степень изученности данной проблемы?

Бетехтина А.А.: Почему была выбрана именно р.Ляля для проведения экспедиционных исследований?

Малева М.Г.: Каковы реальные концентрации фенольных соединений в загрязненных поверхностных водах?

Малева М.Г.: Каково значение ПДК для фенолов в природных водах?

Чукина Н.В.: Что Вы понимаете под спонтанным воздействием фенольных соединений на растения?

Бетехтина А.А.: Почему в модельных исследованиях изучалось действие пирокатехина, гидрохинона и резорцина?

Ковалев С.Ю.: Что лежит в основе адаптированности водных растений к загрязненным фенолами местообитаниям (ниже сброса сточных вод)? Можно ли предполагать, что у растений произошли генетические изменения?

Кутлунина Н.А.: Каков главный результат Вашей работы?

Дарказанли К.С.: Какие преимущества имеет разработанная Вами программа расчета площади объектов на плоскости?

На все вопросы Кислициной М.Н. даны исчерпывающие ответы.

В обсуждении работы приняли участие: Борзенкова Р.А., Киселева И.С., Кутлунина Н.А., Чукина Н.В., Малева М.Г., Некрасова О.А., Бетехтина А.А., Дараказанли К.С., Ковалев С.Ю., Борисова Г.Г.

Замечания и рекомендации:

Малева М.Г.: Для обозначения достоверности различий между полученными результатами лучше использовать буквы.

Кутлунина Н.А.: В докладе целесообразно сделать ссылки на работы предшественников; рекомендуется сопоставить полученные материалы о влиянии фенольных соединений на высшие водные растения с имеющимися в литературе данными по влиянию фенолов на водоросли.

Чукина Н.В.: В докладе рекомендуется более четко отразить методологию проведения исследований.

Некрасова О.А.: Звездчатая диаграмма, на которой отражены параметры мезоструктуры у растений из фонового и импактного участков р.Ляля, сложна для восприятия (очень много показателей).

1. Актуальность темы исследований

Фенольные соединения представляют особую опасность среди компонентов сточных вод различных производств из-за широкой распространенности, токсичности и трудности очистки. Попадая в водную среду, фенолы существенно изменяют гидрохимический режим, вступают в реакции с другими загрязняющими веществами, совместное действие которых может обладать синергическим эффектом.

Проблема загрязнения гидрозосистем фенольными соединениями остается нерешенной. Недостаточно исследованы адаптивные реакции водных макрофитов, обуславливающие их устойчивость к действию данного

антропогенного фактора. Информация об изменениях мезоструктуры фотосинтетического аппарата водных растений под влиянием экзогенных фенолов носит фрагментарный характер и получена в основном на водорослях. Физиолого-биохимические механизмы, обуславливающие устойчивость водных макрофитов к действию экзогенных фенолов, почти не исследованы; практически не изучена роль в защите растения от фенолов низкомолекулярных антиоксидантов.

Как известно, загрязнение большинства водных объектов носит комплексный характер. Однако остаются открытыми вопросы об эффектах совместного влияния экзогенных фенолов на водные макрофиты. Практически отсутствуют сведения о совместном влиянии фенольных соединений и тяжелых металлов. Между тем водные макрофиты, как первичное звено трофической цепи, в значительной степени определяют биологическую продуктивность гидроценоза, а следовательно, его успешное существование.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Личное участие автора заключается в формулировании цели и задач исследований, выборе методов исследования (с учетом рекомендаций научного руководителя), самостоятельном проведении экспедиционных исследований, непосредственным участии во всех модельных экспериментах. Соискателем также самостоятельно проведены все анатомо-морфологические и морфометрические исследования на модельных объектах, выполнены статистическая обработка полученных данных и их теоретический анализ.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность научных положений и выводов, представленных в диссертационной работе, определяется использованием комплекса классических и современных методов исследования; значительным объемом фактических материалов, полученных автором в результате проведения цикла экспедиционных и экспериментальных исследований (в моделируемых условиях), их статистической обработкой.

4. Научная новизна работы.

Впервые проведен комплексный анализ эколого-физиологических параметров водных макрофитов, подверженных фенольному загрязнению (как в природных местообитаниях, так и в модельных системах). Впервые изучена мезоструктура водных растений из природных местообитаний, загрязненных фенолами. Выявлены адаптивные реакции водных макрофитов к данному антропогенному фактору на клеточном уровне. Впервые показано, что загрязнение водной среды фенольными соединениями вызывает формирование защитных реакций у водных макрофитов, связанных с увеличением содержания растворимых белков и снижением активности фермента дифенолоксидазы. Впервые установлено, что адаптация водных макрофитов к действию

комплекса экзогенных фенолов приводит к увеличению устойчивости к повышенным концентрациям монофенола при последующем воздействии. Впервые исследовано совместное действие фенольных соединений и тяжелых металлов на мезоструктуру и биохимические показатели водных макрофитов. Установлено, что гидрохинон и резорцин ослабляют токсическое действие никеля, т. е. проявляют антагонистический эффект. Пирокатехин и медь, напротив, выступают в роли синергистов.

5. Ценность научных работ соискателя, полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Результаты диссертационной работы существенно расширяют имеющиеся сведения о механизмах устойчивости водных макрофитов к действию экзогенных фенолов. Исследование ответных реакций водных макрофитов на действие фенолов представляет практический интерес. Выявление видов растений, обладающих повышенными адаптационными возможностями, необходимо для повышения эффективности технологий биологического мониторинга и фиторемедиации водных объектов.

Результаты диссертационной работы М.Н.Кислицевой достаточно полно изложены в опубликованных 26 работах, в числе которых 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

Статьи из изданий, рекомендованных ВАК:

1. Борисова Г.Г., Кислицева М.Н., Чукина Н.В. Исследование токсического действия фенольных соединений на водные растения // Водное хозяйство России. 2010. № 4. С. 94–103.

2. Борисова Г.Г., Кислицева М.Н., Малева М.Г. Чукина Н.В. Изменение структурно-функциональных характеристик элодеи при загрязнении водной среды // Водное хозяйство России. 2011. № 5. С. 42–49.

3. Чукина Н.В., Кислицева М.Н., Малева М.Г., Борисова Г.Г. Влияние органических поллютантов на антиоксидантный статус элодеи // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3 (5). С. 1506–1509.

4. Чукина Н.В., Кислицева М.Н., Борисова Г.Г., Малева М.Г., Левченко Ю.А., Прасад М.Н.В. Особенности фотосинтетического аппарата *Elodea canadensis* при действии поллютантов различной природы // Вестник Башкирского университета. 2014. Т.19. № 4. С. 1189–1191.

5. Кислицева М.Н., Борисова Г.Г. Изменение анатомических и физиолого-биохимических показателей водных растений под влиянием сточных вод целлюлозно-бумажного комбината // Биология внутренних вод. 2015. № 1. С. 98–102.

6. Кислицева М.Н., Борисова Г.Г. Ответные реакции *Lemna minor* L. на действие экзогенных фенольных соединений // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2016. № 4 (157). С. 54–58.

Коллективная монография:

7. Кислицева М.Н. Борисова Г.Г. Устойчивость водных растений к фенольным соединениям. Анатомо-морфологические и физиолого-

биохимические аспекты. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 70 с.

Статьи в других журналах и материалах конференций:

8. Борисова Г.Г., **Кислицина М.Н.**, Крашенинникова О.В., Чукина Н.В., Судакова Н.Д. Исследование механизмов детоксикации фенолов гидрофитами // Матер. I Междунар. конф. «Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий». Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского ун-та, 2009. С. 63–67.

9. **Кислицина М.Н.**, Чукина Н.В., Борисова Г.Г. Влияние фенольных соединений на активность полифенолоксидазы и содержание флавоноидов в листьях *Elodea densa* Planch. // Матер. докл. I (VII) Междунар. конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2010». Ярославль: «Принт Хаус», 2010. С. 152–154.

10. **Кислицина М.Н.**, Чукина Н.В., Борисова Г.Г. Изменение параметров мезоструктуры листа *Elodea densa* Planch. под действием органических и неорганических загрязнителей // Матер. Всерос. конф. с междунар. участ. молодых ученых «Биология будущего: традиции и инновации». Екатеринбург: АМБ, 2010. С. 124–126.

11. Борисова Г.Г., **Кислицина М.Н.** Действие пирокатехина и меди на активность пероксидазы и полифенолоксидазы в листьях *Potamogeton crispus* // Матер. докладов VII съезда ОФР. Нижний Новгород. 2011. С. 105–106.

12. Борисова Г.Г., **Кислицина М.Н.**, Чукина Н.В., Малева М.Г. Исследование роли макрофитов в очистке водных экосистем от фенольных соединений // Матер. Междунар. конф. «Чистая вода России-2011». Екатеринбург, 2011. С. 15–16.

13. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г., Колыгина Д.В. Действие поллютантов и низких положительных температур на физиолого-биохимические показатели *Potamogeton crispus* L. // Матер. конф. с междунар. участием. Самара, 2012. С. 188–190.

14. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г., Колыгина Д.В. Изменение антиоксидантного статуса водных растений при действии пирокатехина в условиях гипотермии // «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России»: сборник статей X Междунар. конф. Пенза, 2012. С. 62–64.

15. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г. Исследование адаптаций *Potamogeton gramineus* к поллютантам сточных вод сульфатцеллюлозных предприятий // Матер. IV Всерос. конф. с междунар. участием «Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования». Нижний Тагил, 2012. С. 236–237.

16. **Кислицина М.Н.** Изменения анатомо-морфологических показателей водных растений в условиях промышленного загрязнения // Матер. II Всерос. с междунар. участ. молодежной научной школы-конф.: «Биология будущего: традиции и новации». Екатеринбург, 2012. С. 64–66.

17. **Кислицина М.Н.** Борисова Г.Г. Действие монофенола на показатели антиоксидантного статуса водных растений // Матер. V Междунар. конф.

«Современные проблемы контроля качества природной и техногенной сред». Тамбов, 2012. С. 26–28.

18. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г. Исследование влияния тяжелых металлов и экзогенных фенолов на содержание флавоноидов в листьях водных растений // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: матер. VII Междунар. симпозиума. М., 2012. С. 314–317.

19. **Кислицина М.Н.** Ответные реакции водных растений на действие сточных вод целлюлозно-бумажного комбината // Антропогенная трансформация природной среды.: матер. Междунар. школы-семинара молодых ученых. Пермь, 2012. С. 211–214.

20. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г. Исследование влияния фенольных соединений и тяжелых металлов на анатомо-морфологические показатели *Elodea densa* Planch // Сборник матер. XII Междунар. симпозиума «Чистая вода России». Екатеринбург, 2013. С. 146–147.

21. **Кислицина М.Н.** Исследование фотосинтетического аппарата водных растений в условиях загрязнения // Известия Уфимского научного центра РАН. 2013. № 3. С. 34–36.

22. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г. Исследование влияния фенольных соединений на анатомо-морфологические показатели *Elodea densa* Planch. // Матер. Всерос. конф. «Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде». Иркутск, 2013. С. 335–336.

23. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г. Роль макрофитов в процессе самоочищения реки Ляля в условиях загрязнения сточными водами целлюлозно-бумажного комбината // Матер. X Междунар. конф. «Актуальные проблемы экологии». Гродно, 2014. ч. 2. С. 94–96.

24. **Кислицина М.Н.** Устойчивость водных растений к сточным водам целлюлозно-бумажного комбината // Симбиоз-Россия 2014: матер. VII Всерос. конгр. молодых биологов. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. С. 53–56.

25. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г. Влияние гидрохинона и резорцина на морфометрические характеристики *Elodea canadensis* Michx. и *Potamogeton perfoliatus* L. // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: Сборник матер. IX Междунар. симпозиума. М.: ИФР РАН, 2015. С. 292–295.

26. **Кислицина М.Н.**, Борисова Г.Г. Влияние экзогенных дифенолов на морфологические характеристики водных макрофитов // Сборник матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий». Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 254.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

27. **Кислицина М.Н.** Программа расчета площади объектов на плоскости «Контур-Шейд» / М.Н. Кислицина, М.С. Еремеев. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015662124. Заявка № 2015618128 от 01.09.2015. Зарег. 17.11.2015.

Основные результаты диссертационной работы были представлены на международных конференциях: «Физико-химические механизмы адаптации растений к антропогенному загрязнению в условиях Крайнего Севера» (Апатиты, 2009), «Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий» (Нижевартовск, 2009), «Гидробиотаника» (Борок, 2010; 2015), «Чистая вода России 2011» (Екатеринбург, 2011; 2013), «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2012), «Современные проблемы контроля качества природной и техногенной сред» (Тамбов, 2012), «Актуальные проблемы экологии» (Белоруссия, Гродно, 2014); на международных конгрессах: «Eurobiotech 2010» (Польша, Краков, 2010), «Tropical Ecology Congress 2014 (Индия, Нью-Дели, 2014); на VII съезде общества физиологов России: «Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий» (Нижний Новгород, 2011); на международных симпозиумах: «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 2012; 2015), «Oxidative stress and cell death in plants: mechanisms and implications» (Италия, Флоренция, 2013), «Молекулярные аспекты редокс-метаболизма растений» (Казань, 2013); на всероссийских конференциях с международным участием: Биология будущего: традиции и инновации» (Екатеринбург, 2010, 2012), «Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова» (Самара, 2012), «Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования» (Нижний Тагил, 2012), «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий» (Петрозаводск, 2015); на Всероссийских конференциях: «Решение экологических проблем промышленного региона» (Тула, 2012), «Современные методы и подходы в биологии и экологии» (Уфа, 2013), «Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде» (Иркутск, 2013); на международной школе-семинаре молодых ученых: «Антропогенная трансформация природной среды (Пермь, 2012), на VII Всероссийском конгрессе молодых биологов: «Симбиоз-Россия 2014» (Екатеринбург, 2014).

Внедрение результатов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы Кислицыной М.Н. были использованы при выполнении двух НИР в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. и одной НИР в рамках государственного задания (2012–2013 гг.).

Материалы диссертационной работы использованы в учебном процессе при модернизации специальных курсов лекций по физиологии стресса и вторичному метаболизму растений, предназначенных для студентов Уральского федерального университета, обучающихся по направлению «Биология». Разработанная компьютерная программа «Контур-Шейд», которая позволяет определять площадь проекции растительных объектов по фотографии или сканированному изображению, была использована при подготовке студентами, обучающимися по направлению «Биология», выпускных квалификационных работ.

Научный руководитель: д.г.н., с.н.с., профессор кафедры экспериментальной биологии и биотехнологий Института естественных наук и математики Уральского федерального университета Борисова Г.Г. представила положительный отзыв о работе М.Н.Кислициной.

По результатам рассмотрения диссертационной работы Кислициной Марии Николаевны «Влияние экзогенных фенольных соединений на структурно-функциональные характеристики высших водных растений» принято следующее заключение:

1. Считать диссертационную работу Кислициной Марии Николаевны «Влияние экзогенных фенольных соединений на структурно-функциональные характеристики высших водных растений» законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям паспорта специальности 03.02.08 – экология (биология) и специальности 03.01.05 – физиология и биохимия растений.

2. По содержанию и объему выполненных исследований представленная диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, установленным положением о присуждении ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 843).

3. Рекомендуются представить диссертационную работу (после доработки с учетом замечаний) к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям: 03.02.08 – экология (биология) и 03.01.05 – физиология и биохимия растений в диссертационный совет Д 002.251.02, созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии Волжского бассейна Российской академии наук.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры экспериментальной биологии и биотехнологий ИЕНиМ Уральского федерального университета (протокол № 10 от 11 ноября 2016 г.)

На заседании присутствовало 17 человек.

Результаты голосования: «за» – 17 человек, «против» – нет.

Зав. кафедрой
экспериментальной биологии
и биотехнологий ИЕНиМ
Уральского федерального университета,
к.б.н., доцент



И.С.Киселева

Подпись Киселевой *И.С.Киселева*

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

