

Сведения о результатах публичной защиты

Никерова Ксения Михайловна

Диссертация «Активность ферментов антиоксидантной системы при изменении сценариев ксилогенеза у *Betula pendula* Roth и *Pinus sylvestris* L.»

Члены диссертационного совета Д 002.211.02, присутствовавшие на заседании по защите диссертации: д.б.н. Ярмишко В.Т., д.б.н. Лянгузова И.В., д.б.н. Андреев М.П., д.б.н. Горшков В.В., д.б.н. Кислюк И.М., д.б.н. Потемкин А.Д., д.б.н. Потокина Е.К., д.б.н. Родионов А.В., д.б.н. Сафронова И.Н., д.б.н. Холод С.С., д.б.н. Шереметьев С.Н., д.б.н. Шишова М.Ф., д.б.н. Шнеер В.С., д.б.н. Юрковская Т.К.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.211.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 октября 2020 г. № 129

О присуждении Никеровой Ксении Михайловне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Активность ферментов антиоксидантной системы при изменении сценариев ксилогенеза у *Betula pendula* Roth и *Pinus sylvestris* L.» по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений» принята к защите 23 июня 2020 года, протокол № 127 диссертационным советом Д 002.211.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук, 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 2, приказы Рособнадзора № 737-465 от 04.04.2008, № 426-214 от 15.03.2010, приказы Минобрнауки России № 194/нк от 22.04.2013, № 153/нк от 15.02.2016, № 403/нк от 10.05.2017; № 409/нк от 12.04.2018, приказ Министерства науки и высшего образования РФ № 175/нк от 02.10.18, приказ № 335/нк от 18.04.2019.

Соискатель Никерова Ксения Михайловна, 1991 года рождения.

В 2013 году окончила специалитет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петрозаводский государственный университет» по специальности «Экология». В 2019 году окончила заочную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук» по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленность (профиль) обучения – «Физиология и биохимия растений».

Работает научным сотрудником в Институте леса – обособленном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук».

Диссертация выполнена в лаборатории физиологии и цитологии древесных растений и лаборатории аналитической Института леса – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук».

Научный руководитель: доктор биологических наук ГАЛИБИНА Наталия Алексеевна, Институт леса – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», заместитель директора по научной работе.

Официальные оппоненты:

КОСОБРЮХОВ Анатолий Александрович: доктор биологических наук, Обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук» Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук, руководитель группы;

МИНИБАЕВА Фарида Вилевна: доктор биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра Российской академии наук, главный научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук**, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Загоскиной Натальей Викторовной, доктором биологических наук, профессором, руководителем группы фенольного метаболизма, ведущим научным сотрудником, указала, что диссертационная работа К.М. Никеровой представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, имеющую научно-практическое значение для решения вопросов в области физиологии и биохимии растений. Результаты исследования рекомендуются к использованию в научно-исследовательских учреждениях, занимающихся изучением физиолого-биохимических особенностей роста растений, роли АОС в сохранении и поддержании их жизнеспособности, вторичным метаболизмом, повышением продуктивности и качества растений для фундаментальных и практических исследований с получением коммерческой прибыли, а также при чтении спецкурсов по физиологии и биохимии растений, лесоведению, вторичному метаболизму и продуктивности растительных культур.

Соискатель имеет 56 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 48 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 16 работ (7 – Web of Science и Scopus).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации.

Статьи в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Галибина Н. А., Новицкая Л. Л., **Никерова К. М.** Избыток экзогенных нитратов подавляет формирование аномальной древесины у карельской березы // Онтогенез. 2016. Т. 47. № 2. С. 83-91 (Web of Science, Scopus).
Переводная версия: Galibina N. A., Novitskaya L. L., Nikerova K. M. Excess of exogenous nitrates inhibits formation of abnormal wood in the Karelian birch // Russian journal of developmental biology. 2016. V. 47. № 2. P. 69-76.

2. Галибина Н. А., Новицкая Л. Л., **Никерова К. М.**, Мощенская Ю. Л., Бородин М. Н., Софронова И. Н. Регуляция активности апопластной инвертазы в камбиальной зоне карельской березы // Онтогенез. 2019. Т. 50. № 2. С. 53-64 (Web of Science, Scopus).
Переводная версия: Galibina N. A., Novitskaya L. L., Nikerova K. M., et al. Apoplastic Invertase Activity Regulation

in the Cambial Zone of Karelian Birch // Russian journal of developmental biology. 2019. V. 50. № 1. P. 20-29.

3. Мощенская Ю. Л., Галибина Н. А., Новицкая Л. Л., **Никерова К. М.** Роль сахарозосинтазы в акцепторных органах древесных растений // Физиология растений. 2019. Т. 66. № 1. С. 13-25 (Web of Science и Scopus). Переводная версия: Moshchenskaya Yu L., Galibina N. A., Novitskaya L. L., Nikerova K. M. The Role of Sucrose Synthase in Sink Organs of Woody Plants // Russian journal of plant physiology. 2019. V. 66. № 1. P. 10-21.

4. Галибина Н. А., Новицкая Л. Л., **Никерова К. М.** Донорно-акцепторные отношения органов и тканей березы повислой при альтернативных сценариях ксилогенеза // Физиология растений. 2019. Т. 66. № 2. С. 128-136 (Web of Science, Scopus). Переводная версия: Galibina N. A., Novitskaya L. L., Nikerova K. M. Source-Sink Relations in the Organs and Tissues of Silver Birch during Different Scenarios of Xylogenesis // Russian journal of plant physiology. 2019. V. 66. № 2. P. 308-315.

5. **Никерова К. М.**, Галибина Н. А., Мощенская Ю. Л., Новицкая Л. Л., Подгорная М. Н., Софронова И. Н. Участие каталазы и пероксидазы в процессах ксилогенеза у карельской березы // Лесоведение. 2019. № 2. С. 115-127 (Scopus).

6. Galibina N. A., Novitskaya L. L., **Nikerova K. M.**, et al. Labile nitrogen availability in soil influences the expression of wood pattern in Karelian birch // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 10. С. 1598-1609 (Scopus).

7. Novitskaya Ludmila L., Tarelkina Tatiana V., Galibina Natalia A.; et al. ... **Nikerova Kseniya M.** The Formation of Structural Abnormalities in Karelian Birch Wood is Associated with Auxin Inactivation and Disrupted Basipetal Auxin Transport // Journal of plant growth regulation. 2020. V. 39. № 1. P. 378-394 (Web of Science, Scopus).

8. Галибина Н. А., Целищева Ю. Л., Андреев В. П., Софронова И. Н., **Никерова К. М.** Активность пероксидазы в органах и тканях деревьев березы повислой // Ученые записки ПетрГУ. № 4 (133). Серия: Естественные и технические науки. 2013. С. 7-13.

9. Новицкая Л. Л., Галибина Н. А., **Никерова К. М.** Транспорт и запасание сахаров во флоэме *Betula pendula* Roth var. *pendula* и var. *carelica* // Труды КарНЦ РАН. № 11. Сер. Экспериментальная биология. 2015. С. 35-47.

10. Галибина Н. А., Мошкина Е. В., **Никерова К. М.**, Мощенская Ю. Л., Знаменский С. Р. Активность пероксидазы как индикатор степени узорчатости древесины карельской березы // Лесоведение. 2016. № 4. С. 294-304.

11. Мощенская Ю. Л., Галибина Н. А., Новицкая Л. Л., **Никерова К. М.**, Подгорная М. Н., Софронова И. Н. Активность ферментов диссимилиации сахарозы в раннем онтогенезе разных форм березы повислой // Труды КарНЦ РАН. No 11. Сер. Экспериментальная биология. 2016. С. 78-87.

12. **Никерова К. М.**, Галибина Н. А., Мощенская Ю. Л., Новицкая Л. Л., Подгорная М. Н., Софронова И. Н. Каталазная активность в листовом аппарате у сеянцев березы повислой разных форм (*Betula pendula* Roth): var. *pendula* и var. *carelica* (Mercklin) // Труды КарНЦ РАН. No 11. Сер. Экспериментальная биология. 2016. С. 68-77.

13. **Никерова К. М.**, Галибина Н. А. Влияние нитратного азота на пероксидазную активность в тканях *Betula pendula* Roth var. *pendula* и *B. pendula* var. *carelica* (Mercklin) // Сибирский лесной журнал. 2017. № 1. С. 15-24.

14. **Никерова К. М.**, Галибина Н. А., Мощенская Ю. Л., Новицкая Л. Л., Подгорная М. Н., Софронова И. Н. Ферменты антиоксидантной системы – индикаторы разных сценариев ксилогенеза: в раннем онтогенезе и во взрослом состоянии (на примере *Betula pendula* Roth) // Труды КарНЦ РАН. No 6. Сер. Экспериментальная биология. 2018. С. 68-80.

15. **Никерова К. М.**, Галибина Н. А., Мощенская Ю. Л., Новицкая Л. Л., Бородина М. Н., Софронова И. Н. Окисление кверцетина пероксидазой карельской березы // Труды КарНЦ РАН. No 12. Сер. Экспериментальная биология. 2018. С. 65-75.

16. **Никерова К. М.**, Галибина Н. А., Мощенская Ю. Л., Бородина М. Н., Софронова И. Н. Определение активности супероксиддисмутазы и полифенолоксидазы в древесине *Betula pendula* var. *carelica* (Betulaceae) при разной степени нарушения ксилогенеза // Растительные ресурсы. 2019. Т. 55. № 2. С. 213-230.

Патент

Галибина Н. А., **Никерова К. М.** Способ диагностики узорчатой текстуры древесины карельской березы. Патент на полезную модель №

2596013. Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели». № 24 (27.08.2016). 2016.

На диссертацию и автореферат поступили 14 отзывов от:

1. **Головацкой Ирины Феоктисовны** – д.б.н., профессора кафедры физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Биологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»;
2. **Антоновой Галины Феодосиевны** – д.б.н., ведущего научного сотрудника лаборатории физико-химической биологии древесных растения Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН;
3. **Игнатенко Анны Анатольевны** – к.б.н., научного сотрудника лаборатории экологической физиологии растений Института биологии – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук»;
4. **Игнатенко Романа Викторовича** - к.б.н., старшего научного сотрудника лаборатории биотехнологии растений отдела комплексных научных исследований ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук»;
5. **Луньковой Нины Федоровны** – к.б.н., научного сотрудника лаборатории физиологии корня ФГБУН Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН;
6. **Марковской Евгении Федоровны** – д.б.н., профессора кафедры ботаники и физиологии растений Института биологии, экологии и агротехнологий Петрозаводского государственного университета;
7. **Мейчик Наталии Робертовны** - д.б.н., профессора кафедры физиологии растений биологического факультета, ведущего научного сотрудника ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»;
8. **Озолиной Натальи Владимировны** - д.б.н., главного научного сотрудника, зав. лабораторией физиологии растительной клетки Института физиологии и биохимии растений СО РАН;

9. **Савченковой Веры Александровны** – д.с.-х.н., доцента, профессора кафедры ЛТ1-МФ Лесные культуры, селекция и дендрология Мытищенского филиала ФГБОУВО МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет);
10. **Чернышенко Оксаны Васильевны** – д.б.н., профессора, профессора кафедры ЛТ6-МФ ландшафтной архитектуры и садово-паркового искусства Мытищенского филиала ФГБОУВО МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет);
11. **Табаленковой Галины Николаевны** – д.б.н., доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории экологической физиологии растений Института биологии Коми НЦ УрО РАН;
12. **Чернобровкиной Надежды Петровны** – д.б.н., доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории лесных биотехнологий Института леса – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук»;
13. **Шibaевой Татьяны Геннадиевны** – д.б.н., доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории экологической физиологии растений Института биологии – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук»;
14. **Яруллиной Любви Георгиевны** - д.б.н., профессора, ведущего научного сотрудника лаборатории биохимии иммунитета растений Института биохимии и генетики УФИЦ РАН.

Практически все отзывы без замечаний. В отзывах отмечается, что работа представляет теоретическую и научно-практическую ценность, среди достоинств отмечается проведение исследования на двух видах древесных пород, подчеркивается научная новизна и практическая значимость, большой объем экспериментального материала. Особую ценность уникальность и комплексность исследования. Исследования, проведенные соискателем, вносят существенный вклад в изучение процессов ксилогенеза.

В некоторых отзывах содержатся замечания, предложения, пожелания.

В качестве пожелания **Лунькова Нина Федоровна, Чернобровкина Надежда Петровна и Марковская Евгения Федоровна** обращают внимание, что некоторые задачи и выводы можно было бы конкретизировать.

Шибаета Татьяна Геннадиевна советует обратить внимание на то, что активность каталазы нужно аккуратно использовать в виде маркера структурных аномалий в листовом аппарате ввиду чувствительности к стрессовым влияниям.

Марковская Евгения Федоровна интересуется, какой гипотезы придерживается соискатель относительно существования и проявления признака узорчатости, почему изучаемые окислительно-восстановительные реакции процессы затрагивают ксилогенез через влияние на фотосинтез и дыхание. Кроме того, спрашивает, почему растению необходима высокая активность ферментов АОС в изучаемых процессах.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **Кособрюхов Анатолий Александрович** является специалистом-физиологом, имеющим публикации в области физиологии, биохимии и экологии растений, особенно связанных с исследованием механизмов адаптации фототрофных организмов с разным уровнем организации фотосинтетического аппарата к действию факторов внешней среды; **Минибаева Фарида Вилевна** является специалистом-физиологом, имеющим публикации в области физиологии, биохимии и экологии растений, особенно связанных с исследованием окислительно-восстановительного метаболизма.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева» Российской академии наук назначен ведущей организацией, которая широко известна своими достижениями в области исследований антиоксидантной активности растений, особенностей углеводного и фенольного метаболизма растений, что позволяет организации определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны теоретические положения, совокупность которых позволила выявить новые закономерности ксилогенеза у древесных растений; предложена оригинальная гипотеза о роли ферментов антиоксидантной системы при разных сценариях ксилогенеза; предложена метаболическая схема на основе выявленных свойств ферментов углеводного обмена и антиоксидантной системы,

содержания структурных углеводов, которая описывает метаболический статус растений при разных сценариях ксилогенеза, отражающих структурные особенности, аномальность строения и декоративные качества древесины; разработаны новые методические подходы к экспериментальной регуляции ксилогенеза древесных растений; доказано наличие зависимости между степенью насыщенности текстуры древесины карельской березы и активностью изучаемых ферментов АОС, что позволяет использовать их в качестве диагностических маркеров.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: впервые проведено комплексное изучение активности ферментов антиоксидантной системы в проводящих тканях ствола у двух форм березы повислой (*B. pendula* Roth): обычной березы повислой (*B. pendula* var. *pendula*) и карельской березы (*B. pendula* Roth var. *carelica* (Mercl.) Hämet-Ahti), различающихся сценариями ксилогенеза. Отмечено, что активность ферментов антиоксидантной системы (АОС) может иметь индикаторные свойства на разных этапах онтогенеза, в том числе в раннем онтогенезе, когда внешние признаки узорчатости еще отсутствуют. Показано значение листа как органа первичной диагностики «узорчатости». На основе обнаруженных закономерностей в изменении активности ферментов антиоксидантной системы у *B. pendula* проведено исследование активности комплекса ферментов АОС при формировании косослойной древесины у *Pinus sylvestris*. На взрослых деревьях *P. sylvestris* показано, что при ее формировании наблюдаются те же закономерности, что и при формировании узорчатой древесины *B. pendula* var. *carelica*: возрастание активности пероксидазы и полифенолоксидазы. У обоих древесных видов повышение активности ферментов АОС при формировании аномальной древесины отмечено на фоне увеличения метаболизации сахарозы в апопласте. Важным результатом работы является то, что на основании исследований был предложен способ количественной экспресс-диагностики «узорчатости» древесины *B. pendula* var. *carelica* на основе определения активности пероксидазы в ксилеме.

Большое внимание в работе уделено подбору биохимических условий для проведения реакций при исследовании тканей и органов древесных растений. Модификации были подвергнуты условия для определения

активности супероксиддисмутазы, каталазы и полифенолоксидазы. Полученные данные вносят вклад в актуальный поиск цитологических, биохимических и молекулярных маркеров, которые могут характеризовать тот или иной путь ксилогенеза.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики определяется тем, что: разработана методика диагностики качества древесины *B. pendula* var. *carelica* и *P. sylvestris* на основе выявленных закономерностей ксилогенеза, которая может быть использована на лесосеменных плантациях и в местах их естественного произрастания, что необходимо как для целей фундаментальной науки, так и в различных областях промышленности при заготовке высококачественного материала, обладающего наибольшей ценностью.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: исследования проводили на сертифицированном оборудовании, воспроизводимость результатов исследования подтверждена в различных условиях; теория построена на основе известных данных о механизмах регуляции процесса ксилогенеза и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации; выявленные закономерности и выдвинутые гипотезы базируются на анализе авторского материала и имеющихся в литературе сведений, корректном выборе объектов исследования, позволяющем охарактеризовать физиолого-биохимические особенности образования древесины у карельской березы на разных этапах онтогенеза. Установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике; использованы современные физико-химические, биохимические методы исследований, анализ результатов проведен с использованием стандартных статистических критериев.

Личный вклад соискателя состоит в том, что автор принимал личное участие в планировании работы, постановке целей и задач исследования, модификации и совершенствовании методов исследования. Автор лично принимал участие в планировании и проведении экспедиционной и экспериментальной работы, в обработке полученных данных, в том числе, статистически, и в обсуждении полученных результатов. Автор лично

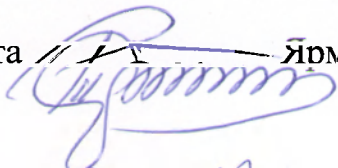
участвовал в написании статей и подготовке устных и стендовых докладов по материалам исследования. Диссертация написана автором самостоятельно.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация «Активность ферментов антиоксидантной системы при изменении сценариев ксилогенеза у *Betula pendula* Roth и *Pinus sylvestris* L.» представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям, установленным Положением п. 9 «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 21 октября 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Никеровой К. М. ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов биологических наук по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета  Ярмишко Василий Трофимович

Ученый секретарь

диссертационного совета  Лянгузова Ирина Владимировна

21 октября 2020 г.

