

## Сведения о результатах публичной защиты

**Тарелкина Татьяна Владимировна**

Диссертация «Влияние сахарозы на камбиальную активность и формирование проводящих тканей березы повислой, ольхи серой и осины»

Специальность 03.02.01 – «Ботаника».

Члены диссертационного совета Д 002.211.01, присутствовавшие на заседании при защите диссертации: д.б.н. Гельтман Д.В., д.б.н. Василевич В.И., к.б.н. Сизоненко О.Ю., д.б.н. Аверьянов Л.В., д.б.н. Афолина О.М., д.б.н. Бондарцева М.А., д.б.н. Власов Д. Ю., д.б.н. Головнева Л.Б., д.б.н. Дорофеев В.И., д.б.н. Журбенко М.П., д.б.н. Змитрович И.В., д.б.н. Кравцова Т.И., д.б.н. Матвеева Н.В., д.б.н. Сытин А.К., д.б.н. Токарев Ю.С., д.б.н. Шамров И.И.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.211.01 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 4 марта 2020 г. № 118

О присуждении Тарелкиной Татьяне Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Влияние сахарозы на камбиальную активность и формирование проводящих тканей березы повислой, ольхи серой и осины» по специальности 03.02.01 – «Ботаника» принята к защите 27 ноября 2019 г., протокол № 111 диссертационным советом Д 002.211.01 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 № 737-448 от 04.04.2008, № 2059-2672 от 22.10.2009, № 766-294/448 от 02.04.2010 и приказ Минобрнауки России № 67/нк от 21.02.2014, №33/нк от 24.01.2017, приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 50/нк от 03.08.2018.

Соискатель Тарелкина Татьяна Владимировна 1982 года рождения. В 2004 г. соискатель окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петрозаводский государственный университет» по специальности «Экология». В 2008 г. окончила очную аспирантуру Института леса Карельского научного центра Российской академии наук. 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 Института леса – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук».

Научный руководитель – доктор биологических наук, Новицкая Людмила Людвиговна, Институт леса – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», лаборатория физиологии и цитологии древесных растений, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

МАРКОВСКАЯ Евгения Федоровна – доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет», кафедра ботаники и физиологии растений Института биологии, экологии и агротехнологий, профессор.

КОТИНА Екатерина Леонидовна – кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, лаборатория анатомии и морфологии, старший научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск в своем положительном отзыве, подписанном Антоновой Галиной Феодосиевной, доктором биологических наук, лаборатория физико-химической биологии древесных растений, ведущий научный сотрудник указала, что представленное исследование является научно-квалификационной работой, которая вносит существенный вклад в понимание метаболических процессов, влияющих на формирование аномалий в древесине. Достоинствами работы являются применение оригинальной методики по введению разных концентраций экзогенной сахарозы в каждое из экспериментальных деревьев, позволившей апробировать это влияние на морфогенез тканей выбранного дерева, исчерпывающий микроскопический анализ их структуры, а также сочетание биохимического и генетического подходов к разрешению проблемы структурных аномалий в стволах карельской березы и березы повислой. Очень ценным является развитие положений о включении инактивации ауксина в тканях с высокой активностью апопластной инвертазы в камбиальной зоне, что дополняет существенным образом понимание формирования структурных аномалий в древесных растениях.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, соответствующих перечню ВАК РФ:

1. **Тарелкина Т.В.**, Новицкая Л.Л., Галибина Н.А. Содержание растворимых сахаров в тканях ствола березы, ольхи и осины в эксперименте с введением экзогенной сахарозы // Труды КарНЦ РАН. **2015**. № 12. Сер. Экспериментальная биология. С. 135-141.

Статьи в изданиях, включённых в базу Web of Science:

1. **Tarelkina T.V.**, Novitskaya L.L., Nikolaeva N.N. Effect of sucrose exposure on the xylem anatomy of three temperate species // IAWA Journal. **2018**. V. 39. № 2. Pp. 156-176.

2. **Тарелкина Т.В.**, Новицкая Л.Л. Изменение частоты и локализации антиклинальных делений в камбиальной зоне березы повислой под влиянием сахарозы // Онтогенез. **2018**. Т. 49. № 4. С. 242-250.

3. Novitskaya L.L., **Tarelkina T.V.**, Galibina N.A., Moshchenskaya Yu.L., Nikolaeva N.N., Nikerova K.M. Podgornaya M.N., Sofronova I.N., Semenova L.I. The formation of structural abnormalities in Karelian birch wood is associated with auxin inactivation and disrupted basipetal auxin transport // J. Plant Growth Regul. **2019**. DOI:10.1007/s00344-019-09989-8

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. д.б.н. Баранова О.Ю. – зав. лабораторией геномных исследований и биоинформатики ГНУ "Институт леса НАН Беларуси";
2. д.б.н. Василевской Н.В. - профессора кафедры естественных наук ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет»;
3. д.б.н. Лаур Н.В. - профессора кафедры технологии и организации лесного комплекса Института лесных, горных и строительных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петрозаводский государственный университет»;

4. д.б.н. Кособрюхова А.А. – с. н.с., рук. группы экологии и физиологии фототрофных организмов Института фундаментальных проблем биологии РАН;
5. д.б.н. Умарова М.У. - зав. отд. биологических ресурсов Института природных ресурсов АН Чеченской Республики;
6. к.б.н. Луньковой Н.Ф. – н.с. лаборатории физиологии корня ФГБУН Института физиологии растений им. К.А Тимирязева РАН;
7. к.б.н. Машкиной О.С. – доцента каф. генетики, цитологии и биоинженерии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежского государственного университета»;
8. к.б.н. Мигалиной С.В. – н. с. лаборатории экологической физиологии растений Ботанического сада УрО РАН;
9. к.б.н. Копаниной А.В. – в.н.с., рук. лаборатории экологии растений и геоэкологии, зам. директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук;
10. к.б.н. Степановой А.В. – с.н.с. лаборатории молекулярной и экологической физиологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН;
11. к.б.н. Шкуратовой Н.В. - зав. кафедрой ботаники и экологии УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина».

Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что диссертационная работа является оригинальным, актуальным, полным исследованием, отличается информативной ёмкостью, чёткостью и логичностью изложения. Цели и задачи исследования выполнены полностью.

В ряде отзывов имеются замечания.

**Лаур Наталья Владимировна** высказывает небольшие замечания по оформлению автореферата: было бы желательно, наряду с таблицами, включить в автореферат наиболее информативные иллюстрации, т.к. наличие рисунков облегчили бы восприятие материала.

**Василевская Наталья Владимировна** – считает, что в теме диссертации лучше было бы написать названия видов на латыни; в методике не указано какие количественные параметры флоэмы и ксилемы были изучены в ходе гистологических исследований.

**Лунькова Наталья Федоровна** отмечает ряд недочётов, не умаляющих общей значимости работы. К ним относятся: указание объектов исследования в названии работы на русском языке, а в целях – на латинском. В пункте 2.1 следовало бы указать растения карельской берёзы, о которых говорится в пункте 2.4. Во втором абзаце заключения приведено не совсем корректное высказывание о том, что удалось «продемонстрировать взаимосвязь между высокой активностью апопластной инвертазы и инактивацией ауксина путём образования его конъюгата ИУК-глюкоза», но в работе не было произведено измерения содержания ни свободного ауксина, ни его конъюгата. В автореферате не обсуждается, что не только избыток притекающей по флоэме сахарозы вызывает повышение активности инвертазы, но также и повышение активности инвертазы усиливает акцептирующую силу тканей, получающих этот дисахарид, что, в свою очередь, может вызывать ещё больший приток сахарозы, избыток которой необходимо выводить из тканей, активируя механизмы утилизации, в том числе и запасаания. В названии предложенной схемы инактивации ауксина в тканях с высокой активностью апопластной инвертазы отсутствует ключевое, на взгляд автора отзыва, слово – сахароза. При обсуждении результатов, полученных при определении активности апопластной инвертазы, стоило упомянуть о том, что зафиксированное повышение активности фермента при избытке сахарозы может быть обусловлено, как собственно повышением активности имеющихся молекул, так и синтезом молекул фермента *de novo*. Считает, что

можно было бы больше уделить внимания сахарозе как сигнальной молекуле, запускающей механизм формирования аномальной древесины.

**Умаров Мухади Умарович** задает ряд вопросов: насколько безболезненно для камбиальной зоны удалялось кольцо коры у деревьев в зоне эксперимента? Каким образом в исследованных образцах выделены нижняя, средняя и периферическая зоны ксилемы? Нет ли противоречия на стр. 14 (гл.4.2) во фразе о наибольшем содержании сахаров «в слое, включающем проводящую флоэму и камбиальную зону» у всех 3 видов и следующей за ней фразе «накопление сахарозы происходило только в тканях березы; у ольхи и осины она практически отсутствовала»?

**Копанина Анна Владимировна** считает, что морфологические сведения об объектах исследования нужно было дать в едином стиле и в сопоставимых параметрах. Отмечает, что важно проводить исследования на деревьях в одинаковом возрасте или очень близких возрастных состояниях, а также указать, на какой методической основе выполнены описания и измерения признаков флоэмы и коры в целом. В списке литературы нет соответствующих методических работ. Считает, что в диссертации нужно давать объемы выборок для каждого признака и более развернуто представить описания методов статистической обработки данных. Считает, что в норме в состав коры сравнительно молодых деревьев березы повислой, ольхи серой и осины входят по периферии ткани первичного происхождения: дилатированные колленхима или колленхиматозная паренхима, значительно дилатированный кортекс, фрагменты групп первичных волокон и склерeid, что не указано в тексте и на рисунках в разделе «3.1. Строение проводящих тканей березы повислой, ольхи серой и осины в норме». Отмечает, что описание коры исследуемых видов необходимо было выполнить по рекомендациям IAWA list of microscopic bark features (2016), раскрыв подробно строение лучевой и аксиальной паренхимы, строение члеников ситовидных трубок, а выделение ранней и поздней флоэмы у всех исследованных видов как в норме, так и в условиях эксперимента проводить

на основании четкого критерия, например, диаметра или площади поперечного сечения ситовидных трубок. Считает, что в разделе «3.2.1. Частота и локализация антиклинальных делений клеток камбиальной зоны у березы повислой» необходимо было представить данные о структуре камбиальной зоны у березы в норме в целях сравнительного анализа. Отмечает, что в разделе «3.2.2. Строение тканей коры березы, ольхи и осины, сформированных в ходе эксперимента» описание коры и флоэмы в частности выполнено в авторской интерпретации, что очень усложняет восприятие результатов исследования. Указывает, что в целом разделы диссертации, в которых представлены результаты исследования по тканям коры и камбиальной зоне выглядят менее проработанными по сравнению с разделами по древесине. Рекомендует в разделах «3.2.2. Строение тканей коры березы, ольхи и осины, сформированных в ходе эксперимента» и «3.2.3. Строение древесины березы, ольхи и осины, сформированной в ходе эксперимента» на рисунках и графиках представлять данные для наглядности по норме.

**Баранов Олег Юрьевич** в качестве пожелания предлагает автору в дальнейшем уделить внимание анализу систематизации этиологических факторов, ассоциированных с формированием аномальной ксилемы древесных растений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Марковская Евгения Федоровна является специалистом-ботаником, имеющим публикации в области анатомии, морфологии и физиологии покрытосеменных растений; Котина Екатерина Леонидовна является специалистом-ботаником, имеющим публикации в области исследований анатомического строения коры и древесины покрытосеменных древесных растений; ведущая организация известна своими достижениями в изучении анатомии, биохимии и физиологии древесных растений и способна определить научную и практическую значимость диссертации.



Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Впервые показано, что поступление дополнительной сахарозы со стороны проводящей флоэмы вызывает увеличение частоты антиклинальных делений камбиальных клеток березы повислой и приводит к изменению их локализации в пределах камбиальной зоны.

Впервые дано подробное описание структуры проводящих тканей, сформировавшихся у трех видов древесных растений под влиянием растворов сахарозы различной концентрации; продемонстрировано появление очагов разрушения ксилемных производных камбия березы повислой под влиянием высоких концентраций сахарозы и последующее заполнение образовавшихся пустот каллусной тканью в результате пролиферации паренхимных клеток радиальных лучей; рассмотрены возможные пути утилизации избытка сахарозы в проводящей флоэме и камбиальной зоне древесных растений.

Впервые в связи с дифференциацией сосудов ксилемы в процессе нормального и аномального ксилогенеза проведено изучение экспрессии генов, кодирующих фермент ИУК-глюкоза-синтазу; предложена схема, демонстрирующая предполагаемую взаимосвязь между конъюгацией ауксина и высокой активностью апопластной инвертазы.

Исследование проведено с использованием нескольких экспериментальных подходов: 1) введение в ткани ствола растворов экзогенной сахарозы разной концентрации; 2) создание в тканях ствола вертикального градиента уровня сахарозы в результате кольцевания ствола; 3) исследование тканей ствола у деревьев карельской березы с узорчатой и безузорчатой древесиной. Применялись современные методы анатомо-цитологического, биохимического и молекулярно-генетического анализов и статистической обработки данных.

Особенностью методических подходов, использованных при выполнении диссертационной работы, является постановка эксперимента *in arbor*, что позволило получить данные о влиянии различных концентраций сахарозы на активность интактного камбия и дифференциацию его производных. Совокупность полученных данных о влиянии избытка фотоассимилятов на камбиальную активность и структуру проводящих тканей древесных растений имеет большую теоретическую и практическую значимость, т.к. способствует углублению и расширению знаний о механизмах регуляции ксило- и флоэмогенеза. В отличие от данных, полученных в экспериментах с камбием *in vitro*, результаты, полученные с применением использованных методических подходов, дают более объективное представление о процессах регуляции камбиального роста и могут быть использованы при поиске путей управления клеточным составом древесины.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что рассмотренные в диссертационной работе и в публикациях данные о влиянии высокого уровня сахарозы в проводящей флоэме на камбиальную активность и структуру проводящих тканей древесных покрытосеменных растений имеют большое значение для понимания механизмов регуляции ксилотенеза. Полученные данные могут быть использованы для преподавания биологических дисциплин в высших учебных заведениях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

теория построена на проверяемых данных, согласующихся с ранее опубликованными в литературе;

идея базируется на изучении и анализе значительного объема материала, полученного в результате собственных исследований, а также обобщении и анализе имеющихся в литературе сведений;

работы были проведены с использованием как классических научных методов (световая микроскопия), так и современных методов биохимического и молекулярно-генетического анализа;

использованы авторские оригинальные данные;  
результаты, полученные автором, воспроизводимы и согласуются с данными, имеющимися в литературе;

использованы современные методики статистического анализа данных. Основные результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных данных, планировании и проведении экспериментальных исследований, в статистической обработке, анализе и интерпретации полученных данных, а также в написании статей, опубликованных по результатам работы, и представлении результатов исследования на научных конференциях.

Диссертация решает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана, следованием основной идейной линии, концептуальностью и взаимосвязью выводов.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям, установленным в пп. 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 4 марта 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Тарелкиной Т.В. ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук по специальности 03.02.01 – «Ботаника», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета (из них 0 человек дополнительно введены на разовую

защиту), проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.



Председатель  
диссертационного совета

Гельтман Дмитрий Викторович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Сизоненко Ольга Юрьевна

4 марта 2020 года