

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Никеровой Ксении Михайловны** «Активность ферментов антиоксидантной системы при изменении сценариев ксилогенеза у *Betula pendula* Roth и *Pinus sylvestris* L.», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений

Изучение механизмов формирования древесины, или ксилогенеза, является одной из важнейших задач современной физиологии и биохимии растений. Необходимость поиска способов управления ксилогенезом, с одной стороны, объясняется тем, что может позволить повышать продуктивность древесных растений, а с другой – получать древесину с заданными свойствами. С этой точки зрения, уникальным объектом для исследования механизмов ксилогенеза является карельская береза (*Betula pendula* Roth. var. *carelica*), у которой в результате отклонений в деятельности камбия формируется узорчатая древесина. За последние годы достигнуты большие успехи в установлении возможных причин нарушения ксилогенеза у *B. pendula* var. *carelica*. Наряду с изменениями в углеводном обмене, в тканях ее ствола обнаружена высокая активность одного из антиоксидантных ферментов – пероксидазы (ПО). Что касается других антиоксидантных ферментов, их роль в процессе ксилогенеза древесных растений изучена в меньшей степени. Особый интерес представляет выявление особенностей функционирования ферментативной составляющей антиоксидантной системы (АОС) у древесных растений с нарушенным ксилогенезом на разных этапах онтогенеза. В связи с этим, актуальность и новизна диссертационной работы К. М. Никеровой не вызывает сомнений.

Объектами исследования служили две формы *B. pendula* – var. *pendula* (с типичной для вида прямослойной древесиной) и var. *carelica* (с нормальной по строению и узорчатой древесиной). В результате проведенных исследований К. М. Никеровой установлено, что у древесных растений формирование структурных аномалий древесины сопряжено с процессами вторичного метаболизма, что, в свою очередь, отражается на изменении активности ферментов АОС. Так, выявлено, что увеличение степени узорчатости древесины у *B. pendula* var. *carelica* коррелирует с повышением активности супероксиддисмутазы, каталазы (КАТ), ПО и полифенолоксидазы (ПФО). Автором делается предположение, что повышение их активности при образовании узорчатой древесины может быть обусловлено преобладанием апопластного пути метаболизации сахарозы. У взрослых растений диссертанту удалось выявить различия в пути утилизации пероксида водорода: у *B. pendula* var. *pendula* она происходит, главным образом, за счет активизации КАТ, тогда как у *B. pendula* var. *carelica* пероксид водорода нейтрализуется в основном с участием ПО. Интересно, что в пределах одного ствола дерева *B. pendula* var. *carelica* более высокая активность ПО по сравнению с КАТ также наблюдается в узорчатых участках ствола, тогда как в безузорчатых, напротив, активность КАТ выше, чем ПО.

Одним из важных выводов, сделанных автором, является возможность использования ферментов АОС для выявления нарушения ксилогенеза у *B. pendula* var. *carelica* на начальных этапах развития. Этот вывод базируется на том, что закономерности, обнаруженные у растений во взрослом состоянии, прослеживаются и в раннем онтогенезе. В частности, у сеянцев в возрасте нескольких месяцев без видимых признаков узорчатости древесины зафиксирована более высокая активность ПО и ПФО по сравнению с таковой у *B. pendula* var. *pendula*. Также К. М. Никеровой получены новые данные об изменении активности ферментов АОС у сеянцев двух форм *B. pendula* в зависимости от размеров листа. Необходимо особо отметить, что на основании проведенных исследований предложен способ количественной экспресс-диагностики «узорчатости» древесины *B. pendula* var. *carelica* по определению активности гваякол-пероксидазы в ксилеме (Патент на полезную модель № 2596013, Галибина, Никерова, 2016).

Диссертантом с целью понимания того, могут ли выявленные закономерности в изменении активности антиоксидантных ферментов иметь диагностическое значение для других древесных пород, было проведено исследование их активности у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) при формировании косослойной древесины. В результате у *P. sylvestris* с признаками косослойной древесины была обнаружена более высокая активность ПО, ПФО и апопластной инвертазы, чем у растений с прямослойной древесиной. На основании этого сделано предположение, что альтернативный путь метаболизации сахарозы, являющийся индикатором аномального ксилогенеза у *B. pendula* var. *carelica* и влекущий за собой изменение активности антиоксидантных ферментов, присутствует и у *P. sylvestris* при образовании косослойной древесины.

Диссертационная работа К. М. Никеровой представляет собой законченное комплексное исследование, выполненное на высоком научном уровне и отличающееся новизной и научно-практической значимостью. Полученные результаты могут быть использованы при решении задач, связанных с диагностикой качества древесины *B. pendula* var. *carelica* и *P. sylvestris* на лесосеменных плантациях и в лесных сообществах.

Автореферат написан хорошим литературным языком, прекрасно оформлен, наглядно иллюстрирован рисунками и таблицами. Методические подходы последовательны и обоснованы. Автором получены оригинальные экспериментальные данные, которые были проанализированы с использованием методов статистического анализа. Выводы, сделанные в работе, соответствуют сформулированным цели и задачам, логично вытекают из содержания автореферата, аргументированы и убедительны. Похвальным, на мой взгляд, является широкий научный кругозор автора, о котором можно судить по количеству (604) источников литературы, использованной при подготовке диссертационной работы.

Следует также отметить, что материалы диссертации хорошо апробированы на Международных и Всероссийских научных конференциях. Основные результаты исследования отражены в 48 публикациях, среди которых 16 статей опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ (7 – Web of Science и Scopus).

На основании анализа автореферата считаю, что по актуальности, методическому уровню, новизне, научной и практической значимости диссертационная работа **Никеровой Ксении Михайловны** на тему «Активность ферментов антиоксидантной системы при изменении сценариев ксилогенеза у *Betula pendula* Roth и *Pinus sylvestris* L.» полностью соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым ВАК Минобрнауки и науки РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор – **Никерова Ксения Михайловна** – несомненно, заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Игнатенко Анна Анатольевна

Кандидат биологических наук (03.01.05 – Физиология и биохимия растений), научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений Института биологии – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук».
Почтовый адрес: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11.
Телефон: +7(8142)76-27-12; электронная почта: angelina911@yandex.ru

6 июля 2020 года

Подпись Игнатенко А.А. удостоверяю
Главный документовед ИБ КарНЦ РАН
Е.В. Фомина
«06» июля 2020 г.

