

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.228.04, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный
исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН), ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.06.2025 г. №5

О присуждении **Скурыдиной Евгении Сергеевне**, гражданке РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Одностадийные процессы получения производных бетулина из бересты березы и их физико-химические свойства» по специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 3 апреля 2025 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.1.228.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН) (660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50), приказ о создании диссертационного совета № 47/нк от 30 января 2017 года.

Соискатель Скурыдина Евгения Сергеевна, 5 апреля 1981 года рождения, в 2004 году окончила Красноярский государственный университет по специальности «Химия» с присуждением квалификации «Химик». С 01 октября 2004 года по 30 сентября 2008 года обучалась в очной аспирантуре Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, с 17 августа 2023 года по 16 февраля 2024 года прикреплена к ФИЦ КНЦ СО РАН для сдачи кандидатских экзаменов по научной специальности 1.4.4. Физическая химия. Кандидатские экзамены сданы по следующим дисциплинам: Физическая химия, История и философия науки, Иностранный язык (Английский язык). Работает ведущим инженером лаборатории химии природного органического сырья Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН (ИХХТ СО РАН).

Диссертация выполнена в лаборатории химии природного органического сырья ИХХТ СО РАН.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент Кузнецова Светлана Алексеевна, ведущий научный сотрудник лаборатории химии природного органического сырья ИХХТ СО РАН.

Официальные оппоненты:

Исаева Елена Владимировна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры химической технологии древесины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Сибирский

государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва» (СибГУ);

Ломовский Игорь Олегович, кандидат химических наук, старший научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего лабораторией физико-химии полимерных композитных материалов ФГБУН Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН),

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет» (АлГУ), г. Барнаул, в своем **положительном** отзыве, подготовленном доктором химических наук, профессором, заведующим кафедрой органической химии АлГУ Базарновой Натальей Григорьевной и утвержденном проректором по научному и инновационному развитию, доктором биологических наук Вагановым Алексеем Владимировичем, указала, что научная новизна исследования и полученных результатов заключается в следующем: впервые разработаны одностадийные процессы получения диацетата и дипропионата бетулина, аллобетулина и 3-О-лактата аллобетулина из бересты берёзы. Установлена связь условий активации бересты «паровым взрывом» с выходом диацетата и дипропионата бетулина; впервые осуществлена экспериментальная оптимизация процессов получения диацетата и дипропионата бетулина, аллобетулина, бетулоновой кислоты, а также математическая оптимизация процесса синтеза бетулоновой кислоты из бересты берёзы с целью увеличения их выхода; впервые методами элементного анализа, ИК- и ЯМР-спектроскопии с применением современного научного оборудования определены состав и строение 3-О-лактата аллобетулина, полученного из бетулина и бересты берёзы. Диссертационная работа Скурыдиной Е.С. является завершённым комплексным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Актуальность работы, научная новизна и достоверность результатов исследования, обоснованность положений, выносимых на защиту, не вызывают сомнений. Результаты диссертационной работы получены с применением современных методов исследования и математической оптимизации, полностью соответствуют поставленным целям и задачам. Практическая значимость результатов диссертационного исследования Скурыдиной Е.С. заключается в возможности их внедрения в промышленные технологии переработки растительного сырья с получением ценных биологически активных соединений.

Диссертация Скурыдиной Е.С. «Одностадийные процессы получения производных бетулина из бересты берёзы и их физико-химические свойства» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842. Соискатель Скурыдина Евгения Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Соискатель имеет по теме диссертации 14 опубликованных работ, из них 8 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 патента РФ. Результаты работы доложены на конференциях различного уровня. Работы посвящены разработке одностадийных процессов получения производных бетулина из бересты берёзы и исследованию их физико-химических свойств, а также экспериментальной и математической оптимизации новых методов синтеза.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Скурыдина Е.С.**, Кузнецова С.А., Новикова С.А., Шахтштейн Т.П., Кузнецов Б.Н. Новые способы получения 3-О-лактата аллобетулина и его физико-химические свойства // Химия растительного сырья. – 2023. – № 4. – С. 367-274.

2. **Скурыдина Е.С.**, Васильева Н.Ю., Кузнецова С.А., Титова Н.М., Кузнецов Б.Н. Разработка одностадийного способа получения аллобетулина из бересты коры берёзы и изучение его антиоксидантной активности // Химия растительного сырья. – 2023. – № 3. – С. 243-252.

3. Левданский В.А., Гарынцева Н.В., Левданский А.В., **Скурыдина Е.С.** Математическая оптимизация процесса получения бетулоновой кислоты из бересты коры *Betula Pendula Roth.* // Журнал СФУ. Химия. – 2023. – Т. 16 (2). – С. 255-265.

4. Kuznetsova S.A., Kuznetsov B.N., Malyar Yu.N., **Skurydina E.S.**, G.P. Skvortsova, Pen R.Z., Chesnokov N.V., Khanchich O.A. Optimization of the Production Process of Biologically-Active Betulin Diacetate from Raw and Activated Birch Bark // Theoretical Foundation of Chemical Engineering. – 2018. – V. 52. – N. 4. – P. 664-669.

5. Кузнецова С.А., Скворцова Г.П., **Скурыдина Е.С.**, Маляр Ю.Н., Ханчич О.А. Влияние условий ацилирования пропионовой кислотой бересты коры берёзы и её активации на выход и состав экстрактов // Журнал СФУ. Химия. – 2011. – Т.4 (3). – С. 248-256.

6. Кузнецова С.А., Кузнецов Б.Н., Скворцова Г.П., **Скурыдина Е.С.**, Калачева Г.С. Влияние условий ацетилирования и предварительной обработки бересты коры берёзы на выход и состав тритерпеновых продуктов // Журнал СФУ. Химия. – 2010. – Т. 3 (2). – С. 174-182.

7. Кузнецова С.А., Кузнецов Б.Н., Скворцова Г.П., Васильева Н.Ю., **Скурыдина Е.С.**, Калачева Г.С. Разработка способов получения диацилов бетулина из коры берёзы // Химия в интересах устойчивого развития. – 2010. – Т.18 (3). – С. 313-320.

8. Кузнецова С.А., Васильева Н.Ю., Калачева Г.С., Титова Н.М., **Редькина Е.С. (Скурыдина Е.С.)**, Скворцова Г.П. Получение диацетата бетулина из бересты коры берёзы и изучение его антиоксидантной активности // Журнал СФУ. Химия. – 2008. – Т.1(2). – С. 151-165.

9. Патент № 2415148 Российская Федерация, МПК C07J 53/00 (2006.01). Способ получения дипропионата бетулинола: № 2009121826/04 : заявл. 08.06.2009 : опубл. 27.03.2011 / Кузнецова С.А., **Скурыдина Е.С.**, Кузнецов Б.Н., Скворцова Г.П. – 8 с.

10. Патент № 2324700 Российская Федерация, МПК C07J 53/00 (2006.01), 63/00 (2006.01). Способ получения диацетата бетулинола : № 2007101115/04 : заявл. 09.01.2007 : опубл. 20.05.2008 / Кузнецова С.А., Кузнецов Б.Н., Редькина Е.С. (Скурыдина Е.С.), Соколенко В.А., Скворцова Г.П. – 4 с.

На автореферат диссертации поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные.

Краткий обзор вопросов и замечаний, содержащихся в отзывах ведущей организации, официальных оппонентов д.т.н., профессора Исаевой Е.В. (СибГУ), к.х.н. Ломовского И.О. (ИХТТМ СО РАН) и на автореферат д.б.н., академика РАН Нетёсова С.В. (НГУ), д.б.н., профессора Кратасюк В.А. (ИФБиТ СФУ), д.х.н. Монастырной М.М. (ТИБОХ ДВО РАН им. Г.Б. Елякова), д.х.н. Кочевой Л.С. (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), к.т.н. Тарасовой М.С. (НИЯУ МИФИ), к.х.н. Романчук А.Ю. (МГУ имени М.В. Ломоносова), к.х.н. Новиковой Г.В. (СФУ), д.х.н. Ведерников Д.Н. (СПбГЛТУ):

1. В диссертационной работе отсутствует четкая аргументация выбора соискателем диацетата и дипропионата бетулина, 3-О-лактата аллобетулина в качестве объектов диссертационного исследования.
2. Недостаточно подробно рассмотрены механизмы реакций, особенно для синтеза 3-О-лактата аллобетулина.
3. Почему для изомеризации бетулина в аллобетулин соискатель в качестве катализатора выбрал именно фосфорную кислоту?
4. Чему равен теоретический выход аллобетулина от массы использованной абсолютно сухой бересты?
5. При получении 3-О-лактата аллобетулина использовался толуол, который является токсичным веществом. Почему был выбран данный растворитель, а не какой-либо альтернативный, соответствующий принципам «зеленой химии»?
6. В экспериментальной части отсутствует описание методики анализа химического состава исходной и активированной бересты берёзы.
7. В диссертации и автореферате отсутствуют сведения о том, где и кем проводилось определение антиоксидантной активности диацетата бетулина и аллобетулина.
8. Не указано с каким размером частиц коры работали при определении влияния продолжительности процесса ацетилирования и условий активации паровым взрывом на выход продуктов. На каком уровне был застabilизирован этот фактор?
9. Влияет ли на выход аллобетулина концентрация этилового спирта, в среде которого проводили синтез?
10. Что собой представляет остаток бересты после выделения бетулина и его производных?
11. Для процесса ацилирования были выбраны условия кипящих кислот. Температура кипения уксусной кислоты 118 °С, температура кипения пропионовой кислоты 141 °С, температура кипения смеси молочная кислота-толуол в районе 115 °С. Можно ли из полученных в работе данных утверждать, что выявленная закономерность протекания

химических реакций сохранится, если процессы проводить в одинаковых температурных условиях?

12. В Таблице 3.2 (с. 46 диссертации) приведены результаты химического анализа состава исходной и активированной бересты. Правильно ли я понимаю, что в процессе активации перегретым паром происходит переход лигнина в суберин?

13. На Рис. 3.11 представлена схема последовательного превращения бетулина в монопропионат и затем в дипропионат. Данная схема представляется как классическая последовательная реакция $A \rightarrow B \rightarrow C$. Можно ли провести анализ кинетики данного процесса и определить константы химических реакций?

14. На с. 53 указано, что образование монопропионата бетулина идет путем присоединения кислотного остатка к первичному атому С-28 и только второй остаток присоединяется по С-3 положению. Какими методами подтверждается данное предположение?

15. На рис. 3.21 показано, что выход бетулоновой кислоты не увеличивается после 2,5 часов обработки. Чем объясняется выход на плато?

16. Проверялась ли чистота конечных продуктов после перекристаллизации методом ВЭЖХ?

17. Проводились ли токсикологические исследования диацетата бетулина и аллобетулина?

18. Являются ли полученные соединения стабильными?

19. Для синтеза бетулоновой кислоты вместо чистого соединения используется смесь – тритерпеноиды бересты, что в органической химии обычно недопустимо из-за расхода реагента и усложнения смеси продуктов.

20. Красутским П. разработаны множество методов окисления бетулина нетоксичными реагентами. Ваш метод окисления использует токсичный реагент, обычно не используемый в промышленности.

Все присланные отзывы отмечают актуальность выполненной работы, ее научную новизну и практическую значимость. Достоверность результатов ни у кого из приславших отзывы сомнений не вызвала.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован наличием широко известных публикаций в области физической химии природных соединений растительного происхождения, что позволяет наиболее полно и квалифицированно оценить научную и практическую ценность рассматриваемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработаны новые одностадийные процессы получения производных бетулина (диацетата и дипропионата бетулина, бетулоновой кислоты, аллобетулина и 3-О-лактата аллобетулина) из бересты березы, минуя стадию выделения бетулина;

- установлена связь условий активации бересты «паровым взрывом» с выходом диацетата и дипропионата бетулина, позволяющие существенно сократить продолжительность процессов ацилирования;
- определены оптимальные режимы получения диацилов бетулина, аллобетулина и бетулоновой кислоты из бересты березы;
- установлены состав и строение 3-О-лактата аллобетулина с использованием современных физико-химических методов исследования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установленные автором физико-химические закономерности одностадийных процессов получения производных бетулина из бересты березы, их оптимизация и определение физико-химических характеристик полученных веществ вносят существенный вклад в физическую химию природных органических соединений.

Применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс современных физико-химических методов исследования и анализа: ИК- и ^1H , ^{13}C ЯМР-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия, сканирующая электронная микроскопия, элементный анализ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные результаты могут служить основой для разработки методов комплексной переработки бересты березы с получением ценных химических веществ; производные бетулина (диацетат и дипропионат бетулина, бетулоновая кислота, аллобетулин и 3-О-лактат аллобетулина) могут быть использованы при разработке биологически активных добавок, препаратов для медицины и ветеринарии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- воспроизводимость полученных экспериментальных результатов;
- согласованность данных, полученных различными физико-химическими методами исследования с использованием сертифицированного оборудования;
- использование баз данных и научных электронных библиотек;
- обоснованность экспериментальными данными основных положений и выводов диссертации.

Личный вклад соискателя состоит в: участии в постановке цели и задач диссертационного исследования; планировании и проведении экспериментов, обработке и интерпретации полученных данных и их представлении на конференциях, подготовке научных публикаций.

В ходе защиты диссертации критических замечаний не было. Соискатель Скурыдина Е.С. ответила на задаваемые в ходе заседания вопросы.

На заседании 06 июня 2025 года диссертационным советом сделан вывод, что представленная диссертация Скурыдиной Е.С. является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача, имеющая существенное значение для физической химии процессов переработки растительного сырья:

разработаны и оптимизированы новые одностадийные процессы получения производных бетулина, установлены их физико-химические характеристики, определены антиоксидантные свойства диацетата бетулина и аллобетулина.

Диссертационный совет принял решение присудить Скурыдиной Евгении Сергеевне **ученую степень кандидата химических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.4.4. Физическая химия рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: **за - 16, против - нет**, недействительных бюллетеней - **нет**.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Б.Н. Кузнецов

Ученый секретарь
диссертационного совета

Г.В. Бурмакина

09 июня 2025 года