

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.247.01 ПО ЗАЩИТЕ
ДИССЕРТАЦИЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК, НА
СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ» РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от «14» июня 2018 г. № 15
о присуждении Булахову Александру Глебовичу, гражданство Российской Федерации,
учёной степени кандидата химических наук по специальностям 03.01.04 – Биохимия и
03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

Диссертация «Свойства литических полисахаридмонооксигеназ из низших грибов»
по специальностям 03.01.04 Биохимия и 03.01.06 Биотехнология (в том числе
бионанотехнологии) принята к защите 5 апреля 2018 года (протокол № 9) диссертационным
советом Д 002.247.01 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный
исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской
академии наук», 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, строение 2. Совет утверждён
Рособрнадзором Министерства образования и науки РФ, приказ № 2249-1602 от 16.11.2007
г. с учётом изменений в составе Совета в соответствии с приказом Минобрнауки России от
13.02.2013 г. № 74/нк и от 10.02.2014 г. №55/нк и с учётом переименования Совета от
30.09.2015 г. №1166/нк.

Булахов Александр Глебович, 1991 года рождения, в 2013 году окончил Химический
факультет Федерального государственного образовательного учреждения высшего
образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по
специальности «Химия». В ноябре 2013 г. Булахов Александр Глебович поступил в очную
аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
биохимии им. А.Н. Баха, где проходил обучение по ноябрь 2017 г. С 2013 г. работал в

Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте биохимии им. А.Н. Баха в должности младшего научного сотрудника.

Диссертационную работу Булахов А.Г. выполнял в лаборатории биотехнологии ферментов Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Научный руководитель – Гусаков Александр Васильевич, доктор химических наук (специальности 02.00.15 Кинетика и катализ и 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)), профессор по специальности 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии ферментов Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук», ведущий научный сотрудник химического факультета Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Мирошников Константин Анатольевич, гражданство РФ, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биоорганической химии им. Академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук» (ФГБУН ИБХ РАН), заведующий лабораторией молекулярной биоинженерии

Лавров Константин Валерьевич, гражданство РФ, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук в своём положительном заключении, составленном заведующим лабораторией микробной энзимологии, доктором биологических наук Моргуновым Игорем Григорьевичем, указала, что диссертационная работа Булахова А.Г. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК согласно пункту пп. 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (в редакции № 335 от 21 апреля 2016г.), а ее автор безусловно заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальностям 03.01.04 Биохимия, 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследования, соответствующей специальностям 03.01.04 Биохимия, 03.01.06

Биотехнология (в том числе бионанотехнологии). Доктор химических наук Мирошников Константин Анатольевич является признанным специалистом в области комплексных исследований взаимосвязи структура-функция белков и ферментов.

Лавров Константин Валерьевич является известным специалистом в области генетической и метаболической инженерии промышленных микроорганизмов.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина Российской академии наук - многопрофильное научное учреждение, основные исследования которого посвящены изучению биохимии, физиологии, молекулярной биологии, генетики и биосферной роли микроорганизмов. Особенностью Института является направленность фундаментальных исследований на получение результатов как основы новых биотехнологических процессов. Именно новые знания о механизмах функционирования и регуляции биохимических, физиологических, молекулярно-биологических и генетических систем позволили Институту разработать современные биотехнологии получения микробных препаратов для медицины, сельского хозяйства, восстановления и защиты окружающей среды.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе 4 статьи в научных журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации:

1. Булахов А.Г., Гусаков А.В., Чекушина А.В., Сатрутдинов А.Д., Кошелев А.В., Матыс В.Ю., Сеницын А.П. Получение гомогенных полисахаридмонооксигеназ из грибных источников и изучение их синергизма с целлюлазами при действии на целлюлозу. // Биохимия. 2016. Т. 81. № 5. С. 701–709.
2. Bulakhov A.G., Volkov P.V., Rozhkova A.M., Gusakov A.V., Nemashkalov V.A., Satrutdinov A.D., Sinitsyn A.P. Using an inducible promoter of a gene encoding *Penicillium verruculosum* glucoamylase for production of enzyme preparations with enhanced cellulase performance. // PLOS ONE. 2017. V. 12. № 1. e0170404.
3. Gusakov A.V., Bulakhov A.G., Demin I.N., Sinitsyn A.P. Monitoring of reactions catalyzed by lytic polysaccharide monoxygenases using highly-sensitive fluorimetric assay of the oxygen consumption rate. // Carbohydrate Research. 2017. V. 452. P. 156–161.
4. Булахов А.Г., Гусаков А.В., Рожкова А.М., Волков П.В., Матыс В.Ю., Зоров И.Н., Сеницын А.П. Свойства химерной полисахаридмонооксигеназы с присоединенным целлюлозосвязывающим модулем и ее применение для гидролиза целлюлозосодержащего сырья в составе целлюлазного комплекса. // Катализ в промышленности. 2017. Т 17. № 6. С. 554–560.

Результаты работы были также представлены на международных конгрессах, конференциях и школах: Международная научно-практическая конференция «Биотехнология и качество жизни» (Москва, Россия, 2014), Международная научная конференция «Биотехнологии в химико-лесном комплексе» (Архангельск, Россия, 2014), XXVII зимняя молодежная научная школа "Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии" (Москва, Россия, 2015), VIII Московский международный конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, Россия, 2015), II Международная научная конференция «Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы» (Минск, Беларусь, 2015), V съезд физиологов СНГ и V съезд биохимиков России (Сочи, Россия, 2016), XI молодежная школа-конференция «Актуальные аспекты современной микробиологии» (Москва, Россия, 2016), Ежегодная научная конференция ФИЦ Биотехнологии РАН (Москва, Россия, 2017), IX Международный конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, Россия, 2017).

В публикациях отражены экспериментальные работы, проведённые в рамках выполнения диссертации.

На диссертацию поступили следующие отзывы:

1. Отзыв официального оппонента доктора химических наук, Мирошникова К.А. (положительный).

Отзыв содержит следующие замечания:

«В каждой секции раздела «Результаты» исследуемые белки сравниваются по различным параметрам, и для того, чтобы суммарно оценить весь комплекс свойств каждого белка, приходится многократно возвращаться к ранее прочитанному. Желательна была бы сводная таблица, отражающая все свойства каждого из исследованных природных, рекомбинантных и химерных ПМО. В качестве мелких замечаний можно упомянуть обильное использование не строгих определений (научных жаргонизмов) и перевернутую картинку электрофореграммы на стр. 108. На основные результаты и выводы работы, однако, эти недостатки влияния не имеют.»

2. Отзыв официального оппонента кандидата биологических наук, Лаврова К.В. (положительный).

Отзыв содержит следующие замечания:

«Раздел 6.1 (Активность ПМО по скорости потребления кислорода) недостаточно полно объясняет особенности разработанной автором методики и возможности её применения для оценки числа оборотов ПМО.

Как следует из рис. 19, в ходе инкубации фермента с субстратом и периодических измерений скорости потребления кислорода, абсолютное содержание O_2 в растворе снижается. Кислород является одним из субстратов фермента, и его концентрация может влиять на определяемое значение активности фермента. В целом, уровни активности ферментов принято измерять в условиях избытка субстрата (субстратов), для того чтобы избежать влияния степени сродства фермента к субстратам на результаты. Автор не поясняет, проводилась ли им работа по выяснению влияния абсолютного содержания O_2 в растворе на уровень активности фермента. В обзоре литературы также нет явного указания на проведённые ранее исследования на эту тему. Кроме того, снижение абсолютного содержания O_2 в растворе может указывать на недоработанность методики, т.к. в ходе цикла перемешивания (1 мин) и уравнивания (5 мин) не происходит восстановления содержания кислорода к его уровню перед началом цикла.

Как указывалось выше, активность ПМО, полученная в результате разработанной методики, приведена не в стандартных единицах СИ. Кроме того, используемые показатели активности ПМО неясно обозначены на рисунках 20 и 21 (по оси ординат на обоих рисунках указаны ΔSPK).

Возможность применения данной методики измерения активности ПМО по СПК для определения числа оборотов вызывает сомнения. Известно, что число оборотов рассчитывается как отношение максимальной скорости реакции (V_{max}) к концентрации каталитических центров в реакции. Для определения V_{max} обычно используются данные серии измерений скорости ферментативной реакции при различных концентрациях субстрата, которые автором проведены не были. Концентрацию каталитических центров обычно приравнивают к молярной концентрации фермента. Однако, при отсутствии данных об уровне инактивации фермента в ходе выделения, хранения, и в условиях опыта такое упрощение некорректно. Кроме того, автор не приводит методику расчёта молярной концентрации фермента. В силу этого, полученные автором данные по числу оборотов ПМО некорректно сравнивать с литературными данными, полученными по другим методикам.

Раздел Выводы содержит обоснованные положения, базируются на большом экспериментальном материале, и отражающие результаты работы. В качестве замечаний к выводам можно отметить следующие моменты.

Формулировка первого вывода неполно отражает результаты работы, описанные в главе 5 Результатов, поскольку автор не просто выделил ферменты в чистом виде, а фактически разработал методику их выделения.

Список выводов не полностью совпадает с Положениями, выносимыми на защиту. Положения не содержат информации, приведённой в выводе 1. В свою очередь, пункт 3 Положений не отражён в Выводах».

3. Отзыв ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина Российской академии наук (положительный).

Отзыв содержит следующие замечания:

«В материалах и методах исследования не прописана методика хроматографического фракционирования препарата hLPMO с целью оценки количественного содержания рекомбинантной ПМО.

2) В работе не представлены данные о термостабильности химерного фермента, которые показали бы, какое влияние на стабильность белка оказывает присоединение целлюлозосвязывающего модуля.

Сделанные замечания не являются существенными и никоим образом не влияют на достоверность и надежность полученных результатов, а также на выводы диссертационной работы».

На автореферат поступило 4 отзыва (все отзывы положительные):

1) ФГБУН «Институт биоорганической химии» им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук (составлен заведующим Лабораторией клеточной биологии рецепторов, д.х.н., Петренко Александром Георгиевичем). Отзыв содержит следующие замечания: 1. В первой главе описывается выделение ПМО, но не указан способ анализа активности фермента. 2. На подписи к рисунку 6 не описаны измерения по оси ординаты.

3. Очень интересные результаты получены при исследовании субстратной специфичности полученного химерного фермента. Есть ли у автора какое-либо объяснение того, что при введении целлюлозо-связывающий модуля мало изменяется активность в отношении целлюлозы, но очень сильно по отношению к другим полисахаридам»;

2) ФГАОУВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (составлен профессором кафедры биологии, экологии и биотехнологии, д.т.н. Новожиловым Евгением Всеволодовичем). Отзыв содержит следующие замечания: 1. Какое количество окисленных продуктов образуется в процессе ферментативного гидролиза целлюлозы с участием добавки ПМО, есть ли среди них продукты окисления ксилана, каковы перспективы использования продуктов окисления углеводов для дальнейшей переработки? 2. Как известно, ксилоглюкан является одним из компонентов первичной стенки растительных волокон. Какой вклад, по мнению автора, вносит

активность химерного белка по ксилоглюкану в увеличение выхода сахаров и сокращение продолжительности процесса ферментативного гидролиза?

3) ЗАО «Биохиммак Диагностика» (составлен специалистом по продукции «Проточная цитофлуориметрия и иммунохимия», к.х.н. Скомаровским Антоном Андреевичем). Без замечаний.

4) ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» (составлен заведующим лабораторией генной инженерии, д.б.н., проф. Беклемишевым Анатолием Борисовичем). Отзыв содержит следующие замечания: 1. В тексте встречаются стилистические ошибки. Это касается формулировок цели и некоторых пунктов задач работы, а также отдельных пунктов научной новизны и положений, выносимых на защиту. 2. В тексте используются не корректно некоторые термины, например: «экспрессия ПМО ...» правильно писать «экспрессия гена ПМО ...»; «штамм-продуцент *P. verruculosum*, секретирующий ...» правильно писать «штамм *P. verruculosum* – продуцент ПМО, секретируемой ...»; «клонирован в лабораторный вектор ..» правильно писать «клонирован в составе вектора .. в клетках *E. coli* или гриба»; «трансформация плазмиды в реципиентный штамм ...»; правильно писать «реципиентный штамм трансформирован плазмидой ...».

В дискуссии приняли участие:

Доктор химических наук, профессор, Ярополов Александр Иванович; доктор химических наук, профессор Штильман Михаил Исаакович; доктор химических наук, профессор Еремин Сергей Александрович

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие **основные результаты**:

1. С помощью хроматографических методов выделены в гомогенном состоянии три литические полисахаридмонооксигеназы (ПМО) из аскомицетов *Thielavia terrestris*, *Trichoderma reesei* и *Myceliophthora thermophila*. Первые два фермента представляли собой рекомбинантные белки, гетерологично экспрессированные грибом *Penicillium verruculosum*, тогда как третий фермент являлся нативной ПМО, секретируемой *M. thermophila*.
2. Разработан метод измерения активности полисахаридмонооксигеназ (ПМО) по скорости потребления кислорода в реакционной смеси с помощью высокочувствительных флуоресцентных сенсоров на кислород, используемых в анализаторе Seahorse XFp (Agilent, США). С помощью этого метода определены кинетические параметры (число

оборотов) действия исследуемых ПМО на аморфную целлюлозу в присутствии аскорбиновой кислоты в качестве донора электронов, а также рН-оптимумы действия ферментов (рН 7,0–8,0). В режиме реального времени исследована инактивация ПМО под действием ЭДТА с последующим восстановлением активности фермента путем введения в реакционную смесь избытка ионов Cu^{2+} .

3. Методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии определена температурная стабильность выделенных ПМО. Для ПМО *T. terrestris*, *T. reesei* и *M. thermophila* температура плавления составила 82,2; 70,1 и 79,6°C, соответственно. Показано, что после извлечения атома меди из активного центра ПМО с помощью ЭДТА температура плавления белка существенно снижается.
4. Показано, что при действии на целлюлозные субстраты ПМО проявляют синергизм как с индивидуальными целлюлазами (целлобиогидролазами и эндоглюканазами), так и с целлюлазным комплексом в целом. При гидролизе целлюлозных субстратов замена 10% целлюлаз в составе мультиферментного препарата на соответствующее количество ПМО приводит к увеличению выхода глюкозы и восстанавливающих сахаров до 30%.
5. Получен новый штамм-продуцент гриба *P. verruculosum*, секретирующий под контролем промотора гена глюкоамилазы гетерологичную ПМО *T. reesei* при сохранении в целом базового состава целлюлазного комплекса. Установлено, что при гидролизе измельчённой осиновой древесины полученный на основе этого продуцента ферментный препарат hLPMO обеспечивает увеличение выхода глюкозы на 10–43% по сравнению с контрольными препаратами на основе исходного штамма *P. verruculosum* В1-537. Использование препарата hLPMO в смеси с высокоэффективным препаратом hBGL2 на основе штамма III, осуществляющего экспрессию гетерологичной β -глюкозидазы из *Aspergillus niger* под тем же промотором, позволило в тех же условиях повысить выход глюкозы на 56% по сравнению с контролем.
6. Методами генетической инженерии сконструирован химерный белок, N-домен которого представляет собой ПМО *T. terrestris*, а С-домен – целлюлозо-связывающий модуль (ЦСМ) целлобиогидролазы I *P. verruculosum*. Установлено, что химерная ПМО-ЦСМ обладает более высокой активностью по отношению к аморфной целлюлозе (на 24%) и ксилоглюкану (в 9,2 раза), а также расширенной субстратной специфичностью по сравнению с исходной ПМО, приобретя способность расщеплять ксилан и карбоксиметилцеллюлозу. Применение химерной ПМО-ЦСМ в качестве добавки к препарату hBGL2 при деструкции измельчённой осиновой древесины позволило повысить выход сахаров на 47% при существенном сокращении времени реакции (до двух раз).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Разработан новый оригинальный метод определения активности ПМО, основанный на измерении скорости потребления кислорода (СПК) в ходе ферментативной реакции с помощью высокочувствительных флуоресцентных сенсоров на кислород, используемых в анализаторе Seahorse XFp (Agilent, США). С помощью этого метода определены кинетические параметры (число оборотов) действия рекомбинантных ПМО из *T. terrestris* и *T. reesei*, а также нативной ПМО из *M. thermophila* на аморфную целлюлозу в присутствии аскорбиновой кислоты в качестве донора электронов, рН-оптимумы активности ферментов (рН 7,0–8,0), а также изучена их субстратная специфичность. Установлено, что ПМО из *T. terrestris* обладает, помимо активности к целлюлозе, активностью по отношению к ксилоглюкану и бета-глюкану, а ПМО из *T. reesei* – активностью по отношению к ксилоглюкану. В режиме реального времени исследована инактивация ПМО под действием ЭДТА с последующим восстановлением активности фермента путем введения в реакцию смесь избытка ионов Cu^{2+} . Методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии определена температурная стабильность выделенных ПМО. Показано, что после извлечения атома меди из активного центра ПМО с помощью ЭДТА температура плавления белка существенно снижается. Исследовано взаимодействие ПМО с целлюлазами при деструкции микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) и лигноцеллюлозного субстрата (измельченной осиновой древесины). Показано, что ПМО проявляют синергизм как с индивидуальными целлюлазами (ЦБГ и ЭГ), так и с целлюлазным комплексом в целом. Методами генетической инженерии сконструирован химерный белок, N-домен которого представляет собой ПМО *T. terrestris*, а С-домен – ЦСМ ЦБГ I *P. verruculosum*. Установлено, что в результате присоединения ЦСМ активность ПМО по отношению к целлюлозе и ксилоглюкану существенно возрастает, при этом фермент расширил субстратную специфичность, приобретя способность расщеплять ксилан и карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ). Эти результаты имеют важное значение для понимания связи между структурой и функцией мультидоменных ферментов (в том числе и ферментов, относящихся к новому семейству оксидоредуктаз, – литических ПМО), катализирующих расщепление природных полисахаридов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в том, что:

Получен новый штамм-продуцент *P. verruculosum*, секретирующий под контролем промотора гена глюкоамилазы гетерологичную ПМО *T. reesei* при сохранении в целом базового состава целлюлазного комплекса. Установлено, что при гидролизе измельченной осиновой древесины полученный на основе этого продуцента ферментный препарат

hLPMO обеспечивает увеличение выхода глюкозы на 10–43% по сравнению с контрольными препаратами на основе исходного штамма *P. verruculosum* B1-537. Использование препарата hLPMO в смеси с высокоэффективным препаратом hBGL2 на основе штамма *P. verruculosum*, осуществляющего гетерологичную экспрессию БГЛ из *Aspergillus niger* под тем же промотором, позволило в тех же условиях повысить выход глюкозы на 56% по сравнению с контролем. Эти результаты, а также указанные выше данные по влиянию ЦСМ на активность ПМО в составе химерного белка создают перспективы для дальнейшей разработки новых грибных штаммов и высокоактивных ферментных препаратов на их основе для применения в процессах биоконверсии возобновляемого ЦСС.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных результатов все научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, являются результатом детального анализа большого количества высококачественных экспериментальных данных, полученных на сертифицированном оборудовании с использованием обширного комплекса самых современных методов исследования, ряда независимых экспериментальных моделей, необходимых положительных и отрицательных контролей и принятого научным сообществом числа независимых повторов; полученные результаты достоверны, воспроизводимы в различных условиях и корректно интерпретированы; выводы полностью обоснованы;

теория построена на известных или проверяемых данных и фактах, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идеи базируются на критическом анализе литературных данных, опубликованных ведущими отечественными и зарубежными исследователями – специалистами в области биохимии, биотехнологии, генетической и белковой инженерии;

использовано сравнение полученных автором данных с результатами, полученными ранее в близких к данной тематике областях;

установлено соответствие авторских данных результатам, представленным в независимых литературных источниках по данной тематике;

выявлено, что некоторые результаты автора были хронологически позже подтверждены данными отечественных и зарубежных исследований;

использованы адекватные и современные методы сбора, анализа и статистической обработки литературных данных и собственных экспериментальных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в:

- постановке целей и задач исследования;


- планировании и проведении экспериментов либо соискателем самостоятельно, либо при его непосредственном участии;
- обработке и интерпретации экспериментальных данных;
- оформлении и апробации результатов исследования;
- публикации результатов выполненной работы.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Булахова А.Г. является законченной научно-квалификационной работой, что подтверждается тщательным и глубоким анализом имеющихся в литературе данных по тематике работы, наличием логичного плана исследования, использованием большого количества современных методов, взаимосвязанностью результатов и выводов. Данная работа отвечает требованиям пп. 9-14 положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. в редакции № 335 от 21 апреля 2016 г.

На заседании 14 июня 2018 года диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 5 докторов химических наук, 12 докторов биологических наук по специальности 03.01.04 Биохимия, участвовавших в заседании из 27 человек, входящих в состав совета, и трех членов, докторов химических наук, временно включенных в его состав по специальности 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) (химические науки), проголосовали:

«за» - 21, «против» - нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета Д 002.247.01
доктор биологических наук, профессор


М.С. Крицкий

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 002.247.01
кандидат биологических наук





А.Ф. Орловский

14 июня 2018 г.