



ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

**ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ
ИМ. С.Н. ВИНОГРАДСКОГО**

119071 РФ, Москва, Ленинский пр-т, д. 33, стр. 2
117312, РФ, Москва, пр-т 60-летия Октября д. 7,
корп. 2
Тел. +7 (499) 135-21-39, факс +7 (499) 135-65-30
www.fbras.ru, inmi@inmi.ru

Г
УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ФИЦ Биотехнологии РАН,
д.б.н.

А.Н. Федоров

2022 г.



Заключение

Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» на диссертационную работу Ельченинова А.Г. «Метаболизм представителей филума *Planctomycetes*, обитающих в термальных экосистемах».

Диссертационная работа «Метаболизм представителей филума *Planctomycetes*, обитающих в термальных экосистемах» была выполнена в лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот (Отдел биологии экстремофильных микроорганизмов) Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Ельченинов Александр Геннадьевич, 1992 года рождения, в 2015 году окончил Биологический факультет Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова по специальности «Микробиология». С 2015 г. по 2019 г. Ельченинов Александр Геннадьевич обучался в очной аспирантуре Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». С 2015 г. Ельченинов А.Г. работал в Институте микробиологии им. С.Н. Виноградского в должности младшего научного сотрудника.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана 25 февраля 2019 г. в Федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Тема диссертационной работы утверждена на заседании Ученого совета Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (Протокол № 2 от 21.02.2022).

Научный руководитель:

Кубланов Илья Валерьевич, кандидат биологических наук (специальность 03.00.07 Микробиология), заведующий лабораторией метаболизма экстремофильных прокариот (Институт Микробиологии им. С.Н. Виноградского) Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Подготовленная диссертационная работа Ельченинова А.Г была представлена 11 апреля 2022 года на заседании совместного семинара лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот, лаборатории разнообразия и экологии экстремофильных микроорганизмов и лаборатории молекулярной экологии и филогеномики бактерий Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы работы

Планктомицеты – бактериальный филум, входящий в монофилетическую группу, называемую иногда PVC суперфилумом (*Planctomycetes*, *Verrucomicrobia*, *Chlamydiae*) (Wagner and Horn, 2006). Планктомицеты известны с начала XX-го века, однако активно изучать их стали лишь с 1980-х годов. Долгое время считалось, что они значительно отличаются от других грамотрицательных бактерий, так как в их клеточных стенках отсутствует пептидогликан (Liesack et al., 1986), они имеют отделенные мембраной компартменты внутри клеток (Lindsay et al., 2001) и обладают способностью к эндоцитозу (Lonhienne et al., 2010). В последние годы благодаря активному изучению данной группы, а также усовершенствованию методов исследований произошел настоящий прорыв в понимании биологии планктомицетов (Wiegand et al., 2018): многие из “особенностей” оказались артефактами. Так сейчас известно, что клеточная стенка планктомицетов содержит ультратонкий слой пептидогликана (Jeske et al., 2015), а при 3D-реконструкции клеток оказалось, что компартменты вовсе не замкнуты, а связаны между собой и образуют периплазматическое пространство сложной архитектуры (Santarella-Mellwig et al., 2013). Тем не менее, все еще крайне мало известно об истинном разнообразии и метаболическом потенциале планктомицетов, так как ~99% из них являются до сих пор некультивируемыми и лишь для ~4% известны последовательности геномов.

Представители филума *Planctomycetes* обнаружены в самых различных местообитаниях, таких как почва, пресные и морские водоемы (Wiegand et al., 2018), а также в экстремальных экосистемах: пустыня Атакама в Южной Америке (Drees et al., 2006), ультрапресные кислые северные болота (Kulichevskaya et al., 2007; Kulichevskaya et al., 2009; Ivanova and Dedysh, 2012; Kulichevskaya et al., 2016). Планктомицеты были детектированы и в термальных экосистемах (Hugenhlotz et al., 1998; Portillo et al., 2009; Lau et al., 2009). Однако до недавнего времени не было известно ни одной чистой культуры термофильных планктомицетов. Первые такие организмы были выделены лишь в 2015 году: *Tepidisphaera mucosa* и *Thermogutta terrifontis* – из наземных горячих источников, *Thermogutta hypogea* – из потока термальной воды в золотодобывающей шахте (Kovaleva et al., 2015; Slobodkina et al., 2015). Наряду с аэробным метаболизмом эти микроорганизмы, в отличие от родственников, были способны к брожению (Kovaleva et al., 2015; Slobodkina et al., 2015), а *Thermogutta* была способна и к анаэробному дыханию. Позже был описан еще один термофильный представитель *Planctomycetes* – *Thermostilla marina* (Slobokina et al., 2016), выделенный из морской

гидротермы и также являющийся факультативным анаэробом. Однако, даже с учетом этих работ, можно утверждать, что сделаны только первые шаги к полному пониманию роли планктомицетов и широты их распространения в горячих источниках.

Конкретное участие автора в получении научных результатов

Соискатель принимал участие во всех этапах исследования – от постановки задач и проведения экспериментов до обсуждения полученных данных, подготовки их к публикации и представления на конференциях.

Степень обоснованности научных положений, рекомендаций и выводов, полученных соискателем

Работа выполнена на высоком экспериментальном уровне с использованием современных методов исследования в области микробиологии и биоинформатики. Представленные в работе данные являются достоверными, а выводы и положения обоснованными.

Научная новизна работы

В ходе работы были охарактеризованы новые представители филума *Planctomycetes*, выделенные из термальных мест обитания и образующие два новых рода в семействах *Isosphaeraceae* и *Gemmataceae*. Получена и проанализирована геномная последовательность термофильного планктомицета *Thermogutta terrifontis* R1^T. Был *in silico* реконструирован метаболизм *T. terrifontis* R1^T – от гидролиза полисахаридов до механизмов запасания энергии. На основании транскриптомного анализа был предложен новый путь разложения ксантановой камеди. Получена и проанализирована последовательность генома *Tepidisphaera mucosa* 2842^T. Проведен сравнительный анализ геномов представителей класса *Phycisphaerae*, позволивший выявить его разделение на две четкие метаболические группы, а также провести полноценный филогеномный анализ этого класса планктомицетов.

Практическая значимость работы

Новые, описанные нами планктомицеты, обладая множеством гидролитических ферментов, могут послужить источником новых гидролаз для биотехнологии; особенно перспективными в данной области могут оказаться термофильные представители.

Соответствие содержания диссертации специальностям, по которым она рекомендуется к защите

Представленная Ельчениновым Александром Геннадьевичем диссертационная работа посвящена описанию новых представителей филума *Planctomycetes*, обитающих в термальных экосистемах, и изучению их метаболизма, в первую очередь путей разложения полисахаридов, центрального катаболизма углеводов и механизмов запасания энергии. Работа соответствует специальности 1.5.11 Микробиология, по которой рекомендуется к защите.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем научной степени

По теме диссертационной работы опубликовано 5 статей в изданиях, удовлетворяющих требованиям п.13 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Правительством РФ от 24.09.2013 г. №842, и перечню рецензируемых журналов ВАК РФ:

Апробация работы:

Соискателем опубликованы 4 экспериментальные статьи. Еще одна статья на настоящий момент находится на рецензии:

1. **Elcheninov A. G.**, Menzel P., Gudbergsdottir S. R., Slesarev A. I., Kadnikov V. V., Krogh A., Bonch-Osmolovskaya E. A., Peng X., Kublanov I. V. Sugar metabolism of the first thermophilic planctomycete *Thermogutta terrifontis*: Comparative genomic and transcriptomic approaches // Front. Microbiol. - 2017. - V. 8 - № 2140 - doi:10.3389/fmicb.2017.02140.

2. Bonch-Osmolovskaya E.A., **Elcheninov A.**, Zayulina K., Kublanov I.V. New thermophilic prokaryotes with hydrolytic activities // Microbiol. Austral. - 2018. – V. 39 - № 3 – P. 122-125 - doi: 10.1071/MA18038.

3. Kovaleva O.L., **Elcheninov A.G.**, Toshchakov S.V., Novikov A.A., Bonch-Osmolovskaya E.A., Kublanov I.V. *Tautonia sociabilis* gen. nov., sp. nov., a novel thermotolerant planctomycete, isolated from a 4000 m deep subterranean habitat // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. - 2019. – V. 69 - № 8 – P. 2299-2304.

4. **Elcheninov A.G.**, Podosokorskaya O.A., Kovaleva O.L., Novikov A.A., Toshchakov S.V., Bonch-Osmolovskaya E.A., Kublanov I.V. *Thermogemmata fonticola* gen. nov., sp. nov., the first thermophilic planctomycete of the order *Gemmatales* from a Kamchatka hot spring // Syst. Appl. Microbiol. - 2021. - V. 44 - № 1 - 126157.

5. Podosokorskaya O.A., **Elcheninov A.G.**, Novikov A.A., Kublanov I.V. *Fontivita pretiosa* gen. nov., sp. nov., the thermophilic planctomycete of the order *Tepidisphaerales* from a hot spring of Baikal lake region // Syst. Appl. Microbiol. (в печати)

Результаты работы представлены в виде стендовых докладов на 4 научных конференциях и конгрессах:

1. **Ельченинов А.Г.**, Ковалева О.Л., Тошаков С.В., Бонч-Осмоловская Е.А., Кубланов И.В. Гидролитическая активность нового термофильного планктомицета *Tepidisphaera mucosa* // X молодежная школа-конференция с международным участием: «Актуальные аспекты современной микробиологии», Москва, Россия, 27-30 октября 2015. Сборник тезисов. – С. 65-67.

2. **Ельченинов А.Г.**, Menzel P., Gudbergsdottir S.R., Krogh A., Бонч-Осмоловская Е.А., Кубланов И.В. Анализ генома термофильного планктомицета *Thermogutta terrifontis* // V съезд биохимиков России, Сочи, Россия, 4-8 октября 2016. Acta Naturae научные труды, Т. 2, С. 207

3. **Ельченинов А.Г.**, Menzel P., Gudbergsdottir S.R., Krogh A., Бонч-Осмоловская Е.А., Кубланов И.В. Реконструкция катаболизма углеводов термофильного представителя планктомицетов *Thermogutta terrifontis* с использованием геномного и транскриптомного подходов // 1-й Российский Микробиологический Конгресс, Пущино, Россия, 17-18 октября 2017. Материалы. С. 104-105.

4. **Elcheninov A.**, Toschakov S., Bonch-Osmolovskaya E., Kublanov I. Insights into metabolism of planctomycetes from *Phycisphaerae* class via comparative genomics // 8th Congress of European Microbiologists FEMS2019, Glasgow, UK, 7-11 July 2019. Abstract Book, P. 1287.

Считать диссертационную работу Ельченинова Александра Геннадьевича «Метаболизм представителей филума *Planctomycetes*, обитающих в термальных экосистемах» законченным научно-квалификационным исследованием, которое соответствует п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Правительством РФ от 24.09.2013 г. №842, и профилю диссертационного совета Д002.247.02 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и может быть представлена к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11 Микробиология.

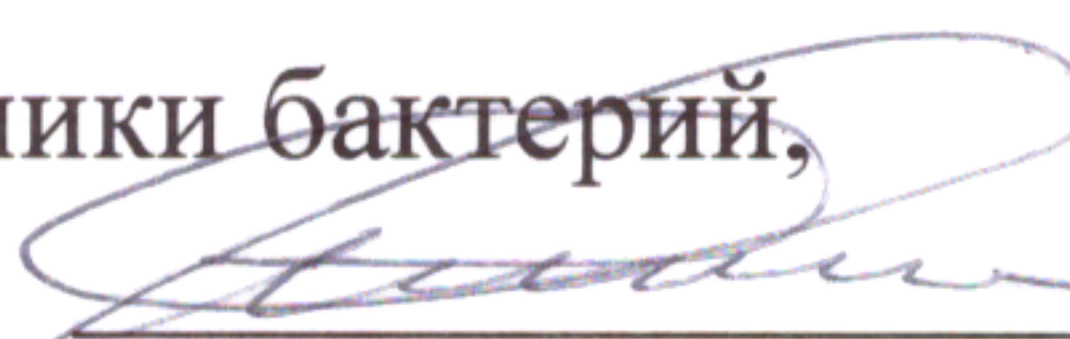
Рекомендовать диссертационную работу Ельченинова Александра Геннадьевича «Метаболизм представителей филума *Planctomycetes*, обитающих в термальных экосистемах» к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11 Микробиология.

Заключение принято на совместном научном семинаре лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот, лаборатории разнообразия и экологии экстремофильных микроорганизмов и лаборатории молекулярной экологии и филогеномики бактерий Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». путем открытого голосования. Результаты голосования: "за" - 27 человек, "против" - нет, "воздержалось" - нет. Протокол № 15 от 11 апреля 2022 г.

Председатель семинара
зав. лабораторией реликтовых микробных сообществ,
д.б.н.

 /Н.В. Пименов/

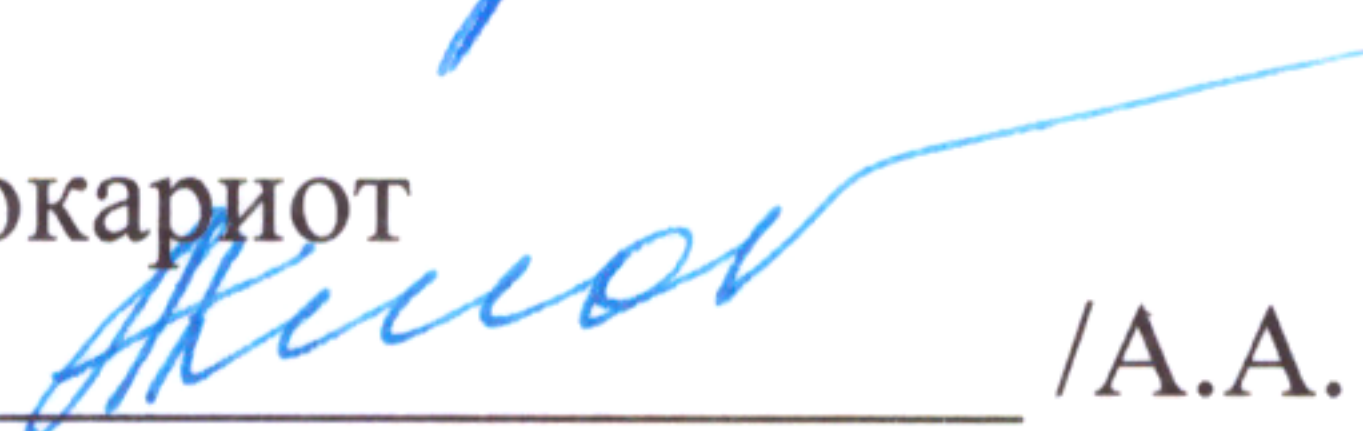
Рецензент
зав. лабораторией молекулярной экологии и филогеномики бактерий,
д.б.н.

 /С.Н. Дедыш/

Рецензент
с.н.с. лаборатории разнообразия и экологии экстремофильных микроорганизмов,
к.б.н.

 /Н.А. Черных/

Секретарь,
с.н.с. лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот
к.б.н.

 /А.А. Клюкина/