

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата биологических наук Узун Марии Михайловны
на тему: «Изучение разнообразия и эволюции некультивируемых
магнитотактических бактерий» по специальностям
1.5.11 – «Микробиология» и 1.5.6 – «Биотехнология»

Представленная к защите работа посвящена изучению разнообразия и эволюции магнитотактических бактерий. Магнитотактические бактерии – группа разнообразных по морфологии, физиологии и филогении прокариот. Их отличительной чертой является способность синтезировать внутриклеточные магнитные кристаллы, окруженные мембраной – магнетосомы. Как и многие другие бактерии из различных таксонов, магнитотактические бактерии трудно поддаются культивированию в лабораторных условиях, и поэтому использование молекулярно-биологических и биоинформационных методов является наиболее эффективным средством изучения их разнообразия. В свою очередь, получение новых знаний о разнообразии магнитотактических бактерий поможет изучить происхождение и эволюцию генов синтеза магнетосом, а также расширить биотехнологический потенциал их использования. В связи с этим, работу Узун М.М. следует признать актуальной на сегодняшний день.

В ходе выполнения работы значительное внимание уделено увеличению разнообразия магнитотактических бактерий с использованием подходов функциональной и сравнительной геномики, а также изучению происхождения и эволюции генов синтеза магнетосом. Итогом работы выступают предложенный метод диагностики геномов магнитотактических бактерий в открытых базах данных, значительное расширение разнообразия магнитотактических бактерий, описание четырех новых видов-кандидатов, а

также детекция первого известного случая межфилумного переноса магнетосомных генов.

Представленная работа также имеет практическое значение. Полученные в этой работе геномы могут быть использованы для анализа их метаболических путей с целью получения чистых культур - продуцентов магнетосом. Реконструированные магнетосомные генные кластеры могут быть использованы для создания продуцентов магнетосом в синтетической биологии. Детекция межфилумного переноса генов синтеза магнетосом может стать основой для работ по переносу магнетосомного генного кластера в немагнитотактических бактерий.

В связи со всем вышесказанным, новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнений.

Полученные в диссертации результаты являются оригинальными, их достоверность определяется большим объемом полученных данных, использованием традиционных и современных методов и подходов, корректном использовании биоинформатических методов. Кроме того, достоверность результатов подтверждается публикациями в рецензируемых высокорейтинговых международных журналах, депонированием полученных геномных и метагеномных данных в базу данных Genbank NCBI.

Диссертационная работа Узун М.М. изложена на 155 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания использованных материалов и методов, результатов, списка сокращений, заключения, выводов и приложений. Работа содержит 32 рисунка и 5 таблиц. Список цитируемой литературы насчитывает 245 наименований, из которых 9 - на русском и 236 - на английском языках.

Во **введении** автор описывает существующую научную проблему, актуализирует цель исследования и задачи, обосновывает необходимость выполнения исследований.

В обзоре литературы автором цитируются работы из изучаемой области исследования. В обзоре кратко описываются общие представления о магнитотактических бактериях, их современном филогенетическом, морфологическом и биогеографическом разнообразии. Кроме того, часть обзора посвящена подробному изложению этапов процесса биоминерализации магнетосом и генов, участвующих в этих процессах, а также организации магнетосомных генных кластеров у магнитотактических бактерий разных филогенетических групп. Также, в обзоре описаны представления о происхождении и эволюции генов синтеза магнетосом и существующие на сегодняшний день свидетельства о горизонтальном и вертикальном наследовании этих генов.

В главе «материалы и методы» описаны объекты и методы, используемые в работе. Эти методы адекватны поставленным задачам и включают современные микробиологические, молекулярно-биологические, физико-химические и биоинформационные методы обработки данных.

Результаты и обсуждение изложены согласно полученным данным. В данной работе были обнаружены гены синтеза магнетосом в геномах бактерий, принадлежащих филумам *Elusimicrobiota*, *Hydrogenedentota*, *Nitrospirota*. Отмечается, что ранее представители магнитотактических бактерий в этих филах обнаружены не были. Кроме того, в работе описывается первый случай обнаружения *mag* генов у представителей магнитотактических бактерий филума *Thermodesulfobacteriota*. Последующий анализ наследования магнетосомных генов у представителей филумов *Nitrospirota* и *Thermodesulfobacteriota* позволил выявить первый известный случай межфилумного горизонтального переноса генов синтеза магнетосом. Также, из микрокосма болотной почвы было реконструировано два генома магнитотактических бактерий, относящихся к малоизученному филуму *Elusimicrobiota*, в дополнение к геномам, полученным из открытых баз данных. Анализ обилия МТБ филума *Elusimicrobiota* выявил их

минорную представленность в микробных сообществах болотной почвы, что делает их представителями редкой биосферы. На основании анализа геномных данных автор также выдвигает гипотезу о новых генах, участвующих в биоминерализации магнетосом и новом для магнитотактических бактерий способе передвижения.

В **Заключении** автор подводит итог проделанной работы. Описываются основные достижения и результаты проделанной работы.

Выводы соответствуют цели и задачам исследования. Положения, выносимые на защиту, подтверждены результатами диссертационного исследования.

Следует отметить, что исследования выполнены на высоком научно-методическом уровне. Комплексное использование этих методов и последующий анализ полученных результатов позволили автору опубликовать три научные статьи в международных журналах первого квартиля. Таким образом, обоснованность и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Тем не менее, по работе есть следующие вопросы и замечания:

1) Необходима большая аккуратность в формулировании фраз, особенно касающихся научной новизны исследования. В частности диссертант упоминает об обнаружении новых генов, участвующих в синтезе магнетосом. При этом экспериментов, которые однозначно доказывали бы участие продуктов этих генов в синтезе магнетосом не проводилось. Необходимо учитывать, что предыдущие исследования, в частности работа Lohbe и соавторов «Functional analysis of the magnetosome island in *Magnetospirillum gryphiswaldense*: The mamAB operon is sufficient for magnetite biomineralization» показали, что только часть генов магнитотактического кластера является необходимой для синтеза магнетосом. Например, в этой работе была показана необходимость менее 25% кластера. Поэтому

диссертанту можно порекомендовать использовать более корректные формулировки в работе.

2) Насколько обоснованы выводы, сделанные на основе биоинформатического анализа, о наличии МТБ в филумах, для которых ранее не были известны представители этой группы? Существующие определения МТБ, как правило, основаны на фенотипических признаках, таких как способность к движению вдоль магнитного поля и наличию магнетосом. Выводы о наличии новых представителей МТБ, сделанные на основе биоинформатического анализа, с одной стороны серьезно расширяют наши представления о возможном разнообразии МТБ и служат основой для будущих экспериментальных исследований, но с другой стороны они не основаны на доказательствах реализации фенотипического признака. Это замечание не умаляет достоинств и значимости проделанной работы и служит скорее поводом для дискуссии.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспортам специальностей 1.5.11 – «Микробиология» и 1.5.6 – «Биотехнология» (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Узун Мария Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.11 – «Микробиология» и 1.5.6 – «Биотехнология».

Официальный оппонент:

Кандидат биологических наук,
начальник лаборатории синтетической биологии,
Центр геномных исследований
Курчатовский комплекс НБИКС-природоподобных технологий
ФГБУ НИЦ "Курчатовский институт"
НИЦ "Курчатовский институт"

НАМСАРАЕВ Зоригто Баирович

21.04.2023

Контактны 
тел.: 7(926)  @gmail.com
Специальн  льным оппонентом
защищена д 
03.02.03 - м 

Адрес места работы:

123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д.1
НИЦ "Курчатовский институт"

Тел.: +7(499) 1967275; e-mail: Namsaraev_ZB@nrcki.ru

Подпись сотрудника НИЦ «Курчатовский институт» З.Б. Намсараева
удостоверяю:

Главный ученый секретарь Центра



К.Е. Борисов