

Заключение диссертационного совета МГУ.03.03
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета № 43 от « 28 » декабря 2021 г. о присуждении **Шибзуховой Карине Ахмедовне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Сравнительная характеристика зеленых микроводорослей-продуцентов арахидоновой кислоты» по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений» принята к защите диссертационным советом МГУ.03.03, протокол № 43 от « 28 » ноября 2021 г.

Соискатель **Шибзухова Карина Ахмедовна**, 1992 года рождения, в 2014 году окончила биологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Ботаника», специализации «Высшие растения».

С 2014 по 2018 гг. Шибзухова К.А. обучалась в очной аспирантуре на кафедре биоинженерии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений».

Соискатель работает в должности инженера-лаборанта (1 категории) на кафедре биоинженерии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре биоинженерии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – доктор биологических наук, доцент кафедры биоинженерии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова **Лобакова Елена Сергеевна**.

Официальные оппоненты:

Загоскина Наталья Викторовна, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГБУН Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН,

Маторин Дмитрий Николаевич, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры биофизики биологического факультета ФГБОУ ВПО МГУ имени М.В. Ломоносова,

Калашникова Елена Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений».

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Шибзухова К.А., Гаврилова О.В., Чивкунова О.Б., Сидоров Р.А., Соловченко А.Е., Лобакова Е.С. Оценка биотехнологического потенциала и уточнение таксономического статуса микроводорослей рода *Parietochloris* (Trebouxiophyceae) коллекции CALU // Вестник Московского университета. Серия 16. – 2017. – Т. 72. – № 3. – С. 158-163. [Shibzukhova K.A., Gavrilova O.V., Chivkunova O.B., Sidorov R.A., Solovchenko A.E., Lobakova E.S. Estimation of biotechnological potential and clarification of taxonomic status of *Parietochloris* genus microalgae (Trebouxiophyceae) from the CALU collection // Moscow University Biological Sciences Bulletin. – 2017. – V. 72. – №. 3. – P. 137-141. DOI: 10.3103/S0096392517030099].
2. Лобакова Е.С., Васильева С.Г., Шибзухова К.А., Морозов А.С., Соловченко А.Е., Орлова А.А., Бессонов И.В. Иммобилизация цианобактерий и микроводорослей на сорбентах, созданных на основе полиэтиленимина // Микробиология. – 2017. – Т. 86. – №. 5. – С. 609-620. DOI: 10.7868/S0026365617050147. [Lobakova E. S. Vasilieva S. G., Shibzukhova K. A., Morozov A. S., Solovchenko A. E., Orlova A. A., Bessonov I. V., Lukyanov A. A. & Kirpichnikov M. P. Immobilization of cyanobacteria and microalgae on polyethylenimine-based sorbents // Microbiology. – 2017. – V. 86. – №. 5. – P. 629-639. DOI: 10.1134/S0026261717050137. ИФ РИНЦ: 2,233. IF SJR2020: 0,35.
3. Васильева С.Г., Шибзухова К.А., Морозов А.С., Лобакова Е.С. Сбор биомассы микроводорослей с помощью сорбентов на основе полиэтиленимина // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2018. – Т. 73 – № 1. – С. 43-46. [Vasilieva S., Shibzukhova K., Morozov A., Lobakova E. Harvesting of microalgae biomass with polyethylenimine-based sorbents // Moscow University Biological Sciences Bulletin. – 2018. – V. 73. – №. 1. – P. 36-38. DOI: 10.3103/S009639251801008X].
4. Vasilieva S., Shibzukhova K., Morozov A., Solovchenko A., Bessonov I., Kopitsyna M., Lukyanov A., Chekanov K., Lobakova E. Immobilization of microalgae on the surface of new cross-linked polyethylenimine-based sorbents // Journal of Biotechnology. – 2018. – V. 281. – P. 31-38. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2018.03.011.

5. Васильева С. Г., Лобакова Е.С., Морозов А.С., Шибзухова К.А., Титова М.В., Носов А.М. Новые поликатионные полимеры на основе полиэтиленимина и растительных наполнителей для иммобилизации клеток фототрофных микроорганизмов // Российские нанотехнологии. – 2020. – Т. 15. – №. 1. – С. 34-43. DOI: 10.1134/S1992722320010069 [Vasilieva S.G., Lobakova E.S., Morozov A.S., Shibzuhova K.A, Titova M.V., Nosov A.M. New Polyethylenimine-based polycationic polymers with plant additives for immobilizing phototrophic microorganisms // Nanotechnologies in Russia. – 2020. – V. 15. – P. 28-36. DOI: 10.1134/S1995078020010061].
6. Птушенко В.В., Бондаренко Г.Н., Виноградова Е.Н., Глаголева Е.С., Карпова О.В., Птушенко О.С., Соловченко А.Е., Трубицин Б.В., Чивкунова О.Б., Шибзухова К.А., Щербakov П.Н. Действие низких положительных температур на фотосинтетический аппарат микроводоросли *Lobosphaera incisa* IPPAS C 2047 // Биохимия. – 2021. – Т.86. – №12. – С. 1853-1864. [Ptushenko V.V., Bondarenko G.N., Vinogradova E.N., Glagoleva E.S., Karpova O.V., Ptushenko O.S., Solovchenko A.E., Trubitsin B.V., Chivkunova O.B., Shibzukhova K.A., Shcherbakov P.N. The effect of chilling on the photosynthetic apparatus of microalga *Lobosphaera incisa* IPPAS C-2047 // Biochemistry (Moscow) – 2021. – T. 86. – №12-13. – P. 1590-1598].

На автореферат поступило 6 **дополнительных отзывов**, все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался близостью их научных интересов к теме диссертации, наличием значительного числа публикаций в соответствующей сфере исследования, высоким уровнем профессионализма и отсутствием формальных препятствий к оппонированию.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований:

- проведен сравнительных анализ жизненного цикла, морфологии и физиологических особенностей восьми штаммов микроводорослей, предположительно относящихся к родам *Parietochloris* и *Myrmecia* (Trebouxiophyceae) из коллекции ресурсного центра «Культивирование микроорганизмов» научного парка Санкт-Петербургского государственного университета (CALU), и «Коллекции живых штаммов микроводорослей Института биологии Коми НЦ УРО РАН (SykoA),

- проведена молекулярно-генетическая идентификация восьми штаммов микроводорослей предположительно относящихся к родам *Parietochloris* и *Myrmecia* коллекций CALU и SykoA, с применением мультилокусного анализа по фрагментам генов *ITS1-5.8SrRNA-ITS2*, *18SrRNA* и *rbcL*,
- изучено влияние стрессовых факторов (изменений температурного режима и элементного состава минерального питания) на накопление полиненасыщенных жирных кислот в клетках микроводорослей рода *Lobosphaera*,
- подобраны эффективные и нетоксичные сорбенты для иммобилизации и культивирования клеток микроводорослей с целью их использования в современных фотобиотехнологиях,
- изучено влияние иммобилизации микроводорослей рода *Lobosphaera* на носителе на основе сшитого полиэтиленимина на накопление полиненасыщенных жирных кислот.

Научная новизна и теоретическая значимость исследования обоснованы тем, что:

Проведена ревизия 8 коллекционных штаммов микроводорослей, предположительно относящихся к родам *Parietochloris* и *Myrmecia* (Trebouxiophyceae) с применением полифазного подхода. На основе полученных данных и данных литературы впервые проведён сравнительный таксономический анализ микроводорослей родов *Parietochloris* Watanabe & Floyd, *Myrmecia* Printz и *Lobosphaera* Reisigl.

Молекулярно-генетические исследования показали, что изоляты штаммов NAMSU 924/2 и NAMSU 925/2, штаммы NAMSU 1497 и NAMSU 177-03 имели близкое родство между собой и с микроводорослями рода *Lobosphaera* (Chlorellaceae), а согласно морфологическим, ультраструктурным и физиолого-биохимическим данным, отмеченные штаммы следует отнести к роду *Parietochloris* (Trebouxiaceae). Изолят штамма NAMSU 934/2 близкородственен и имел признаки, типичные для рода *Deasonia* (Actinochloridaceae), а штамм NAMSU 041-09 имел сходные черты и филогенетическое родство с представителями рода *Neocystis* (Radiococcaceae). Штаммы NAMSU 489 и NAMSU 858 по результатам филогенетических исследований были близки к роду *Acutodesmus* (Chlorophyceae), но имели сходные морфологические и ультраструктурные особенности с представителями рода *Deasonia*. Штамм NAMSU 040-10 по результатам молекулярно-генетического анализа имел родство с представителями рода *Bracteacoccus* (Chlorophyceae), а согласно морфологическим и

ультраструктурным особенностям, клетки имели сходство с представителями рода *Myrmecia* (Trebouxiophyceae).

Установлено, что штаммы NAMSU 924/2, NAMSU 925/2, NAMSU 1497 и NAMSU 177-03 характеризовались способностью к накоплению в значительных количествах арахидоновой кислоты, а NAMSU 934/2 – линолевой и α -линоленовой кислот, а также β -каротина. Выяснено, что несмотря на близкородственность, штаммы микроводорослей, предположительно относящиеся к роду *Lobosphaera*, существенно различаются по интенсивности и скорости ответов на стрессовые факторы – дефицит азота в среде культивирования и низкую температуру.

Впервые показана возможность использования в фотобиотехнологии нетоксичных сорбентов на основе полиэтилениминов для иммобилизации и культивирования зелёных микроводорослей, исследовано влияние иммобилизации на накопление ПНЖК клетками микроводорослей.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что в коллекциях ресурсных центров РФ выявлены и охарактеризованы перспективные штаммы микроводоросли-продуценты полиненасыщенных жирных кислот, в особенности арахидоновой, линолевой и α -линоленовой кислот. Полученные перспективные штаммы микроводорослей с высоким содержанием ДЦ-ПНЖК могут быть использованы для проведения последующих прикладных исследований в области фотобиотехнологии массового культивирования микроводорослей. Разработанные новые нетоксичные для микроводорослей сорбенты на основе полиэтилениминов могут быть использованы в фотобиотехнологии на этапах сбора биомассы микроводорослей при интенсивном культивировании в промышленных масштабах и для ликвидации неконтролируемого «цветения» водоёмов. Результаты, полученные в рамках проведенной работы, могут быть использованы для чтения спецкурсов в ВУЗах, что уже осуществлено в курсах лекций «Практическая биология» и «Фотофизиология» на биологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством.

Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Биоресурсы коллекций оксигенных фототрофных микроорганизмов нуждаются в таксономической ревизии штаммов с применением полифазного подхода и сравнительного анализа с типовыми представителями видов и родов.

2. Современные коллекции микроводорослей являются ресурсными центрами штаммов-продуцентов уникальных соединений разных классов.
3. Использование в фотобиотехнологии нетоксичных сорбентов на основе полиэтиленimina для иммобилизации клеток микроводорослей и/или последующего сбора биомассы может существенно повысить рентабельность получения ценных продуктов из их биомассы.

На заседании «28» декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить **Шибзуховой К.А.** ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **20** человек, из них **6** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **29** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «ЗА» – **20**, «ПРОТИВ» – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Председатель

диссертационного совета

Ильинский В.В.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Гершкович Д.М.

«28» декабря 2021 г.