

**УТВЕРЖДАЮ**



Врио директора Института  
биохимии  
и физиологии микроорганизмов  
имени Г.К. Скрябина РАН,  
д.б.н. А.А. Леонтьевский

2018 г.

## **ВЫПИСКА**

из протокола совместного семинара отдела «Всероссийская коллекция микроорганизмов, лаборатории анаэробных микроорганизмов», лаборатории физиологии микроорганизмов и лаборатории радиоактивных изотопов ФГБУН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г.К. Скрябина РАН от 13 марта 2018 г.

### **Присутствовали:**

зав. лаб. д.б.н. проф. Троценко Ю.А., в.н.с. д.б.н. Доронина Н.В., в.н.с. д.б.н. Хмеленина В.Н., зав. отд. д.б.н. Евтушенко Л.И., зав. лаб. д.б.н. проф. Вайнштейн М.Б., зав. лаб. к.б.н. Щербакова В.А., с.н.с. к.б.н. Капарулина Е.Н., с.н.с. к.б.н. Торгонская М.Л., с.н.с. к.б.н. Решетников А.С., с.н.с. к.б.н. Барышникова Л.М., с.н.с. к.б.н. Сузина Н.Е., н.с. к.б.н. Буева О.В., с.н.с. к.б.н. Дорофеева Л.В., с.н.с. к.б.н. Аристкина Е.В., н.с. к.б.н. Мустахимов И. И., н.с., к.б.н. Шмарева М.Н., н.с. к.б.н. Бут С.Ю., н.с. к.б.н. Автух А.Н., н.с. к.б.н. Трошина О.Ю., н.с. к.б.н. Захарюк А.Г., н.с. к.б.н. Абашина Т.Н., с.н.с. к.б.н. Кудряшова Е.Б., м.н.с. Стародумова И.П., м.н.с. Томашевская М.А., н.с. к.б.н. Розова О.Н., н.с. к.б.н. Поливцева В.Н., м.н.с. Ошуркова В.И., м.н.с. Екимова Г.А., м.н.с. Замахаева С.А., лаб. Чемодурова А.А., лаб. Фарофонова В. В., лаб. Трубицын В.Э., н.с. Фирсова Ю. Е., м.н.с. Погодина Е.И., н.с., к.б.н. Рыжманова Я.В., студ. Егорова С.В., м.н.с. Хохлова Г.В., м.н.с. Агафонова Н.В., с.н.с. к.б.н. Василенко О.В., н.с., к.б.н. Архипова О.В., с.н.с., к.б.н. Лауриновичюс К.С.

**Слушали:** доклад зав. лабораторией анаэробных микроорганизмов ИБФМ РАН, кандидата биологических наук Щербаковой Виктории Артуровны по материалам диссертационной работы «Анаэробные бактерии и археи в многолетнемерзлых отложениях Арктики», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.03 – Микробиология. Экспериментальная часть работы выполнена в период с 2000 по 2017 гг. в лаборатории анаэробного метаболизма, а затем анаэробных микроорганизмов ИБФМ РАН.

**Вопросы докладчику задавали:** д.б.н. Евтушенко Л.И., д.б.н. проф. Троценко Ю.А., в.н.с. д.б.н. Хмеленина В.Н., с.н.с., к.б.н. Василенко О.В. д.б.н. проф. Вайнштейн М.Б., н.с. к.б.н. Капарулина Е.Н., с.н.с. д.б.н. Пучков Е.О.

**Рецензенты:** в.н.с. д.б.н. Доронина Н.В., д.б.н. проф. Троценко Ю.А.

## **В обсуждении приняли участие:**

д.б.н. Евтушенко Л.И., д.б.н. проф. Троценко Ю.А., в.н.с. д.б.н. Доронина Н.В., д.б.н. проф. Вайнштейн М.В., с.н.с. к.б.н. Василенко О.В., с.н.с., д.б.н. Пучков Е.О.

## **Постановили:**

1. Признать диссертационную работу В.А. Щербаковой «Анаэробные бактерии и археи в многолетнемерзлых отложениях Арктики» соответствующей требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.03 «Микробиология», и рекомендовать вышеуказанную работу к защите на соискание ученой степени на Диссертационном совете (Д 002.247.02) по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 03.02.03 – Микробиология, действующего на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».
2. Принять по диссертационной работе В.А. Щербаковой следующее заключение:

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертация В.А. Щербаковой является законченной научно-исследовательской работой, посвященной изучению распространения, разнообразия и свойств анаэробных прокариот в многолетнемерзлых отложениях Арктики. По совокупности представленных результатов диссертационная работа может быть классифицирована как существенное научное достижение в области микробиологии.

**Актуальность проблемы.** Исследование распределения, жизнеспособности и состава микробиот вечной мерзлоты крайне важно и актуально для фундаментальной науки на современном этапе развития микробиологии, а также для практического использования получаемых результатов. Вечная мерзлота, определяемая как постоянно замороженные в течение ряда лет осадки, занимает до 20 % суши планеты и около 65% территории России. Вместе с этим до последних лет вечная мерзлота остается наименее изученным в отношении микробиологии объектом, прежде всего в отношении анаэробных микроорганизмов. Интенсивное изучение микроорганизмов вечной мерзлоты было инициировано Давидом Гиличинским в 90-е годы прошлого века, в настоящее время микробные сообщества вечной мерзлоты являются объектом пристального изучения в различных аспектах не только в нашей стране, но и за рубежом.

В практическом отношении вечная мерзлота, занимающая всю российскую Арктику, является особенно уязвимой экосистемой при намечающемся потеплении климата Земли и техногенным изменениям структуры поверхностных почв, происходящих при освоении и разработке арктических районов. Эти изменения могут привести к изменениям в микробной метаболической активности и стимулировать выход в атмосферу парниковых газов, размораживание скотомогильников и т.д. Для разработки прогнозов увеличения микробной активности в мерзлоте требуется многомерный подход, который свяжет динамику микробного сообщества с минерализацией углерода и азота из экологически репрезентативных мест обитания с отрицательными температурами.

В отношении развития фундаментальной науки исследования микробиот вечной мерзлоты вносят существенный вклад в развитие микробиологии. Многолетнемерзлые отложения Арктики и Антарктики, характеризующиеся отрицательными температурами на

протяжении геологического времени, долгое время считались стерильными. Микробиологические исследования последних лет показали, что в вечной мерзлоте содержатся жизнеспособные микроорганизмы, и об этой части литосферы правомерно говорить как о части биосфера, для которой был предложен термин «криобиосфера». К моменту начала выполнения диссертационной работы из проб вечномерзлых грунтов были выделены чистые культуры актиномицетов, нитрифицирующих бактерий, сульфатредукторов, зеленых одноклеточных водорослей и цианобактерий. Многие изоляты и смешанные популяции проявляли метаболическую активность при отрицательных температурах. При этом вклад микроорганизмов криобиосферы в глобальный круговорот веществ и их участие в биогеохимических процессах оставалось неизвестным, прежде всего – для анаэробных и строго анаэробных микроорганизмов. Кроме того, выживание микроорганизмов в условиях вечной мерзлоты поднимает вопрос о механизмах адаптации клеток к условиям местообитания, а также о существовании временного предела сохранения жизни. С этой точки зрения, многолетнемерзлые отложения являются уникальным объектом, позволяющим наблюдать результат криоконсервации в течение геологического времени.

Особый интерес для развития микробиологии представляет вопрос о некультивируемом архейном разнообразии. В представленной диссертационной работе впервые проведено исследование состава архейных микробных сообществ образцов многолетнемерзлых отложений Арктики различного возраста и особенностей биологии метаногенных изолятов, выделенных из мерзлых отложений. Сведения об анаэробных микробиотах криопэгов (водных соленых систем с отрицательной температурой в толще вечной мерзлоты) к началу диссертационной работы отсутствовали полностью. Полученные результаты диссертационной работы по составу микробных сообществ, населяющих криопэги и способных проявлять метаболическую активность при отрицательных температурах, имеют мировую новизну.

**Научная новизна и теоретическая значимость работы.** Впервые на большом числе проб и в обширном ареале исследованы распространенность, численность и состав анаэробных микробиот прокариотов (с раздельным учетом бактерий и архей) в вечной мерзлоте Арктики.

Впервые дана микробиологическая характеристика отрицательно температурных рассолов в вечной мерзлоте, и проведена оценка численности бактерий и сульфатвосстанавливающих бактерий в криопэгах п-ва Ямал методом ПЦР “в реальном времени”. Выделены и описаны чистые культуры адаптированных к холodu анаэробных и факультативно-анаэробных бактерий, представляющих новые виды родов *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Psychrobacter*, и *Celerinatantimonas*. Показано, что почти все изоляты были способны расти при отрицательной температуре и их рост при температурах ниже нуля сопровождался значительными изменениями физиологии и биохимического состава клеток. Впервые исследовано некультивируемое разнообразие архей в вечной мерзлоте Арктики различного возраста. Охарактеризованы новые виды метанобразующих архей рода *Methanobacterium*, их таксономическая обоснованность подтверждена сравнением фенотипических характеристик и геномных последовательностей. Из вечной мерзлоты голоценового возраста получена бинарная культура, из которой выделен новый штамм *Methanosaeca mazaei* JL01, отличающийся от типового штамма вида уникальными свойствами, и его бактериальный спутник *Sphaerochaeta associata* GLS2<sup>T</sup>.

Проведены дополнительные сравнительные исследования архей-обитателей вечной мерзлоты и архей из наземных и техногенных источников по их устойчивости к

стрессовым факторам. Впервые исследовано влияние окислителей (перхлоратов), импульсного УФ-излучения и вакуумирования на рост и метаногенез метанообразующих архей, выделенных как из многолетнемерзлых отложений, так и из других экосистем. Показано, что метаногены из мерзлоты оказались более устойчивы к действию окислителей. Кроме того, обнаружены свидетельства о возможном использовании перхлорат-аниона в качестве акцептора электронов для окисления метана. Показано, что влияние УФ-излучения на рост метаногенов зависит от его интенсивности и приводит к цитологическим изменениям в клетках исследованных архей.

В целом, полученные новые результаты докторской работы существенно расширяют современные представления о разнообразии анаэробных микроорганизмов различных физиологических групп в мерзлых грунтах и криопэгах, об особенностях биологии обнаруженных и охарактеризованных психрофильных и психроактивных бактерий и архей.

**Практическое значение работы.** Все выделенные из изученных экосистем микроорганизмы адаптированы к холodu и представляют интерес как компоненты искусственно создаваемых сообществ, способных к биодеградации загрязняющих веществ в холодном климате. Возрастающий интерес к микроорганизмам-обитателям экстремальных экологий объясняется также уникальностью свойств этих бактерий и архей, часто находящих применение на практике. Обнаруженный автором антифризный белок *C. tagluense* и наличие липазной активности в исследованных бактериях позволяет рассматривать созданную В.А. Щербаковой коллекцию арктических изолятов как возможный источник холдоактивных ферментов, используемых в пищевой промышленности, при очистке сточных вод и в молекулярной биологии. Выделенные и описанные в докторской работе В.А. Щербаковой штаммы микроорганизмов помещены в фонды коллекций ВКМ, DSMZ и JCM и доступны для исследований научной общественностью.

**Конкретное личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в докторской работе.** Щербакова В.А. лично принимала участие в выполнении докторской работы на всех ее этапах: разработке и апробации экспериментальных методов, проведении экспериментов, обработке и обобщении полученных результатов, написании статей и тезисов конференций. Образцы многолетнемерзлых отложений и криопэгов были описаны и предоставлены зав. лаб. криологии почв к.г.-м.н. Ривкиной Е.М. (ИФХиБПП РАН). Электронно-микроскопические исследования ультраструктуры бактерий проводили совместно с с.н.с. к.б.н. Сузиной Н.Е. (ИБФМ РАН). Г+Ц состав ДНК и анализ ДНК-ДНК гибридизации был проведен совместно с с.н.с. к.б.н. Арискиной Е.В. (ИБФМ РАН), анализ липидов проведен с.н.с. к.б.н. Винокуровой Н.Г. (ИБФМ РАН), определение жирнокислотного состава клеточных стенок проводил Новиков А.А. (ГУ нефти и газа им. Губкина).

**Связь с планом научно-исследовательских работ института.** Докторское исследование является частью плановых работ по направлениям «Биологическое разнообразие» и «Биохимия, физиология и биосфера роль микроорганизмов». Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук (темы Государственного задания ИБФМ РАН: «Поиск, введение в культуру и таксономическая характеристика новых уникальных микроорганизмов – обитателей слабо изученных природных и антропогенных экосистем», «Развитие Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ ИБФМ)»; реализация задач по созданию на ее основе

Национального биологического ресурсного центра», «Исследование микробного разнообразия на организменном, популяционном, структурном, геномном, функциональном уровнях и обеспечение его сохранности в коллекциях. Реализация задач по созданию Биологического ресурсного центра на основе Всероссийской коллекции микроорганизмов»).

Работа выполнялась при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (проекты №№ 96-05-65226, 01-04-49084; 03-04-48719; 06-04-49011; 08-04-01004 и 15-04-08612).

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации.** В работе использованы современные микробиологические, биохимические и молекулярные методы. Надежность и достоверность полученных данных не вызывает сомнений. Научные положения и выводы диссертационной работы логично вытекают из полученных экспериментальных данных и являются полностью обоснованными.

**Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите.** Материалы диссертации представлены автором в 58 печатных работах: 32 экспериментальных статьях, в том числе в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК, и в 26 тезисах.

**Апробация работы.** Основные положения работы доложены на Международной конференции «Консервация и трансформация вещества и энергии в криосфере Земли» 1-5 июня 2001, Пущино; Международной конференции “Astrobiology Expeditions 2002”, St. Petersburg. March 22-24, 2002; International Workshop “Water in the Upper Martian Surface”. April 17-19. 2002, Potsdam, Germany; International Workshop on Exo-Astrobiology. Madrid, Spain 18-20 November, 2003; International Conference on Arctic Microbiology, March 23-25, 2004, Rovaniemi, Finland; Россия; 2<sup>nd</sup> European Conference on Permafrost, Potsdam, Germany, 2005; The 9<sup>th</sup> Symposium on Aquatic Microbial Ecology, Helsinki, 2005; International Conference on Alpine and Polar Microbiology. Austria, Innsbruck, March 27-31, 2006; Annual meeting of Japanese Society for Biologiocal Sciences in Space (JSBSS), Sendai, Japan, September 17-18, 2010; EANA meeting, September 6-8, 2010, Pushchino, Russia; Astrobiology Science Conference Evolution and Life: Surviving Catastrophes and Extremes on Earth and beyond. April, 26-29, 2010, League City, Texas, USA; AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014, USA; 2nd International Ice-Binding Protein Conference, August 4-7, 2014, Sapporo, Japan; 7-ой, 8-ой, 9-ой, 12-й, 13-й, 19-ой и 21-ой Пущинских конференциях молодых ученых «Биология-наука 21-го века» (2003, 2004, 2005, 2009, 2012, 2013, 2015 и 2017); The 5<sup>th</sup> и 7<sup>th</sup> FEMS Congress of European Microbiologists – 2013, 2017”, на 10-м и 11-ом Международных конгрессах “Extremophiles 2014” (Санкт-Петербург, Россия) и “Extremophiles 2016” (Киото, Япония), 6-й Международной конференции «Polar and Alpine Microbiology», Ческе-Будеевице, Чехия, 2015.

### **Список публикаций по теме диссертации**

#### **Статьи:**

1. Щербакова В.А., Образцова А.Я., Лауриновичюс К.С., Котельникова С.В., Акименко В.К., Навоа М.К., Круз М. Физиологические свойства термофильных метаносарцин, выделенных из активного ила метантенков. Микробиология, 1991. Т. 60. № 3. С. 466-471.

2. Щербакова В.А., Лауринаевичюс К.С., Образцова А.Я., Акименко В.К. Влияние окислительно-восстановительного потенциала среды на образование метана термофильными метаногенами. Микробиология, 1997. Т.66. №6. С. 767-772.
3. Щербакова В.А., М.Б. Вайнштейн. Образование метана сульфатвосстанавливающей бактерией *Desulfosarcina variabilis*. Микробиология, 2000. Т. 69 №3. С. 341-344.
4. Ривкина Е.М., Лауринаевичюс К.С., Гиличинский Д.А., Щербакова В.А. Метанобразование в вечномерзлых отложениях. Докл. АН, 2002. Т. 383. № 6. С. 830-833.
5. Gilichinsky D., Rivkina E., Shcherbakova V., Laurinavichius K., Tiedje J. Supercooled Water Brines Within Permafrost-An Unknown Ecological Niche for Microorganisms. A Model for Astrobiology. Astrobiology, 2003, V. 3 (2). P. 331-341.
6. Rivkina E., Laurinavichius K., McGrath J., Tiedje J., Shcherbakova V., Gilichinsky D. Microbial life in permafrost. Advan. Space Res., 2004. V.33. P. 1215-1221.
7. Ривкина Е.М., Щербакова В.А., Лауринаевичус К.С., Холодов А.Л., Гиличинский Д.А. Метанобразование в вечномерзлых отложениях различного возраста. Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии (под ред. Н.П. Лаверова). 2004. Пущино С. 220-226.
8. Гиличинский Д.А., Ривкина Е.М., Щербакова В.А., Лауринаевичюс К.С., Комаров И.А., Волков Н.Г. Криопэги и их обитатели - модель для астробиологии. Криосфера Земли, 2003. Т.7. № 3. С 73-84.
9. Shcherbakova V., Rivkina E., Laurinavichius K., Pecheritsina S., Gilichinsky D. Physiological characteristics of bacteria isolated from water brines within permafrost. Int. J. Astrobiol. 2004. V. 3 (1). P. 37-43.
10. Gilichinsky D., Rivkina E., Bakermans C., Shcherbakova V., Petrovskaya L., Ozerskaya S., Ivanushkina N., Kochkina G., Laurinavichius K., Pecheritsyna S., Fattakhova R., Tiedje J. Biodiversity of cryopegs in permafrost. FEMS Microbiol. Ecol. 2005. V.53. P.117-128.
11. Shcherbakova V., Chyvilkysya N., Rivkina E., Pecheritsyna S., Laurinavichius K., Suzina N., Osipov Yu., Lysenko A., Gilichinsky D., Akimenko V. Novel psychrophilic anaerobic spore-forming bacterium from the overcooled water brine in permafrost: description *Clostridium algoriphilum* sp.nov. Extremophiles, 2005. № 9. P. 239-246.
12. Трутко С.М., Дорофеева Л.В., Щербакова В.А., Чувильская Н.А., Лауринаевичюс К.С., Бинюков В.И., Островский Д.Н., Хинтц М., Виснер И., Иомаа Х., Акименко В.К. Распространение немевалонатного и мевалонатного пути биосинтеза изопреноидов среди бактерий различных систематических групп. Микробиология, 2005. Т. 74. № 1 С. 185-190.
13. Gilichinsky D., Wilson G., Friedmann E. I., McKay C. P., Sletten R., Rivkina E., Erokhina L., Ivanushkina N., Kochkina G., Shcherbakova V., Soina V., Spirina E., Vorobyova E., Fyodorov-Davydov D., Hallet B., Ozerskaya S., Sorokovikov V., Laurinavichyus K., Shatilovich A., Chanton J., Ostroumov V., Tiedje J. Microbial Populations in Antarctic Permafrost: Implication for Astrobiology. Astrobiology 2007. V.7 (2). P. 275-311.
14. Ривкина Е.М., Краев Г.Н., Кривушин К.В., Лауринаевичюс К.С., Федоров-Давыдов Д.Г., Холодов А.Л., Щербакова В.А., Гиличинский Д.А. Метан в вечномерзлых

отложениях северо-восточного сектора Арктики. Криосфера Земли, 2006. Т.10. С 23-41.

15. Rivkina E., **Shcherbakova V.**, Laurinavichius K., Pecheritsyna S., Krivushin K., Kraev G., Gilichinsky D. Biogeochemistry of methane and methanogenic archaea in permafrost. FEMS Microbial Ecology, 2007. V. 61(1). P.1-15.
16. Печерицына С.А., **Щербакова В.А.**, Холодов А.Л., Акимов В.Н., Абашина Т.Н., Сузина Н.Е., Ривкина Е.М. Микробиологический анализ криопэгов Ваандейского полуострова на побережье Баренцева моря. Микробиология, 2007. Т. 76. № 5. С. 694-701.
17. Suetin S.V., **Shcherbakova V.A.**, Chuvilskaya N.A., Rivkina E.M., Suzina N.E., Lysenko A.M., Gilichinsky D.A. *Clostridium tagluense* sp.nov., psychrotolerant anaerobic spore-forming bacterium from Canadien permafrost. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2009. V.59. P.1421-1426.
18. **Щербакова В.А.**, Чувильская Н.А., Ривкина Е.М., Печерицына С.А., Суэтин С.В., Лауриновичюс К.С., Гиличинский Д.А. Новая галотолерантная бактерия из криопэга в вечной мерзлоте: описание *Psychrobacter muriicola* sp.nov. Микробиология, 2009. Т. 78 № 1. С. 98-105.
19. **Щербакова В.А.**, Кочкина Г.А., Иванушкина Н.Е., Лауриновичюс К.С., Озерская С.М., Акименко В.К. Исследование роста грибов *Geomyces pannorum* в условиях анаэробиоза. Микробиология, 2010. Т 79. № 6. С. 848-851.
20. Krivushin K.V., **Shcherbakova V.A.**, Petrovskaya L.E., Rivkina E.M. *Methanobacterium veterum* sp. nov., from ancient Siberian permafrost. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2010. V. 60. P. 455-459.
21. **Shcherbakova V.A.**, Rivkina E.M., Pecheritsyna S.A., Laurinavichius K., Suzina N.E., Gilichinsky D.A. *Methanobacterium arcticum* sp. nov., methanogenic archaeon from Holocene Arctic permafrost. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2011. V. 61. P 144 - 147.
22. Печерицына С.А., Архипова О.В, Сузина Н.Е., Лысанская В.Я., Лауриновичюс К.С., **Щербакова В.А.** Внутриклеточный полисахарид анаэробного психрофила *Clostridium algoriphilum*. Микробиология, 2011. Т 79. №1. С. 1-7.
23. Pecheritsyna S.A., Rivkina E.M., Akimov V.N., **Shcherbakova V.A.** *Desulfovibrio arcticus* sp. nov., a psychrotolerant sulfate-reducing bacterium from a cryopeg. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2012. V. 62. P. 33-37.
24. Krivushin K.V., Rivkina E.M., Pecheritsina S.A., & **Scherbakova V.A.** Methanogens in Permafrost. Paleontological journal. 2012. V. 46 (9). P. 1070-1071.
25. Kondakova A.N., Novototskaya-Vlasova K.A., Drutskaya M.S., Senchenkova S.N., **Shcherbakova V.A.**, Shashkov A. S., Gilichinsky D.A., Nedospasov S.A., Knirel Y.A. Structure of the O-polysaccharide chain of the lipopolysaccharide of *Psychrobacter muricolla* 2pS<sup>T</sup> isolated from overcooled water brines within permafrost. Carbohydrate Research, 2012. V.349. P 78-81.
26. Kondakova A.N., Novototskaya-Vlasova K.A., Shashkov A.S., Drutskaya M.S., Senchenkova S.N., **Shcherbakova V.A.**, Gilichinsky D.A., Nedospasov S.A., Knirel Y.A. Structure of an acidic polysaccharide isolated from *Psychrobacter maritimus* 3pS containing bacillosamine derivative. Carbohydrate Research, 2012. V.359. P 7-10.
27. Kondakova A., Novototskaya-Vlasova K., Arbatsky N. Drutskaya M., **Shcherbakova V.**, Shashkov A., Gilichinsky D., Nedospasov S., Knirel Y. Structure of the O specific

- Polysaccharide from the Lipopolysaccharide of *Psychrobacter cryohalolentis* K5<sup>T</sup> Containing a Newly Identified Amino Sugar, 2,3,4 Triacetamido-2,3,4 trideoxy-L arabinose. Journal of Natural Products, 2012. V. 75. P. 2236-2240.
28. **Shcherbakova V.**, Chuvilskaya N., Rivkina E., Demidov N., Uchaeva V., Suetin S., Suzina N., and Gilichinsky D. *Celerinatantimonas yamalensis* sp. nov., a cold-adapted diazotrophic bacterium from a cold permafrost brine. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2013. V. 63. P. 4421-4427.
29. **Shcherbakova V.**, Oshurkova V., Yoshimura Y.: The Effects of Perchlorates on the Permafrost Methanogens: Implication for Autotrophic Life on Mars. *Microorganisms*, 2015. V. 3(3). P. 518-534.
30. Troshina O., Oshurkova V., Suzina N., Machulin A., Ariskina E., Vinokurova N., Kopitsyn D., Novikov A. & **Shcherbakova V.** *Sphaerochaeta associata* sp. nov., a spherical spirochaete isolated from cultures of *Methanosarcina mazei* JL01. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2015. V.65. P. 4315-4322.
31. Buongiorno J., Bird J., Krivushin K., Oshurkova V., **Shcherbakova V.**, Rivkina E., Karen Lloyd K., and Vishnivetskaya T. Draft Genome Sequence of Antarctic Methanogen Enriched from Dry Valley Permafrost. Genome Announcements. 2016. 4(6), e01362-16.
32. **Shcherbakova V.**, Yoshimura Y., Ryzhmanova Y., Taguchi Y., Segawa T., Oshurkova V., & Rivkina E. Archaeal communities of Arctic methane-containing permafrost. FEMS Microbiology Ecology, 2016. V.92 (10). fiw135.

#### Тезисы основных докладов:

1. **Щербакова В.А.**, Чувильская Н.А., Сузина Н.Е., Лауриналичюс К.С., Гиличинский Д.А. Новая анаэробная психрофильная бактерия из низкотемпературного рассола. Тезисы докл. Международной конференции «Консервация и трансформация вещества и энергии в криосфере Земли» 1-5 июня 2001 года. Пущино. 2001. С 6.
2. Laurinavichius K., **Shcherbakova V.**, Rivkina E., Gilichinsky D., Tsapin A., Nealson K. Microorganisms into overcooled brines within permafrost: probably model of martian communities. Astrobiology expeditions 2002. St. Petersburg. 2002. P.132.
3. Gilichinsky D., **Shcherbakova V.**, Tsapin A., Rivkina E., Laurinavichius K., Nealson K., Fyodorov-Davudov D., Sorokovikov V. Water brine within permafrost - a new ecological niche for microorganisms on and beyond the Earth: the model for exobiology. Water in the Upper Martian Surface. Workshop. April 17-19. 2002. Potsdam. Germany.
4. Печерицына С.А., **Щербакова В.А.**, Лауриналичюс К.С., Ривкина Е.М. Метанобразующие археи из вечномерзлых грунтов. Биология-наука 21-го века. Сб. тезисов 7-й Пущинской школы-конференции молодых ученых. Пущино, 14-18 апреля 2002. С. 289.
5. Печерицына С.А., **Щербакова В.А.**, Чувильская Н.А., Сузина Н.Е., Ривкина Е.М., Лауриналичюс К.С. Бактерии-обитатели высокоминерализованных вод в вечной мерзлоте. Биология-наука 21-го века. Сб. тезисов 8-й Пущинской школы-конференции молодых ученых. Пущино. 20-24 мая 2004. С.157.
6. Архипова О.В., Печерицына С.А., **Щербакова В.А.**, Сузина Н.Е., Лысанская В.Я., Лауриналичюс К.С. Стратегии выживания микроорганизмов в экстремальных

- условиях: резервные вещества клетки. Биология-наука 21-го века. Сб. тезисов 8-й Пущинской школы-конференции молодых ученых. Пущино. 17-21 мая 2004. С.158.
7. Печерицына С.А., Архипова О.В., Лауриновичюс К.С., **Щербакова В.А.** Адаптация микроорганизмов из криопэга к условиям местообитания. Биология-наука 21-го века. Сб. тезисов 9-й Пущинской школы-конференции молодых ученых. Пущино. 18-22 апреля 2005. С.
  8. **Shcherbakova V.**, Rivkina E., Chuvilskaya N., Pecheritsina S., Laurinavichius K. and Gilichinsky D. New psychrophilic bacteria from water brines within Arctic. International Conference on Arctic Microbiology Rovaniemi, Finland. March 22-25, 2004. P.28.
  9. Rivkina E., **Shcherbakova V.**, Laurinavichius K., Gilichinsky D. Methane and methane generation in permafrost. International Conference on Arctic Microbiology Rovaniemi, Finland. March 22-25, 2004. P.20.
  10. Pecheritsyna S., Arkhipova O., Suetin S., Laurinavichius K., **Shcherbakova V.** Bacteria from supercooled water brine within permafrost and their adaptation to environment. 2<sup>nd</sup> European Conference on Permafrost, Potsdam, Germany, 2005. P. 48.
  11. Pecheritsyna S., **Shcherbakova V.**, Arkhipova O., Rivkina E., Laurinavichius K. Adaptation of the arctic cryopeg bacteria to the environment. The 9<sup>th</sup> Symposium on Aquatic Microbial Ecology. Helsinki. 2005. P. 82.
  12. **Shcherbakova V.**, Rivkina E., Chuvilskaya, N., Pecheritsyna S., Suetin S., Laurinavichius, K and Gilichinsky D. Psychrophilic and psychrotrophic microorganisms from water brines within permafrost. The 9<sup>th</sup> Symposium on Aquatic Microbial Ecology. Helsinki. 2005. P.81.
  13. Krivushun K., **Shcherbakova V.**, Vorobyeva E., Rivkina E. Methanogenic archaea isolated from Arctic permafrost. Int. Conference on Alpine and Polar Microbiology. Austria. Innsbruck. 27-31 March. 2006, P.71.
  14. Ryzhmanova Y., Troshina O., Laurinavichius K., Rivkina E., **Shcherbakova V.** Development and application of a real-time PCR method for characterization of the permafrost anaerobic microbial communities. EANA meeting. 6-8 September 2010, Pushchino. P.
  15. Krivushin K., Rivkina E., Pecheritsina S., **Scherbakova V.** Methanogens in permafrost. 10th European Workshop on Astrobiology EANA'10. 6-8 September 2010, Pushchino. P. 26.
  16. Yoshimura Y., Obata S., Takeuchi A., **Shcherbakova V.**, Hanada Y., Hoshino T., Tsuda S., Kondo H. Antifreeze activities of an anaerobic bacterium isolated from permafrost. 2nd International Ice-Binding Protein Conference, August 4-7, 2014. Sapporo. Japan. 2014. P. 27.
  17. Ryzhmanova Y., **Shcherbakova V.** Molecular detection of the sulfate-reducing bacteria in extreme ecosystems and isolation of a new psychrotolerant sulfate-reducing bacterium from Arctic cryopeg. 10<sup>th</sup> International Congress on Extremophiles, September 7-11, Saint Petersburg. P. 133.
  18. **ShcherbakovaV.**, YoshimuraY., Taguchi Y., Segawa T., Oshurkova O., Rivkina E. Archaeal communities of Arctic permafrost: an unexpected diversity. 10<sup>th</sup> International Congress on Extremophiles, September 7-11, Saint Petersburg. P 85.
  19. Oshurkova V., Rivkina E., **Shcherbakova V.** The search of methanogens in Arctic and Antarctic permafrost. Polar and Alpine Microbiology Conference, České Budějovice. Czech Republic. 2015. P.103.

20. **Shcherbakova V.**, Ryzhmanova Y., Oshurkova V., Rivkina E. Methanogenic archaea and sulfate reducing bacteria in permafrost ecosystems; competition or coexistence? Permafrost in XXI century: Basic and Applied Researches International Conference. Pushchino, Moscow region, Russia. 2015. P. 95-96.
21. **Shcherbakova V.**, Ryzhmanova Y., Rivkina E. Sulfate-reducing bacteria in Arctic cryopegs. Polar and Alpine Microbiology Conference, České Budějovice. Czech Republic, 2015. P.61.
22. **Shcherbakova V.**, Alexenko N., Mironov V., Rivkina E., Yoshimura Y. New Psychrophilic Clostridia From Polar Environments. 11<sup>th</sup> International Congress on Extremophiles, Kyoto, Japan, 12-17 September 2016.
23. **Щербакова В.А.** Анаэробные бактерии и археи из полярных регионов: разнообразие и биотехнологический потенциал. IV Международная конференция Микробное разнообразие: ресурсный потенциал, Москва, 23 ноября 2016 г.
24. Трошина О.Ю., Ошуркова В., **Щербакова В.А.** Сравнительная геномика бактерий *Sphaerochaeta*. Материалы 1-го Российского микробиологического конгресса. Пущино, 17-18 октября 2017 г. С 129-130.
25. Oshurkova V., **Shcherbakova V.**, Rivkina E. Bioprospecting of methanogenic archaea in Arctic and Antarctic permafrost. The 7th Congress of European Microbiologists (FEMS 2017) Valencia. Spain. 2017, 483.
26. **Shcherbakova V.A.** Anaerobic bacteria and archaea in permafrost: life under extreme energy limitation. International conference Earth's Cryosphere: past, present and future. Pushchino, Russia, June 4-8, 2017. P.78-79.

**Рецензенты:**

Ведущий научный сотрудник,  
доктор биологических наук,  
профессор

Доронина Н.В.

Зав. лаб. радиоактивных изотопов,  
доктор биологических наук,  
профессор

Троценко Ю.А.

**Председатель семинара**

зав. лаб. физиологии микроорганизмов  
доктор биологических наук,  
профессор

Вайнштейн М.Б.

**Секретарь семинара**

научный сотрудник,  
кандидат биологических наук

Рыжманова Я.В.