

**АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ**

*На правах рукописи*  
**УДК:579.841.5:579.222.3**

**ЖУРАЕВА РОХИЛА НАЗАРОВНА**

**МИКРООРГАНИЗМЫ ПУСТЫННЫХ ПОЧВ И РИЗОСФЕРЫ  
СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ ЗОНЫ ПРИАРАЛЬЯ**

03.00.07-микробиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Ташкент-2011

Работа выполнена в лаборатории коллекции промышленно-важных культур микроорганизмов Института микробиологии Академии Наук Республики Узбекистан

**Научный руководитель:** кандидат биологических наук  
**Ташпулатов Жавлон Жамондинович**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
**Константинова Людмила Григорьевна**

кандидат биологических наук  
**Джуманиязова Гулнара Исмоиловна**

**Ведущая организация:** Ташкентский Государственный  
Аграрный Университет

Защита состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Специализированного Совета Д 015.02.01 по присуждению ученой степени доктора биологических наук при Институте микробиологии АН РУз по адресу: 100128, г. Ташкент, ул. А.Кадыри, 7<sup>б</sup>. Телефон: (+99871) 2419228, факс: (+99871) 2419227, E-mail: [imbasru@uzsci.net](mailto:imbasru@uzsci.net)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института микробиологии АН РУз

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 года

Ученый секретарь  
Специализированного Совета,  
кандидат биологических наук

Насметова С.М.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

**Актуальность работы.** Биологическое разнообразие экстремальных зон, к которым относятся и пустынные, привлекает внимание многих ученых. Вопросам изучения распространения микроорганизмов, возможных границ их существования, посвящено значительное количество работ (Зенова, 1996; Добровольская, 1997; Leo Ming, 2002; Ewing, 2004).

Южное Приаралье является одним из таких регионов, где 80% территории подвержено опустыниванию и засолению, что связано с последствиями усыхания Аральского моря (Константинова, 2009; Тлеумуратова, 2010; Матжанова, 2010). Естественно, что этот специфический регион представляет интерес как уникальный объект, находящийся в условиях интенсивной трансформации, в котором сосредоточена сумма экстремальных факторов и многообразие биотопов.

Микрофлора, населяющая эти природные субстраты, отличается большим разнообразием и активностью. Недостаточная изученность бактериального населения в почвах с экстремальными условиями существования (высокие концентрации солей в сочетании с высокой температурой и повышенной щелочностью среды) диктует необходимость проведения исследований для сохранения микробных ресурсов, обладающих значительным мобилизационным потенциалом.

В связи с этим, изучение и сохранение генофонда экстремальных микробных популяций Аральского моря, является одной из важнейших задач современности.

Изучение микробного разнообразия экстремофильных бактерий, выявление особенностей их жизнедеятельности в условиях антропогенной деформации природной среды, создание коллекции бактерий, населяющих пустынные и опустыненные районы для обеспечения их сохранности, имеют большое фундаментальное значение. Оно способствует лучшему пониманию особенностей функционирования микробных сообществ аридных территорий, а также представляет практический интерес с точки зрения использования в биотехнологии перспективных культур микроорганизмов.

**Степень изученности проблемы.** Изучению экстремальных бактерий, их распространению, роли в формировании микробных сообществ, биотехнологическому применению посвящено большое количество исследований, приведенных в монографических работах, обзорах, статьях.

Узбекскими учеными-микробиологами: Лазаревым С.Ф., Квасниковым Е.И., Низаметдиновой Я.Ф., Джуманиязовым И.Ж., Малаховой П.Т и др. изучены, обобщены микробиологические обследования различных регионов республики, представлен количественной и видовой состав микроорганизмов в орошаемых сероземах, пустынных такыровидных почвах Средней Азии.

Данные о микроорганизмах пустынных зон, засоленных почв, ризосферы солеустойчивых растений, весьма разрознены. Исследования по выделению, изучению и возможности использования местных

галотолерантных и термотолерантных бактерий в производственных условиях в литературных источниках отсутствуют.

**Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.** Работа выполнена в рамках международного проекта Р-194 «Микробное разнообразие для новых биотехнологических разработок» (2004-2007) и проекта ФА-ФЗ-Т-150 «Экстремальная микрофлора Узбекистана: разнообразие и биотехнологический потенциал» (2007-2011).

**Цель исследования.**

Цель настоящей работы – изучение микробного разнообразия засоленных пустынных экотопов, выделение и отбор галотолерантных и термотолерантных бактерий с высоким биотехнологическим потенциалом.

**Задачи исследования.**

1. Определить разнообразие бактериальных сообществ в ризосфере солеустойчивых растений и пустынных почвах Аралкума, Кызылкумов, плато Устюрт;
2. Выделить галотолерантные и термотолерантные бактерии из природных засоленных субстратов и провести скрининг среди экстремофильных бактерий по солеустойчивости и термофильности;
3. Определить морфолого-культуральные, физиолого-биохимические особенности и таксономическую принадлежность экстремофильных бактерий;
4. Выявить типичных обитателей ризосферы пустынных растений и почвы аридных зон и определить области их возможного практического применения.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследований служили образцы пустынных и засоленных почв (песчаная, супесчаная, солонцевато-гипсоидная), солончаков (пухлый, розовый солончак), ризосферы пустынных растений (карабарак - *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch, солянка - *Salsola sclerantha* C. A. Mey, боялыч - *Salsola arbuscula* Pall, янтак - *Ammodendron fisch*, полынь - *Artemisia terra-alba* Krasch, кейреук - *Salsola orientalis* S.G.Gmel), иссирик - *Peganum harmala* L.), отобранных в пустынных районах Центрального Кызылкума, плато Устюрт, Аралкума. Образцы отбирали в весенний и летний период в течение 2005-2009 гг.

**Методы исследований.** При выполнении работы использованы классические микробиологические и биохимические методы исследования (Звягинцев, 1991; Нетрусов, 2005).

**Достоверность и обоснованность.** Статистическую обработку результатов проводили при помощи компьютерной программы «Microsoft Excel» с использованием общепринятых статистических критериев (Лакин, 1990).

**Гипотеза исследования.** Солончаковые почвы и ризосфера солеустойчивых растений являются хорошим объектом для выделения, изучения галотолерантных и термотолерантных бактерий – эффективных продуцентов физиологически активных соединений.

В засоленных почвах и в ризосфере солеустойчивых растений существует устойчивый биоценоз, в котором значимыми компонентами являются галофильные и галотолерантные бактерии.

#### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Из природных субстратов Южного Приаралья выделена значительная микробная биота с широким родовым спектром, в котором доминируют галофильные и галотолерантные бактерии.
2. Выделенные гало- и термотолерантные микроорганизмы характеризуются способностью к жизнедеятельности в экстремальных условиях, разнообразием морфолого-культуральных и физиолого-биохимических признаков, индивидуальной активностью, скоростью размножения, отношением к различным питательным субстратам.
3. Штаммы, выделенные из природных субстратов, отобранных в районах с экстремальными условиями, обладают значительным мобилизационным потенциалом: высокая способность к утилизации широкого спектра углеводов, повышенная чувствительность к антибиотикам, антагонистическая и ростстимулирующая активность.

#### **Научная новизна.**

Впервые, в специфических условиях пустынь Аралкум, Кызылкум и плато Устюрт, изучены распространение, встречаемость, доминантный состав гало- и термотолерантных бактерий. Определено микробное разнообразие ризобактерий солеустойчивых растений на уровне родового состава. Показано, что в засоленных почвах и ризосфере солеустойчивых растений, развивается устойчивый биоценоз галофильных/галотолерантных групп микроорганизмов. Динамика развития их популяций в засоленных солончаковых почвах, их доля в микробных сообществах достигает значительных величин. Галофильные/галотолерантные микроорганизмы должны рассматриваться как значимые компоненты биоценозов солончаковых пустынных почв, выполняющих экологическую функцию в засоленных аридных почвах.

Из природных засоленных субстратов Южного Приаралья выделено 1152 почвенных изолятов гало- и термотолерантных бактерий. Впервые среди выделенных галофильных и термофильных бактерий, отобраны и идентифицированы до рода 27 экстремофильных бактерий, активные продуценты идентифицированы *Bacillus circulans* 600, *B. circulans* 608, *B. muciliginosus* 334, сем. *Halobacteriaceae* штамм 301.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Результаты проведенных нами исследований по изучению бактериального разнообразия, выделению и идентификации экстремофильных бактерий, устойчивых к засолению, высокой температуре открывают перспективы для фундаментальных исследований. Подобрана питательная среда и оптимизированы условия культивирования экстремофилов для роста и развития. Показано, что метаболиты экстремофильных бактерий повышают всхожесть семян и рост пустынных растений.

Создана коллекция местных культур гало- и термотолерантных бактерий, способных выживать при высоких концентрации соли, температур, рН и обеспечивается их сохранность.

Практическое значение работы обусловлено перспективами применения местных штаммов экстремофильных бактерий в качестве средств биологической защиты и стимуляции роста пустынного фитоценоза, как тест-культуры, как материал для генно-инженерных исследований, в качестве компонентов при разработке биоудобрений.

**Реализация результатов.** Полученные результаты исследования могут быть использованы в промышленности, сельском хозяйстве, медицине при синтезе ферментов и других физиологически активных соединений, а также для разработки экологически безопасных биопрепаратов, контролирующего развитие возбудителей грибных и бактериальных инфекций.

Экстремофильные бактерии, сохраняемые в коллекции Института, могут быть предоставлены в будущем для научных исследований и практического использования.

**Апробация работы.** Основные результаты работы и отдельные ее разделы доложены на Международных и Республиканских научных конференциях: III съезд микробиологов Узбекистана (Ташкент, 2005), Конференция молодых ученых Института Микробиологии (Ташкент, 2006), 11 Международная конференция по коллекциям культур (Goslar, Germany, 2007), 5 Международная конференция “Биотехнология: состояние и перспективы развития” (Москва, 2007), Международная конференция “Микробное разнообразие: текущая ситуация, стратегия обеспечения сохранности и биотехнологический потенциал” (Пермь-Нижний Новгород-Пермь, 2008), IV съезд микробиологов Узбекистана (Ташкент, 2008), Республиканская конференция “Проблемы современной микробиологии и биотехнологии” (Ташкент, 2009), III Международная научно-практическая конференция «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья» (Нукус, 2010), Современные тенденции развития экологической биотехнологии, Вестник Каз НУ (Алматы 2011).

**Опубликованность результатов.** По материалам диссертации опубликовано 16 научных работ, из них журнальных статей – 5, тезисов – 11.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 125 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, экспериментальной части, заключения, выводов и списка использованных источников литературы, включающего 202 наименования, из них 123 иностранных. Работа иллюстрирована 21 рисунком и 19 таблицами.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснована актуальность темы и новизна проблемы, определена цель, поставлены задачи исследований, отмечена научная и практическая значимость выполненных исследований, основные защищаемые положения, сведения об апробации и публикациях.

**Обзор литературы.** В первой главе представлен литературный анализ современного состояния исследований, посвященных экстремофильным микроорганизмам. Приводятся данные, описывающие возможные механизмы приспособления и функционирования галофилов в специфических условиях, окружающей среды. Большой информационный материал посвящен выделению галофильных и термофильных бактерий, изучению морфологии, биохимии гало- и термоадаптации. Приведены сравнительные данные научного и практического использования экстремофильных бактерий.

**Материалы и методы исследований** изложены во второй главе. Объектами исследований служили галотолерантные и термотолерантные бактерии, выделенные из 170 образцов солончаковых пустынных почв, ризосферы солеустойчивых растений и кустарников, отобранных в пустынях Аралкум, Центральный Кызылкум, плато Устюрт.

Микробные сообщества выделяли, учитывали и изучали общепринятыми микробиологическими методами (Звягинцев, 1991; Нетрусов, 2005). Функциональное разнообразие сообществ микроорганизмов в засоленных почвах оценивали на уровне физиологических групп на элективных средах, таксономические исследования проводили на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде (Добровольская и др., 1989). Идентификацию бактерий проводили по определителю Bergey (под ред. Хоулта, 1997).

Природные галофильные и термофильные бактерии выделяли методами накопительных культур: для выделения экстремофильных галофилов использовали синтетическую среду «372» (Catalogue of Strains DSMZ, 1993), для термофильных бактерий – мясопептонный бульон и среду следующего состава, г/л: цитрат Na – 1,29,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – 1,92,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 9,3,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,2, глюкоза – 19,0, вода дистиллированная – до 1л. Солеустойчивость бактерий определяли в течение 5 суток при 28°C на синтетической среде с содержанием NaCl от 1 до 5 моль (M).

Морфологию чистых бактерий изучали с использованием микроскопов «Olympus VX-41» и «Leica DM 1000». Физиолого-биохимические признаки определяли классическими методами (Егоров, 1995).

Интенсивность роста экстремофильных бактерий оценивали на спектрофотометре СФ-46 «ЛОМО», pH определяли на pH-метре Mettler-Toledo Seven-Easy. Отбор проб галофильных бактерий проводили через 24 часа, термофильных – через 60 минут культивирования.

Чувствительность бактерий к антибиотикам выявляли методом дисков, содержащих определенные концентрации антибиотиков (HiMedia, India).

Антибиотическую активность гало- и термотолерантов к фитопатогенам определяли методом агаровых блоков (Егоров, 2003).

Ростстимулирующую активность метаболитов галоалкалофильных бактерий на проращивание семян, рост и развитие полыни (*Artemisia terra-alba* Krasch) и иссирика (*Peganum harmala* L.) изучали в лабораторных условиях согласно описанным методам (Сэги, 1983). Семена перед посевом стерилизовали, промывали, инокулировали 3<sup>x</sup> суточной культуральной жидкостью *Bacillus muciloginosis* 334, *Bacillus* sp. 335 в разведении 1:25, 1:50, 1:100 и выдерживали 18 часов. Контролем служили семена, замоченные в стерильной водопроводной воде. Повторность опытов 5-кратная. Растения выращивали в теплице при 30°C, световой режим составлял 16 часов, освещенность – 1500 лк.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Третья глава** посвящена изучению разнообразия экстремофильных микроорганизмов, в том числе и гало- и термотолерантных бактерий, обитающих в регионе Южного Приаралья. Микробиологические исследования пустынных, засоленных почв и ризосферы солеустойчивых растений показали, что структура их биоценозов формируется в жестких условиях среды, а ризосфера пустынных растений оказывает положительное влияние на численность и распределение бактерий.

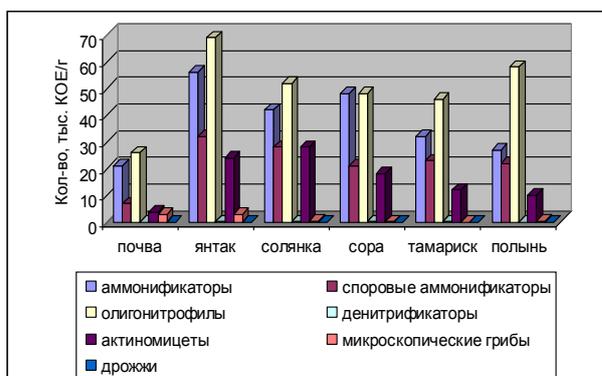
Изучение ассоциаций микроорганизмов в почвах с различной засоленностью и в ризосфере солеустойчивых растений выявило в условиях повышенного засоления (бывшее дно Аральского моря), подавление роста обязательных функциональных блоков зрелой экосистемы: азотобактера, денитрификаторов, грибов, дрожжей, а содержание спорных бактерий, олигонитрофилов не достигают экологически значимого уровня.

В пустыне Кызылкум бактерии, актиномицеты и грибы развиваются более интенсивно, количественное содержание актиномицетов находится в пределах 39-56, а популяции грибов 7-19 тыс.КОЕ/г.

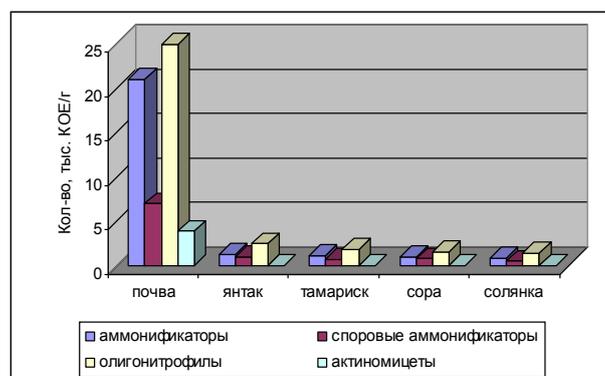
Микробный анализ ризосферы кормовых растений пастбищ плато Устюрт выявил устойчивые биоценозы олигонитрофилов, их численность достигала 1,3-1,5 млн. КОЕ/г.

Изучение галотолерантных сообществ в ризосфере солеустойчивых растений на питательных средах с добавлением различных концентраций NaCl показало, что внесение 15% NaCl увеличивало разнообразие микробных сообществ (рис.1.а). Количество солеустойчивых аммонификаторов было в пределах 27-56 КОЕ/г, спорных бактерий 21-32 КОЕ/г, актиномицетов 10-28 КОЕ/г, грибов 0,5-3,0 тыс.КОЕ/г почвы. По-видимому, в пустынных засоленных условиях это связано с постепенной адаптацией культур к соли, что согласуется с имеющимися литературными данными.

Повышение концентрации соли до 23,2% в 40-60 раз снижало численность изучаемых микроорганизмов. При этом актиномицеты были обнаружены в единичных количествах в ризосфере солянки, а микроскопические грибы не выявлены (рис.1.б).



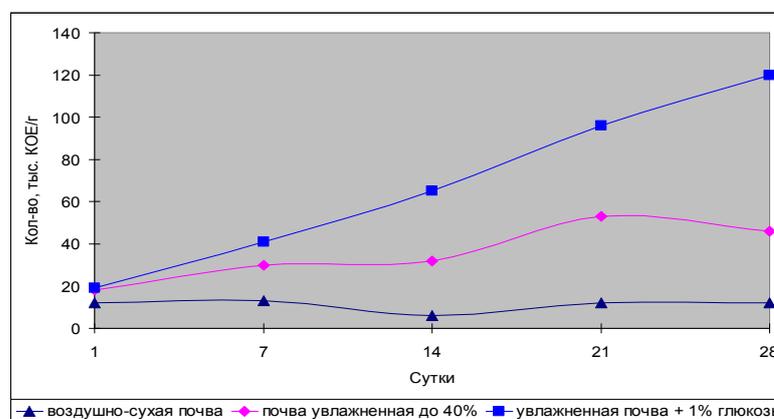
а) среда с 15% NaCl



б) среда с 23,2% NaCl

**Рис.1. Количественное содержание галотолерантных микроорганизмов в ризосфере пустынных растений (апрель-май, 2005), тыс. КОЕ/г**

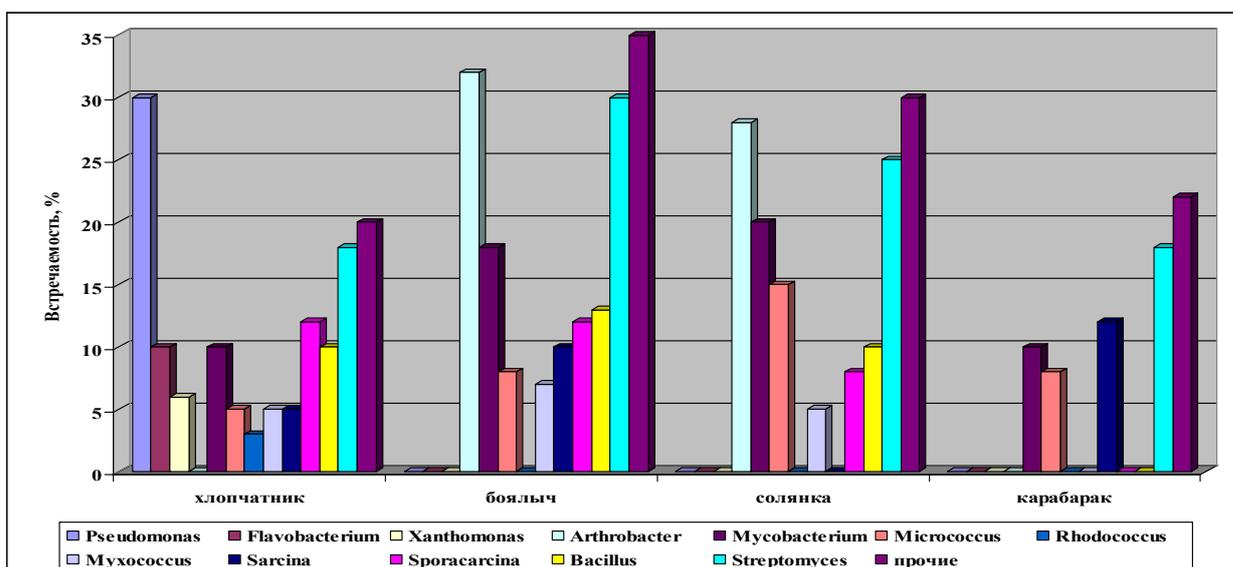
Изучение динамики развития галотолерантных бактерий в слабозасоленной солончаково-солонцеватой гипсоидной почве плато Устюрт показало, что увлажнение почвы увеличивало, а внесение глюкозы стимулировало развитие галотолерантных микроорганизмов в течение всего опыта и через 28 суток культивирования их содержание увеличивалось в 10 раз (Рис.2).



**Рис.2. Численность галотолерантных сообществ бактерий в солончаково- солонцеватой гипсоидной почве, КОЕ/г (Плато Устюрт).**

Для изучения разнообразия и структуры таксономических групп микроорганизмов в ризосфере солеустойчивых растений было проанализировано достаточно большое количество образцов, выделены часто встречающиеся микроорганизмы и проведен их дифференцированный учет.

Определение основных биологических свойств чистых культур позволило определить их распределение, встречаемость и принадлежность к родам *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Mухосoccus*, *Sarsina*, *Sporosarcina*, *Bacillus*, *Streptomyces*, как в ризосфере солеустойчивых пустынных растений, так и в ризосфере хлопчатника произрастающего на окультуренной солончаковой почве (рис.3).



**Рис.3. Встречаемость бактерий в ризосфере пустынных растений, %**

Данные свидетельствуют, что в ризосфере боялыча, солянки и карабарака не встречаются типичные представители зрелой системы: грамотрицательные бактерии рода *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Flavobacterium*. По-видимому, это связано с большей их чувствительностью к высушиванию и засолению. Типичными доминантами в ризосфере растений боялыча, солянки выявлены бактерии рода *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Streptomyces*. Бактерии рода *Bacillus* представлены видами *Bacillus muciloginosis*, *B. oligonitrophilus*, реже *B. subtilis*, *B. cereus*. Доминантами в ризосфере карабарака являются *Mycobacterium*, *Streptomyces* и грамотрицательные палочки, толерантные к испытанным концентрациям соли (15-30%).

Из засоленных почв и ризосферы пустынных растений на синтетической и полноценной средах с добавлением NaCl было выделено 1152 почвенных изолята. Из них 699 способны к росту в диапазоне NaCl от 2 до 30%, 453 при температуре от 45 до 70°C. Выделенные бактерии на основании результатов исследования отнесены к слабым, умеренным, экстремальным гало- и термотолерантам. Наибольшее их количество выявлено в засоленной почве (46,46 - 54,30%), в ризосфере солеустойчивых растений в 1,5 – 1,9 раза меньше. Частота встречаемости галотолерантов в изучаемых почвах колебалась в пределах 4-12%, термотолерантов - 1,76-10,15%.

При многократных пересевах большинство бактерий, растущих на синтетических средах утратили способность к росту при высоких концентрациях соли и повышенной температуре. Методом последовательного скрининга отобрано 89 природных гало- и термотолерантных бактерий. Из них 27 культур - уникальных экстремофильных бактерий: 15 культур экстремальные галотолеранты (рост при 20, 23,2 и 30% NaCl), 12 бактерий термотолеранты (рост при 55-60°C). Среди них выявлены бактерии способные расти и развиваться при наличии

двух экстремальных факторов среды: галотермотолеранты (высокая засоленность и температура), галоалкалофилы (высокая засоленность и повышенная щелочность среды), термоалкалофилы (высокая температура и щелочность), термогаллофилы (высокая температура и засоленность), и трех экстремальных факторов среды: галоалкалотермофилы, термоалкалогалофилы (табл. 1).

**Таблица 1**

**Экстремофильные бактерии засоленных почв Южного Приаралья**

Галофильная группа бактерий	Штамм, №	Термофильная группа бактерий	Штамм, №
Галофилы	301, 306, 333, 303, 308, 320	Термофилы	-
Галоалкалофилы	334, 335	Термоалкалофилы	644, 613, 605
Галотермофилы	319, 331, 323	Термогаллофилы	600, 601, 603, 608, 612, 646
Галоалкалотермофилы	326, 304, 342, 345	Термоалкалофилы	609, 610, 624

Отобранные экстремофильные бактерии отнесены к роду *Arthrobacter* – 4, *Mycobacterium* – 3, *Rhodococcus* – 2, *Bacillus* – 11, семейству *Halobacteriaceae* – 7 штаммов, которые послужили основой для создания коллекции бактерий выделенных из экстремальных зон Узбекистана. Для данных культур характерно наличие капсул, слизи, чехлов, карликовых форм, по-видимому, связанных с их адаптацией к экстремальным условиям среды обитания.

Наиболее активные экстремофильные бактерии на основе изучения морфолого-культуральных (рис.4) и физиолого-биохимических признаков идентифицированы как *Bacillus circulans* 608, *B. muciloginosis* 334, штамм 301 из семейства *Halobacteriaceae* (табл. 2).

**Таблица 2**

**Физиолого-биохимические свойства экстремофильных бактерий**

Признаки	Штамм		
	<i>Bacillus circulans</i> 608	<i>Bacillus muciloginosis</i> 334	Семейство <i>Halobacteriaceae</i> 301
Отношение к кислороду	Аэроб	Аэроб	Аэроб
Температура роста, С	45-60	30-45	30-45
Отношение к NaCl (%)	5-10	15-30	15-30
pH	7,5-8,5	8,0-9,5	6,8-8,0
Образование пигментов	аpigментный	аpigментный	образует пигмент с окраской розоватого и розового цвета
Оксидазная активность	+	+	+
Каталазная активность	+	+	+
Гидролиз желатины	±	-	-
Гидролиз крахмала	+	+	-

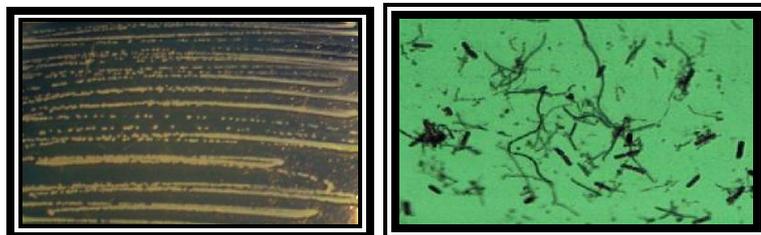
Мочевина	+	+	+
Образование сероводорода	-	-	-
Образование индола	-	-	-
Чувствительность к антибиотикам	<b>чувствителен</b> к фуразолидону, хлорамфениколу, ципрофлоксацину, оксациллину, ампициллину, стрептомицину, норфлоксацину; <b>устойчив</b> к полимиксину-Б	<b>чувствителен</b> к ампициллину, цефазолину, нистатину, хлорамфениколу; <b>устойчив</b> к рифампицину, канамицину, налидковой кислоте	<b>чувствителен</b> к флоксацину, стрептомицину, цефалексину, тетрациклину; <b>устойчив</b> к хлорамфениколу, полимиксину-Б, оксациллину, норфлоксацину

Примечание: «+/-» – наличие/отсутствие признака

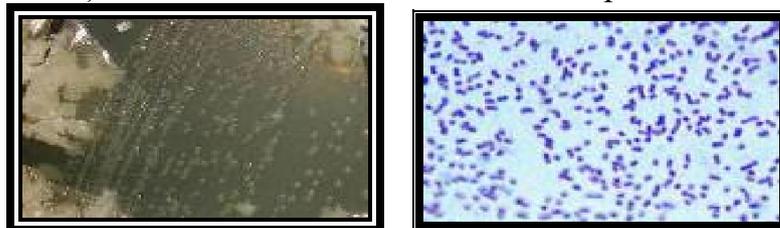
*Bacillus circulans* штамм 608 характеризуется тонкими палочками, размером 4-6x0,8-1,0 мкм, с округленными концами, одиночные и в коротких цепочках (рис.4а).

*Bacillus muciloginosis* штамм 334 – галоалкалофил. Представлен неподвижными в виде коротких одиночных палочек, окруженных капсулой, размером 1,5-1,6 x 0,9 мкм. Растет на средах с содержанием 15-30% NaCl, при pH 8,5-9,0 (рис 4б). Культура усваивает фруктозу, сахарозу, рибозу, трегалозу, маннозу без образования кислоты, не усваивает раффинозу, ацетат, глюканат, ферментирует спирты – дульцит, сорбит, манит.

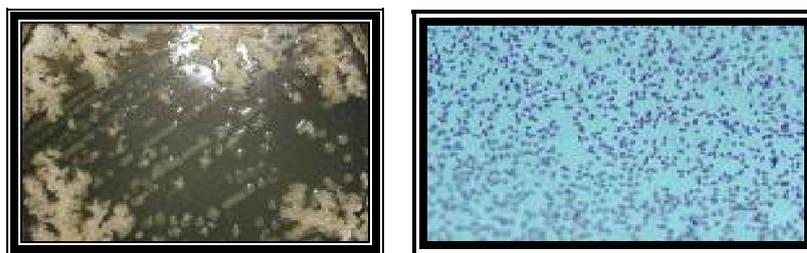
Особый интерес представляет галотермоалкалофильный штамм 301, отнесенный к семейству *Halobacteriaceae* – мелкие подвижные палочки размером 1,0-1,2x0,5 мкм. Образует круглые споры, расположенные на конце клеток. С увеличением концентрации соли в среде, клетки укорачиваются, округляются, теряют подвижность. Эта культура растет при 60°C и концентрации NaCl 23,2-30% (рис.4с).



а) *Bacillus circulans* штамм 608 при 60°C



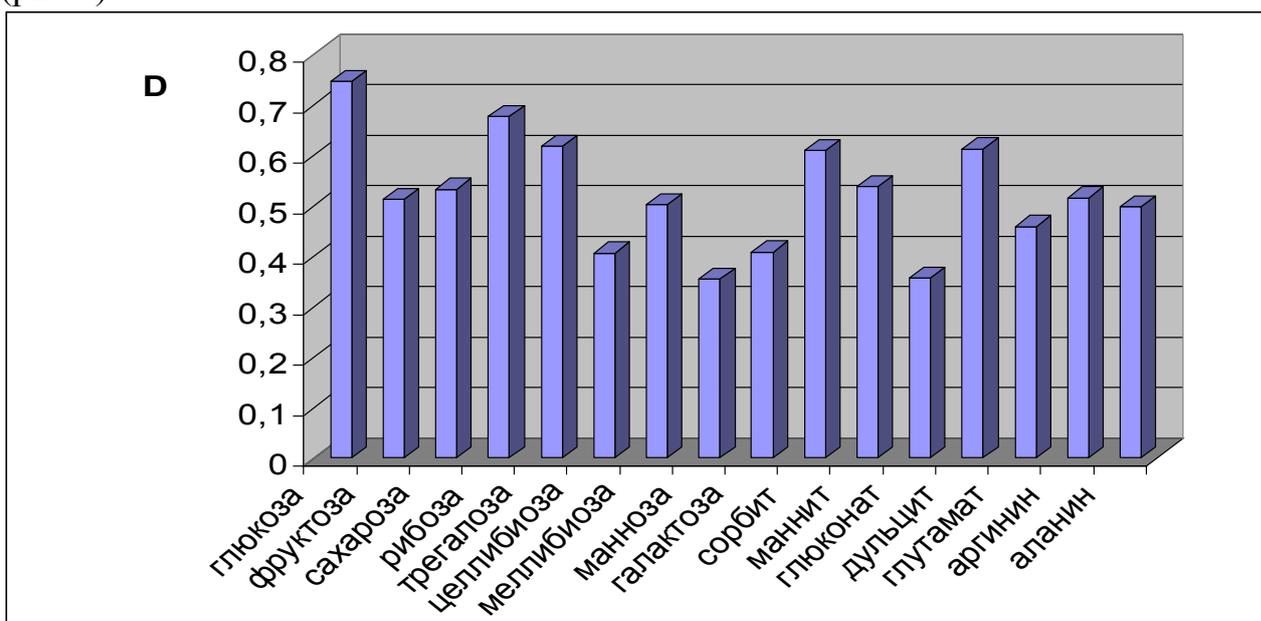
б) *Bacillus muciloginosis* штамм 334, на синтетической среде с NaCl 23,2%



с) Семейство *Halobacteriaceae* штамм 301 на синтетической среде с NaCl 23,2%

**Рис. 4. Морфология колоний и клеток экстремофильных бактерий (световая микроскопия x 1225)**

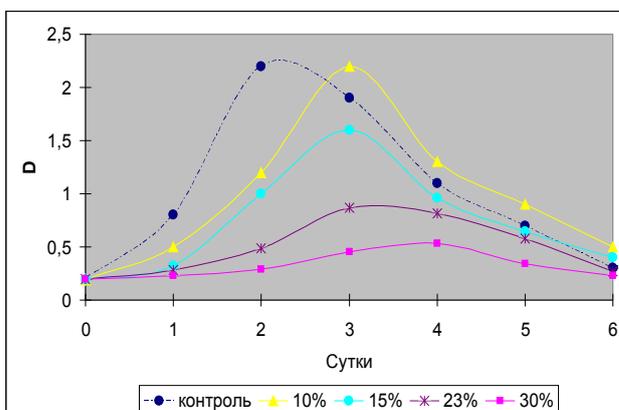
Изучение отношения к разным типам субстратов показало, что штамм *Bacillus circulans* 608 хорошо усваивает углеводы, спирты, аминокислоты (рис.5).



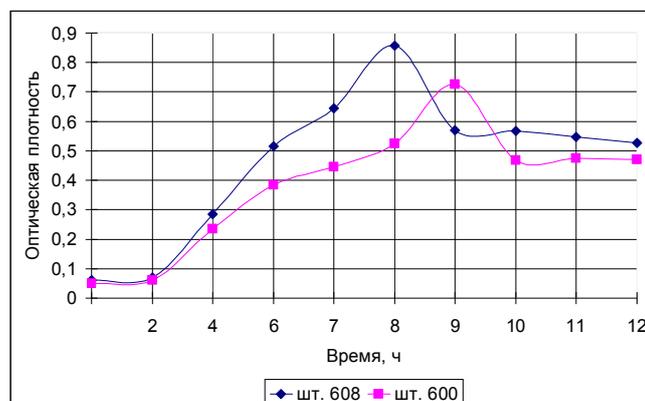
**Рис.5. Усвоение некоторых субстратов термогалофильным штаммом *Bacillus circulans* 608**

Изучение роста и развития галотолерантной алкалофильной культуры *Bacillus muciloginosis* 334 на синтетической среде, при внесении различных концентраций соли, показало, что штамм способен расти и развиваться при высокой концентрации NaCl (23,2 и 30%) в среде. Кривые роста отличаются продолжительной лаг-фазой – 2,5 суток (рис.6.а).

Динамика роста *Bacillus circulans* 600, *B. circulans* 608 на оптимизированной среде (картофельный отвар с добавлением МПБ и глюкозы, рН 7) при температуре 60°C в стационарных условиях роста показала, что термофилы характеризуются быстрым ростом и короткой лаг-фазой. Максимальное количество клеток *Bacillus circulans* 608 наблюдается через 8 часов, а у *B. circulans* 600 через 9 часов. Оптическая плотность культур находится соответственно в пределах  $D=0,85$  и  $D=0,72$  (рис.6.б).



а) *Bacillus muciloginosis* 334



б) *B. circulans* 600, *B. circulans* 608

Рис.6. Динамика роста экстремофильных бактерий на жидких питательных средах

Исследования по влиянию значений pH на рост и развитие термофильных бактерий *Bacillus circulans* 600 и 608 проводили при pH от 3 до 11. Максимальное накопление клеток термофилов отмечено в нейтральной среде. Плотность бактерий в среде достигала 0,35 и 0,33, соответственно. С увеличением щелочности среды (pH 8-10) количество клеток бактерий снижается, а при pH 11 и pH 3 происходит ингибирование роста изучаемых термофильных бактерий (рис. 7).

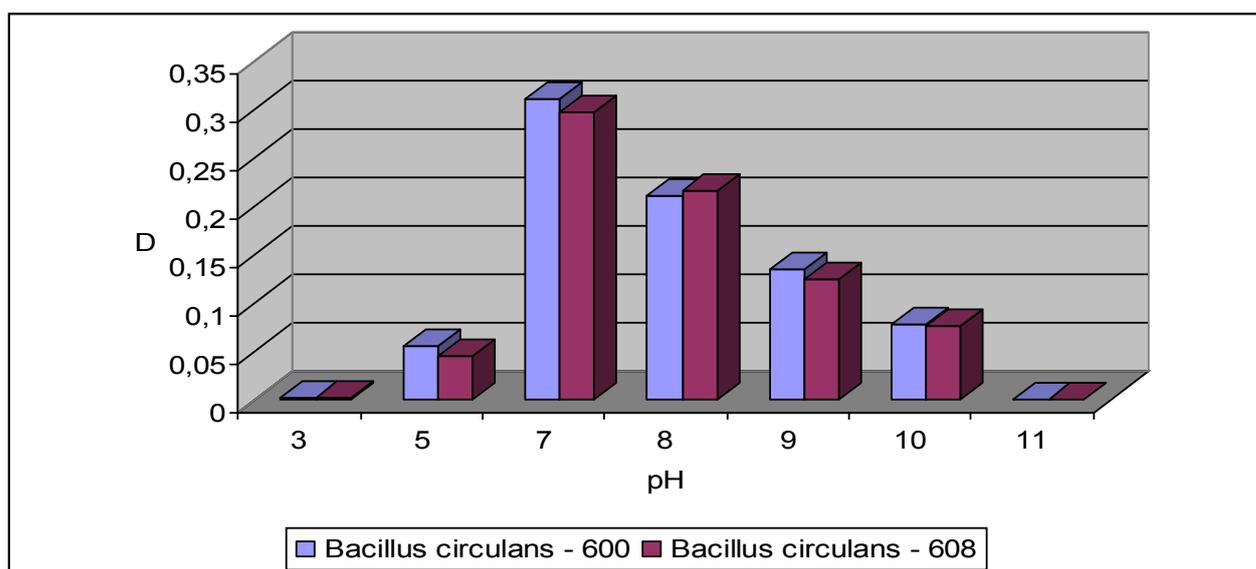
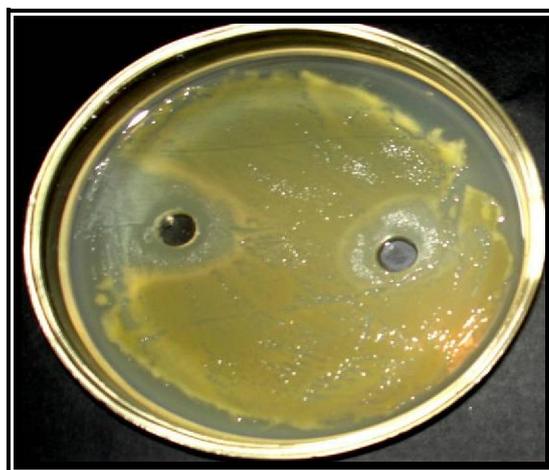


Рис.7. Влияние pH среды на рост термофильных бактерий

Скрининг среди отобранных гало- и термотолерантных бактерий по антагонистической активности к возбудителям болезней растений позволил отобрать 2 штамма бацилл с широким антибиотическим спектром. Это штамм *Bacillus muciloginosis* 334, проявляющий высокую активность по отношению к бактериальным фитопатогенам *X. campestris p.v. malvacearum* (d=25-30), грибным фитопатогенам *Fusarium oxysporum* (d=12-20) (рис. 8) и штамм *Bacillus circulans* 608, активно подавляющий рост грибов-фитопатогенов.



а) *Fusarium oxysporum*



б) *Xanthomonas campestris*  
*pv. malvacearum*

**Рис.8. Антагонистическая активность галоалкалофильной бактерии *Bacillus muciloginosis* 334**

Влияние продуктов метаболизма *Bacillus muciloginosis* 334 на всхожесть, прорастание и развитие вегетирующих растений иссирика, полыни проведено в лабораторных опытах. Данные показывают, что культуральная жидкость обладает ростстимулирующей активностью, которая проявляется с момента прорастания семян (табл. 3).

**Таблица 3**

**Влияние культуральной жидкости *B. muciloginosis* 334 на всхожесть и прорастание семян иссирика (*Peganum harmala* L.) и полыни (*Artemisia terra-alba* Krasch)**

Вариант опыта	Всхожесть семян, %		Средняя длина проростков, мм			
	иссирика	полыни	иссирика		полыни	
			корня	стебля	корня	стебля
Контроль (вода)	66,5±1,17	56,0±1,58	20,0±1,0	26,0±0,76	22,0±1,29	28,0±0,88
Культуральная жидкость	92,0±0,88	85,0±0,35	30,0±1,0	26,0±0,77	26,0 ±0,7	23,0±1,0
Разведение 1:25	<u>97,8±1,23</u>	<u>87,0±1,34</u>	<u>42,0 ±1,52</u>	<u>35,0 ±0,76</u>	29,0±0,76	24,0±1,6
Разведение 1:50	90,5±0,82	82,0±0,88	33,0±1,0	30,0±1,0	<u>37,0±0,9</u>	<u>29,0±1,58</u>
Разведение 1:100	88,5±0,58	78,0±1,29	22,0±1,29	23,0±1,4	18,0±0,76	16,0±1,0

**Примечание:** подчеркнутые значения достоверно отличаются от показателей контрольного варианта при  $P < 0,05$ .

Установлено, что стимулирующий эффект исследуемых бактерий зависит от степени разведения активных веществ, содержащихся в культуральной жидкости. Наибольшая энергия прорастания семян иссирика отмечена при обработке в культуральной жидкости *Bacillus muciloginosis* 334 в разведении 1:25 (97,8%), последующее разведение культуры 1:50 снижало их прорастаемость на 6,3%.

На основании проведенных исследований, установлено, что штамм *Bacillus muciloginosis* 334 является перспективным продуцентом ростстимулирующих соединений и может быть использован для обработки семян пустынных растений с целью повышения естественного пастбищного потенциала. Обработка семян солеустойчивых растений культурами галоалкалофилов, по-видимому, усиливает их адаптацию в засоленной щелочной почве, а также способствует формированию устойчивого микробиоценоза, что может оказать положительное воздействие на биоценоз пустынных территорий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроорганизмы, как компонент почвенной биоты любой экосистемы, в том числе и пустынной с ее экстремальными условиями, являются наиболее активными участниками процессов трансформации в природе и важнейшим фактором в определении биологической активности почвы.

Изучение биоразнообразия микроорганизмов, населяющих пустынные биотопы Южного Приаралья, выявило наличие существенного микробного сообщества, в котором присутствуют популяции галофильных, галотолерантных, термофильных и термотолерантных бактерий. Выделены, изучены и описаны галофильные, галотолерантные, термофильные и термотолерантные бактерии, а также бактерии с двойными и тройными экстремальными предпочтениями: галоалкалофилы, термогаллофилы, галотермоалкалофилы, термоалкалогалофилы.

При этом популяции галофилов и галотолерантов, численность которых увеличивается при увлажнении и внесении питательных веществ в среду, составляют значимый экологический компонент в изученных солончаках.

Изучение частоты встречаемости галофильных и термофильных бактерий в засоленных почвах, ризосфере пустынных трав и кустарников выявило экологически значимый уровень этих микроорганизмов, что свидетельствует о наличии активных биологических процессов даже в экстремальных условиях. Установлено, что выделенные из различных почвенных и природных субстратов микробные изоляты способны к росту на питательных средах с повышенным содержанием NaCl (5-30%) и при значительной температуре (45-70°С).

Данные сравнительного изучения разнообразия, структуры и численности каждого рода бактериальных микроорганизмов в ризосфере орошаемых и пустынных солончаковых почв показали, что их таксономический состав существенно различается. Типичными доминантами ризосферы боялыча и солянки являются представители родов *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Bacillus*, а карабарака – *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Sporosarcina*, *Bacillus*. В ризосфере фитоценоза орошаемых почв отмечено присутствие представителей родов *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Flavobacterium*, не выявляемых в ризосфере пустынной флоры. Очевидно, это является свидетельством большей чувствительности

представителей этих родов к пониженной влажности и повышенной концентрации соли.

Изучение свойств наиболее характерных представителей галофильных и термофильных бактерий *Bacillus circulans* и *B. muciloginosis* позволило определить их жизнеспособность при культивировании в среде с различными концентрациями NaCl и при разных температурах. Были подобраны питательные среды, способствующие максимальному проявлению активности культур, и изучены физиологические закономерности роста и развития галофилов и термофилов в лабораторных условиях. Показано, что оптимальными концентрациями для роста изученных экстремофильных бактерий является от 5 до 15 % соли, однако они способны развиваться и при 23-25% соли и температуре 55-60°C. Из различных питательных веществ наиболее востребованными для роста галофильных бактерий являются фруктоза, сахароза, рибоза, трегалоза, манноза, дульцит, сорбит, манит, аланин, аргинин, в то время как для термофильных бактерий отдают предпочтение глюкозе, рибозе, трегалозе, галактозе, глутамату, маниту, дульциту, аргинину, аланину.

Известно, что экстремофилы, обладая устойчивостью к экстремальным факторам среды, имеют большие перспективы использования в биотехнологических процессах. Возможности получения коммерческих продуктов на основе гало- и термофильных микроорганизмов достаточно разнообразны. Это ферменты, липиды, каротины, антибиотики, другие физиологически активные вещества.

В природе гало- и термофильные микроорганизмы не имеют антагонистов, так как в условиях высокой солености ни одна из антагонистических форм не способна к существованию. Однако, как правило, сами галофилы обладают существенной способностью к проявлению антагонизма.

Изучение антибиотической активности ряда отобранных штаммов экстремофильных микроорганизмов по отношению к основным фитопатогенам хлопчатника (*Fusarium oxysporum*, *F. vasinfectum*, *F. solani*, *Verticillium dahliae*, *X. campestris p.v. malvacearum*) показало, что гало- и термофильные бактерии, обитающие в пустынных засоленных почвах способны в значительной мере подавлять рост и развитие основных возбудителей заболеваний растений хлопчатника. Поэтому выделенные, изученные и отобранные активные антагонисты могут быть рекомендованы в дальнейшем для разработки экологически безопасных биопрепаратов против возбудителей грибных и бактериальных инфекций хлопчатника.

В коллекции экстремофильных микроорганизмов собраны бактерии, которые являются не только продуцентами антибиотических веществ, но и способны синтезировать физиологически активные соединения, оказывающие стимулирующее действие на всхожесть семян, рост и развитие пустынных растений. Все это вместе с ранее приведенными данными по антибиотической активности составляет тот самый биотехнологический

потенциал выделенных и изученных экстремофилов Южного Приаралья, который определяет практическую ценность данного исследования.

Таким образом, проведенное детальное изучение микроорганизмов пустынных районов Южного Приаралья позволило выявить значительную биологическую активность почв. Показано, что, несмотря на наличие довольно высоких показателей экстремальности окружающей среды (концентрация соли, температура, уровень pH), а также длительное воздействие антропогенных факторов на окружающую среду региона (повышенная концентрация различных химикатов, ежегодное снижение объема поступающей воды, изменение водно-почвенного баланса и т.д.), почва региона обладает значительным микробиологическим потенциалом, способствующим ее постепенному восстановлению. При этом ряд местных культур микроорганизмов может быть использован в хлопководстве для защиты растений от фитопатогенов и стимуляции роста пустынного фитоценоза.

### Выводы:

1. Анализ микробной биоты пустынь Аралкум, Кызылкум, плато Устюрт выявил функционирование устойчивых микробных сообществ в условиях повышенного засоления, температуры, пониженной влажности, которые представлены различными таксономическими группами родов: *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Muxococcus*, *Sarsina*, *Sporosarcina*, *Bacillus*, *Streptomyces*. Изучена численность систематических групп каждого рода; определен доминирующий состав бактерий в ризосфере боялыча, солянки, карабарака.
2. Впервые из пустынных почв и засоленных природных субстратов Южного Приаралья выделены и описаны галофильные (183 изолята), галотолерантные (276 изолятов), термофильные (102 изолята) и термотолерантные бактерии (246 изолятов), способные к росту на питательных средах с концентраций NaCl 5-30%, температуре 45-70°C. Встречаемость гало- и термотолерантов варьировала, в почве от 46,46 до 53,30%, в ризосфере растений от 37,2 до 28,69% соответственно.
3. Отобрано 27 чистых экстремальных бактерий. Установлено таксономическое положение галотолерантных и термотолерантных бактерий с использованием широкого спектра тестируемых морфолого-культуральных, физиологических, биохимических признаков, что позволило отнести их к *Arthrobacter* – 4, *Mycobacterium* – 3, *Rhodococcus* – 2, *Bacillus* – 11, к семейству *Halobacteriaceae* – 7 штаммов.
4. Оптимизированы условия культивирования экстремофильных термофильных бактерий *Bacillus circulans* 600, *Bacillus circulans* 608, галоалкалофильных *Bacillus muciloginosis* 334, сем. *Halobacteriaceae* 301, способствующие максимальному проявлению антибиотической, ферментативной, ростстимулирующей активности на питательных средах с внесением картофеля, мясного экстракта, пептона и синтетических средах с добавлением триптона и витаминов при pH 7,5-9,5, t-55-60°C, NaCl 15-23%.

5. В лабораторных опытах установлена эффективность обработки семян пустынных растений метаболитами галоалкалофильных бактерий на всхожесть и прорастание семян иссирика и полыни. Наибольшая всхожесть семян иссирика (97,8%) и рост растений (77 мм) отмечены при использовании культуральной жидкости штамма *Bacillus muciloginosis* 334 в разведении 1:25.

6. Создана коллекция галотолерантных и термотолерантных бактерий, способных выживать при высоких концентрациях соли (15-23,2%), температурах (55-60°C), pH (8,5-9,0) и обладающих устойчивостью к двум и трем экстремальным факторам окружающей среды: галотермофилы, галоалкалофилы, термогалоалкалофилы.

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Жураева Р.Н. Термофильные микроорганизмы аборигенных растений Южного Приаралья // Тезисы докладов III съезд микробиологов Узбекистана. Ташкент 9-10 ноября, 2005, с. 41.
2. Жураева Р.Н., Шакирзянова М.Р., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Галофильные микроорганизмы ризосферы пустынных растений // Узб. биол. жур. 2006. № 6. с. 7-11.
3. Жураева Р.Н., Шакирзянова М.Р., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Ризосферные почвы пустынных растений – источник выделения термофильных микроорганизмов // Узб. биол. жур. 2006. № 1-2., с. 81-82.
4. Файзиева Ф.Х., Золотилина Г.Д., Жураева Р.Н., Ташпулатов Ж.Ж. Целлюзоразрушающие микроорганизмы экстремальных зон Узбекистана // Сб.тез. IV Московского Международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития» Москва, 2007, с.268.
5. Zolotilina G.D., Fayzieva F.X., Pulatova O.M., Juraeva R.N., Tashpulatov J.J. Psychrophilic eukaryotes isolated from Chaktal mountains of Uzbekistan // 11<sup>th</sup> Intern. Conference on Culture Collections, Goslar, Germany 7-11 October, 2007, p. 197.
6. Juraeva R.N., Zolotilina G.D., Fayzieva F.X., Tashpulatov J.J. Distribution and functioning of micromycetes of arid zone of Uzbekistan // 11<sup>th</sup> Intern. Conference on Culture Collections. Goslar, Germany 7-11 October 2007, p. 197-198.
7. Жураева Р.Н., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Ризосферные бактерии пустынных растений – антагонисты грибных и бактериальных фитопатогенов // Тезисы докладов IV съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент 9-10 октября 2008, с.33.
8. Жураева Р.Н., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Галотолерантные бактерии в засоленных экотопах Узбекистана // Тезисы докладов IV съезда микробиологов Узбекистана. Ташкент 9-10 октября 2008, с.34.
9. Zolotilina G.D., Juraeva R.N., Sattarova R.S., Tashpulatov J.J. Bacterial antagonists of gommosis agent isolated from soils of Uzbekistan // III Inter. Conference on Microbial Diversity: Current situation, conservation strategy and

biotechnological potential. Perm – N.Novgorod – Perm, 28 September - 5 October, 2008, p. 214.

10. Zhuraeva R.N. Alkaliphilic bacteria of North-Western Uzbekistan // III International Conference on Microbial Diversity: Current situation, conservation strategy and biotechnological potential. Perm – N.Novgorod – Perm, 28 September - 5 October, 2008, p. 214.

11. Жураева Р.Н. Изучение особенностей роста экстремофильных бактерий // Доклады Академии наук Республики Узбекистан, 2008, № 6., с. 85-88.

12. Жураева Р.Н. Некоторые свойства галотолерантных бактерий засоленных почв Каракалпакстана // Материалы Республиканской научной конференции «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии» Ташкент 23 октября 2009, с. 19-20

13. Жураева Р.Н., Бекмухамедова Н.К., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Экстремальные микроорганизмы аридных зон Узбекистана и их биологический потенциал // Материалы Республиканской научной конференции «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии» Ташкент 23 октября 2009, с. 18-19.

14. Жураева Р.Н. Галотолерантные бактерии в засоленных экотопах Узбекистана // Узб. биол. жур. 2010, специальный выпуск, с. 65-69.

15. Жураева Р.Н., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Термотолерантные бактерии в пустынных экотопах Узбекистана // III Международная научно-практическая конференция «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья» Нукус, 2010, с. 84.

16. Жураева Р.Н., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Экстремофильные бактерии пустынь Южного Приаралья и их биотехнологический потенциал // Вестник Каз НУ, серия биологическая, № 2 (48)- часть 2 «Современные тенденции развития экологической биотехнологии» Алматы, 2011, с. 107-109.

Биология фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Жўраева Роҳила Назаровнинг 03.00.07-Микробиология ихтисослиги бўйича «Орол бўйи зонаси чўл тупроқлари ва тузга чидамли ўсимликлар ризосфераси микроорганизмлари» мавзусидаги диссертациясининг

### РЕЗЮМЕСИ

**Таянч сўзлар:** экстремофил микроорганизмлар, гало ва термотолерант бактериялар

**Тадқиқот усули:** чўл зонаси тупроқлари ва чўл ўсимликлари ризосфераси, гало ва термотолерант бактериялар

**Ишнинг мақсади:** шўрланган чўл экотоплари микроблар хилма хиллигини ўрганиш, юқори биотехнологик потенциалга эга бўлган галотолерант ва термотолерант бактерияларини ажратиб олиш ва ўрганиш.

**Тадқиқот методлари:** анъанавий микробиологик усуллари (Егоров, 1995; Гусев и Минеева, 2006; Добровольская, Скворцова и Лысак, 1989), биокимёвий (Есикова и др., 2002; Егоров, 2003).

**Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги:** илк бор Оролқум, Қизилқум ва Устюрт платоси табиий чўл шароитида гало- ва термотолерант бактериялар тарқалиши, учраши, доминантлик таркиби ўрганилди. Шўрга чидамли ўсимликлар ризобактериясидан микроб хилма хиллиги аниқланди.

Жанубий Оролбўйи табиий шўрланган субстратларидан 1152 та тупрок изолятлари гало- ва термотолерант бактериялари ажратиб олинди. Улардан 27 экстремофил бактериялари танлаб олинди ва идентификация қилинди, ҳамда *Bacillus circulans* 600, *B. circulans* 608, *B. muciloginosis* 334, *Halobacteriaceae* оиласига оид 301 штамм маҳсули ўрганилди. Экстремофил бактерия ўсиши ва ривожланиши учун озуқа муҳити ва ўстириш шароити танлаб олинди. Экстремофил бактерия метаболити чўл ўсимлик уруғларини униши ва ўсиш тезлигини ошириш кузатилди.

Илк бор Ўзбекистонда маҳаллий гало- ва термотолерант бактерияларнинг тўплами яратилди ва сақлаш йўлга қўйилди.

**Амалий ахамияти:** илк бор Ўзбекистонда Жанубий Оролбўйи худудлари чўл ва чўллашган биотопларидаги микроб хилма-хиллигини аниқлаш, ҳамда ушбу худудга хос бўлган гало ва термотолерант бактерияларни ажратиб олиш ва ўрганиш. Олинган назарий маълумотларни олий ўқув юртларида қўлланмалари таркибига киритиш мумкин.

**Тадбик этиш даражаси ва иктисодий самарадорлиги:** ажратиб олинган экстремофил бактерияларни Ўзбекистоннинг шўрланган худудларида яйловларни қайта тиклашга қўллаш мумкин.

**Қулланиш соҳаси:** фундаментал ва амалий микробиология, биотехнология, қишлоқ хўжалиги.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Жураевой Рахили Назаровны на тему: «Микроорганизмы пустынных почв и ризосферы солеустойчивых растений зоны Приаралья» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.07-Микробиология

**Ключевые слова:** экстремофильные микроорганизмы, гало- и термотолерантные бактерии.

**Объекты исследования:** почвы пустынных зон и ризосфера пустынных растений, гало- и термотолерантные бактерии

**Цель работы:** изучение микробного разнообразия засоленных пустынных экотопов, выделение и изучение галотолерантных и термотолерантных бактерий с высоким биотехнологическим потенциалом.

**Методы исследования:** классические микробиологические методы (Егоров, 1995; Гусев и Минеева, 2006; Добровольская, Скворцова и Лысак, 1989), биохимические (Есикова и др., 2002; Егоров, 2003).

**Полученные результаты и их новизна:** впервые, в специфических условиях пустынь Аралқум, Кызылқум и плато Устюрт, изучено распространение, встречаемость, доминантный состав гало- и

термотолерантных бактерий. Определено микробное разнообразие ризобактерий в солеустойчивых растениях.

Из природных засоленных субстратов Южного Приаралья выделено 1152 почвенных изолятов гало- и термотолерантных бактерий. Отобраны и идентифицированы до рода 27 экстремофильных бактерий, а также продуценты *Bacillus circulans* 600, *B. circulans* 608, *B. muciloginosis* 334, штамм сем. *Halobacteriaceae* 301. Подобрана питательная среда и оптимизированы условия культивирования экстремофилов для роста и развития, изучена устойчивость к антибиотикам и антагонистическая активность отобранных бактерий. Показано, что метаболиты экстремофильных бактерий повышают всхожесть и прорастание семян пустынных растений.

Впервые в Узбекистане создана коллекция местных культур гало- и термотолерантных бактерий и обеспечивается их сохранность.

**Практическая значимость:** впервые в Узбекистане проведена детальная микробиологическая работа по изучению микробного разнообразия пустынных и опустыненных биотопов региона Южного Приаралья, а также по выделению и изучению гало- и термотолерантных бактерий, характерных для этого региона. Полученные теоретические данные могут быть включены в пособия для учебных заведений.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** выделенные экстремофильные бактерии могут быть использованы для восстановления пастбищного потенциала пустынных районов Узбекистана.

**Область применения:** фундаментальная и прикладная микробиология, биотехнология, сельское хозяйство.

## RESUME

Thesis of Rokhila N. Juraeva on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in biology on specialties 03.00.07- microbiology subject "Microorganisms of the rhizosphere of salt-resistant plants of the Aral Sea region"

**Key words:** extremophilic microorganisms, halo- and thermotolerant bacteria

**Subject of the research:** soils of deserted zones and rhizosphere of desert plants, halo- and thermotolerant bacteria

**Purpose of work:** the main aim was search for and isolation of halotolerant and thermotolerant bacteria from salty soils of the Southern Aral Sea region, determination of their diversity and establishment of the collection of extremophilic bacteria with valuable biotechnological features.

**Methods of the research:** classical microbiological (Yegorov, 1995; Gusev and Mineeva, 2006; Dobrovolskaya, Skvotsova and Lysak, 1989) and biochemical (Yesikova et al., 2002; Yegorov, 2003) methods.

**The results achieved and their novelty:** for the first time, the distribution of halo- and thermotolerant microorganisms was studied in details for specific

conditions of the Ustyurt Plateau, deserts Aralkum and Karakum, which are characterized by extreme natural conditions. The frequency of their appearance in different substrates (soil, plants' rhizosphere and so on) was determined as well.

1152 strains of halo- and thermotolerant bacteria were isolated from salty and alkali soils of the Southern Aral Sea region (Central Karakum, Aralkum and the Ustyurt Plateau). 27 extremophilic bacteria and producers *Bacillus circulans* 600, *B. circulans* 608, *B. muciloginosis* 334, strain *Halobacteriaceae* 301 were selected and identified. Optimal medium was determined and cultivation conditions were optimized for growth and development of extremophiles. Their resistance to antibiotics was studied and antagonistic activity of selected bacteria was determined. It was revealed that metabolites of extremophilic bacteria increase seeds' germination and growth of desert plants.

For the first time, the collection of indigenous halo- and thermotolerant bacteria isolated from natural zones with extreme environmental factors was established.

**Practical value:** for the first time in Uzbekistan the detailed microbiological work on study of microbial diversity of desert and deserted biotopes of the Southern Aral Sea region and on isolation and study of halo- and thermotolerant bacteria characteristic for that region was conducted. Obtained theoretical data may be included in to study books recommended for the educational institutions.

**Degree of embed and economic efficiency:** isolated extremophilic bacteria may be applied for rehabilitation of grazing areas of the desert regions of Uzbekistan.

**Field of application:** fundamental and applied microbiology, biotechnology, agriculture.

Соискатель: