

<sup>1</sup>Ұлтанбекова Г.Д.,  
<sup>1</sup>Треножникова Л.П.,  
<sup>1</sup>Балгимбаева А.С.,  
<sup>1</sup>Галимбаева Р.Ш.,  
<sup>1</sup>Байдылдаева Ж.,  
<sup>1</sup>Нысанбаева А.А.,  
<sup>2</sup>Салхожаева Г.М.

<sup>1</sup>Институт микробиологии  
и вирусологии, Казахстан, г. Алматы  
<sup>2</sup>Евразийский национальный  
университет им. Л.Н. Гумилева,  
Казахстан, г. Астана

**Изучение состава  
микробиоценозов ризосферы  
облепихи крушиновидной,  
растущей в экосистемах  
Алматинской области**

<sup>1</sup>Ultanbekova G.D.,  
<sup>1</sup>Trenozhnikova L.P.,  
<sup>1</sup>Balgimbaeva A.S.,  
<sup>1</sup>Galimbaeva R.Sh.,  
Baydyldaeva Zh.,  
<sup>1</sup>Nysanbayeva A.A.,  
<sup>2</sup>Salkhozhaeva G.M.

<sup>1</sup>Institute of Microbiology and Virology,  
Kazakhstan, Almaty  
<sup>2</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National  
University, Kazakhstan, Astana

**Studies on the composition of  
rhizosphere microbiocenoses  
of sea buckthorn growing in  
ecosystems of Almaty oblast**

<sup>1</sup>Ұлтанбекова Г.Д.,  
<sup>1</sup>Треножникова Л.П.,  
<sup>1</sup>Балғымбаева А.С.,  
<sup>1</sup>Галимбаева Р.Ш.,  
<sup>1</sup>Байдылдаева Ж.,  
<sup>1</sup>Нысанбаева А.А.,  
<sup>2</sup>Салхожаева Г.М.

<sup>1</sup>Микробиология және  
вирусология институты,  
Қазақстан, Алматы қ.  
<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті,  
Қазақстан, Астана қ.

**Алматы облысының  
экожүйесінде өсетін шырғанақ  
өсімдігі ризосфера  
микробиоценозының  
құрамын зерттеу**

В Казахстане наиболее распространена облепиха крушиновидная, полезные свойства которой свидетельствуют о необходимости расширения её плантаций и повышения её продуктивности. Ризосфера облепихи крушиновидной может быть источником получения микроорганизмов с высоким биотехнологическим потенциалом и её исследование является актуальной проблемой.

Изучен состав микробиоценозов ризосферной зоны облепихи крушиновидной, полученной из разных экосистем Алматинской области. Проведенные исследования показали, что ризосфера облепихи крушиновидной заселена разнообразными эколого-трофическими группами микроорганизмов, среди которых доминирующее положение занимают хемоорганотрофы –  $1,2 \cdot 10^7$ - $1,3 \cdot 10^8$  КОЕ/г почвы, актиномицеты –  $1,5$ - $7,7 \cdot 10^5$  КОЕ/г почвы и олиготрофы –  $6,7 \cdot 10^5$ - $3,0 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы. В ризосфере облепихи количество азотфиксирующих микроорганизмов рода *Azotobacter* составляет 20-80%, в контрольных образцах – 8-50%.

В ризосфере облепихи крушиновидной всех исследованных типов почв наблюдалось увеличение разнообразия качественного состава актиномицетов, которое проявлялось, прежде всего, в появлении окрашенных форм актиномицетов серий *Violaceus*, *Ruber* и *Coeruleus*.

**Ключевые слова:** актиноризные растения, облепиха крушиновидная, микробиоценоз, хемоорганотрофы, олиготрофы, актиномицеты.

Microbiocenosis composition of the sea buckthorn rhizosphere zone from various ecosystems of Almaty oblast was examined. Studies have shown that the sea buckthorn rhizosphere is inhabited with diverse ecological and trophic groups of microorganisms, among which the dominant position is occupied by hemoorganotrophs –  $1.2 \cdot 10^7$ - $1.3 \cdot 10^8$  CFU / g of soil, actinomycetes –  $1.5$ - $7.7 \cdot 10^5$  CFU/g of soil, and oligotrophs –  $6.7 \cdot 10^5$ - $3.0 \cdot 10^6$  CFU / g of soil. In the rhizosphere of sea buckthorn of all investigated soil types, an increase in diversity of the qualitative composition of actinomycetes was observed, which manifested itself primarily through appearance of the colored forms of actinomycetes of the *Violaceus*, *Ruber* and *Coeruleus* series.

Because sea buckthorn forms a symbiotic relationship with nitrogen-fixing bacteria of the genus *Frankia* and enriches the soil with nitrogen, it was important to establish the quantitative presence of free nitrogen-fixing bacteria in the rhizosphere and its control soil samples. In the rhizosphere buckthorn number of nitrogen-fixing *Azotobacter* genus of microorganisms is 20-80%, in the control samples – 8-50%.

**Key words:** actinorhizal plants, sea buckthorn, microbiocenosis, hemoorganotrophs, oligotrophs, actinomycetes.

Алматы облысының экожүйесінде өсетін шырғанақ өсімдігі ризосфера микробиоценозының құрамы зерттелді. Жасалған зерттеу көрсеткіштері бойынша талқыласақ, шырғанақтың ризосферасында әртүрлі эколого-трофикалық микроағзалар тобы кездеседі, басым бөлігін хемоорганотрофтар –  $1,2 \cdot 10^7$ - $1,3 \cdot 10^8$  КТБ/г топырақта, актиномицеттер –  $1,5$ - $7,7 \cdot 10^5$  КТБ/г топырақта және олиготрофтар –  $6,7 \cdot 10^5$ - $3,0 \cdot 10^6$  КТБ/г топырақта кездеседі. Әртүрлі зерттелген топырақ түрлерінде өсетін шырғанақ өсімдігінің ризосферасында әртүрлі актиномицеттердің сандық құрамының артқаны байқалады, түрлі-түсті актиномицеттер сериясына жататын *Violaceus*, *Ruber* и *Coeruleus* түрлері кездесті.

Актиноризді өсімдіктердің тамырында түйнектер түйетін *Frankia* туысына жататын актиномицеттер атмосферадағы азотты сіңіріп, топырақты және бұталы өсімдіктерді азотпен құнартады. Сонымен қатар актиноризді өсімдіктер азоттың топырақтағы айналысын белсенділетіп, құнарын арттырады. Бүлінген топырақтарды азотпен құнарландыру *Frankia* туысымен симбиозды тіршілігі басқа өсімдіктердің жақсы өсуіне себебін тигізеді. Бұл топырақ микробиоценозына және шаруашылық-құнды өсімдіктердің өнімділігіне жақсы әсерін тигізеді. Шырғанақ *Frankia* туысына жататын актиномицеттермен симбиоз құратындықтан және топырақты азотпен құнарлайтын қасиетіне байланысты олардың ризосферасындағы және бақылау топырақтармен салыстырғанда қаншалықты бос азотсіңіргіштердің кездесетінін білу осы аталып отырған жұмысқа қажет болды. Шырғанақтың ризосферасында кездесетін *Azotobacter* құрамы 20-80%, бақылау үлгілерінде 8-50% құратындығы анықталды.

**Түйін сөздер:** актиноризді өсімдіктер, шырғанақ, микробиоценоз, хемоорганотрофтар, олиготрофтар, актиномицеттер.

**ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА  
МИКРОБОЦЕНОЗОВ  
РИЗОСФЕРЫ  
ОБЛЕПИХИ  
КРУШИНОВИДНОЙ,  
РАСТУЩЕЙ  
В ЭКОСИСТЕМАХ  
АЛМАТИНСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

**Введение**

В последние годы в мире значительно прогрессирует деградация земель из-за изменения климатических факторов и вмешательства человека, что приводит к снижению биоразнообразия и продуктивности сельского хозяйства. В Казахстане данная проблема обостряется в связи с высоким уровнем засоления почв, климатическими особенностями и значительным преобладанием техногенно-нарушенных почв [1].

Современные экологические проблемы, возникшие в результате антропогенной перегрузки и нерационального использования природных ресурсов, негативно влияют на состояние почвенного покрова Казахстана и требуют мероприятий по предотвращению деградации почв, восстановлению плодородия эрозированных, дегумифицированных и техногенно-нарушенных почв.

Облепиху широко используют как фитомелиорант [2]. Такое применение способствует повышению биологической продуктивности нарушенных земель и вовлечению их в повторный народно-хозяйственный оборот. Техногенно-нарушенные земли с успехом можно применять для выращивания облепихи с целью обеспечения населения ценными плодами. Из-за мощной корневой системы облепиха используется для закрепления склонов, оврагов, откосов и выемок железных дорог, шоссе и каналов, для укрепления песчаных почв и профилактики оползней [3]. Облепиха крушиновидная является первым растением, способным осваивать бедные почвы и породы. По мере окультуривания почвы она вытесняется другими кустарниками и деревьями.

Плантации древесных актиноризных растений, адаптированных к неблагоприятным условиям, являются перспективным инструментом для восстановления деградированных земель. Актиноризные азотфиксирующие растения, образующие азотфиксирующие клубеньки в симбиозе с актиномицетами рода *Frankia*, могут быть использованы в народном хозяйстве при рекультивации и мелиорации земель, создании лесозащитных полос, в пищевой промышленности и медицине. К таким растениям относятся многолетние древесные и

кустарниковые растения: облепиха, лох, ольха и другие [2]. Актиномицеты рода *Frankia*, образующие клубеньки на корнях актиноризных растений, способны фиксировать атмосферный азот и обогащать им почву и древесные растения [3-6]. При этом актиноризные растения увеличивают содержание азота и активируют его круговорот в почве. Обогащение деградированных почв азотом в результате симбиоза растений с бактериями рода *Frankia* делает их плодородными для других растений [7-8]. Это, в свою очередь, оказывает положительное влияние на почвенные микробоценозы и повышает продуктивность хозяйственно-ценных растений.

Облепиха с каждым годом приобретает все большее народно-хозяйственное значение во многих странах мира. Богатый биохимический состав ягод, полиморфность вида, скороплодность, высокая продуктивность, экологическая пластичность обеспечили ей широкое распространение и использование в фармакологии, пищевой промышленности, косметологии, лесомелиорации и рекультивации земель [9].

Облепиховое масло используется для лечения лучевых поражений кожи, ожогов, пролежней, туберкулеза кожи, экзем, гинекологических заболеваний [10].

Семена облепихи содержат около 190 полезных микроэлементов и витаминов. Идентифицировано свыше 70 биологически активных соединений, формирующихся в плодах и листьях облепихи, они способны защитить людей от негативного воздействия факторов природной среды. После установления целебных свойств плодов и масла облепихи, её культивируют как ценное витаминное растение и выращивают на промышленных плантациях [9].

В последние годы получены данные об успешном использовании облепихи при облесении песков и шахтных отвалов. Она является первым растением, способным осваивать бедные почвы и породы. По мере окультуривания почвы она вытесняется другими кустарниками и деревьями [10].

Актиноризные растения могут извлечь до 70% от необходимого уровня азота через  $N_2$ -фиксацию. Часто они также связаны с экто- или эндомикоризой, которые увеличивают засухоустойчивость растений и поглощение питательных веществ, таких, как фосфор. Поэтому актиноризные растения способны колонизировать сложные среды обитания, например, вулканические отложения, ледниковые морены или эродированные земли. Следовательно, актиноризные растения

имеют широкий спектр потенциального использования в лесном хозяйстве [11].

Эффективность инокуляционных работ актиноризных растений во многом определяется устойчивостью вводимых растений к неблагоприятным экологическим факторам среды данного региона. В процессе эволюционного развития некоторые растения выработали адаптационную способность, позволяющую им занимать новые экологические условия произрастания. Каждое растение имеет определенный набор свойств, способствующий занятию новых экологических ниш. При этом растения имеют различную экологическую амплитуду. Значение толерантности определенного вида растения позволяет оценить его адаптационную способность к местным климатическим условиям.

В целом, впервые в Казахстане изучен состав микробоценозов ризосферной зоны облепихи крушиновидной, полученной из разных экосистем Алматинской области. Количество накопление аборигенных микроорганизмов в ризосфере облепихи крушиновидной в природе и разных экосистемах Алматинской области позволяет выявить различия в росте, развитии и приспособленности популяций данного вида [11].

Ризосфера облепихи крушиновидной может быть источником получения микроорганизмов с высоким биотехнологическим потенциалом и её исследование является актуальной проблемой.

Цель работы заключается в изучении состава микробиоценозов ризосферной зоны облепихи крушиновидной, полученной из разных экосистем Алматинской области.

## Материалы и методы

Образцы почвы и корней облепихи крушиновидной получали в маршрутных исследованиях из экосистем Алматинской области: поймы рек и горной местности. Почву и корни растений помещали в стерильные пакеты и хранили в холодильнике при температуре 2-8°C.

Для микробиологического анализа отбирали по 300 г природного субстрата для сохранения его свойств при транспортировке.

Образцы ризосферы получали механическим встряхиванием корней в течение 5 минут. Изучение количественного и качественного состава микробоценозов ризосферы облепихи крушиновидной проводили методом посева почвенной суспензии на селективные питательные среды [12]. Почву высыпали на стерильную пергаментную бумагу, тщательно перемешивали

шпателем и раскладывали ровным слоем. Навеску почвы, используемую для приготовления первого разведения, доводили путем добавления небольшого количества стерильной водопроводной воды до пастообразного состояния, растирали в течение 5 минут. Затем готовили первое разведение (1:10), т.е.  $10^{-1}$  почвы в стерильной водопроводной воде, проводили предварительную обработку почвы встряхиванием в течение 20 мин на роторном шейкере при 200 об/мин. Из каждого разведения делали посев не менее двух объемов по 0,1 или 0,05 куб. см на поверхность соответствующего агара, разлитого в стерильные чашки Петри, и равномерно шпателем растирали по всей поверхности чашки.

Состав сред приведен в г/л.

МПА: пептон – 5,0; натрий хлорид – 5,0, мясной экстракт – 1,5; дрожжевой экстракт – 1,5; агар – 20,0; вода дистиллированная – 1000 мл; pH 7,2-7,4.

Агар Чапека-Докса: сахароза – 30,0;  $\text{NaNO}_3$  – 2,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,0;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,5;  $\text{KCl}$  – 0,5;  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – 0,01; агар – 20,0; вода дистиллированная – 1000 мл.

Минеральный агар Гаузе 1: крахмал (растворимый) – 20,0;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0,5;  $\text{MgSO}_4$  – 0,5;  $\text{KNO}_3$  – 1,0;  $\text{NaCl}$  – 0,5;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,01; агар – 20,0; вода дистиллированная – 1000 мл, pH 7,2-7,4.

Агар Беннета: глюкоза – 5,0; дрожжевой экстракт – 0,5; гидролизат казеина – 1,0; мясной экстракт – 0,5; агар – 10,0; вода водопроводная – 1000 мл, pH 7,0-7,3.

Голодный агар: агар-агар-15,0;  $\text{NaCl}$  – 5,0; вода водопроводная – 1000 мл; pH 6,8-7,0.

Агар Эшби: маннит – 20,0;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0,2;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,2;  $\text{NaCl}$  – 0,2;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  – 0,1;  $\text{CaCO}_3$  – 5,0; агар – 20,0; вода дистиллированная – 1000 мл; pH 7,0.

Чашки Петри с посевами почвенной суспензии выдерживали в термостате при температуре  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 3 суток для определения присутствия бактериальных микроорганизмов, актиномицетов и грибов – 7-14 суток. Учет результатов проводили следующим образом: количество колоний на чашках суммировали, делили на количество повторностей и умножали на степень разведения. Результат выражали числом колониеобразующих единиц (КОЕ в 1 г почвы).

Изучение состава микробоценозов проводили на агаровых средах: МПА (учет хемоорганотрофных бактерий), минеральном агаре Чапека-Докса (учет грибов), минеральном агаре Гаузе 1 (учет актиномицетов), агаре Беннета (учет актиномицетов), голодном агаре (учет олиготрофов), агаре Эшби (учет азотфиксаторов).

Общая численность актиномицетов изучена на двух средах – органическом агаре Беннета и минеральном агаре Гаузе 1 [13].

Изучение состава микробоценозов ризосферы облепихи крушиновидной и почвогрунтов осуществляли методом посева на селективные питательные среды в разведениях  $10^2$  -  $10^8$ . Образцы ризосферы получали механическим встряхиванием корней в течение 5 минут.

**Таблица 1** – Характеристика места забора почвенных образцов и ризосферы облепихи крушиновидной (Алматинская область)

Номера образцов	Природная климатическая зона	Эко-система	Широ-та места	Долгота места	Высота места	Тип почвы	pH почвы
1 (почва)	Горы	Пойма реки Чарын	43°37'	79°12'	860	Серобурые	7,3
2 (ризосфера)							
3 (почва)	Горы	Пойма реки Большая Алматинка	43°15'	76°55'	787 м	Аллювиальные	6,6
4 (ризосфера)							
5 (почва)	Горы	Пойма реки Тургень	43°40'	77°59'	1400 м	Аллювиальные	6,7
6 (ризосфера)							
7 (почва)	Горы	Предгорья Иле Алатауского заповедника	43°04'	77°10'	1650 м	Горные лесные	7,0
8 (ризосфера)							

Все исследования выполнены в двух повторностях, для математической обработки результатов использовали стандартные методы нахождения средних значений и их средних ошибок [14].

### Результаты и их обсуждение

В ризосфере облепихи крушиновидной широко представлены все эколого-трофические группы микроорганизмов. Полученные данные приведены в таблицах 2-3.

**Таблица 2** – Количественный состав основных эколого-трофических групп микроорганизмов в образцах ризосферы облепихи крушиновидной (Алматинская область)

Номера образцов	Количественный состав микроорганизмов, КОЕ/г почвы		
	хемоорганотрофы	грибы	олиготрофные микроорганизмы
1 (почва)	$(7,3 \pm 0,10) \cdot 10^6$	$(1,1 \pm 0,12) \cdot 10^4$	$(2,9 \pm 0,14) \cdot 10^5$
2 (ризосфера)	$(1,3 \pm 0,11) \cdot 10^8$	$(1,8 \pm 0,12) \cdot 10^4$	$(3,0 \pm 0,10) \cdot 10^6$
3 (почва)	$(1,7 \pm 0,10) \cdot 10^7$	$(1,0 \pm 0,15) \cdot 10^2$	$(3,8 \pm 0,16) \cdot 10^5$
4 (ризосфера)	$(4,6 \pm 0,12) \cdot 10^7$	$(2,0 \pm 0,15) \cdot 10^3$	$(9,6 \pm 0,19) \cdot 10^5$
5 (почва)	$(1,1 \pm 0,13) \cdot 10^6$	$(5,0 \pm 0,16) \cdot 10^4$	$(2,0 \pm 0,14) \cdot 10^5$
6 (ризосфера)	$(1,2 \pm 0,15) \cdot 10^7$	$(2,0 \pm 0,15) \cdot 10^5$	$(8,6 \pm 0,11) \cdot 10^5$
7 (почва)	$(8,1 \pm 0,14) \cdot 10^5$	$(4,0 \pm 0,16) \cdot 10^4$	$(1,3 \pm 0,11) \cdot 10^4$
8 (ризосфера)	$(7,7 \pm 0,11) \cdot 10^6$	$(3,0 \pm 0,15) \cdot 10^5$	$(6,7 \pm 0,11) \cdot 10^5$

Установлено, что в ризосфере облепихи крушиновидной преобладают хемоорганотрофы, группа актиномицетов и олиготрофы. Причем их количество в ризосфере и контрольных образцах почвы, взятых на расстоянии 5-6 метров от растения различно.

В ризосфере облепихи крушиновидной общее количество микроорганизмов и их представительство по группам значительно возрастает. Это свидетельствует об интенсификации микробиологической активности в корневой зоне. Ризосфера богата заселена микроорганизмами, оказывающими полифункциональное влияние на растения.

В ризосферу из корней активно поступают разнообразные органические источники энергии и углерода, что обуславливает ее высокую микробиологическую активность и образование отличающихся от почвенного микробоценоза специфических ризосферных микробных сообществ.

Облепиха является ценным хозяйственным растением, играющим большую роль в восстановлении плодородия почв, однако сведения о закономерностях, определяющих формирование микробиологического ценоза в зоне корня, недостаточны.

**Таблица 3** – Количественный состав азотфиксирующих микроорганизмов в образцах ризосферы облепихи крушиновидной (Алматинская область)

Номера образцов	Азотфиксирующие микроорганизмы, %
1 (почва)	8
2 (ризосфера)	20
3 (почва)	10
4 (ризосфера)	30
5 (почва)	20
6 (ризосфера)	60
7 (почва)	50
8 (ризосфера)	80

Количественный и качественный состав актиномицетов на изученных агаровых средах различается, причем минеральный агар Гаузе является более оптимальной средой для исследования актиномицетного сообщества в ризосфере облепихи крушиновидной. Полученные данные приведены в таблице 4.

**Таблица 4** – Количественный состав актиномицетов в образцах ризосферы облепихи крушиновидной (Алматинская область)

Номера образцов	Актиномицеты (агар Гаузе 1), КОЕ/г	Актиномицеты (агар Беннета), КОЕ/г
1 (почва)	$(8,0 \pm 0,14) \cdot 10^4$	$(1,2 \pm 0,20) \cdot 10^5$
2 (ризосфера)	$(1,5 \pm 0,15) \cdot 10^5$	$(3,0 \pm 0,12) \cdot 10^5$
3 (почва)	$(2,0 \pm 0,14) \cdot 10^5$	$(8,7 \pm 0,13) \cdot 10^5$
4 (ризосфера)	$(3,9 \pm 0,11) \cdot 10^6$	$(6,8 \pm 0,21) \cdot 10^6$
5 (почва)	$(2,4 \pm 0,12) \cdot 10^5$	$(7,0 \pm 0,17) \cdot 10^5$
6 (ризосфера)	$(7,7 \pm 0,16) \cdot 10^5$	$(9,2 \pm 0,11) \cdot 10^5$
7 (почва)	$(1,5 \pm 0,23) \cdot 10^3$	$(6,2 \pm 0,13) \cdot 10^3$
8 (ризосфера)	$(1,9 \pm 0,14) \cdot 10^5$	$(8,4 \pm 0,19) \cdot 10^5$

Установлено, что в ризосфере облепихи крушиновидной, растущей в экосистемах Алматинской области, преобладают хемоорганотрофы –  $1,2 \cdot 10^7$ - $1,3 \cdot 10^8$  КОЕ/г почвы, актиномицеты –  $1,5$ - $7,7 \cdot 10^5$  КОЕ/г почвы и олиготрофы –  $6,7 \cdot 10^5$ - $3,0 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы. Причем, их количество в ризосфере и контрольных образцах почвы, взятых на расстоянии 5-6 метров от растения, различно.

**Таблица 5** – Качественный состав актиномицетов в образцах ризосферы облепихи крушиновидной (Алматинская область)

Номера образцов	Серии актиномицетов (агар Гаузе 1)	Серии актиномицетов (агар Беннета)
1 (почва)	<i>Albus, Helvolus, Aureus</i>	<i>Albus, Flavus, Helvolus, Lavendulae-roseus, Aureus</i>
2 (ризосфера)	<i>Albus, Helvolus, Aureus, Lavendulae-roseus</i>	<i>Albus, Flavus, Helvolus, Lavendulae-roseus, Coerulescens, Violaceus, Roseoviolaceus, Aureus</i>
3 (почва)	<i>Albus, Achromogenes, Chromogenes</i>	<i>Albus, Achromogenes, Chromogenes, Helvolus</i>
4 (ризосфера)	<i>Albus, Achromogenes, Ruber</i>	<i>Albus, Achromogenes, Chromogenes, Helvolus, Lavendulae-roseus, Ruber</i>
5 (почва)	<i>Albus, Helvolus, Lavendulae-roseus</i>	<i>Albus, Helvolus, Lavendulae-roseus, Ruber, Aureus, Flavus</i>
6 (ризосфера)	<i>Albus, Chromogenes, Ruber, Aureus</i>	<i>Albus, Chromogenes, Helvolus, Flavus, Coerulescens, Violaceus, Ruber, Aureus</i>
7 (почва)	<i>Albus, Helvolus</i>	<i>Albus, Helvolus</i>
8 (ризосфера)	<i>Albus, Helvolus, Flavus</i>	<i>Albus, Achromogenes, Chromogenes, Helvolus, Flavus, Lavendulae-roseus, Coerulescens</i>

В ризосфере облепихи крушиновидной общее количество микроорганизмов и их представительство по группам значительно возрастает. Это свидетельствует об интенсификации микробиологической активности в корневой зоне растений. Ризосфера богата заселена микроорга-

низмами, оказывающими полифункциональное влияние на растения. В ризосферу из корней активно поступают разнообразные органические источники энергии и углерода, что обуславливает ее высокую микробиологическую активность и образование отличающихся от почвенного микробоценоза специфических ризосферных микробных сообществ. Облепиха крушиновидная является пластичным растением по отношению к различным неблагоприятным экологическим условиям Алматинской области. Иными словами можно сказать, что облепиха обладает высокой экологической валентностью. Способность переносить морозы и повышенные температуры воздуха, примиримость к эдафическим условиям местопроизрастания, а также широкий спектр областей производства, где облепиха может с успехом применяться, придают ей существенные преимущества по сравнению с другими кустарниковыми видами.

Поскольку облепиха образует симбиоз с азотфиксирующими бактериями рода *Frankia* и обогащает почву азотом было важно установить количественное присутствие свободных азотфиксаторов в её ризосфере и контрольных почвенных образцах [10].

В ризосфере облепихи количество азот фиксирующих микроорганизмов рода *Azotobacter* составляет 20-80%, в контрольных образцах – 8-50%.

Показано, высокое количество олиготрофов в ризосфере облепихи крушиновидной и контрольных почвах, их уровень в ризосфере –  $6,7 \cdot 10^5 - 3,0 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы, в контрольных образцах –  $1,3 \cdot 10^4 - 3,8 \cdot 10^5$  КОЕ/г почвы.

Общая численность актиномицетов изучена на двух средах – органическом агаре Беннета и минеральном агаре Гаузе 1. Их количественный и качественный состав на изученных агаровых

средах различается, установлено, что минеральный агар Гаузе 1 является оптимальной средой для исследования актиномицетного сообщества.

Количественный состав актиномицетов на минеральном агаре Гаузе 1 в образцах ризосферы облепихи крушиновидной составляет  $3,0 \cdot 10^5 - 6,0 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы. В образцах контрольных почв количество актиномицетов понижается –  $6,2 \cdot 10^3 - 8,7 \cdot 10^5$  КОЕ/г почвы.

Качественный состав актиномицетов более разнообразен в ризосфере, по сравнению с почвенными образцами. В комплексе актиномицетов, наблюдаемых в ризосфере, типичными доминирующими видами являются виды пигментных серий: *Coerulescens*, *Ruber*, *Violaceus*, *Lavendulae-roseus*, *Roseoviolaceus*. С высокой частотой встречаются также серии *Albus* и *Chromogenes*. В контрольных образцах почв наблюдается отсутствие ряда пигментных серий (*Coerulescens*, *Ruber*, *Violaceus*).

Присутствие в этих почвах актиномицетов в качестве основного компонента микробоценозов свидетельствует об их способности к адаптации и высокой деструктивной способности.

Таким образом, ризосфера облепихи крушиновидной заселена разнообразными эколого-трофическими группами микроорганизмов, среди которых доминирующее положение занимают хемоорганотрофы, олиготрофы и актиномицеты. Видовое разнообразие актиномицетов проявляется в увеличении видовых серий и секций и появлении видов пигментных серий в ризосфере. В ризосфере облепихи крушиновидной всех исследованных типов почв наблюдалось увеличение разнообразия качественного состава актиномицетов, которое проявлялось, прежде всего, в появлении окрашенных форм актиномицетов серий *Violaceus*, *Ruber* и *Coerulescens*.

## Литература

- 1 Березин Л.В., Сапаров А.С., Кан В.М., Шаяхметов М.Р. Технология комплексной мелиорации экосистем России и Казахстана. – Алматы: Спринт. – 2013. – С.11-12.
- 2 Саданов А.К., Смирнова И.Э. Целлюлитические бактерии и их применение в сельском хозяйстве. – Алматы: Литера. – 2015. – 260 с.
- 3 Wall L.G. The actinorhizal symbiosis // Journal of Plant Growth Regulation. – 2000. – Vol. 19, N 2. – P. 167–182.
- 4 Schwencke J., Carú M. Advances in actinorhizal symbiosis: host plant-Frankia interactions, biology, and applications in arid land reclamation. A review // Arid Land Research and Management. – 2001. – Vol. 15, № 4. – P. 285–327.
- 5 Baker, D., and J. G. Torrey. Characterization of an effective actinorhizal microsymbiote, *Frankia* sp. Avc11 (Actinomycetales) // Journal of Applied Microbiology – 1980. – Vol. 26. – P. 1066-1071.
- 6 Bouras N., Meklat A., Toumatia O., Mokrane S., Holtz M.D., Strelkov S.E., Sabaou N. Bioactive potential of a new strain of *Streptomyces* sp. PP14 isolated from Canadian soil // Journal of Applied Microbiology – 2013. – Vol. 7, N 25. – P. 3199-3208.
- 7 Diagne N., Arumugam K., Ngom M., Nambiar-Veetil M., Franche C., Kumar Narayanan K., Laplaze L. Use of *Frankia* and Actinorhizal Plants for Degraded Lands Reclamation // BioMed Research International, 2013. – Vol. 21, N 1. – P. 151–165.

- 8 Sayed W.F. Improving Casuarina growth and symbiosis with Frankia under different soil and environmental conditions-review // *Folia Microbiologica*. – 2011. – Vol. 56, N. 1. – P. 1–9.
- 9 Berry, A. M., and J. G. Torrey. Root hair deformation in the infection process of *Alnus rubra*// *Journal of Applied Microbiology*. – 1983. Vol. 61. – P 2863-2976.
- 10 Baker, D. D., and B. C. Mullin. Diversity of Frankia nodule endophytes of the actinorhizal shrub *Ceanothus* as assessed by RFLP patterns from single nodule lobes // *Soil. Biol. Biochem.* – 1994. Vol. 26.-P547-552.
- 11 Berg R.H., Liu L., Dawson J.O., Savka A.M. Induction of Pseudoactinorhizae by the Plant Pathogen *Agrobacterium rhizogenes*// *Plant Physiology*. – 1992. Vol. 98. – P777–779.
- 12 Echbab H., Arahou M., Ducousso M. et al. Successful nodulation of Casuarina by Frankia in axenic conditions // *Journal of Applied Microbiology*. – 2007. – Vol. 103, N. 5. – P. 1728–1737.
- 13 Семенов С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 283 с.
- 14 Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. - М.: Медицина, 1975. – 295 с.

### References

- 1 Berezin LV, Saparov AS, Kan VM, SHayahmetov MR (2013) Technology of complex reclamation of Russia and Kazakhstan ecosystems [Tehnologiya kompleksnoj melioracii ehkosistem Rossii i Kazahstana]. ISBN: 978-601-80286-3-2. (In Russian)
- 2 Sadanov AK, Smirnova IEH (2015) Tsellyuliticheskie bacteria and their use in agriculture [Cellyuliticheskie bakterii ih primeneniye v sel'skom khozyajstve]. ISBN: 978-604-7437-04-6. (In Russian)
- 3 Wall LG (2000) The actinorhizal symbiosis, *Journal of Plant Growth Regulation*. 19: 167–182.
- 4 Schwencke J., Carú M. (2001) Advances in actinorhizal symbiosis: host plant-Frankia interactions, biology, and applications in arid land reclamation. A review, *Arid Land Research and Management*, 15(4): 285–327.
- 5 Baker D, Torrey JG (1980) Characterization of an effective actinorhizal micro-symbiont, Frankia sp. Avc11 (Actinomycetales), *Journal of Applied Microbiology*, 26:1066-1071.
- 6 Bouras N, Meklat A, Toumatia O, Mokrane S, Holtz D, Strelkov E, Sabaou N (2013) Bioactive potential of a new strain of *Streptomyces* sp. PP14 isolated from Canadian soil *Journal of Applied Microbiology*, 7(25):3199-3208.
- 7 Diagne N, Arumugam K, Ngom M, Nambiar-Veetil M, Franche C, Kumar Narayanan K, Laplaze L (2013) Use of Frankia and Actinorhizal Plants for Degraded Lands Reclamation, *BioMed Research International*, 21 (1): 151–165.
- 8 Sayed WF (2011) Improving Casuarina growth and symbiosis with Frankia under different soil and environmental conditions-review, *Folia Microbiologica*, 56 (1): 1–9.
- 9 Berry A M, Torrey J G (1983) Root hair deformation in the infection process of *Alnus rubra*, *Journal of Applied Microbiology*, 61: 2863-2976.
- 10 Baker D D, Mullin BC (1994) Diversity of Frankia nodule endophytes of the actinorhizal shrub *Ceanothus* as assessed by RFLP patterns from single nodule lobes, *Soil. Biol. Biochem.*, 26:547-552.
- 11 Berg RH, Liu L, Dawson JO, Savka AM (1992) Induction of Pseudoactinorhizae by the Plant Pathogen *Agrobacterium rhizogenes*, *Plant Physiology*, 98: P777–779.
- 12 Echbab H, Arahou M, Ducousso M (2007) Successful nodulation of Casuarina by Frankia in axenic conditions, *Journal of Applied Microbiology*, 103: 1728–1737.
- 13 Semenov SM (1990) Laboratory environment for fungi and actinomycetes [Laboratornyye sredy dlya aktinomicetov i gribov]. Agropromizdat, Moscow, Russia. (In Russian)
- 14 Urbach VY (1975) Statistical analysis in biological and medical research [Statisticheskij analiz v biologicheskikh i medicinskih issledovaniyakh]. Medicine, Moscow, Russia. (In Russian)