

Биология и медицина – региону

УДК 631.46

*С. А. АЙТКЕЛЬДИЕВА, И. Э. СМИРНОВА, Е. А. ОЛЕЙНИКОВА, Л. П. ТРЕНОЖНИКОВА,
О. Н. АУЭЗОВА, Р. Ш. ГАЛИМБАЕВА, Т. В. КУЗНЕЦОВА, Л. Т. СМАЙЛОВА*

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ СЕРОЗЕМОВ ИЛЕ-БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, г. Алматы

*Исследован количественный и качественный состав бактериальных сообществ сероземов Иле-Балхашского региона. Показано, что общая численность бактерий в сероземах составляет 10^6 – 10^9 КОЕ/г почвы. Установлено, что в прикорневой зоне растений численность бактерий возрастает на 1–2 порядка по сравнению с почвенными образцами, взятыми вне корневой зоны. Отмечено, что превалирующей группой являются спорообразующие бактерии рода *Bacillus*, неспорообразующие бактерии представлены родами *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Musovacterium*, *Rhodococcus*. Численность актиномицетов в сероземах составляет 10^4 – 10^5 КОЕ/г почвы и характеризуется разнообразием состава.*

Одной из главных проблем настоящего времени, с которыми сталкивается человечество, является сохранение биологического разнообразия. Сохранение целостности живых систем на Земле – необходимое условие выживания человека и устойчивого развития всей цивилизации, поскольку создает необходимые условия для его существования и является источником пищи, кислорода, чистого воздуха, сырьевым ресурсом, основным регулятором стабильности биосфера [1]. В Казахстане, благодаря его огромной территории и природным условиям, находится значительная часть биологического разнообразия Евразии. Одним из природных комплексов, отличающихся богатством животного и растительного мира, является Иле-Балхашский регион, который занимает площадь более 400 тыс. км². Влияние различных техногенных факторов привело к серьезным изменениям растительного и животного мира этого региона. Эти изменения требуют регулярного проведения мониторинга земельных, водных и растительных ресурсов, необходимого для своевременного выявления происходящих изменений, их оценки, прогноза дальнейшего развития и выработки рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов. Высокая актуальность сохранения биоразнообразия организмов в Иле-Балхашском регионе в равной степени касается и сохранения микрофлоры почв, обеспечивающей их плодородие, а значит и нормальное функционирование всего растительного и животного мира [2-4].

Для дальнейшего развития и интенсификации сельскохозяйственного производства данного региона необходимо углубленное изучение свойств почв и их микробиологической активности. Одной из наименее исследованных проблем является оценка микробиологической активности почв Иле-Балхашского региона. Признание микроорганизмов как важного почвообразующего фактора, ставит вопрос о необходимости более широкого исследования микробиологической активности почв с целью оптимизации процессов эволюции почв и их плодородия.

В связи с усилением техногенного влияния на окружающую среду весьма актуальным является изучение микробного разнообразия почв Иле-Балхашского региона. Проведение таких исследований имеет неоценимое значение как для оценки состояния почвенного плодородия, экологических функций почвы, ее биологической активности, так и для выработки конкретных мер и приемов восстановления и очистки почв. Наиболее перспективными в плане практического использования для сельского хозяйства данного региона являются сероземы и почвы современных пойм рек

(аллювиально-луговые). Целью настоящей работы явилось определение качественного и количественного состава бактериальных организмов сероземов обыкновенного и светлого Иле-Балхашского региона, а также сравнительное изучение бактериальных сообществ прикорневой зоны растений, являющихся типичными для сероземов полупустынной экосистемы региона.

Материалы и методы

Объектами исследований служили два типа почв – сероземы обыкновенные и светлые. Сероземы обыкновенные северные нормальные встречаются в Иле-Балхашском регионе на относительно мощных и незасоленных лессовидных суглинках на волнистых поверхностях предгорных равнин и межгорных долин. Почвы характеризуются средней мощностью гумусовых горизонтов ($A+B = 55-65$ см) и содержат 1,5–2% гумуса и 0,10–0,15% азота. Сероземы светлые северные размещаются на повышенных и пониженных плоских поверхностях и подразделяются на зернистые и комковатые. Сероземы светлые северные нормальные зернистые характеризуются слабой дифференциацией почвенного профиля и средней мощностью гумусовых горизонтов ($A+B = 50-55$ см). Сероземы светлые северные нормальные комковатые отличаются от зернистых меньшей мощностью гумусовых горизонтов ($A+B = 40-50$ см) и комковатой структурой [5, 6].

Методика исследования включала проведение полевого сбора почв в экологически чистых районах Иле-Балхашского региона (Алматинская область Балхашский район Прибалхашский и Карайский заказники, западное побережье озера Балхаш, район г. Ульген) в июле 2010 года. Точечные пробы в количестве 5 штук отбирали на пробной площадке из одного почвенного горизонта (8–20 см) методом конверта. Объединенную пробу составляли путем смешивания 5 точечных проб массой от 200 до 250 г каждая, отобранных на одной пробной площадке. Образцы почв отбирали на пробных площадках без растений и в прикорневой зоне наиболее часто встречаемых в данном регионе растений: полынь белоземельная (*Artemisia thuscula* L.), полынь рассеченная (*Artemisia laciniata* Willd), качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.), чий блестящий (*Achnatherum splendens* L.), кустарников и кустарничков: жузгун безлистный (*Calligonum aphyllum* Pall.), таволгоцвет Шренка (*Spiraeaanthus schrenckianus* Maxim.), тамарикс многоцветковый (*Tamarix parviflora* DC.), шенгил серебристый (*Halimodendron halodendron* Pall.) и других.

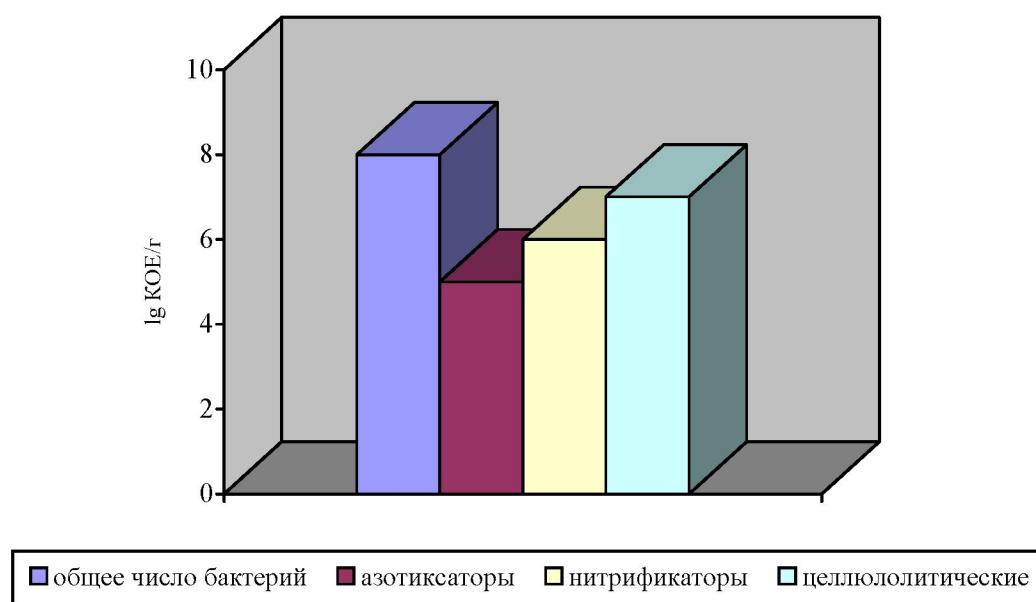
Микробиологический анализ собранных образцов почв проводили в лабораторных условиях. Общее число КОЕ бактерий определяли высеивом на питательный и почвенный агар. Количество олиготрофных бактерий учитывали на голодном агаре. Гетеротрофные бактерии выделяли на среде МПА, целлюполитические бактерии – на среде Гетчинсона с фильтровальной бумагой, азотфикссирующие – на среде №79, нефтеокисляющие – на среде Ворошиловой – Диановой, денитрифицирующие бактерии – на среде Гильтая, гнилостные бактерии на среде Виноградского. Для выделения сульфатредуцирующих бактерий использовали среду Van Дельдена. Для выявления и количественного учета актиномицетов использовали питательные среды – крахмально-аммиачный агар (КАА), минеральный агар Гаузе-1 и овсяной агар.

Результаты и их обсуждение

Общая численность бактерий во всех исследованных типах сероземов довольно высока и составляла 10^6-10^9 КОЕ/г почвы. При сравнительном микробиологическом анализе отмечено значительное увеличение количества бактерий в прикорневой зоне растений. Причем установлено, что в некоторых случаях численность бактерий увеличивается на порядок. Так, в образцах почв без растений общая численность бактерий составляла $3,0 \times 10^8$ КОЕ/г почвы. В образцах этой же почвы, но взятой в прикорневой зоне полыни рассеченной, численность бактерий возрасла и составляла $3,4 \times 10^9$ КОЕ/г почвы. Аналогичная закономерность проявляется и для других почвенных образцов. Например, общее число бактерий в прикорневой зоне кустарника жузгун безлистного составляло $6,0 \times 10^9$ КОЕ/г почвы, количество бактерий в образце почвы, взятой вне корневой зоны растений – на порядок меньше и составляло $5,5 \times 10^8$ КОЕ/г почвы.

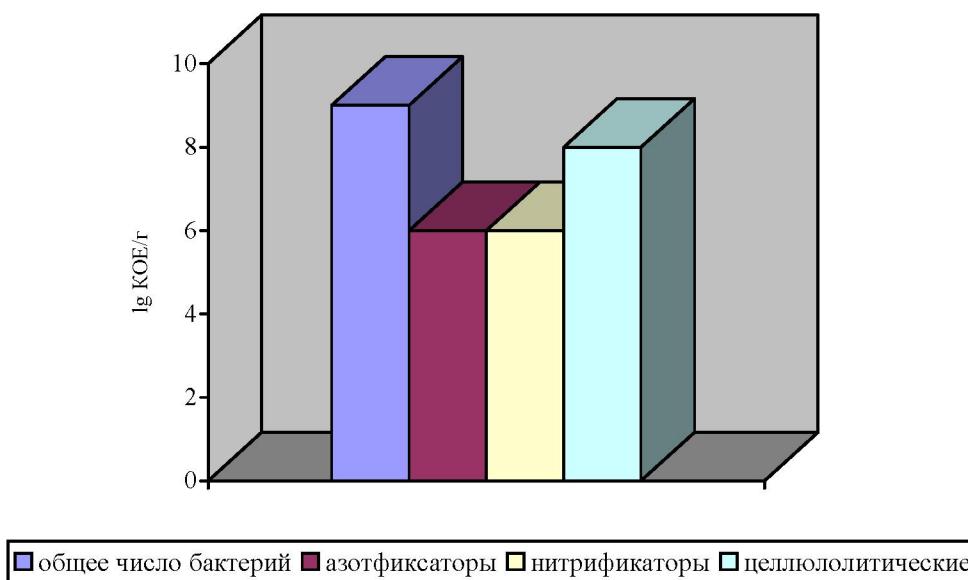
Одной из важнейших физиологических групп почвенных микроорганизмов являются азотфикссирующие бактерии, которые играют важную роль в обеспечении растений доступными формами азотсодержащих соединений и существенно повышают плодородие почв. Установлено, что

содержание азотфиксирующих бактерий как в обычновенных, так и в светлых сероземах высоко и колеблется в пределах 10^5 – 10^8 КОЕ/г почвы. Отмечено, что в сероземах обычновенных в прикорневой зоне растений количество бактерий-азотфиксаторов возрастает на 1-2 порядка (полынь белоземельная, кустарники) по сравнению с аналогичными почвенными образцами, взятыми вдали от растительности (рис. 1, 2).



Ось абсцисс – физиологические группы бактерий; ось ординат – Lg KOE/g почвы

Рис. 1. Количественный состав групп бактерий в образцах почвы серозем обыкновенный, собранных вне корневой зоны растений



Ось абсцисс – физиологические группы бактерий; ось ординат – Lg KOE/g почвы

Рис. 2. Количественный состав групп бактерий в образцах почвы серозем обыкновенный, собранных в прикорневой зоне полыни рассеченной (*Artemisia laciniata*)

Так, количество бактерий-азотфиксаторов в прикорневой зоне полыни белоземельной и шенгила серебристого составляет $8,0 \times 10^6$ и $4,5 \times 10^7$ КОЕ/г почвы, в то время как в образцах почв, взятых вне корневой зоны растений, их численность значительно меньше и составляет $1,2 \times 10^5$ и $2,8 \times 10^5$ КОЕ/г почвы соответственно. В сероземах светлых наблюдается аналогичная закономерность, но увеличение общей численности бактерий в прикорневой зоне растений не такое значительное, как в сероземах обыкновенных. Так, численность бактерий в прикорневой зоне полыни рассеченной составляла $2,5 \times 10^8$ КОЕ/г почвы, в образцах почв без растений – $1,3 \times 10^8$ КОЕ/г почвы.

Еще одной из физиологических групп бактерий, принимающих активное участие в создании почвенного плодородия, являются нитрифицирующие бактерии. Общее количество бактерий этой группы в обоих типах сероземов составляет 10^5 - 10^6 КОЕ/г почвы, существенного различия в их количественном содержании в зависимости от типа серозема не установлено. Также как и численность бактерий-азотфиксаторов, количество нитрифицирующих бактерий увеличивается в прикорневой зоне растений, но отмечено, что возрастание численности бактерий при этом не так значительно и зависит от самого растения. Установлено, что количество нитрифицирующих бактерий в прикорневой зоне жузыгана безлистного и качима метельчатого составляет $1,0 \times 10^6$ и $1,8 \times 10^6$ КОЕ/г почвы, в образцах почв, собранных вне корневой зоны растений, их количество снижается до $2,1 \times 10^5$ и $3,7 \times 10^5$ КОЕ/г почвы соответственно. В то же время в прикорневой зоне полыни рассеченной и белоземельной численность бактерий-нитрификаторов составляла $4,6 \times 10^5$ и $5,0 \times 10^5$ КОЕ/г почвы, а в образцах почвы без растений – только $2,3 \times 10^5$ и $1,1 \times 10^5$ КОЕ/г почвы, то есть увеличение численности бактерий происходит не так значительно, как в прикорневой зоне жузыгана и качима.

Целлюлолитические бактерии являются одними из основных микроорганизмов, принимающих активное участие в круговороте углерода в природе. Сохраняющиеся в почве и возвращающиеся в почву растительные остатки на 40–70% состоят из целлюлозы, это и объясняет их важнейшую роль в разложении целлюлозы. Исследование содержания общего количества целлюлолитических бактерий в сероземах показало, что оно высоко и колеблется в пределах 10^6 - 10^8 КОЕ/г почвы. Существенного различия в количестве целлюлолитических бактерий в разных типах сероземов не установлено. Практически во всех исследованных образцах почв из прикорневой зоны растений содержится большее количество целлюлолитических бактерий, чем в образцах почв, взятых вдали от растений. Так, в прикорневой зоне полыни рассеченной численность целлюлолитических бактерий составляет $1,5 \times 10^8$ КОЕ/г почвы, в то время как в образцах почвы, собранных вне корневой зоны растений, их количество составляло $5,1 \times 10^7$ КОЕ/г почвы, то есть на порядок меньше.

Исследование таксономической принадлежности бактерий показало, что превалирующей группой в обоих типах сероземов являются спорообразующие бактерии рода *Bacillus*. Наиболее распространены следующие виды спорообразующих бактерий *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *B. idiosus*, *B. mesentericus*, *B. cereus*, *B. virgulus*. Неспорообразующие бактерии представлены, в основном, родами *Pseudomonas* и *Bacterium*, и коринеформными бактериями родов *Mycobacterium*, *Rhodococcus*, в меньшем количестве – родами *Micrococcus* и *Cellulomonas*. Отмечено присутствие миксобактерий (*Sorangium*) и бактерий рода *Cytophaga*.

Численность актиномицетов в обоих типах сероземов высока и составляла 10^5 КОЕ/г почвы. Наибольшее количество актиномицетов, обнаруженное в светлых сероземах, составляло 440,0–600,0 тыс./г почвы и характеризовалось высоким качественным разнообразием состава с доминированием пигментных серий *Violaceus*, *Glaucescens*, *Ruber*, *Roseoviolaceus*, *Lavendulae-roseus*, *Coeruleascens*. Установлено присутствие от 8 до 10 серий актиномицетов. В образцах обыкновенных сероземов качественный состав актиномицетов, как и в образцах светлых сероземов, также был разнообразен и характеризовался доминированием пигментных серий: *Violaceus*, *Glaucescens*, *Coeruleascens*, *Ruber*, *Roseoviolaceus*.

Таким образом, исследован количественный и качественный состав бактериальных сообществ сероземов обыкновенного и светлого Иле-Балхашского региона. Показано, что общая численность бактерий в обоих типах сероземов высока и составляет 10^6 - 10^9 КОЕ/г почвы. Установлено, что в прикорневой зоне растений численность бактерий различных физиологических групп возрастает на 1–2 порядка по сравнению с аналогичными почвенными образцами, взятыми вне корневой зоны растений. Исследование качественного состава бактериальных сообществ в обоих типах сероземов

показало, что превалирующей группой являются спорообразующие бактерии рода *Bacillus*, неспорообразующие бактерии представлены, в основном, родами *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Mycobacterium*, *Rhodococcus*. Численность актиномицетов в обоих типах сероземов высока и составляет 10^4 – 10^5 КОЕ/г почвы и характеризуется качественным разнообразием состава (пигментные серии *Violaceus*, *Glaucescens*, *Ruber*, *Roseoviolaceus*, *Lavendulae-roseus*, *Coerulescens*).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Канаева Р. Иле-Балхашский бассейн: проблемы и перспективы устойчивого развития. ЭКВАТЭК –2004. Ч. 1. – С. 39-40.
- 2 Гусева Л. Проблема использования водных ресурсов трансграничных рек в казахстанско-китайских отношениях // ЭкоВести. – 2005. – № 4-5 (42-43). – С. 4-6.
- 3 Тюменев С. Современное состояние развития ирригации в Иле-Балхашском бассейне // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве: Сб. науч. тр. КазНИИВХ. – Тараз: ИЦ «Аква», 2001. – Т. 38, вып. 2. – С. 164-168.
- 4 Будникова Т. и др. Ландшафтно-экологическая оценка Иле-Балхашского региона. // Проблемы освоения пустынь. – 2001. – № 2. – С. 19-26.
- 5 Мирзадинов Р.А., Дүйсенбеков С.Л. и др. Почвы Казахстана. Русско-казахский словарь справочник. – МОН РК, 2009. – 270 с.
- 6 Соколов С.И., Ассинг И.А., Курмангалиев А.Б., Сериков С.К. Почвы Казахской ССР. Алматинская область. – Алматы: АН КазССР, 1962. – Вып. 4. – 422 с.

*C. A. Айткелдиева, И. Э. Смирнова, Е. А. Олейникова, Л. П. Треножникова,
О. Н. Әуезова, Р. Ш. Галимбаева, Т. В. Кузнецова, Л. Т. Сmailova*

ИЛЕ-БАЛҚАШ АЙМАҒЫ СҮР ТОПЫРАҒЫНЫҢ САПАЛЫҚ ЖӘНЕ САНДЫҚ БАКТЕРИАЛДЫ ҚҰРАМЫ

Иле-Балқаш аймағы сұр топырағының сапалық және сандық бактериалды құрамы зерттелді. Барлық бактериялардың саны сұр топырақ құрамында 10^6 – 10^9 КОЕ/г екендігі көрсетілді. Өсімдік тамырының түбінен алынған топырақ құрамында бактериялардың саны өсімдік жоқ жерден алынған топырақ үлгісімен салыстырығанда 1–2 есеге өсептіндігі байқалды. Қөп мөлшерде кездесетін топ спора түзгіш бактериялары *Bacillus* туысына жатады, ал спора түзбейтін бактериялар қатарына *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Mycobacterium*, *Rhodococcus* туысына жататын бактериялар кездеседі. Сәулелі саңырауқұлактар топырақ құрамында 10^4 – 10^5 КОЕ/г кездеседі.

*S. A. Aitkeldieva, I. E. Smirnova, E. A. Oleinikova, L. P. Trenozhnikova,
O. N. Auezova, R. S. Galimbayeva, T. V. Kyznetsova, L. T. Smailova*

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF BACTERIAL POPULATIONS OF SEROZEMS IN ILE-BALKHASH REGION

There was investigated qualitative and quantitative composition of bacterial populations of serozems in Ile-Balkhash region. The general number of bacteria in serozem soils put together is 10^6 – 10^9 CFU/g of soil. The bacterial number in plant rhizosphere increased by 50% as compared with soil samples from root regions. Spore-forming bacteria of genus *Bacillus* was found to be a predominant group. Genera *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Mycobacterium*, *Rhodococcus* were represented as not forming spores bacteria. Actinomycetes numbered wereb 0^4 – 10^5 CFU in a gram of soil and were characterized by diverse composition.