

**NEWS****OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN****SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 65, Number 312 (2015), 135 – 141

## **FREE-LIVING NITROGEN-FIXING BACTERIA PERSPECTIVE FOR CREATION OF EM-ASSOCIATIONS**

**I. E. Smirnova, A. Zh. Sultanov, A. A. Sabdenova**Institute of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: iesmirnova@mail.ru

**Key words:** rhizosphere, free-living nitrogen-fixing bacteria, EM-associations.

**Abstract.** Currently, in Kazakhstan there is a steady trend towards the degradation of pasture land, which is due to uncontrolled livestock grazing, lack of control over the state and use of pastures. This unsatisfactory state of pasture ecosystems raises the urgent problem for Kazakhstan - the restoration of degraded pastures and increase their productivity.

One of the most promising solutions to this problem is the biological agriculture. Biological agriculture is based on the use of the reduction potential of microorganisms, which are the main environmental factors of soil formation, and is using associations agronomical valuable microorganisms (EM Association), including nitrogen-fixing, phosphate mobilizing, cellulolytic microorganisms. In introducing them into the soil these microorganisms enrich it readily available nutrients make the soil fertile and the plants delivers the necessary enzymes, vitamins, amino acids and so on. One of the major components of EM associations are free-living aerobic soil bacteria. These microorganisms play a leading role in the fixation of atmospheric nitrogen and enrich the soil available nitrogen.

From the rhizosphere of cultivated plants of the South and South-East of Kazakhstan isolated more than 50 free-living nitrogen-fixing bacteria native, of them created a collection. The basic cultural-morphological and biochemical characteristics of the most active strains were studied. It is found that investigated strains belong to the genus *Azotobacter*, to species *Azotobacter chroococcum*. Selected three strains of nitrogen-fixing bacteria have the ability to actively fix molecular nitrogen from the atmosphere and accumulate biomass on nitrogen-free media. These strains are prospective for creation EM associations agronomically valuable microorganisms to restore degraded pastures.

УДК 579.64

## **СВОБОДНОЖИВУЩИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИЕ БАКТЕРИИ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭМ-АССОЦИАЦИЙ**

**И. Э. Смирнова, А. Ж. Султанова, А. А. Сабденова**

Институт микробиологии и вирусологии, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** ризосфера, свободноживущие азотфикссирующие бактерии, ЭМ-ассоциации.

**Аннотация.** В настоящее время, в Казахстане наблюдается устойчивая тенденция к деградации пастбищных земель, что связано с нерегулируемым выпасом скота, отсутствием контроля за использованием пастбищ. Такое неудовлетворительное состояние пастбищных экосистем выдвигает насущную проблему для Казахстана - восстановление деградированных пастбищ и повышение их продуктивности.

Одним из наиболее перспективных решений этой задачи является биологическое земледелие. Биологическое земледелие основывается на использовании восстановительного потенциала микроорганизмов, являющихся главным экологическим фактором почвообразования, и состоит в применении ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов (ЭМ-ассоциации), включающих азотфикссирующие, фосфатмобилизирующие, целлюлолитические микроорганизмы. Эти микроорганизмы при внесении их в почву обогащают ее

легкодоступными элементами питания, делают почву плодородной и поставляют растениям необходимые продукты своей жизнедеятельности (ферменты, витамины, аминокислоты и пр.). Одними из ведущих компонентов ЭМ-ассоциаций являются аэробные свободноживущие бактерии почвы. Им принадлежит ведущая роль в фиксации атмосферного азота и обогащение почвы доступным азотом.

Из ризосфера культурных растений юга и юго-востока Казахстана выделено более 50 аборигенных свободноживущих азотфикссирующих бактерий и создана коллекция. Изучены основные культурально-морфологические и биохимические признаки наиболее активных штаммов. Установлено, что исследуемые штаммы относятся к роду *Azotobacter*, виду *Azotobacter chroococcum*. Отобрано три штамма азотфикссирующих бактерий, обладающих способностью активно фиксировать молекулярный азот атмосферы и накапливать биомассу на безазотистых средах. Эти штаммы являются перспективными для создания ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов для восстановления деградированных пастбищ.

**Введение.** Исторически и традиционно пастбища Республики Казахстан были территорией развития скотоводства, овцеводства и коневодства. В настоящее время, в Казахстане наблюдается устойчивая тенденция к деградации пастбищных земель, что связано с нерегулируемым выпасом скота, сокращением площадей обводненных пастбищ, отсутствием контроля за состоянием и использованием пастбищ, и несоблюдением земельного законодательства [1-4]. Большая часть пастбищных экосистем серьезно нарушена, ряд ценных видов кормовых трав исчезли, почвы сильно истощены. По данным Института мировых ресурсов на 2012 год, пастбищные земли в Казахстане занимают 188 млн. га или 70% всей площади. Более 48 млн. га или 26% от общей площади составляют деградированные почвы, из них 23,0 млн. га составляют пастбища, где изменения приобрели необратимый характер, то есть их самовосстановление невозможно или требует крупные вложения и длительный период заповедного режима [5-8]. Все эти негативные процессы вызвали ухудшение кормовой базы пастбищного животноводства [9-11]. Такое неудовлетворительное состояние пастбищных экосистем выдвигает насущную проблему для Казахстана - восстановление деградированных пастбищ и повышение их продуктивности.

Одним из наиболее перспективных решений этой задачи является биологическое или альтернативное земледелие, при котором решающим становится не применение минеральных удобрений, а поддержание почвы в биологически активном, жизнедеятельном состоянии, обеспечивающем ее плодородие. Биологическое земледелие основывается на использовании восстановительного потенциала микроорганизмов, являющихся главным экологическим фактором почвообразования, и состоит в применении ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов (ЭМ-ассоциации), включающие азотфикссирующие, фосфатмобилизирующие, целлюлолитические микроорганизмы. Эти микроорганизмы при внесении их в почву обогащают ее легкодоступными элементами питания, делают почву плодородной и поставляют растениям необходимые продукты своей жизнедеятельности (ферменты, витамины, аминокислоты и пр.). При этом не применяются минеральные удобрения, пестициды и другие химические средства, продукция становится экологически чистой и полностью безопасной для человека и сельскохозяйственных животных [12, 13]. Одними из ведущих компонентов ЭМ-ассоциаций являются аэробные свободноживущие бактерии почвы. Им принадлежит ведущая роль в фиксации атмосферного азота и обогащение почвы доступным азотом [14-17].

Целью проведенных исследований явилось выделение и изучение аборигенных азотфикссирующих бактерий, перспективных для создания ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов.

### **Методы исследований**

Объектами исследований служили новые штаммы азотфикссирующих бактерий, выделенные из ризосфера культурных растений на юге и юго-востоке Казахстана. Поиск и выделение свободноживущих аборигенных азотфикссирующих бактерий проводили из различных типов почв. Образцы почв для выделения микроорганизмов отбирали с соблюдением правил асептики и помещали в стерильные пергаментные пакеты.

Для выделения аборигенных азотфикссирующих бактерий использовали элективные среды Эшби и №79 [18]. По совокупности культурально-морфологических признаков осуществляли

идентификацию микроорганизмов до рода с помощью определителя Берджи [19]. Культивирование бактерий проводили на жидких средах в колбах на качалке при 180 об/мин и температуре 25<sup>0</sup>С, в течение 5-7 суток. Чистота культур периодически проверялась микроскопированием с фазовым контрастом и высеиванием на элективные питательные среды.

Азотфикссирующую активность бактерий определяли по степени и скорости накопления биомассы при росте культур на безазотистых средах, исходя из того, что чем выше накопление биомассы, тем активнее культура фиксирует молекулярный азот атмосферы. Биомассу микроорганизмов определяли нефелометрически на спектрофотометре PD-303 (“Apel”, Japan) и выражали в единицах оптической плотности (отн. ед. ОП) и пересчитывали по калибровочной кривой на вес сухой биомассы (г/1000 мл).

В работе использовались стандартные методы исследований бактерий, изложенные в руководствах [18, 20].

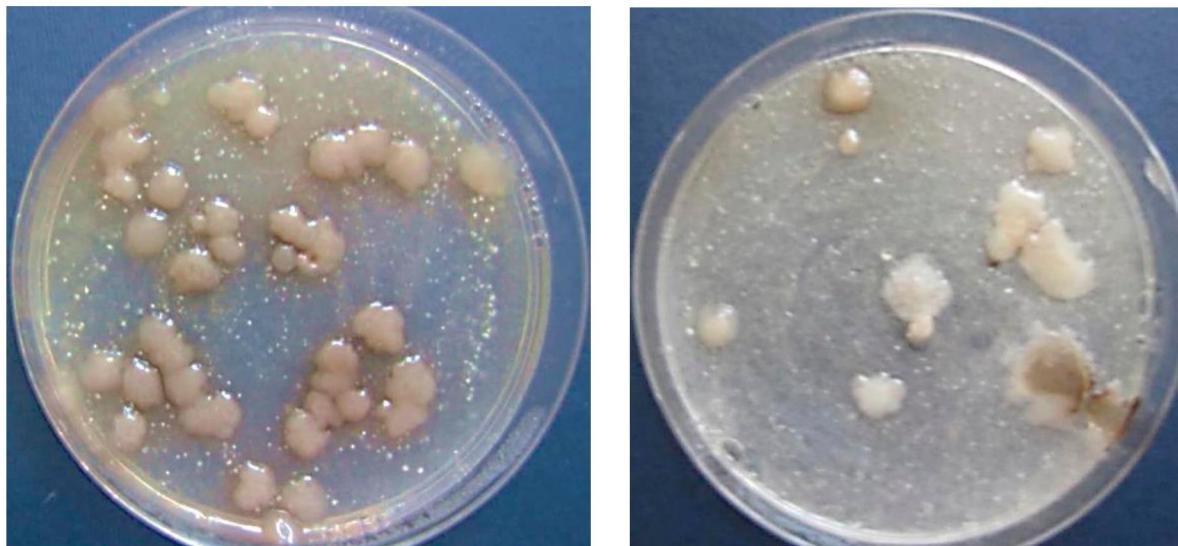
Повторность опытов 5-ти кратная. Результаты исследования были статистически обработаны с использованием коэффициента Стьюдента.

### Результаты исследований

Из различных почв Казахстана было выделено более 50 культур аборигенных свободноживущих азотфикссирующих бактерий и отобраны штаммы, способные к активному росту на средах, не содержащих в своем составе азота.

В лабораторных условиях были поставлены опыты по первичному скринингу бактерий по способности к фиксации азота атмосферы.

В результате скрининга было отобрано 36 штамма бактерий, перспективных для создания ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов (ЭМ-ассоциации). Из них для дальнейшей работы было отобрано 11 штаммов бактерий, способных к активному росту на безазотистых средах и, предположительно, обладающих высокой способностью к фиксации молекулярного азота атмосферы (рисунок).



Колонии свободноживущих азотфикссирующих бактерий рода *Azotobacter* на среде Эшби

По совокупности основных морфологических и биохимических признаков (фенотипические признаки), все отобранные штаммы были отнесены к роду *Azotobacter*, виду *Azotobacter chroococcum*. Клетки односуточных культур палочковидные, подвижные с перитрихиальным жгутикованием, в старых культурах - кокковидные, соединенные парами, тройками или сарциноподобные пакеты, обычно окруженные слизистой оболочкой. Размеры клеток штаммов варьировали незначительно и составляли 3-7×1,5-2,5  $\mu$ , иногда 8-10  $\mu$  длины. Окраска колоний на плотных средах была от светло-коричневой до почти черной, что является характерным признаком

для штаммов, относящихся к данному виду. Практически все штаммы на вторые сутки культивирования образовывали на плотной среде крупные, слизистые, бесцветные колонии до 7 мм в диаметре. По мере старения колонии становились еще более слизистыми, и растекались по поверхности агара. Образование пигmenta происходило на 5-е сутки культивирования, пигмент в среду не выделялся.

Были выявлены штаммы, отличающиеся по культуральным признакам. Так, штамм №7 образовывал колонии, имеющие значительно меньший размер (до 2 мм в диаметре). Колонии имели округлую форму, были менее слизистыми и не растекались по поверхности агара. Образование светло-коричневого пигmenta происходило на пятые сутки культивирования. Штамм №11 характеризовался плоскими, крупными колониями, достигающими 5-8 мм в диаметре, неправильной формы, с небольшими количеством слизи. Образование пигmenta наблюдалось уже на третьи сутки культивирования.

Активность роста микроорганизмов - одна из основных физиологических характеристик культур, отражающая скорость и уровень нарастания биомассы. Азотфикссирующие бактерии рода *Azotobacter* чрезвычайно требовательны к минеральному составу питательной среды, в частности к молибдену, поэтому были проведены исследования по побору сред культивирования для повышения активности роста и накопления биомассы, выделенных штаммов бактерий.

В качестве сред культивирования использовали стандартные среды, рекомендованные для выращивания азотфикссирующих бактерий: среда Эшби, среда №79 и среда Краснопевцевой и др. [21]. Эта среда ранее не использовалась в наших исследованиях.

В результате проведенных исследований для культивирования бактерий была подобрана среда Краснопевцевой следующего состава: глюкоза - 15,0; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> - 1,0; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - 0,5; FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - 0,0005; Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O - 0,005. При росте на этой среде у бактерий отмечали высокую активность роста и максимальное накопление биомассы. Также, был подобран режим стерилизации для этой среды культивирования.

Азотфикссирующую активность бактерий изучали по степени и скорости накопления биомассы при росте культур на безазотистых средах, исходя из того, что чем выше накопление биомассы, тем активнее культура фиксирует молекулярный азот атмосферы.

Для исследования азотфикссирующей активности культуры выращивали на жидкой среде Краснопевцевой в колбах на качалке при 180 об/мин и температуре 25°С в течение 5-7 суток. После этого снимали показания биомассы. Биомассу микроорганизмов определяли нефелометрически на спектрофотометре, выражали в единицах оптической плотности (отн. ед. ОП) и пересчитывали по калибровочной кривой на вес абсолютно сухой биомассы (г/л). Полученные данные представлены в таблице.

Накопление биомассы азотфикссирующими бактериями

Штаммы бактерий	Биомасса, ед. ОП	Биомасса АСБ, г/л
№4	0,21	1,11
№3	0,20	1,05
№6	0,34	1,80
№7	0,05	0,20
№8	0,14	0,74
№11	0,20	1,05
№20	0,13	0,68
№22	0,51	2,72
№29	0,27	1,43
№27	0,14	0,74
№24	0,37	1,96

Из данных таблицы следует, что практически все исследуемые штаммы бактерий фиксируют азот атмосферы, о чем свидетельствует прирост биомассы при росте на среде, не содержащей источника азота. Исключение составлял штамм №7, который характеризовался крайне низкой активностью азотфиксации. Из 11 исследуемых бактерий четыре штамма №7, №8, №27 и №20, характеризовались низким накоплением биомассы (менее 1 г/л), четыре штамма №4, №3, №11 и №29 - средним уровнем накопления биомассы (1,05-1,43 г/л) и три штамма №6, №22 и №24 - высоким накоплением биомассы, которое составляло 1,80 г/л, 2,72 г/л и 1,96 г/л, соответственно.

### Обсуждение результатов

Деградация почвенных экосистем, динамическое уменьшение многообразия групп микроорганизмов (редуцентов), снижение не только количества, но и их физиологической активности, нарушение структуры биоценозов и биогеоценозов - последствия антропогенного воздействия. В этой связи возрастает роль физиологически значимых микроорганизмов, таких как свободноживущие азотфиксирующие бактерии рода *Azotobacter* для восстановления плодородия деградированных почв [22, 23]. Поэтому поиск, выделение, изучение и практическое применение этих бактерий для восстановления почвенного плодородия является актуальным направлением исследования.

Для выделения свободноживущих азотфиксирующих бактерий было собрано более 70 образцов разных типов почв из ризосфера культурных растений юга и юго-востока Казахстана. Из них было выделено и получено 50 культур аборигенных свободноживущих азотфиксирующих бактерий и отобраны штаммы, способные к активному росту на средах, не содержащих в своем составе азота. Для дальнейшей работы было отобрано 11 штаммов бактерий, способных к активному росту на безазотистых средах и, предположительно, обладающих высокой способностью к фиксации молекулярного азота атмосферы.

Отличительной особенностью бактерий рода *Azotobacter* является их высокая требовательность к минеральному питанию и наличию в среде микроэлементов. Для большинства культур этого рода необходимо присутствие в среде культивирования молибдена, который действует на ферментативные процессы восстановления нитратов, нитритов и гидроксил амина до аммиака, и биосинтез аммиака [24]. Поэтому была подобрана среда Краснопевцевой и др. с оптимальным содержанием минеральных компонентов и содержащая в среде молибден в количестве 0,005 г/л. На этой среде культуры показывали наибольшую активность фиксации азота атмосферы и активность накопления клеточной биомассы.

По фенотипическим характеристикам, то есть по комплексу ключевых морфологических и биохимических признаков все выделенные штаммы были отнесены к роду *Azotobacter*, виду *Azotobacter chroococcum*. Окраска пигмента варьировала от светло-коричневой до почти черной.

Детальное изучение исследуемых штаммов бактерий, позволило отобрать три штамма №6, №22 и №24 с высоким накоплением биомассы, что свидетельствует об их высокой азотфиксирующей способности. Эти штаммы предполагается использовать при разработке ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов (ЭМ-ассоциаций) для восстановления и повышения плодородия деградированных пастбищ.

**Выводы.** Из ризосферы культурных растений юга и юго-востока Казахстана было выделено более 50 аборигенных свободноживущих азотфиксирующих бактерий, получены чистые культуры, из которых создана коллекция микроорганизмов. Отобрано 11 наиболее активных штаммов и изучены их основные культурально-морфологические и биохимические признаков. Установлено, что все исследуемые штаммы относятся к роду *Azotobacter*, виду *Azotobacter chroococcum*. На основе изучения азотфиксющей активности штаммов бактерий было отобрано три штамма азотфиксирующих бактерий (№6, №22 и №24), обладающих способностью активно фиксировать молекулярный азот атмосферы и накапливать биомассу на безазотистых средах. Эти штаммы являются наиболее перспективными для создания ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Щетников А.И. Динамика и устойчивость степных геосистем // Аридные экосистемы. 2000, Т.6, №3, С. 65-74.
- [2] <http://www.bnews.kz/ru/news/post>
- [3] Отаров А. Основные факторы и степень деградации почв Шиелийского массива орошения // Почловедение и агрохимия. 2011, № 1, С. 30-39.
- [4] Добровольский Г.В., Васильевская В.Д., Зайдельман Ф.Р., Звягинцев Д.Г. и др. Деградация и охрана почв. М.: Мир. 2002. 360 с.
- [5] Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.:МГУ. 2006. 87 с.
- [6] <http://www.agropages.ru>
- [7] Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы // Вестник Каспия. 2004. № 1. С. 24-44.
- [8] Кузьмин Т.В., Трешкин С. Е., Мамутов Н.К. Результаты опытного формирования естественной растительности на засоленных землях обсыхающего дна Аральского моря // Аридные экосистемы. 2006, Т. 12., № 29. С 27-40.
- [9] Лебедь Л. В., Беленкова З.С. Методические указания по оценке и прогнозу урожайности природных кормовых угодий Казахстана. Алматы.: Бастау. 2005. 30 с.
- [10] Прозорова Т.А., Черных И.Б. Кормовые растения Казахстана: Павлодар: Книга, 2004, 278 с.
- [11] Кененбаев С.Б. Аграрная наука Казахстана: текущее состояние и перспективы развития // Сб. XIII-й Междунар. науч.-практ. конф. Аграрная наука сельскохоз. производству Монголии, Сибири и Казахстана. Уланбаатар, 2010. С. 10-13.
- [12] Афанасьев Е.Н., Афанасьев Н.Е., Тюменцева И.С. Эффективные микроорганизмы в сельскохозяйственном производстве // Мат. Меджунар. науч-практ. конф. Животно-водство – продовольственная безопасность страны. Ставрополь, 2006. С.101-104.
- [13] Ходжаева А.К. и др. Диагностика биологических свойств почвы при органической и традиционной системе земледелия // Агрохимия. 2010. № 5. С. 3–12.
- [14] Шотт П.Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах. Барнаул: Азбука. 2007, 176 с.
- [15] Шотт П.Р. Результаты и перспективы исследований по проблеме ассоциативной азотфиксации в агроценозах Сибири // Вестник АГАУ. 2001, Вып.1, Т.1. ,С. 184-189.
- [16] Ong C.H., James A., Leifert C., Cooper J.M., Cummings S.P. Diversity and activity of free living nitrogen fixing bacteria and total bacteria in organic and conventionally managed soils // Applied and environmental microbiology. 2011. V. 77, 3. P. 911–919.
- [17] Эмер Н. Р. и др. Ежесуточная динамика численности и активности азотфиксирующих бактерий на участках залежной и интенсивно возделываемой почвы // Почловедение, 2014, № 8, с. 963–970.
- [18] Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 304 с.
- [19] Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. М.: Мир, 1997. - 800с.
- [20] Microbiological methods for assessing soil quality/ ed. by J. Dloem, D.W. Hopkins, A. Benedetti // CABI Publishing. – 2006. – 307 p.
- [21] Пат. 2073712 Российская Федерация, С12Р1/065. Штамм бактерий Azotobacter vinelandii (lipman) - продуцент экзополисахарида / Краснопевцева Н.В., Чернягин А.В., Яроцкий С.В.; заявитель и патентообладатель ТОО "ИТИН". Опубл. 10.03.2009
- [22] Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий. Л.:ЛГУ. 1989, 246 с.
- [23] Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию М.: Наука, 2001. 256 с.
- [24] Мишустин Е.Н. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. М.:МГУ. 1985, 268 с.

## REFERENCES

- [1] Shhetnikov A.I. Dynamics and stability of steppe geosystems // Arid ecosystems, **2000**, V.6, №3, p. 65-74. (in Russ.).
- [2] <http://www.bnews.kz/ru/news/post>
- [3] Otarov A. The main factors and the extent of soil degradation Ili array irrigation // Pedology and Agricultural Chemistry, **2011**, 1, p. 30-39. (in Russ.).
- [4] Dobrovolskij G.V., Vasil'evskaja V.D., Zajdel'man F.R., Zvjagincev D.G., et al. *The degradation and soil protection*. M.: Mir. **2002**. 360 p. (in Russ.).
- [5] Zajdel'man F.R. *soil reclamation*. M.:MGU. **2006**. 87 p. (in Russ.).
- [6] <http://www.agropages.ru>
- [7] The concept of ecological security of the Republic of Kazakhstan for 2004-2015 // Bulletin of the Caspian Sea, **2004**. 1. p. 24-44. (in Russ.).
- [8] Kuz'min T.V., Treshkin S.E., Mamutov N.K. The results of experimental formation of natural vegetation on saline lands of the dried bottom of the Aral Sea // Arid ecosystems. **2006**, 12, 29. p. 27-40. (in Russ.).
- [9] Lebed' L. V., Belenkova Z.S. *Guidelines for the assessment and prediction of productivity of natural forage lands in Kazakhstan*. Almaty: Bastau. **2005**. 30 p. (in Russ.).
- [10] Prozorova T.A., Chernih I.B. Forage plants of Kazakhstan: Pavlodar: Book 2004, 278 p. (in Russ.).
- [11] Kenenbayev S.B. Agricultural science of Kazakhstan: current state and prospects of development // Coll. XIII th Inter-nat.scienc.-practical. conf. Agricultural Science for Agricultural production of Mongolia, Siberia and Kazakhstan. Ulaanbaatar, 2010. P. 10-13. (in Russ.).

- [12] Afanasiev E.N., Afanasiev N.E., Tyumentseva I.S. Effective microorganisms in agricultural production // Proc. Intenat. scientific-practical conference. Breeding - food security. Stavropol, 2006. p.101-104. (in Russ.).
- [13] Khodjaeva A.K. et al. Diagnostics and biological properties of the soil in the organic and conventional farming system // Agrochemistry. 2010. № 5. p. 3-12. (in Russ.).
- [14] Schott P.R. Fixation of atmospheric nitrogen in annual agroecosystems. Barnaul: ABCs. 2007, 176 p. (in Russ.).
- [15] Schott P.R. Results and prospects of research on associative nitrogen fixation in agroecosystems Siberia // Bulletin ASAU. 2001, Issue 1, Volume 1, p. 184-189. (in Russ.).
- [16] Orr C.H., James A., Leifert C., Cooper J.M., Cummings S.P. Diversity and activity of free living nitrogen fixing bacteria and total bacteria in organic and conventionally managed soils. *Applied and environmental microbiology*. 2011. V. 77, 3. P. 911-919. (in Engl.).
- [17] Emer N.R., et al. Daily dynamics of abundance and activity of nitrogen-fixing bacteria-ing on fallow areas and intensively cultivated soils // Soil science, 2014, number 8, p. 963-970. (in Russ.).
- [18] Methods of Soil Microbiology and Biochemistry / Ed. D.G. Zvyagintsev. - M.: Izd. University Press, 1991. 304 pp. (in Russ.).
- [19] The determinant of bacteria Burgi / ed. J. Holt. M.: Mir, 1997. - 800 p. (in Russ.).
- [20] *Microbiological methods for assessing soil quality*/ ed. by J. Dloem, D.W. Hopkins, A.
- [21] Benedetti. CABI Publishing. 2006. 307 p. (in Russ.).
- [22] Pat. 2073712 The Russian Federation, C12R1 / 065. The strain of bacteria Azotobacter vinelandii (lipman) - producing exopolysaccharide / Krasnopolytseva N.V., Chernyagin A.V., Jarocki S.V.; applicant and patentee LLP "ITIN". Publ. 10.03.2009 (in Russ.).
- [23] Gromov B.V., Pavlenko G.V. Environmental bacteria. AL: LSU. 1989, 246 p. (in Russ.).
- [24] Zavarzin G.A., Kolotilova N.N. Introduction to the natural history microbiology M.: Science, 2001. 256 pp. (in Russ.).
- [25] Mishustin E.N. The mineral and organic nitrogen in agriculture of the USSR. Moscow: Moscow State University. 1985, 268 p. (in Russ.).

## ТМ-ҚАУЫМДАСТЫҒЫН ҚҰРУ ҮШІН КЕЛЕШЕКТІ, ЕРКІН ӨМІР СҮРЕТИН АЗОТФИКСАЦИЯЛАУШЫ БАКТЕРИЯЛАР

**И. Э. Смирнова, А. Ж. Сұлтанова, А. А. Сабденова**

РМК «Микробиология және вирусология институты» FK BFM ҚР, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** ризосфера, еркін өмір сүретін азотбекітуші бактериялар, ЭМ-қауымдастықтары.

**Аннотация.** Қазіргі таңда жайылым жерлердің азғындауының тұралықтары үрдістері байқалуда, бұл мадды ретсіз жаю, жайылымның жағдайын бақыламай пайдаланғаның нәтижесінде. Осындай жайылым экожүйесінің қанағаттанарлықсыз жағдайы Қазақстан үшін нағыз мәселе тудырады – азғындаған жайылымдарды қалпына келтіру және олардың құнарлылығын арттыру.

Бұл мәселенің ерекше перспективалық шешімдерінің бірі биологиялық егіншілік болып табылады. Биологиялық егіншілік қалпына келтіретін микроорганизмдер потенциялына негізделген, топырақ қураушы негізгі экологиялық фактор болып табылатын, азотфиксациялайтын, фосфатмобилиздеуші және целлюлолиткалық микроорганизмдер кіретін агрономиялық құнды қауымдастықтарды (ТМ-қауымдастықтар) пайдаланудан түзілген. Бұл микроорганизмдерді топыраққа енгізгеннен кейін, топыракты оңай қолжетімді қоректік элементтермен байытып, құнарландырады және өсімдіктердің тіршілік әрекетіне қажетті өнімдерді (ферменттер, витаминдер, аминқышқылдары және т.б.) жеткізеді. ТМ-қауымдастығының жетекші компоненттерінің бірі - топыракта еркін өмір сүретін аэробты бактериялар. Олар атмосфералық азотты фиксациялайды және топыракты қол жетімді азотпен байытады.

Оңтүстік және Оңтүстік-шығыс Қазақстанның дақылдық ризосферасынан елуден астам аборигенді еркін өмір сүретін азотфиксациялаушы бактериялар белгілі алынды және топтама құрылды. Айрықша белсенді штамдардың негізгі культуралық-морфологиялық және биохимиялық көрсеткіштері зерттелді. Зерттелген штамдар *Azotobacter* тегіне, *Azotobacter chroococcum* түріне жататындығы анықталды. Белсенді молекулярлы атмосфералық азотты фиксациялай алатын және биомассаны азотсыз қоректік орталарда жинақтай алатын азотфиксациялаушы бактерияның үш штамы таңдал алынды. Азғындаған жайылымдарды қалпына келтіру үшін бұл штамдардан агрономиялық құнды микроорганизмдер ТМ-қауымдастығын құру перспективалы.

Поступила 05.11.2015 г.