

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЪ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№1 (62)

Алматы
«Қазақ университеті»
2020

А.С. Сапаров¹, Н. Токсеитов¹, И.Ж. Карабаева² ,
Г.Б. Серикбай¹, А.К. Абай¹, Г.Д. Ултанбекова^{1,2} , Р.К. Сыдыкбекова² 

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: ultanbekova77@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ГАЛОФИЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ *BACILLUS SP.* ПК-1 НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В исследовании изучали влияние солеустойчивых галофильных микроорганизмов, выделенных из орошаемых засоленных почв Туркестанской области, на рост и развитие зерновых культур кукурузы. Нашей целью было, изучение влияния инокуляции семян и внекорневой подкормки штаммом *Bacillus sp.* ПК-1 для роста и развития кукурузы в условиях орошаемых засоленных почв Туркестанской области. Культивирование штамма *Bacillus sp.* ПК-1 проводили на среде МПА (мясо пептонный агар) (50,0 г/л NaCl, pH 7.1) в круговой качалке 220 об/мин при температуре 28°C в течение 72 часа. Установлено, что предпосевная обработка семян кукурузы культуральной жидкости *Bacillus sp.* ПК-1 повышает всхожесть на 15-35 %. Двукратная внекорневая подкормка растений кукурузы усиливает рост и развитие растений в два раза, способствует увеличению биомассы корней на 50 %. Проведенные нами исследования показали, что штамм *Bacillus sp.* ПК-1 может быть перспективным для создания нового биопрепарата на основе аборигенных галофильных бактерий для инокуляции семян и внекорневой подкормки для роста и развития кукурузы в условиях орошаемых засоленных почв Туркестанской области.

Ключевые слова: кукуруза на зерно, солеустойчивые микроорганизмы, PGPR бактерий, *Bacillus*, ростостимулирующая активность.

S.S. Saparov¹, N. Tokseitov¹, I.Z. Karabaeva²,
G.B. Serikbay¹, A.K. Abay¹, G.D. Ultanbekova^{1, 2*}, R.K. Sydykbekova²

¹Kazakh research Institute of soil science and Agrochemistry. U. U. Uspanova, Kazakhstan, Almaty

²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: ultanbekova77@mail.ru

The effect of halophilic microorganisms *BACILLUS SP.* ПК-1 for growth and development of corns in irrigated saline soils of Turkestan region

The study examined the effect of salt tolerant halophilic microorganisms isolated from irrigated saline soils of the Turkestan region on the growth and development of corn crops. Our goal was to study the effect of seed inoculation and foliar feeding of the strain *Bacillus sp.* ПК-1 for the growth and development of corn in irrigated saline soils of the Turkestan region. Cultivation of the strain *Bacillus sp.* ПК-1 was carried out on a medium MPA (meat peptonic agar) (50.0 g/l NaCl, pH 7.1) circular rocking 220 rpm at a temperature of 28°C for 72 hours. It was established that pre-sowing treatment of corn seeds with culture liquid *Bacillus sp.* ПК-1 increases germination by 15-35 %. Double foliar feeding of maize plants enhances the growth and development of plants twice, increases the biomass of roots by 50 %. Thus, our research has shown that the strain *Bacillus sp.* ПК-1 may be promising for the creation of a new biological product based on native halophilic bacteria for seed inoculation and foliar feeding for the growth and development of maize in irrigated saline soils of Turkestan region.

Key words: corn for grain, salt-resistant microorganisms, PGPR bacteria, *Bacillus*, growth-stimulating activity.

А.С. Сапаров¹, Н. Тоқсеитов¹, И.Ж. Қарабаева²,
Г.Б. Серикбай¹, А.К. Абай¹, Г.Д. Ұлтанбекова^{1,2*}, Р.К. Сыдықбекова²

¹О.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Алматы қ.

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: ultanbekova77@mail.ru

Түркістан облысының суармалы тұздалған топырағы жағдайында жүгерінің өсуі мен дамуына *BACILLUS SP.* ПК-1 галофильды микроағзалардың әсері

Зерттеу барысында Түркістан облысының суармалы тұздалған топырағы жағдайында дәнді дақыл жүгерінің өсуі мен дамуына *Bacillus sp.* ПК-1 галофильді микроағзаның әсерін зерттеу. Біздің мақсатымыз бойынша, Түркістан облысының суармалы тұздалған топырағы жағдайында дәнді дақыл жүгерінің өсуі мен дамуына *Bacillus sp.* ПК-1 галофильді микроағзаның дақылдық сұйықтығымен инокуляциялау және тамырдан тыс қоректендіруді зерттеу. *Bacillus sp.* ПК-1 штамын өсіру 220 айн/мин шайқағышта 28 °С температура аралығында 72 сағат бойы ЕПА (ет пептонды агар) (50,0 г/л NaCl, рН 7.1) қоректік ортасында өсірілді. *Bacillus sp.* ПК-1 штамының дақылдық сұйықтығымен жүгері дақылының тұқымдарын өңдегенде, өсімдіктің өнімі 15–35 % артты. Екі қайтара тамырдан тыс өңдегенде жүгері өсімдігінің өсіп, өнуі артып, тамырының салмағының 50 % арттыруына себеп болатыны тұрақталды. Біздің жүргізген зерттеулерде, Түркістан облысының суармалы тұздалған топырағы жағдайында дәнді дақыл жүгерінің өсуі мен дамуына аборигенді галофильді микроағза *Bacillus sp.* ПК-1 штамын келешекте жаңа биопрепараттардың негізі ретінде қолдануға болатындығы анықталды. Жүгерінің дәнді дақылдарының өсуі мен дамуын арттыру үшін оны топырақ биоценоздарына жерсіндіру үшін пайдалану мүмкіндігі көрсетілген.

Түйін сөздер: жүгері дәні, тұзға төзімді микроағзалар, PGPR бактериялары, *Bacillus*, өсуді тездеткіш белсенділік.

Сокращения и обозначения

МПА – мясо пептонный агар; МПБ – мясо пептонный бульон.

Введение

Засоленность почвы является ключевым экологическим фактором, сдерживающим продуктивность почвы и сельскохозяйственных культур. В разных частях мира производительность сельского хозяйства снижается в основном из-за засухи и засоления. В связи с этим, биологические методы управления стрессом от засоления являются хорошей альтернативой и галотолерантные бактерии могут играть важную роль в смягчении стресса от засоленности. Солеустойчивые ризобактерии, способствующие росту растений (PGPR), могут играть важную роль в уменьшении стресса засоления почвы во время роста растений, а бактериальные эксудаты влияют на уменьшение стресса от засоления, за счет снижения содержания Na они способны производить гормоны, способствующие росту растений [1–4].

Известно, что засоление почв является постоянной угрозой для урожайности сельскохозяйственных культур и экологии почв во всем мире. Абиотические стрессы, в том числе солевой стресс представляют собой порочные экологические факторы, ограничивающие урожайность сельского хозяйства на всей территории Казах-

стана, в то время как спрос на продовольствие увеличивается с ростом населения. Туркестанская область является очень жарким регионом в Казахстане, здесь повсюду, кроме некоторых горных районов, испаряемость в 10 – 20 и более раз превышает количество атмосферных осадков, что вызвано продолжительным жарким и сухим летом. Наряду с преобладающим равнинным характером местности и ее общей слабой дренированностью, что способствует широкому распространению засоленных почв. Интенсивное использование плодородия орошаемых почв в годы переходного периода, неудовлетворительное состояние оросительных и коллекторно-дренажных сетей, несоответствие их технических параметров проектным нормам привело к резкому ухудшению почвенно-мелиоративных условий орошаемых массивов [5, 6].

Однако, чрезмерная концентрация соли в почве не только разрушает структуру почвы, но также влияет на поглощение питательных веществ из почвы, делая питательные вещества недоступными для поглощения растениями. Солевой стресс существенно влияет на рост, урожайность и фотосинтез и приводит к нарушению питательного баланса, а также к ионному и осмотическому стрессу [7].

Основными регионами по производству сельскохозяйственной культур кукурузы в Казахстане являются Алматинская, Жамбылская и Туркестанская области. Общая площадь воз-

делывания кукурузы – 135170 га. Валовый сбор зерна кукурузы составил 762 360,32 тонн, при средней урожайности 5,64 тонн с 1 га.

Высота растений кукурузы составляет 290-320 см, высота прикрепления початка – 125-135 см. Листья темно-зеленой окраски. Устойчив на полегание, толерантен к болезням стебля, початка и листьев. Кукуруза предъявляет повышенные требования к влаге, теплу, свету, питательным веществам и другим факторам внешней среды. Кукуруза экономно расходует почвенную влагу. На создание 1 кг сухого вещества она использует примерно 250-400 кг воды. Продолжительный вегетационный период кукурузы позволяет сформировать мощную листостебельную массу, при этом расход воды может достигать за вегетацию 3-6 тонн на 1 гектар. Кукуруза теплолюбивое растение. Семена кукурузы прорастают при температуре 8-10°C. Наиболее благоприятные для роста и развития растений в период всходы – выбрасывание метелок, среднесуточная температура составляет 20-23°C. Сорт возделываемой кукурузы является Каз-ЗП-777 – ТОО «Будан» (позднеспелый гибрид). Технология возделывания кукурузы традиционная.

В литературе имеется обширная информация о развитии сельскохозяйственных культур с атрибутом солеустойчивости, которое отнимает много времени и стоимость является непомерно высокой. Следовательно, применение солеустойчивого микробного инокулята, имеющего влияние на рост и развитие растений, является потенциально экономичной альтернативной технологией для улучшения абиотического стресса. PGPR бактерий играет значительную роль как пробиотиков для растений, стимулирующих рост растений путем увеличения скорости прорастания, роста корневых побегов, площади листьев, урожайности, содержания белка и выполняющих роль агентов биоконтроля заболеваний растений [8-11].

В литературе приведено много данных, подтверждающих разнообразие солеустойчивых бактерий, выделенных из засоленных почв, которые адаптированы в больших дозах минерализованных почвах. Например, к ним можно отнести микроорганизмы рода *Actinobacterium*, *Azospirillum*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Virgibacillus*, *Thalassobacillus*, *Planococcus*, *Sporosarcina*, стафилококк, *Halomonas*, *Halobacillus*, *Brevibacterium*, *Enterobacter*, *Terribacillus*, и *Oceanobacillus*. Для эффективного роста и развития сельскохозяйственных культур, PGPR бактерии должны размножаться в ризосфере растений и в почве.

Солеустойчивые микроорганизмы являются привлекательным кандидатом для повышения продуктивности сельского хозяйства в засоленной экосистеме [12, 13].

В настоящее время разработка и внедрение биологических приемов, улучшающих агроэкологическое состояние орошаемых земель, является актуальным направлением развития сельского хозяйства. Приемам, способствующим восстановлению экологического равновесия почвообразовательных процессов, относится применение биопрепаратов, улучшающих плодородие почвы.

Активно изучается возможность использования биопрепаратов на основе аборигенных галофильных бактерий для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в условиях засоленных почв. В связи с этим, разработка новых типов биопрепаратов на основе галофильных штаммов для сельскохозяйственных культур кукурузы, обладающих ростостимулирующим эффектом, является особенно актуальной задачей.

За последние годы наблюдается стремление к интенсивному использованию потенциального плодородия почв путем насыщения севооборота пропашными культурами, использование пашни в виде чистого пара, интенсивная обработка почвы и т.д. Одновременно снижается использование органических удобрений, наблюдается недооценка посева сидеральных культур. Если гумус является интегральным показателем плодородия почвы, источником биогенных элементов, улучшателем физико-химических и иных ее свойств, активатором биологической активности, то удобрения, повышающие содержание гумуса, также выполняют важные экологические функции. Все это приводит к активизации процессов минерализации органического вещества почв, к ухудшению ее гумусного состояния [14].

В исследовании была выделена аборигенная галотолерантная солеустойчивая бактерия рода *Bacillus sp.* ПК-1, способствующая повышению роста кукурузы.

Целью данного исследования является изучение влияния инокуляции семян и внекорневой подкормки штаммом *Bacillus sp.* ПК-1 для роста и развития кукурузы в условиях орошаемых засоленных почв Туркестанской области.

Материалы и Методы

Объектом исследования являлся штамм *Bacillus sp.* ПК-1, выделенный из экстремальной экосистемы Казахстана Туркестанской области

(Луговая орошаемая среднесуглинистая почва, Туркестанская область). Штамм выращивали на среде МПБ. Состав питательной среды (г/л) был следующим: среда: МПБ + NaCl – (50,0). Штамм культивировали в лабораторных условиях при температуре 29 °С в круговой качалке 220 об/мин в течение 72 часов. Титр бактериальных клеток составлял $1,2 \times 10^9$, что подтверждает жизнеспособность галотолерантных микроорганизмов на данной среде МПБ + NaCl – (50,0 г/л).

В условиях микрополевого опыта семена кукурузы обрабатывались культуральной жидкостью *Bacillus sp.* ПК-1 из расчета 200 мл культуральной жидкости на 2 литра воды для обработки одного гектара. В фазы 3-5 и 7-8 листьев проводилась некорневая подкормка с культуральной жидкостью *Bacillus sp.* ПК-1. Культуральную жидкость бактерии штамма *Bacillus sp.* ПК-1 использовали в качестве инокулянта для семян кукурузы сорта Каз-3П-777 – ТОО «Будан» (позднеспелый гибрид), инокулированные семена оставили на 1,5 часа для хорошего прикреплению микроорганизмов.

Для анализа вещественного состава почв использованы аналитические методы, подробно изложенные в руководстве по общему анализу почв. Лабораторные исследования проводились по следующим методикам. Определение органического вещества (гумуса) по ГОСТ 26213-91, легкогидролизуемого азота по методу Тюрина-Кононовой, подвижных соединений фосфора и калия – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-91, pH водный по ГОСТ 26423-85. Валовые формы азота – по Къельдалю, фосфора – по Гинзбург-Щегловой, калия – по Смитту.

Изучение эффективности влияния штаммов галотолерантных микроорганизмов на рост и развитие кукурузы проводим путем закладки микрополевых опытов по методике Ф.А. Юдина [15].

В данной работе, в микрополевым опыте проводились исследования по фенологическим наблюдениям в фазе (3-5) – (7-8) и фазе созревания и влияние на повышение урожайности почвы.

Для характеристики плодородия почвы отбирались пробы с глубины 0-20 см в пятикратной повторности.

Результаты и Обсуждение

Агрохимическая характеристика почвенных анализов предусматривает определение содержания основных питательных веществ в

почве (азота, фосфора и калия) в виде усвояемых и неусвояемых растениями соединений. Соединение выше перечисленных элементов обеспечивает эффективность плодородия почвы. Исходные показатели агрохимических анализов содержания в почве гумуса, валовых и подвижных макроэлементов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные агрохимические показатели содержания в светло-каштановой почве гумуса, валовых и подвижных макроэлементов

Гумус, %	pH	CO ₂	Подвижные формы, мг/кг		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2,8	8,3	0,46	36,4	45,4	415
3,4	7,8	0,50	45,5	-	-

Из таблицы 1 видно, что почва опытного участка достаточно обеспечена подвижными формами макроэлементов для роста и развития кукурузы. После обработки семян и внекорневой подкормки фазы 3-5 и 7-8 листьев культуральной жидкостью штамма *Bacillus sp.* ПК-1 количество газа CO₂ существенно повышается на 0,04 %.

По результатам анализов наблюдаются незначительное снижение уровня pH, где весной было отмечено максимальное значение – 8,3, следующей осенью оно снизилось до 7,8. Установлено, что почва опытного участка является слабощелочной.

По данным исследований, одним из биологических активных ингредиентов, находящихся в почве и способствующих гумусообразованию и повышению плодородия, является углерод, который образуется при разложении углекислого газа CO₂ [16, 17].

Еще одним несомненно важным показателем, определяющий реализацию экологических функций почвы, является ее гумусное состояние. Гумус способствует накоплению и удержанию питательных для растений веществ, которые при его разложении переходят в почвенный раствор и могут потребляться растениями.

Из рисунка 1 видно, что в нашем исследовании после применения культуральной жидкости на основе штамма *Bacillus sp.* ПК-1 содержание органического вещества гумуса в верхнем 0-20 см слое почвы повышается на 0,6 %.

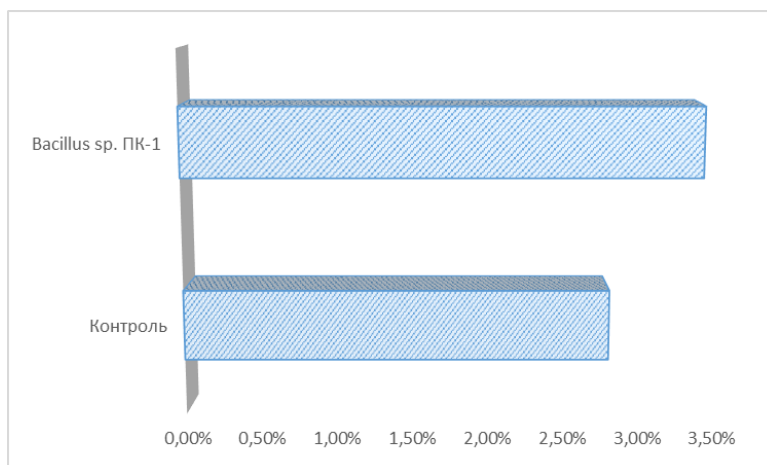


Рисунок 1 – Содержание органического вещества гумуса в верхнем 0-20 см слое почвы.
По оси ординат – Контроль, без обработок; обработка штаммом *Bacillus sp.* ПК-1, %

Посев кукурузы в микрополевом опыте проведен 25 апреля 2018 года, глубина заделки семян – 5-6 см. Фаза 3-5 листьев наступила 18 мая, фаза 7-8 листьев – 1 июня, фаза созревания початков – 6 августа. Качество семян определяется их энергией прорастания и всхожестью, которые могут увеличиваться или снижаться при воздействии различных факторов.

Результаты эксперимента показали, что обработка семян *Bacillus sp.* ПК-1 активизирует

процесс прорастания семян за счет ускорения биохимических процессов, повышает всхожесть семян, повышает иммунитет и стрессоустойчивость, внекорневая подкормка улучшает рост и развитие. Так, количество растений на микрополевом эксперименте на контрольном варианте без обработок в фазе 3-5 листьев составила 8,0 штук. На варианте с обработкой семян и двукратным опрыскиванием растений кукурузы количество растений несколько выше – 12 штук.

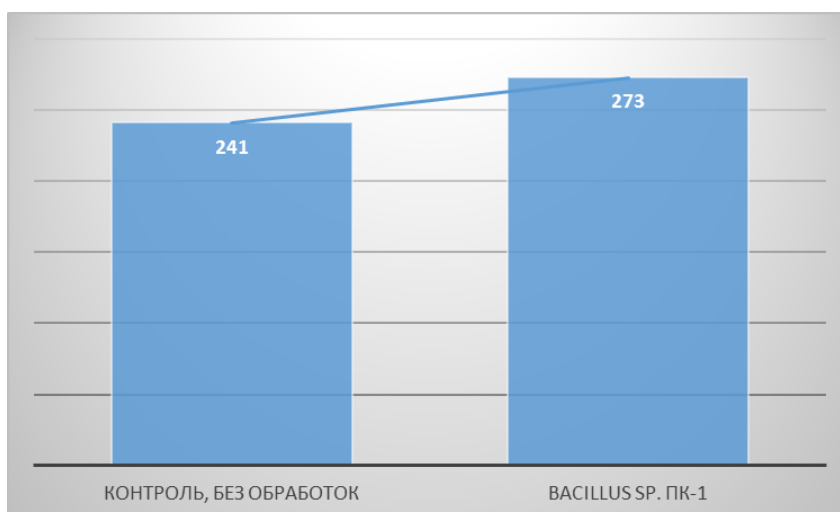


Рисунок 2 – Биометрические показатели кукурузы, см. По оси абсцис – Контроль, без обработок; обработка штаммом *Bacillus sp.* ПК-1

Применение галотолерантных микроорганизмов не только улучшает рост, развитие и продуктивность кукурузы, но оказывает влияние на развитие корневой системы кукурузы.

По результатам биометрических данных в варианте с обработкой семян кукурузы до посева и двукратной внекорневой подкормкой растений *Bacillus sp.* ПК-1 высота растений больше на

34,0 см по сравнению с контрольным вариантом (рисунок 2).

В условиях микрополевого опыта проведен учет накопления биомассы корней кукурузы по вариантам опыта. Обработка семян кукурузы и двукратное опрыскивание растений оказало положительное влияние на накопление биомассы корней. Основная масса корней кукурузы расположена на глубине 30-60 см, часть корней проникает на глубину 150-200 см. При недостатке влаги в верхнем слое в начале вегетационного периода корни распространяются вглубь, при обильном увлажнении верхнего слоя корни ветвятся у поверхности почвы. Растения с корневой системой, расположенной близко к поверхности

почвы, хуже переносят недостаток влаги во время цветения, чем растения с корневой системой, проникающей глубоко. Как видно из рисунка 3, корневая система у кукурузы мочковатая, состоит из нескольких ярусов. На варианте с обработкой семян кукурузы до посева и двукратной внекорневой подкормкой растений *Bacillus sp.* ПК-1 корневая система растений больше на 10,2 см по сравнению с контролем.

Таким образом, наглядным примером преимущества является разница между корневой системой кукурузы на контроле без обработок по сравнению с обработанным вариантом культуральной жидкостью штамма *Bacillus sp.* ПК-1 (рисунок 3).



А – Контроль (без обработок)

В – обработка семян и двукратная внекорневая подкормка растений

Рисунок 3 – Общий вид корневой системы кукурузы

Заключение

Галотолерантный микроорганизм штамма *Bacillus sp.* ПК-1, выделенный из орошаемых почв Туркестанской области, способствует ро-

сту и развитию зерновых культур кукурузы и применяется для обработки семян и внекорневой подкормки растений кукурузы.

Установлено, по результатам проведенных в условиях микрополевого испытания галотоле-

рантный штамм *Bacillus sp.* ПК-1 может рассматриваться как перспективный штамм для создания биопрепарата для орошаемых засоленных почв Туркестанской области для зерновых культур кукурузы. Показана возможность его использования для интродукции в почвенные биоценозы для повышения роста и развития зерновых культур кукурузы. Это свойство особенно важно для растениеводства Туркестанской области, в которой засоленные почвы в общем объеме земельных ресурсов занимают 107 тыс. гектаров засолены от средней до очень сильной степени.

Выводы

Таким образом, предпосевная обработка семян кукурузы культуральной жидкостью штам-

мом *Bacillus sp.* ПК-1 повышает всхожесть на 10-40 %. Двукратная внекорневая подкормка растений кукурузы усиливает рост и развитие растений, количество початков составляет в обработанном варианте 2 штуки на одно растение, а также способствует увеличению биомассы корней на 50 %.

Работа выполнена в рамках проекта «Проблемы орошаемых засоленных почв Туркестанской области и их решение на основе применения инновационной технологии повышения плодородия почв и урожайности», Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, НАО «Национальный аграрный научно-образовательный центр (НАО «НАНОЦ»).

Литература

1. Banerjee A., Sarkar S., Cuadros-Orellana S., Bandopadhyay R. Exopolysaccharides and Biofilms in Mitigating Salinity Stress: The Biotechnological Potential of Halophilic and Soil-Inhabiting PGPR Microorganisms. In: Giri B., Varma A. (eds) Microorganisms in Saline Environments: Strategies and Functions // Soil Biology. – 2019. – Vol. 56. – Springer, Cham DOIhttps://doi.org/10.1007/978-3-030-18975-4_6.
2. Kasim W.A., Osman M.E., Omar M.N., Abd El-Daim I.A., Bejai S., Meijer J. Control of drought stress in wheat using plant-growth promoting bacteria // Journal of Plant Growth Regulation. – 2012. – Vol. 32, Iss. 1. – P. 122-130.
3. Bais H.P., Weir T.L., Perry L.G., Gilroy S., Vivanco J.M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms // Annu. Rev. of Plant Biol. – 2006. – Vol. 57. – P. 233-266.
4. Akiyoshi D.E., Regier D.A., Gordon M.P. Cytokinin production by Agrobacterium and Pseudomonas spp. // Journal of Vacteriology. – 1987. – Vol. 169, Iss. 9. – P. 4242-4248.
5. Сағымбаев С. Арал өңіріндегі суармалы жерлердің қазіргі жағдайы, егіншілік саласын әртараптандыру, күріш және дәстүрлі емес дақылдарды келешекте қолдану // Доклад Республиканской научно-практической конференции. – Шымкент, 2006. – С.14-18.
6. Отаров А.А., Ибраева М.А., Усипбеков В. Краткая характеристика почвенного покрова и анализ современного состояния плодородия почвы Южно-Казахстанской области // Журнал Почвоведение и агрохимии. – 2008, №1. – С. 68-76.
7. Ondrasek G., Rengel Z., Veres S. Soil salinization and salt stress in crop production. In: Shanker A (ed) Abiotic stress in plants— mechanisms and adaptations. InTech, Rijeka. – 2011. – P.171–190.
8. Laslo E., Gyorgy E., Mara G., Tamas E., Abraham B., Lanyi S. Screening of plant growth promoting rhizobacteria as potential microbial inoculants // Crop Protection. – 2012. – Vol. 40. – P.43–48.
9. Verma J.P., Yadav J., Tiwari K.N., Jaiswal D.K. Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India. // Soil Biol Biochem. – 2014. – Vol. 70. – P. 33–37
10. Verma V., Ravindran P., Kumar P.P. Plant hormone-mediated regulation of stress responses // BMC Plant Biology. – 2016. – Vol. 16, Iss. 1. – P. 86-88.
11. Ibragimova S., Revin V., Zakharkina A. Obtaining of biopreparations for plant protection against phytopathogens // Journal of Biotechnology. – 2014. – Vol. 185. – P. 567-569.
12. Bloemberg G.V., Lugtenberg B.J. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria // Curr Opin Plant Biol. – 2001. – Vol. 4. – P. 343–350.
13. Feng Y., Shen D., Song W. Rice endophyte *Pantoea agglomerans* YS19 promotes host plant growth and affects allocations of host photosynthates // Journal Appl Microbiol. – 2006. – Vol.100. – P. 938–945.
14. Структурно функциональная роль почвенной биоты в биосфере / Г.В. Добровольская, И.П. Бабаева, Л.Ж. Богатырев и др. / Отв. ред. Г.В. Добровольская. – М.: Наука, 2003. – 364 с.
15. Юдин Ф.А. Методика агрономических исследований. – М., 1980 – 251 с.
16. Пиндак В.И., Лобойко В.Ф., Кутузов Д.С. Повышения плодородия почвы за счет углекислоты // Известия Нижневольского агроуниверситетского комплекса, Агрономия и лесное хозяйство. – 2008, №4 (12). – С. 1-5.
17. Аринушкина Е.Р. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 489 с.

References

1. Banerjee, A., Sarkar, S., Cuadros-Orellana, S. and Bandopadhyay, R. "Exopolysaccharides and Biofilms in Mitigating Salinity Stress: The Biotechnological Potential of Halophilic and Soil-Inhabiting PGPR Microorganisms. [In: Giri B., Varma A. (eds) *Microorganisms in Saline Environments: Strategies and Functions*]. Soil Biology 56. (2019).
2. Kasim, W.A., Osman, M.E., Omar, M.N., Abd El-Daim, I.A., Bejai, S. and Meijer, J. "Control of drought stress in wheat using plant-growth promoting bacteria" *Journal of Plant Growth Regulation* 32. (2012): 122-130.
3. Bais, H.P., Weir, T.L., Perry, L.G., Gilroy, S., Vivanco, J.M. "The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms" *Annu. Rev. of Plant Biol* 57. (2006): pp. 233-266.
4. Akiyoshi, D.E., Regier, D.A. and Gordon, M.P. "Cytokinin production by *Agrobacterium* and *Pseudomonas* spp." *Journal of Vacteriology* 169. (1987): 4242-4248.
5. Safymbaev, S. "Aral ömirindegi suarmal' zherlerdiñ qazirgi zhardajy, eginshilik salasyn ertaraptandyru, kyrish zhəne dastyrlı emes dakylardy esiru perspektivalary" [The current state of irrigated lands in the Aral sea region, diversification of agriculture, promising use of rice and non-traditional crops]. *Doklady respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Shymkent. (2006): 14-18. (In Kazakh).
6. Otarov, A.A., Ibraeva M.A., Usipbekov M., Wilkomirski B., Suska-Malawska M. "Kratkaya harakteristika pochvennogo pokrova i analiz sovremennogo sostoyaniya plodorodiya pochv YUzhno-Kazahstanskoj oblasti" [Brief description of soil cover and analysis of the current state of soil fertility in South Kazakhstan region]. *ZHurnal Pochvovedenie i agrohimiya*, No 21. (2008): 68-76. (In Russian).
7. Ondrasek, G., Rengel, Z., Veres, S. Soil salinization and salt stress in crop production. [In: Shanker A. *Abiotic stress in plants— mechanisms and adaptations*]. InTech, Rijeka, 2011.
8. Laslo, E., Gyorgy, E., Mara, G., Tamas, E., Abraham, B. and Lanyi, S. "Screening of plant growth promoting rhizobacteria as potential microbial inoculants" *Crop Protection* 40. (2012): 43-48.
9. Verma, J.P., Yadav, J., Tiwari, K.N., Jaiswal, D.K. "Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India". *Soil Biol Biochem*. 70 (2014): 33–37.
10. Verma, V., Ravindran, P., Kumar, P.P. "Plant hormone-mediated regulation of stress responses" *BMC Plant Biology* 16 (2016): 86-88.
11. Ibragimova, S., Revin, V., Zakharkina, A. "Obtaining of biopreparations for plant protection against phytopathogens". *Journal of Biotechnology* 185 (2014): 567.
12. Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J. "Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria" *Curr Opin Plant Biol*. 4 (2001): 343–350.
13. Feng, Y., Shen, D., Song, W. "Rice endophyte *Pantoea agglomerans* YS19 promotes host plant growth and affects allocations of host photosynthates" *Journal Appl Microbiol*. 100 (2006): 938–945.
14. Dobrovol'skij, G.V., Bab'eva, I.P., Bogatyrev, L.G. i dr. *Strukturno-funkcional'naya rol' pochv i pochvennoj bioty v biosfere* [Structural and functional role of soil biota in the biosphere]. Otv. red. G.V. Dobrovol'skij. M.: Nauka, 2003. (In Russian).
15. Yudin, F.A. *Metodika agrohimicheskikh issledovanij* [Methods of agronomic research]. M., 1980. (In Russian).
16. Pyndak, V.I., Lobjko, V.F., Kutuzov, D.S. "Povysheniya plodorodiya pochvy za schet uglekisloty" [Increase soil fertility due to carbon dioxide]. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa, Agronomiya i lesnoe hozyajstvo* 4, No. 12. (2008): 1-5. (In Russian).
17. Arinushkina, E. P. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv* [Manual of chemical analysis of soils]. M.: MSU, 1977. (In Russian).

МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

Шолу мақалалары – Review article – Обзорные статьи

Каримов Б.К., Аладин Н.В., Плотников И.С., Кайзер Д.

Состояние и возможное будущее Аральского моря и гидросистем Южного Приаралья в антропоцене 4

1-бөлім Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері	Section 1 Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protectiony	Раздел 1 Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды
<i>Сапаров А.С., Токсеитов Н., Карабаева И.Ж., Серикбай Г.Б., Абай А.К., Ултанбекова Г.Д., Сыдыкбекова Р.К.</i> Влияние галофильных микроорганизмов <i>BACILLUS SP.</i> ПК-1 на рост и развитие кукурузы в условиях орошаемых засоленных почв Туркестанской области 18		
<i>Iliyassova A.I., Lovinskaya A.V., Kolumbaeva S.Zh., Abilev S.K.</i> Genotoxic and protective activity of extracts from <i>Inula Britannica</i> (Fam. Compositae) in the body of laboratory mice..... 26		
<i>Терлецкая Н.В., Алтаева Н.А., Ережесова У., Зорбекова А.Н.</i> Морфофизиологические аспекты изучения засухоустойчивости межвидовых гибридов пшеницы 36		
<i>Алимбетова З.Ж., Димеева Л.А., Сатекеев Г.К.</i> Опыт закрепления подвижных песков в поселке Аралкум 45		

2-бөлім Қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау	Section 2 Assessment of environmental pollution on biota and health	Раздел 2 Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения
<i>Алмежанова М.Д., Шораева К.А., Тлепов А.А., Туменбаева Н.Т., Мухамид Н.Н., Закарья К.Д., Султанкулова К.Т.</i> Подбор и оптимизация компонентного состава тест-системы для лабораторной диагностики нодулярного дерматита методом ПЦР 58		
<i>Кенжетасов Г.Ж., Серикбаева А.К., Маккаев П.Н., Сырлыбекқызы С., Джаналиева Н.Ш.</i> Экологический мониторинг морской части Каспийского моря в пределах территории города Актау 67		

3-бөлім Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері	Section 3 Actual problems of biodiversity conservation	Раздел 3 Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия
<i>Хасенгазиева Г.К., Мамитов Н.Ш.</i> Разнообразие гидробионтов дельты р. Иле в условиях меняющейся антропогенной нагрузки 78		
<i>Sypabekkyzy G., Rakhimova Y.V., Yermekova B.D., Kyzmetova L.A., Assylbek A.M.</i> Smut fungi of Zailiysky Alatau: species composition, host range and distribution features 87		