

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

ГРНТИ 34.27.19

А.С. Сапаров^{1,2}, Г.Д. Ултанбекова¹, F. Eulenstein³, Г.А. Сапаров^{1,2}, Н. Токсеитов¹**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ
ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У.Успанова, 050060, г.Алматы, пр.Аль-Фараби,75В, Казахстан,
e-mail: ultanbekova77@mail.ru

²ТОО «Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии (Алматы), 050060, г.Алматы, пр. Аль-Фараби, 75В, Казахстан,
e-mail: saparov.g@mail.ru

³Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) e.V., 8415374,
Muencheberg, Eberswalder Strasse, Germany,
e-mail: feulenstein@de

Аннотация. Сохранение биологической активности орошаемых засоленных почв играет важную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и в формировании у растений устойчивости к биотическому и абиотическому стрессу. При этом использование биоудобрений и биопрепаратов на основе эффективных микроорганизмов обеспечивает растения элементами минерального питания, повышает биологическую активность почв и является основой сохранения и повышения плодородия малопродуктивных почв. В обработанных вариантах Cuxin Hangeretunien, Cuxin Redu-BAC, Cuxin Zim merpflanzen, сульфатом железа и биоудобрением на основе штамма *Bacillus amyloliquefaziens* FZB 42, численность псевдомоноса составила 10^7 КОЕ/г, это наиболее высокий показатель уровня данного рода и эффективности применяемого биоудобрения. В летний период в исследуемых образцах почв наблюдалось снижение численности актиномицетов, которая составила 10^3 КОЕ/г, в варианте Cuxin Redu-BAC, осенью численность актиномицетов снизилась на степень 10^2 КОЕ/г, а в остальных вариантах роста не наблюдалось. Сезонная динамика микромицетов и уровень численности грибов, составили 10-20 % от общего количества микроорганизмов в почве. Установлен высокий уровень (100 %) присутствия популяции рода *Azotobacter*.

Ключевые слова: почва, плодородие почв, биологическая активность почв, эффективные микроорганизмы, урожайность, засоленные почвы, биоудобрения и биологические препараты

ВВЕДЕНИЕ

Проблема роста засоленности орошаемых почв Туркестанской области привели к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. По информации сайта информационного агентства «КазахЗерно.kz» в прошедшем сельскохозяйственном году Туркестанская область рапортовала о росте объема валовой продукции в сфере растениеводства, который в денежном выражении составил 286,3 млрд тенге. По сравнению с 2017 годом рост составил 6,5 процента. Если же говорить об урожайности, то согласно статистическому отчету, в 2018 году по

сравнению с 2017 годом урожайность зерновых (включая рис) и зернобобовых культур снизилась на 4,9 % и составила 20,1 ц/га, а у пшеницы — 17, 8 ц/га. 2018 год более урожайным оказался для хлопка-сырца, средняя урожайность которого составила 25,7 ц/га, картофеля (рост на 6,3 %), овощей открытого грунта (на 2,4 %), виноградника (на 10,2 %). По результатам этих данных можно увидеть, что урожай полученный в орошаемых засоленных почвах Туркестанской области не очень высокий. Урожай пшеницы в 2016 году составил в среднем до 22 ц/га. Хотя ранее

урожайность достигала 33 ц/га. При этом на богаре урожайность доходила до 30 с лишним центнеров с гектара, а на поливных - до 50. Это говорит о том, что в области, показатель урожайности обуславливается в основном увеличением площадей, что с экономической точки зрения ненормально [1].

В связи с чем, одну из главных причин снижения продуктивности сельскохозяйственных культур и ухудшения плодородия почв следует искать в несоблюдении научно-обоснованных севооборотов, системы земледелия и системы применения удобрений. В этой связи наблюдается очень низкий уровень плодородия почв и высокая засоленность орошаемых земель. Для решения данной проблемы ученые ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова» с 2013 года на засоленных землях проводят научные исследования в условиях Туркестанской области и ими разработан ряд инновационных технологий. С 2017 года совместно с учеными Центра агроландшафтных исследований (Германия) проводятся комплексные исследования с новыми формами удобрений на основе эффективных микроорганизмов в рамках НТП «Проблемы орошаемых засоленных почв Туркестанской области и их решение на основе применения инновационной технологии повышения плодородия почв и урожайности».

В связи с этим ученые Института уделяют особое внимание исследованиям по повышению биологической активности почв засоленных земель и продуктивности сельскохозяйственных культур при орошении с использованием биопрепаратов на основе эффективных микроорганизмов и инновационных технологий.

В целом, биологическая активность почв зависит от численности

эколого-трофических групп и активных микроорганизмов, содержания минеральных и органических веществ, а также ризосферы растений. Биодоброудобрения и биопрепараты, состоящие из гуминовых веществ и микроорганизмов, функция которых при применении к растениям стимулирует естественные процессы улучшения плодородия почв и формирование устойчивости растений к биотическому и абиотическому стрессу, благодаря таким факторам улучшается микробиологическая природа и качество урожая [2]. Биологические свойства почвы прямо или косвенно влияют на выход сельскохозяйственной продукции, для чего необходим анализ данных показателей длительного применения той или иной технологии обработки почвы [3].

Для обнаружения и выделения из почвы представителей эколого-трофических групп микроорганизмов применяются различные методы. Основой всех методов является использование специальных селективных сред для культивирования микроорганизмов.

Успешное изучение численности почвенных микроорганизмов невозможно без глубокого знания механизмов процессов, происходящих в почве. Важным этапом исследований является комплексное изучение состава микробиоценозов в исследуемых образцах почвы, для выявления присутствия различных групп почвенных микроорганизмов, включая фитопатогенные грибы и различные группы бактерий.

Фосфор в почве содержится в основном в виде труднодоступных минеральных и органических соединений, которые становятся доступными для растений только после их мобилизации микроорганизмами [4].

Исследованиями ученых установлен учет микроорганизмов, растворяющих ортофосфаты кальция. Фосфатрастворяющие микроорганизмы выяв-

ляют при посеве почвенной суспензии (соответствующего разведения) в чашки Петри с агаризованной средой по зонам растворения фосфата вокруг колоний бактерий, актиномицетов, грибов, растворяющих фосфаты, образуются зоны просветления [5].

Микроорганизмы рода *Azotobacter* обладают повышенной чувствительностью к влажности, температуре, кислотности, аэрации и токсичности, что дает возможность считать их индикатором экологического состояния почв. Микроорганизмы рода *Azotobacter* характеризуются высокой способностью фиксировать молекулярный азот атмосферы, растворять труднодоступные фосфаты почвогрунтов и удобрений, выделять физиологически активные вещества и соединения, обладающие фунгистатическим и стимулирующим действием на рост и развитие растений. А также, они хорошо приживаются в корневой зоне и имеют высокую степень колонизации корней растений. В процессе аммонификации участвуют бактерии представители грибов порядка родов *Aspergillus* и родов *Pseudomonas*, *Bacillus* [6].

В настоящей работе впервые проводятся комплексные исследования по изучению состава микробиоценозов на орошаемых засоленных почвах в Туркестанской области. Для решения данной проблемы нами проводились исследования по изучению биологической активности почв в данном регионе.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В экспериментах использовали удобрения: *Cuxin Hangepetunien*, *Cuxin Redu-BAC*, *Cuxin Zimmerpflanzen*, Сульфат железа, *Bacillus amyloliquefaziens* FZB 42, бактериальная смесь пяти лигнитных элюатов на основе лигнита, *DCM Redu-BAC* в опытном участке на полях КХ «Оркен» в Шаульдерском массиве орошения Туркестанской области координаты (N 42,82156 E 68,37222 H-189).

Опыты проводились на фоне зональной системы земледелия. Объектом исследования является лугово-сероземная орошаемая среднесуглинистая почва. Мощность гумусового горизонта А+В=40 см. Пахотный горизонт характеризуется низким содержанием гумуса - 1,2 %, легкогидролизуемой формой азота - 28,9 мг/кг и средним количеством подвижного фосфора - 16,0 мг/кг (по Мачигину) и повышенной обеспеченностью обменным калием - 343,3 мг/кг. По степени кислотности почвы сильнощелочные - рН=9,22. По засолению почвы опытного участка имеют слабую степень.

Лабораторные исследования состава микробиоценозов проводились на следующих питательных средах (№ 1-10): МПА (учет ОМЧ и спорообразующих микроорганизмов), голодный агар (учет олиготрофов), *Actinomycete isolation agar* (учет актиномицетов); КАА (крахмало-аммиачный агар); *Sabouraud dextrose agar* (учет дрожжей); *Pseudomonas agar* (учет псевдомонеса); Чапека (учет грибов); на среде Г. Муромцева изучали почвенные микроорганизмы, способные мобилизовать фосфор труднодоступных соединений; экстремафильные микроорганизмы на МПА (NaCl - 5,0 % и сода - 10,0 %). Разведение почвенной суспензии взяты 10^{-3} - 10^{-5} степени, объем посевной суспензии на чашки Петри составлял 100 мкл, сроки учета 3-7 сутки, культивировали в термостате при температуре $(1\pm 29)^{\circ}\text{C}$. В исследуемых образцах присутствие микроорганизмов, использующих минеральные формы азота бактерий, актиномицетов выявляли на крахмало-аммиачном агаре (КАА) и специфической среде для актиномицетов (*Actinomycete isolation*) [7].

Микрополевые опыты заложены по следующей схеме:

1. Контроль.
2. *Cuxin Hangepetunien*.
3. *Cuxin Redu-BAC*.
4. *Cuxin Zimmerpflanzen*.
5. Сульфат железа.
- 6.

FZB 42 (*Bacillus amyloliquefaziens*). 7. Бактериальная смесь пяти лигнитных элюатов на основе лигнита. 8. DCM Redu-BAC. Опыты проводились общепринятыми агрохимическими и микробиологическими методами исследования. Площадь опытной делянки - 30 м².

Статистическую обработку результатов проводили в программах STATISTICA 10.0 и Microsoft Excel 2016.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные экспериментальные данные указывают на то, что при применении разных составов удобрений в почве участвуют микроорганизмы разных систематических групп. Максимальное количество олигонитрофильных, амилотических и аэробных азотфиксирующих бактерий наблюдается в начале вегетационного

периода, когда в почве содержится достаточное количество легкодоступных органических соединений. К осени их численность заметно снижается.

С помощью микробиологического анализа в исследуемых почвах были изучены аммонификаторы, фосфатмобилизующие микроорганизмы, экстремофильные, олигонитрофилы и аэробные фиксаторы азота. Численность различных физиологических групп микроорганизмов представлена в таблицах 1- 4.

Полученные данные по сезонной динамике численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов орошаемых засоленных почв Туркестанской области, КОЕ/г почвы представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сезонная динамика численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов орошаемых засоленных почв Туркестанской области, КОЕ/г почвы

№	ОМЧ			Бациллус		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
1	(2,8±	(4,3±0,05)·10 ⁶	(4,3±0,03)·10 ⁶	(2,8±	(1,3±0,10)·10 ⁷	(1,3±0,06)·10 ⁶
2	0,10)·10 ⁶	(1,5±0,01)·10 ⁷	(2,3±0,05)·10 ⁶	0,10)·10 ⁵	(3,2±0,11)·10 ⁷	(2,9±0,09)·10 ⁶
3		(4,9±0,10)·10 ⁷	(2,9±0,10)·10 ⁷		(2,7±0,11)·10 ⁷	(1,3±0,10)·10 ⁶
4		(1,9±0,06)·10 ⁷	(1,0±0,08)·10 ⁷		(1,7±0,10)·10 ⁷	(1,2±0,08)·10 ⁶
5		(1,7±0,13)·10 ⁷	(2,1±0,09)·10 ⁷		(1,9±0,13)·10 ⁷	(1,1±0,10)·10 ⁶
6		(1,5±0,10)·10 ⁷	(5,4±0,10)·10 ⁶		(2,1±0,10)·10 ⁷	(1,2±0,10)·10 ⁶
7		(1,6±0,12)·10 ⁸	(8,9±0,09)·10 ⁶		(1,6±0,11)·10 ⁷	(1,9±0,03)·10 ⁶
8		(8,1±0,11)·10 ⁷	(1,3±0,07)·10 ⁷		(2,1±0,14)·10 ⁷	(1,9±0,04)·10 ⁶

Полученные данные (таблица 1) показывают, что в почвах с энергичными мобилизационными процессами преобладают бациллы, использующие не только азот органический, но и минеральный. В этом проявляется глубокая связь физиологии микроорганизмов со свойствами среды их обитания.

Данные сезонной динамики численности микроорганизмов показали незначительные флуктуации в течение

вегетационного периода, которые выражались величинами одного порядка. По литературным источникам, существенную роль в почвообразовании играют олиготрофы, которые составляют большую группу почвенного микронаселения [7]. Олиготрофы завершают минерализацию органических соединений, играют немаловажную роль в трансформации азота в почве. Они имеют систему активного транспорта мономерных соединений

при их низкой концентрации в окружающей среде, что обеспечивает таким микроорганизмам преимущество в условиях дефицита энергетических субстратов. В данном исследовании эти явления наблюдались в весенне-летний период во всех исследуемых почвенных образцах, численность олиготрофов составляла 10^6 - 10^7 КОЕ/г.

В исследованных почвах (таблица 2) олиготрофы составляли 10^6 , которым для существования необходимо низкое содержание органики в среде. Данная

группа микроорганизмов способна усваивать неорганические формы тем самым, переводя его в доступные для растений соединения. При применении удобрений на основе *Bacillus amyloliquefaciens* FZB 42 численность олиготрофных бактерий в летний период составило $(8,6 \pm 0,10) \cdot 10^6$, что является высоким показателем. Преобладание группы олиготрофных бактерий объясняется особенностью орошаемых почв Туркестанской области.

Таблица 2 – Сезонная динамика численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов орошаемых засоленных почв Туркестанской области, КОЕ/г почвы

№	Олиготрофные		Актиномицеты	
	Весна	Лето	Весна	Лето
1	$(4,3 \pm 0,11) \cdot 10^6$	$(3,1 \pm 0,11) \cdot 10^6$	$(6,9 \pm 0,15) \cdot 10^6$	$(2,0 \pm 0,15) \cdot 10^3$
2		$(2,6 \pm 0,10) \cdot 10^6$		$(3,2 \pm 0,10) \cdot 10^4$
3		$(2,1 \pm 0,12) \cdot 10^6$		$(5,0 \pm 0,14) \cdot 10^3$
4		$(3,2 \pm 0,14) \cdot 10^6$		$(8,0 \pm 0,11) \cdot 10^3$
5		$(4,1 \pm 0,16) \cdot 10^6$		$(1,0 \pm 0,10) \cdot 10^6$
6		$(8,6 \pm 0,10) \cdot 10^6$		$(8,0 \pm 0,10) \cdot 10^3$
7		$(1,1 \pm 0,11) \cdot 10^6$		$(1,0 \pm 0,11) \cdot 10^3$
8		$(2,3 \pm 0,12) \cdot 10^6$		$(7,0 \pm 0,13) \cdot 10^3$

Таким образом, многие формы олигонитрофилов могут фиксировать атмосферный азот, и именно этим определяется их высокая численность в весенне-летний период, а осенний период численность данных групп снижается.

Установлено, что относительная численность олиготрофов в летний период в других пробах намного ниже, чем в весенний период. Это может быть объяснено тем, что в сухом климате минерализация органических соединений проходит медленно. Во многих литературных источниках приведены данные, что при условии достаточного увлажнения жизнедеятельность микроорганизмов более энергична, органические остатки быстро разрушаются и олиготрофы размножаются более активно [8].

В составе микроорганизмов, разрушающих безазотистые органические вещества, были выделены актиномицеты. Увеличение численности актиномицетов свидетельствует о глубоких и интенсивных процессах минерализации органических веществ биологического круговорота. Чаще всего в летний период встречались актиномицеты, образующие белые и серые колонии.

Установлено, что в летний период во всех исследуемых образцах наблюдается снижение численности актиномицетов, которая составила 10^3 КОЕ/г, в обработанном варианте *Cuxin Redu-BAC* осенью численность актиномицетов снизилось на степень 10^2 КОЕ/г и в остальных вариантах роста не наблюдалось. Высокое содержание актиномицетов в почвах

летом, по всей видимости, обусловлено жаркими засушливыми условиями орошаемых почв Туркестанской области. Микромицеты более активны, чем бактерии, они колонизируют субстрат из-за особенностей роста мицелия и его высокой проникающей способности. Данная физиологическая группа микроорганизмов встречается в почвах невысокой численностью популяции, а

также является неотъемлемой частью микробного сообщества. Полученные данные по сезонной динамике численности бактерий, использующих минеральные формы азота, выращенных на среде КАА, дрожжей, псевдомонсов и мицелиальных грибов орошаемых засоленных почв Туркестанской области представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3 – Сезонная динамика численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов орошаемых засоленных почв Туркестанской области, КОЕ/г почвы

№	КАА			<i>Sabouraud</i>	
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето
1	$(3,0 \pm 0,11) \cdot 10^7$	$(2,5 \pm 0,14) \cdot 10^7$	$(2,0 \pm 0,14) \cdot 10^6$	$(6,6 \pm 0,14) \cdot 10^5$	$(1,9 \pm 0,10) \cdot 10^6$
2		$(3,1 \pm 0,14) \cdot 10^7$	$(4,0 \pm 0,14) \cdot 10^5$		$(1,3 \pm 0,10) \cdot 10^6$
3		$(2,4 \pm 0,10) \cdot 10^7$	$(1,3 \pm 0,14) \cdot 10^7$		$(2,1 \pm 0,12) \cdot 10^6$
4		$(1,2 \pm 0,11) \cdot 10^7$	$(5,0 \pm 0,14) \cdot 10^5$		$(1,0 \pm 0,14) \cdot 10^6$
5		$(7,7 \pm 0,14) \cdot 10^7$	$(2,3 \pm 0,14) \cdot 10^7$		$(1,2 \pm 0,10) \cdot 10^6$
6		$(4,3 \pm 0,11) \cdot 10^7$	$(1,0 \pm 0,14) \cdot 10^6$		$(1,7 \pm 0,10) \cdot 10^6$
7		$(3,9 \pm 0,14) \cdot 10^7$	$(4,7 \pm 0,14) \cdot 10^6$		$(1,5 \pm 0,10) \cdot 10^6$
8		$(3,7 \pm 0,11) \cdot 10^7$	$(1,1 \pm 0,14) \cdot 10^7$		$(1,0 \pm 0,10) \cdot 10^6$

Таблица 4 – Сезонная динамика численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов орошаемых засоленных почв Туркестанской области, КОЕ/г почвы

№	<i>Pseudomonas</i>			Чапека		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
1	$(5,4 \pm 0,12) \cdot 10^6$	$(7,3 \pm 0,14) \cdot 10^6$	$(4,2 \pm 0,14) \cdot 10^6$	$(1,8 \pm 0,13) \cdot 10^3$	$(1,1 \pm 0,14) \cdot 10^3$	0
2		$(2,7 \pm 0,13) \cdot 10^7$	$(2,9 \pm 0,13) \cdot 10^7$		$(1,8 \pm 0,14) \cdot 10^3$	$(1,0 \pm 0,14) \cdot 10^2$
3		$(2,5 \pm 0,12) \cdot 10^7$	$(1,7 \pm 0,12) \cdot 10^7$		$(1,5 \pm 0,14) \cdot 10^3$	$(1,0 \pm 0,14) \cdot 10^2$
4		$(2,4 \pm 0,14) \cdot 10^7$	$(8,4 \pm 0,14) \cdot 10^6$		$(1,4 \pm 0,14) \cdot 10^3$	0
5		$(1,3 \pm 0,13) \cdot 10^7$	$(2,2 \pm 0,13) \cdot 10^7$		$(1,0 \pm 0,12) \cdot 10^3$	$(1,0 \pm 0,14) \cdot 10^2$
6		$(2,4 \pm 0,12) \cdot 10^7$	$(4,1 \pm 0,12) \cdot 10^6$		$(5,0 \pm 0,13) \cdot 10^3$	0
7		$(1,0 \pm 0,14) \cdot 10^7$	$(2,2 \pm 0,14) \cdot 10^6$		$(2,0 \pm 0,14) \cdot 10^3$	0
8		$(3,7 \pm 0,11) \cdot 10^7$	$(1,1 \pm 0,14) \cdot 10^7$		$(2,0 \pm 0,14) \cdot 10^3$	0

Среди микроскопических грибов наиболее часто встречались представители родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* (таблица 4). В контрольном варианте и образцах с применением удобрений *Cuxin Hangepetunien*, *Cuxin Redu-BAC*, *Cuxin Zimmerpflanzen* в почве отмечено преобладание фитопатогенных грибов родов *Fusarium* и *Alternaria*. Кроме того, в контрольном варианте наблюдалось присутствие грибов рода *Penicillium*, а в обработанных вариантах *Cuxin Redu-BAC* и *Bacillus amyloliquefaziens FZB 42*, рода *Aspergillus*. По литературным данным некоторые виды *Fusarium* и *Aspergillus* свойственны только щелочным почвам, что подтверждается нашими исследованиями.

Установлено, что в исследуемых почвенных образцах инфекционный фон грибной биоты в летний и весенний период наблюдается на одном уровне 10^3 КОЕ/г. В образцах с применением удобрений *Cuxin Hangepetunien*, *Cuxin Redu-BAC* и сульфатом железа в осенний период присутствие мицелиальных грибов снижается на степень и составляет 10^2 КОЕ/г, а в остальных вариантах грибы не обнаружены. Микромицеты, преобладающие численностью более 30 %, можно считать крайне не благоприятным фактором с экологической и агрономической точки зрения, а почву на пашне - не здоровой [8].

Разложение органических азотсодержащих соединений осуществляется, главным образом, аммонифицирующими бактериями, переводящими белковый азот в доступную для растений форму, численность группы микроорганизмов, выделяемых на средах с минеральными источниками азота, показывают потенциальную способность микробного сообщества иммобилизовать азот в микробной биомассе.

Как видно из приведенных данных, в исследуемых образцах в составе микрофлоры доминируют представители бактерий неспоро-

образующей формы. Это доказывает, что в летний период бактерии *Pseudomonas* являются пионерами освоения органических растительных остатков. В летний период присутствие бактерий рода *Pseudomonas* в исследуемых вариантах *Cuxin Hangepetunien*, *Cuxin Redu-BAC*, *Cuxin Zimmerpflanzen*, сульфата железа и биоудобрений на основе штамма *Bacillus amyloliquefaziens FZB 42* составило 10^7 КОЕ/г, это показатель наиболее высокого уровня данного рода и эффективности применяемых биоудобрений. Использование биоудобрений для почв и инокуляции семян также влияет на численность экстремофильных микроорганизмов. В ходе эксперимента установлено, что численность экстремофильных микроорганизмов в обработанных вариантах *Cuxin Zimmerpflanzen*, *Bacillus amyloliquefaziens FZB 42*, бактериальная смесь пяти лигнитных элюатов на основе лигнита, *DCM Redu-BAC* составила 10^3 КОЕ/г.

Перевод нерастворимых фосфатов в доступную для растений форму можно наблюдать в обработанных вариантах *Cuxin Redu-BAC*, *Cuxin Zimmerpflanzen*, сульфатом железа, *Bacillus amyloliquefaziens FZB 42*, бактериальная смесь пяти лигнитных элюатов на основе лигнита, *DCM Redu-BAC* их численность составляет 10^4 - 10^5 КОЕ/г. В осенний период в обработанных вариантах *Bacillus amyloliquefaziens*, *FZB 42*, бактериальной смесью пяти лигнитных элюатов на основе лигнита, *DCM Redu-BAC* численность фосфатмобилизующих микроорганизмов сохранилась.

Помимо изучения численности актиномицетов, гетеротрофных и олигонитрофильных бактерий, осенью нами проводились исследования численности азотфиксирующих бактерий. Численность аэробных азотфиксаторов в исследуемых почвенных образцах в весенний период имела наименьшее значение. В динамике сезона можно было наблюдать количественное

увеличение популяции *Azotobacter*. На наш взгляд, это обусловлено с фазой развития сельскохозяйственных культур.

Установлено, что наименьшая численность *Azotobacter* приходится на весенний период 39 %, а в летний период показатель численности азотобактера в обработанных вариантах

Cuxin Redu-BAC, *Cuxin Zimmerpflanzen DCM Redu-BAC* достигает до 100 %. В осенний период наибольшее количество аэробных азотфиксирующих микроорганизмов наблюдается в исследуемых вариантах с сульфатом железа и бактериальной смесью пяти лигнитных элюатов на основе лигнита составила 100 % (рисунок 1).

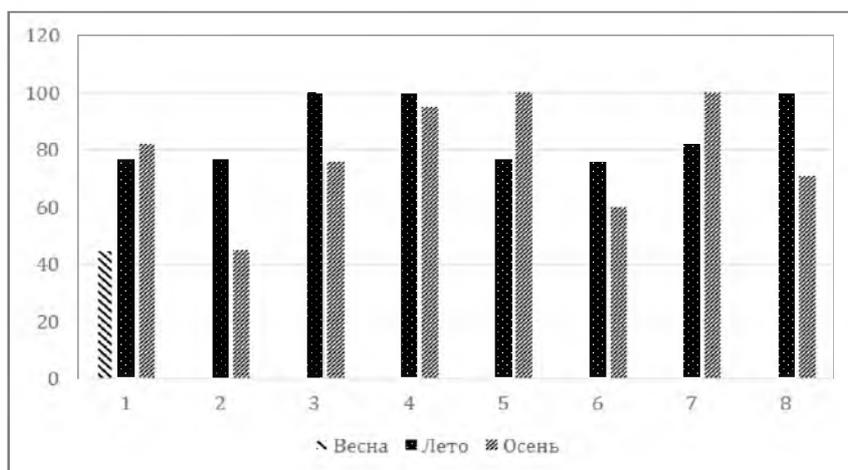


Рисунок 1 - Сезонная динамика популяции *Azotobacter* (среда Эшби) в опытном участке на полях КХ «Оркен» в Шаульдерском массиве орошения Туркестанской области с применением удобрений и без них, 100 %

Таким образом, установлено что в орошаемых засоленных почвах Туркестанской области в весенний период преобладают олиготрофы. Это свидетельствует о том, что почва богата заселена микроорганизмами.

Бактерии использующие минеральные формы азота выращенные на среде КАА в летний период составляют $(1,2 \pm 0,11) \cdot 10^7 - (7,7 \pm 0,14) \cdot 10^7$. Как правило, грибы составляют 10-20 % от общего количество микроорганизмов в почве 10^3 КОЕ/г. В осенний период в исследованных образцах обработанных сульфатом железа и бактериальной смесью элюатов на основе лигнита установлен высокий уровень присутствия популяции рода *Azotobacter*. Орошаемые почвы Туркестанской области заселены разнообразными эко-

лого-трофическими группами микроорганизмов, которые эффективно влияют на биологическую активность почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам эксперимента по изучению микробных сообществ орошаемых почв Туркестанской области, вполне можно дать оценку по общей почвенной биологической активности. Применяемые разные биоудобрения на основе эффективных микроорганизмов существенно влияют на биологическую активность почв. Внесение биоорганических удобрений, в летний период приводит к повышению численности бактерий рода *Pseudomonas* в исследуемых вариантах удобрений *Cuxin Hangepetunien*, *Cuxin Redu-BAC*, *Cuxin Zimmerpflanzen*, сульфата железа на основе

штамма *Bacillus amylo-liquefaziens* FZB 42 численность рода *Pseudomonas* в почве составляет 10^7 КОЕ/г, это показатель наиболее высокого уровня данного рода и эффективности применяемых биодобровений. При применении биологических удобрений количество актиномицетов, особенно при использовании в обработанных вариантах *Bacillus amylo-liquefaziens* FZB 42, бактериальной смесью пяти лигнитных элюатов на основе лигнита и DCM Redu-BAC в осенний период также сохранилось в обработанных вариантах *Bacillus amylo-liquefaziens* FZB 42, бактериальная смесь пяти лигнитных элюатов на основе лигнита, DCM Redu-BAC численность фосфатмобилизующих микроорганизмов сохранилось.

Установлено, что в летний период в исследуемых образцах наблюдалось снижение численности актиномицетов, которая составляла 10^3 КОЕ/г, в исследуемом варианте *Cuxin Redu-BAC* осенью численность актиномицета снизилась на степень 10^2 КОЕ/г и в остальных вариантах роста не наблюдалось.

Установлена сезонная динамика микромицетов и уровень численности грибов, их численность составляла 10-20 % от общего количества микроор-

ганизмов в почве. В условиях эксперимента, используемые биопрепараты оказали положительное действие на состав численности свободноживущих азотобактеров.

Лучшие результаты получены в осенний период в эксперименте с сульфатом железа и бактериальной смесью пяти лигнитов элюатов на основе лигнита и установлен высокий уровень (100 %) присутствия популяции рода *Azotobacter*.

Полученные данные позволили полноценно оценить динамику биологической активности и состояние почвенного плодородия орошаемых засоленных почв Туркестанской области.

В результате исследований создана коллекция экстремофильных микроорганизмов для дальнейших исследований и создания на основе аборигенных культур биоорганических удобрений, а выделенные коллекционные культуры могут служить в будущем основой для создания биоорганических удобрений на основе аборигенных перспективных штаммов экстремофильных микроорганизмов и для развития нового эффективного направления в биотехнологии сельского хозяйства Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Международное информационное агентство «Казахзерно» [Электронный ресурс]: Режим доступа <https://kazakh-zerno.net/157389-turkestan-skaya-oblast-beret-ne-urozhajnostyu-a-ob-emami/>, свободный.
- 2 Игнатъев Н.Н., Карпина Т.А. Определение массы почвенных микроорганизмов для оценки биологической активности почвы // Известия ТСХА. – Выпуск 6. – 2011. – С.84-88.
- 3 Liu H., Crawford M., Carvalhais L.C., Dang Y.P., Dennis P.G., Schenk P.M. Strategic tillage on a Grey Vertosol after fifteen years of no-till management had no short-term impact on soil properties and agronomic productivity // Geoderma. – 2016. – Vol. 267. – P. 146–155.
- 4 Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Горюнов А.В., Лыхман В.А. Применение гуминового препарата ВЮ-ДОН на посевах озимой пшеницы // Достижение науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. – №2. – С.24-26.
- 5 Захарова Н.Г., Сираева З.Ю., Демидова И.П., Егоров С.Ю. Создание биопрепаратов для сельского хозяйства // Естественные науки. – 2006. – Том 148. – С.102-111.

6 Захарова Н.Г., Илларионова И.А., Алимова Ф.К., Егоров С.Ю. Скрининг штаммов *Trichoderma*, активных против возбудителей заболеваний капусты // Вестн. Рос. Акад. сельскохоз. наук. – 2002. – № 3. – С. 38–40.

7 Теппер Е.З., Шильникова В.К. Практикум по микробиологии. – М.: Колос, 2004. – 175С.

8 Пирог Т.П., Шулякова М.А., Шевчук Т.А. Смешанные субстраты в природных условиях и биотехнологических процессах // Биотехнология АСТА. – 2013. – Т.6, №6. – 28-43.

REFERENCES

1 Mezhdunarodnoye informatsionnoye agenstvo «Kazakhzerno» [Elektronny resurs]: Rezhim dostupa <https://kazakh-zerno.net/157389-turkestan-skaya-oblast-beret-ne-urozhajnostyu-a-ob-emami/>, svobodny.

2 Ignatyev N.N., Karepina T.A. Opredeleniye massy pochvennykh mikroorganizmov dlya otsenki biologicheskoy aktivnosti pochvy // Izvestiya TSKhA. – Vypusk 6. – 2011. – S.84-88.

3 Liu H., Crawford M., Carvalhais L.C., Dang Y.P., Dennis P.G., Schenk P.M. Strategic tillage on a Grey Vertosol after fifteen years of no-till management had no short-term impact on soil properties and agronomic productivity // Geoderma. – 2016. – Vol. 267. – P. 146–155.

4 Poliyenko Ye.A., Bezuglova O.S., Gorovtsov A.V., Lykhman V.A. Primeneniye guminovogo preparata BIO-DON na posevakh ozimoy pshenitsy // Dostizheniye nauki i tekhniki APK. – 2016. – T.30. – №2. – S.24-26.

5 Zakharova N.G., Sirayeva Z.Yu., Demidova I.P., Yegorov S.Yu. Sozdaniye biopreparatov dlya selskogo khozyaystva // Yestestvennye nauki. – 2006. – Tom148. – S.102-111.

6 Zakharova N.G., Illarionova I.A., Alimova F.K., Yegorov S.Yu. Skringing shtammov *Trichoderma*, aktivnykh protiv vzbuditeley zboleваны kapusty // Vestn. Ros. Akad. selskokhozyaystv. nauk. – 2002. – № 3. – S. 38–40.

7 Tepper Ye.Z., Shilnikova V.K. Praktikum po mikrobiologii. – М.: Kolos, 2004. – 175S.

8 Pirog T.P., Shulyakova M.A., Shevchuk T.A. Smeshannyye substraty v prirodnykh usloviyakh i biotekhnologicheskikh protsessakh // Biotekhnologiya ASTA. – 2013. – Т.6, №6. – 28-43.

ТҮЙІН

А.С. Сапаров^{1,2}, Г.Д. Ултанбекова¹, Ф. Eulenstein³, Г.А. Сапаров^{1,2}, Н. Токсеитов¹
ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ СУАРМАЛЫ ТҰЗДАНҒАН ТОПЫРАҚЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ
БЕЛСЕНДІЛІГІ

¹ *Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75В, Қазақстан, e-mail: ultanbekova77@mail.ru*

² *"Орталық Азия экология және қоршаған орта Ғылыми-зерттеу орталығы" ЖШС (Алматы), 050060, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75В, Қазақстан, e-mail: saparov.g@mail.ru*

³ *Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) e.V., Eberswalder Strasse, 84 15374, Muencheberg, Germany, e-mail: feulenstein@zalf.de*

Суармалы тұзды топырақтардың биологиялық белсенділігінің сақталуы дақылдардың өнімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады, соның ішінде өсімдіктерде

биотикалық және абиотикалық күйзелістерге тұрақтылықты қалыптастыру. Бұл жағдайда биологиялық тыңайтқыштар мен тиімді микроағзаларға негізделген биологиялық өнімдерді пайдалану өсімдіктерді минералды қоректену элементтерімен қамтамасыз етеді, топырақтың биологиялық белсенділігін арттырады және төмен өнімді топырақтың құнарлылығын сақтау мен жоғарылатуға негіз болады. Cuxin Hangepetunien, Cuxin Redu-BAC, Cuxin Zim merpflanzen, темір сульфаты және *Bacillus amyloliquefaziens* FZB 42 штаммына негізделген био-тыңайтқыштың өңделген нұсқаларында псевдомоналар саны 10^7 CFU / г құрайды, бұл осы қолданылған биологиялық тыңайтқыштардың ең жоғары деңгейінің көрсеткіші болып табылады. Жазғы кезеңде зерттелген үлгілерде актиномицеттер санының төмендеуі байқалады, олардың саны 10^3 КҚБ/г, Куксин Реду-БАК нұсқасында, күзде актиномицеттер саны 10^2 КҚБ/г дәрежесіне төмендеді, өсудің басқа нұсқаларында байқалған жоқ. Микромицеттердің және саңырауқұлақтардың маусымдық динамикасы, топырақтағы микроорганизмдердің жалпы санының 10-20 % құрайды. *Azotobacter* тұқымдасы популяциясының жоғары деңгейі (100 %) анықталды.

Түйінді сөздер: топырақ, топырақ құнарлығы, топырақтың биологиялық белсенділігі, тиімді микроағзалар, өнім, сортаң жерлер, биотыңайтқыштар және биологиялық препараттар.

SUMMARY

A.S. Saparov^{1,2}, G. D. Ultanbekova¹, F. Eulenstein³, G. A. Saparov^{1,2}, N. Tokseitov¹

BIOLOGICAL ACTIVITY OF IRRIGATED SALINE SOILS OF
TURKESTAN REGION

¹ U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry 050060,
Almaty, al-Farabi Ave., 75B, Kazakhstan,
e-mail: ultanbekova77@mail.ru

² Research Center for Ecology and the Environment of Central Asia, 050060, Almaty, al-
Farabi Ave., 75B, Kazakhstan,
e-mail: saparov.g@mail.ru

³ Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) e.V., Eberswalder Strasse
84 15374 Muencheberg, Germany,
e-mail: feulenstein@zalf.de

The preservation of the biological activity of irrigated saline soils plays an important role in increasing crop yields, including the formation of resistance to biotic and abiotic stress in plants. At the same time, the use of biological fertilizers and biological products based on effective microorganisms provides plants with mineral nutrition elements, increases the biological activity of soils and is the basis for maintaining and increasing the fertility of unproductive soils. In the treated variants of *Cuxin Hangepetunien*, *Cuxin Redu-BAC*, *Cuxin Zim merpflanzen*, iron sulfate and bio-fertilizer based on the *Bacillus amyloliquefaziens* FZB 42 strain, the number of pseudomonas is 10^7 CFU/g, which is an indicator of the highest level of this genus and the effectiveness of the applied biological fertilizers. In the summer period, the number of actinomycetes in the studied samples decreased, their number is 10^3 CFU/g. In the *Cuxin Redu-BAC* variant, the number of actinomycetes decreased by 10^2 CFU/g in the autumn, and in the other variants, no growth was observed. Seasonal dynamics of micromycetes and the level of the number of fungi make up 10-20 % of the total number of microorganisms in the soil. A high level (100 %) of the presence of a population of the genus *Azotobacter* was established.

Key words: soil, soil fertility, soil biological activity, effective microorganisms, productivity, saline lands, biological preparations