

УДК 631.46

*Т. В. КУЗНЕЦОВА, И. Э. СМИРНОВА, Е. А. ОЛЕЙНИКОВА,  
А. Е. ХАЛЫМБЕТОВА, М. М. ШОРМАНОВА, Б. А. КУЛНАЗАРОВ*

## **ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МИКРООРГАНИЗМОВ СОЛОНЧАКА ОБЫЧНОГО И ПЕСКОВ ИЛЕ-БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

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

*Исследован бактериальный состав образцов солончака обычного и песков. Показано, что общее количество микроорганизмов солончака обычного и песков наиболее высоко в летний период года. Количество микроорганизмов в образцах солончака обычного составляет  $10^6$ – $10^7$  КОЕ/г почвы, в образцах песков –  $10^5$ – $10^6$  КОЕ/г почвы. Исследование качественного состава микроорганизмов показало наиболее высокое разнообразие в образцах солончака обычного и наименьшее – в образцах песков.*

Состав микробных ценозов не является постоянным и изменяется не только в связи с географическим положением и типом экосистем, но и в зависимости от характера растительного покрова, глубины забора образцов и вегетационного периода [1, 2]. Бактериальное разнообразие разных типов почв определяется многими экологическими факторами: содержанием органического вещества, влажностью, кислотностью среды, концентрацией солей. Температура определяет лишь интенсивность и скорость биологических процессов и сказывается на численности микроорганизмов. Таксономический состав бактериальных комплексов одного и того же типа почв зависит от степени насыщенности почв влагой [3]. Дефицит влаги является основным лимитирующим фактором.

Большое влияние на общую численность, также на соотношение отдельных систематических групп микроорганизмов оказывает тип почвы. Как известно, микроорганизмов меньше в песках, чем в увлажненной и обработанной почве.

### **Материалы и методы исследований**

Для отбора проб были произведены выезды на территории Прибалхашского и Каройского заказников Балхашского района.

Отбор проб почвы производили методом конверта. Усредненные образцы почвы растирали с небольшим количеством воды, отбирали навеску, вертикально встряхивали в течение 30 мин, давали осесть мелким частицам почвы 10 с и готовили разведения [6]. Для выявления доминирующих видов разведения почвенных проб высевали на питательные среды для определения тех разведений, численность микроорганизмов, в которых при высеве соответствовала образованию нескольких десятков КОЕ на чашку Петри. После получения результатов снова готовилось необходимое количество разведений и из последнего высевалось большое количество повторностей (от десяти) для определения и описания типов колоний присутствующих в образцах микроорганизмов. Для выявления доминирующих представителей солончаков – МПА с добавлением 5% хлорида натрия, песков – МПА и голодный агар. Посевы культивировали в течение 3 сут. при 30°C [5]. Подсчитывали общее число КОЕ на всех чашках Петри, определяли среднее значение на одну чашку. На всех чашках учитывали количество колоний одного типа и определяли среднее число КОЕ данного типа на одну чашку Петри. Численность доминирующих представителей выражали в % от общего числа выросших колоний. Определяли общее число КОЕ в 1 г образца, преобладающие по численности микроорганизмы выделяли и идентифицировали. Идентификации выделенных штаммов производили по определителю бактерий Берджи (1997) [7].

## Результаты и обсуждения

Анализ бактериального состава образцов солончака обычного Прибалхашского и Караойского заказников Балхашского района

Качественный и количественный состав сапротрофных микроорганизмов в образцах солончака обычного в различное время года представлен в табл. 1.

**Таблица 1. Сезонные изменения количественного и качественного состава сапротрофных микроорганизмов обычного солончака, находящегося в естественных условиях**

№	Весна		Лето		Осень	
	Общее количество	Доминанты (%)	Общее количество	Доминанты (%)	Общее количество	Доминанты (%)
45	$1,5 \times 10^6$	<i>Bacillus</i> (74%)	$2,1 \times 10^7$	<i>Bacillus</i> (73%)	$1,3 \times 10^8$	<i>Bacillus</i> (64%)
46	$2,2 \times 10^6$	<i>Flavobacterium</i> (77%)	$7,1 \times 10^7$	<i>Enterobacter</i> (68%)	$1,2 \times 10^8$	<i>Enterobacter</i> (59%)
50	$4,6 \times 10^5$	<i>Marinococcus</i> (68%)	$2,1 \times 10^7$	<i>Bacillus</i> (67%)	$2,3 \times 10^8$	<i>Pseudomonas</i> (61%)
51	$1,6 \times 10^5$	<i>Marinococcus</i> (81%)	$1,3 \times 10^6$	<i>Pseudomonas</i> (63%)	$7,6 \times 10^7$	<i>Bacillus</i> (53%)
75	$5,7 \times 10^6$	<i>Marinococcus</i> (77%)	$6,0 \times 10^7$	<i>Bacillus</i> (53%)	$3,1 \times 10^8$	<i>Bacillus</i> (67%)

Микрофлора солончаков в весенний период времени представлена преимущественно типичными представителями засоленных почв и водоемов – различными видами рода *Marinococcus* (рис. 1). В пробе № 45 преобладали разные виды рода *Bacillus*, суммарная численность которых составляла 74% от общего количества сапротрофных микроорганизмов, растущих на среде МПА с 5% NaCl. В пробе № 46, взятой из ризосферы солянки в той же местности выявлены в значительных количествах представители рода *Flavobacterium*. Присутствие этого представителя скользящих бактерий в микрофлоре почв с аридным климатом было показано ранее [4].



**Рис. 1.** Доминирующие представители бактериальной микрофлоры образца солончака обычного № 75 весной 2012 г.



**Рис. 2.** Доминирующие представители бактериальной микрофлоры образца солончака обычного № 50 летом 2012 г.

Доминирующие микроорганизмы солончака обычного в образцах, отобранных в летнее время года, представлены преимущественно факультативно анаэробными спорообразующими палочками рода *Bacillus* (рис. 2). Выявлены и грамотрицательные микроорганизмы в образцах № 46 и 51.

В пробах солончака обычного в осенне время года сохраняется доминирование спорообразующих бактерий рода *Bacillus* (рис. 3).



Рис. 3. Доминирующие представители бактериальной микрофлоры образца солончака обычного № 51 осенью 2012 г.

Произошла замена грамотрицательных бактерий рода *Pseudomonas* в образце № 51 бациллярными микроорганизмами. Лишь в двух образцах, один из которых отобран в ризосфере растений, основными представителями являются грамотрицательные микроорганизмы. Общее количество бактериальных микроорганизмов повышенено в этом типе почв. Это может объясняться еще недостаточной длительностью понижения средних температур, так как пробы для анализа были отобраны в сентябре месяце.

Общий анализ качественного и количественного состава сапротрофной бактериальной микрофлоры песков представлен в табл. 2.

Таблица 2. Сезонные изменения количественного и качественного состава сапротрофных микроорганизмов песков, находящихся в естественных условиях

№	Весна		Лето		Осень	
	Общее количество	Доминанты (%)	Общее количество	Доминанты (%)	Общее количество	Доминанты (%)
49	$1,2 \pm 0,2 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 89%	$3,8 \pm 0,2 \times 10^6$	<i>Bacillus</i> 92%	$1,8 \pm 0,2 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 73%
88	$2,1 \pm 0,3 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 87%	$4,0 \pm 0,1 \times 10^6$	<i>Bacillus</i> 93%	$1,7 \pm 0,5 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 83%
89	$1,8 \pm 0,5 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 93%	$4,3 \pm 0,3 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 95%	$1,9 \pm 0,3 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 91%
17	$2,2 \pm 0,1 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 78%	$4,2 \pm 0,1 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 89%	$2,0 \pm 0,1 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 78%
18	$1,9 \pm 0,2 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 75%	$3,5 \pm 0,4 \times 10^6$	<i>Bacillus</i> 76%	$1,6 \pm 0,5 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 89%
47	$1,5 \pm 0,3 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 69%	$3,7 \pm 0,2 \times 10^6$	<i>Bacillus</i> 83%	$2,2 \pm 0,2 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 85%
48	$2,4 \pm 0,1 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 76%	$4,1 \pm 0,5 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 91%	$1,8 \pm 0,3 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 79%
57	$2,3 \pm 0,5 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 65%	$3,9 \pm 0,3 \times 10^5$	<i>Bacillus</i> 85%	$2,1 \pm 0,1 \times 10^4$	<i>Bacillus</i> 93%

В пяти из восьми проб песков в весенний период времени (№ 17, 18, 47, 48, 57) доминировал один вид. Доля доминирующих микроорганизмов составляла от 65 до 93% относительно общего числа бактерий. Подавляющее большинство выделенных микроорганизмов было представлено спорообразующими факультативно анаэробными грамположительными палочками рода *Bacillus*. Лишь в пробе № 57 в значительных количествах встречены нитчатые грамотрицательные микроорганизмы, относящиеся к представителям олиготрофной микрофлоры рода *Hypromicrobium*.

Различные виды олиготрофных микроорганизмов, образующие нити из соединенных клеток, встречались также и в других пробах песка, но в более ограниченных количествах, достигая наравне с другими домinantными видами 9–25%. Так, в пробе № 88 более половины всех микроорганизмов было представлено тремя видами, два из которых из рода *Bacillus* доминировали, а третий микроорганизм, относящийся к олиготрофному роду *Hypromicrobium* составлял 12% от общего числа видов. В пробе № 49 доминировали 4 вида спорообразующих факультативно анаэробных

палочек из рода *Bacillus*. Их количество составляло от 14 до 28% от общей численности бактерий. В целом на бациллярные формы приходилось 89% всей микрофлоры этого образца. В пробе № 89 по численности также преобладали виды рода *Bacillus*, в несколько меньших количествах встречались олиготрофные микроорганизмы. Морфология колоний бациллярных микроорганизмов песков представлена на рис. 4.



Рис. 4. Доминирующие представители бактериальной микрофлоры песков

В пробах песков в летний период показано увеличение численности бациллярных микроорганизмов до 76–95% по сравнению с 65–93% в весенне время.

Для проб песков не показана смена родов доминантных представителей бактериальной микрофлоры с чередованием времен года. Преобладающими микроорганизмами песков осенью, как и в остальное время года, являлся род *Bacillus*, представленный различными видами в большинстве проб. Общая относительная численность различных видов бациллярных микроорганизмов составила осенью 73–93%. В песках Сары-Есиктау и Таукум численность бацилл несколько снизилась по сравнению с летом (на 4–19%). В остальных трех пробах уровень спорообразующих палочек остался на прежнем уровне, либо несколько повышен. Указанное явление преимущественно связано с тем фактом, что пробы песков преимущественно представлены именно различными видами рода *Bacillus* и в целом характеризуются бедной микрофлорой. Численность микроорганизмов других родов, в том числе олиготрофных, представленных в пробах песков в относительно значительных количествах, не превышает 10–12%. Основное изменение таксономической принадлежности доминирующих представителей связано со сменой одних видов рода *Bacillus* другими. Общая бактериальная численность песков понижена во всех пробах примерно на один порядок. Такое значительное понижение численности микроорганизмов в песках может быть связано с их сильной минерализацией и неспособностью к удерживанию микроорганизмов внутри почвенных частиц и, следовательно, обеспечению их некоторой защиты от неблагоприятных условий окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Экология микроорганизмов / Под. ред. проф. А. И. Нетрусова. – М., 2004.
- 2 Добровольская Т.Г., Лысак Л.В., Зенова Г.М., Звягинцев Д.Г. Бактериальное разнообразие почв: оценка методов, возможностей, перспектив // Микробиология. – 2001. – Т. 70, № 2. – С. 149-167.
- 3 Добровольская Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 282 с.
- 4 Звягинцев Д.Б., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
- 5 Полянский А.М., Головченко А.В., Полянская Л.М. и др. Рост прокариотных микроорганизмов в почвенных суспензиях из разных типов почв // Почвоведение. – 2004. – № 2. – С. 214-223.
- 6 Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации. – 24 декабря 2004 г. № ФД/4022 (Д).
- 7 Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. – М.: Мир, 1997. – 800 с.

*T. V. Кузнецова, И. Э. Смирнова, Е. А. Олейникова,  
А. Е. Халымбетова, М. М. Шорманова, Б. А. Құлназаров*

**ИЛЕ-БАЛҚАШ АЙМАҚЫНЫҢ АҚ СОРТАҢ ТОПЫРАҒЫ МЕН  
ҚҰМЫНЫҢ САПАЛАҮҚ ЖӘНЕ САНДЫҚ БАКТЕРИАЛДЫ ҚҰРАМЫНЫҢ  
МАУСЫМДЫҚ КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ АУЫСУЫ**

Ақ сортан топырағының және құмның бактериалды құрамы зерттелді. Ақ сортан және құмның микроорганизмдер саны жаз маусымында жоғары болды. Ақ сортан топырағының улгілерінде микроорганизмдер саны  $10^6$ – $10^7$  КТБ/г, ал құмның құрамында  $10^5$ – $10^6$  КТБ/г болды. Зерттеу барысында ақ сортан топырағының құрамында микроорганизмдердің әртүрлілігі байқалды, ал құмның құрамында микроорганизмдердің әртүрлілігі байқалмады.

*T. V. Kuznetsova, I. E. Smirnova, E. A. Oleinikova,  
A. E. Halymbetova, M. M. Shormanova, B. A. Kylnazarov*

**CHANGE IN THE QUALITIVE AND  
QUANTITIVE COMPOSITION OF MICROORGANISMS NORMAL SALT MARSH  
AND SAND ILE-BALKHASH REGION DEPENDING ON THE SEASON CLIMATE CHANGE**

Investigated the bacterial composition of the samples and normal saline sands. Shows that the total number of microorganisms normal saline and sand, is highest in the summer period. The number of microorganisms in samples of normal saline is  $10^6$ – $10^7$  CFU/g of soil in samples of sand –  $10^5$ – $10^6$  CFU/g of soil. Qualitative study of microorganisms showed the highest diversity in the samples of normal saline and the lowest in samples of sand.