

УДК 579.26(574)

МИКРОФЛОРА СОЛЕСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ЮЖНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА

¹Успабаева А.А., ¹Исаева А.У., ²Бишимбаев В.К.

¹Шымкентский университет, Шымкент;

²ОФ «Центр солевых технологий», Астана, e-mail: uspabaeva@rambler.ru

Микроорганизмы, адаптированные к существованию в экстремальных условиях среды, быстро приспособляются к изменениям солености среды. На микрофлору Южного региона Казахстана действуют такие факторы, как высокая засоленность, количественно-качественные характеристики солесодержащего сырья. Образцы проб солесодержащего сырья были отобраны из Джаксы-Клычского месторождения озерных солей и месторождения Бугажайлы Сузакского района Туркестанской области. Образцы солесодержащего сырья, характеризуются как сульфатно-натриевые, галитные, галитно-сульфатные и натриевые соли. Микрофлора солесодержащего сырья отобранного из месторождений Джаксы-Клыч и Бугажайлы состоит из гетеротрофных микроорганизмов в количестве 10^4 КОЕ/г и энтеробактерий в 10^3 КОЕ/г. Микромицеты в количестве 10^3 КОЕ/г выявлены только в пробах солесодержащего сырья Бугажайлы. Было изолировано 10 культур микроорганизмов, доминирующую часть которых составили представители родов – *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*. Род *Micrococcus* представлен тремя доминирующими видами – *M. luteus*, *M. roseus*, *Micrococcus* sp. Энтеробактерии представлены одним видом – *Enterobacter* sp. Микромицеты представлены родами *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* и *Fusarium*. Изучена галорезистентность изолированных культур микроорганизмов к различным концентрациям NaCl. Показано, что культуры *M. luteus*, *Bacillus* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. и *Fusarium* sp. резистентны к 17–20% концентрациям солей.

Ключевые слова: микрофлора, соленость, солесодержащее сырье

MICROFLORA OF SALIFEROUS RAW MATERIALS OF THE SOUTHERN REGION OF KAZAKHSTAN

¹Uspabaeva A.A., ¹Isaeva A.U., ¹Bishimbaev V.K.

¹Shymkent University, Shymkent;

²Center of Salt Technologies, Astana, e-mail: uspabaeva@rambler.ru

The microorganisms adapted to existence in extreme conditions of the environment quickly adapt to changes of salinity of the environment. Microflora of the Southern region of Kazakhstan is affected by such factors as high salinity, quantitative and qualitative characteristics of saliferous raw materials. Samples of saliferous raw materials have been selected from the Dzhaksy-Klychsk field of lake salts and Bugazhayla's field of Suzaksky district of the Turkestan region. Samples of saliferous raw materials, are characterized as sulfate-sodium, galitny, galitno-sulfate and sodium salts. Microflora of saliferous raw materials of the Aral Sea selected from the Southern basin, Dzhaksy-Klych and Bugazhayla fields consists of heterotrophic microorganisms in number of 10^4 CFU/g and enterobakteriya in 10^3 CFU/g. Micromycetes in number of 10^4 CFU/g are revealed only in tests of saliferous raw materials of Bugazhayla. 10 cultures of microorganisms have been isolated which dominating part representatives of genus – *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*. Are presented to Enterobakteriya by one look – *Enterobacter* sp. Micromycetes are presented by the genus *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* and *Fusarium*. The halorezistent of the microorganisms isolated cultures to various concentration of NaCl was studied. It is shown that the cultures of *M.luteus*, *Bacillus* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. and *Fusarium* sp. were rezistent to 17-20% of salts concentration.

Keywords: microflora, salinity, saliferous raw materials

На сегодняшний день сложилась серьезная экологическая ситуация в Южном регионе Казахстана, которые характеризуются наличием целого комплекса экстремальных факторов с усиленным развитием процессов засоления [1, 2]. В результате антропогенных нагрузок на экосистему наблюдается падение уровня моря и осолонение вод, что приводит к высокому росту температурных колебаний и сдвигу фаз температурного режима в толще воды. При этом снижается поступление биогенных элементов в море, низкое содержание биогенных элементов вызывает ограничения развития фотосинтетических процессов и низкую

биологическую продуктивность в море [3]. Ухудшается кислородный режим моря за счет уменьшения его фотосинтетического продуцирования и интенсивного потребления на окисление органического вещества, что приводит к формированию зон дефицита кислорода [4, 5].

Повышение солености вод делает невозможным существование аборигенной микрофлоры, что вызывает изменения в количественно-качественном составе фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса [6]. Адаптированные к существованию в крайне экстремальных условиях среды, галофильные микроорганизмы быстро при-

способляются к изменениям солености среды. Данная группа микроорганизмов в природе практически не имеет ни конкурентов, ни антагонистов, поскольку ни одна из других жизненных форм не способна к существованию в условиях высокой концентрации солей [7–9].

Цель исследования: изучение микрофлоры солесодержащего сырья Южного региона Казахстана.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования были образцы проб солесодержащего сырья Джаксы-Клычского месторождения (ДКМ) озерных солей и месторождения Бугажайлы (БМ) Сузакского района Туркестанской области (табл. 1). В качестве солесодержащего сырья использовали следующие образцы соли, рапы и ила, отобранные с глубины 0–10 см, 0–20 см, 0–30 см.

Были использованы образцы солесодержащего сырья, характеризующиеся как сульфатно-натриевые, галитные, галитно-сульфатные и натриевые соли. Подготовку образцов для посева проводили стандартными методами [10].

Микробиологическое обследование проводили по общепринятым методикам [11]. Учитывали следующие группы микроорганизмов: общее количество гетеротрофных бактерий, эндобактерий и микромицетов. Для этого использовались следующие питательные среды: МПА, агар Эндо-ГРМ, Чапека. Количество бактерий в образцах определяли методом посева последовательных десятикратных разведений образцов на питательную среду.

Морфолого-культуральные свойства. Для выделения чистых культур использовали бактерии, доминирующие в образцах. Выделение чистых культур осуществляли общепринятыми методами. Морфологию клеток изучали при микроскопии окрашенных по Граму препаратов стандартными методами [12]. Основным критерием для определения различных колоний служила совокупность следующих признаков: пигментация, выделение водорастворимого пигмента, образование внеклеточной слизи, консистенция, размер (мм), наличие воздушного и субстратного мицелия и другие характерные признаки.

Галорезистентность определяли по резистентности к NaCl (г/л среды: 3,0; 5,0; 10,0; 13,0; 17,0; 20,0; 25,0) при посеве бактерий штрихом на чашки, содержащие указанные концентрации NaCl [13].

Статистическая обработка полученных результатов проводилась вычислением среднего арифметического значения и величины стандартного отклонения. Все определения проводились в 3-х и 5-ти кратной повторности. Данные обрабатывались с помощью персонального компьютера IBM «Pentium» на базе пакетов прикладных программ «Excel».

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведения микробиологических исследований было установлено, что количество микроорганизмов в исследуемых образцах зависит от количественно-качественных характеристик солесодержащего сырья (рисунок).

На основании полученных результатов было установлено, что в пробах отобранных на территории Джаксы-Клычского месторождения (рисунок, а) численность гетеротрофных микроорганизмов колеблется в пределах 10^4 КОЕ/г. Однако в образцах проб № 3 ДКМ и № 8 ДКМ численность гетеротрофных микроорганизмов составила $(2,9 \pm 0,3) \times 10^5$ кл/г и $(2,7 \pm 0,2) \times 10^5$ кл/г соответственно. Наименьшее количество микроорганизмов сосредоточено в пробах № 20 ДКМ и № 21 ДКМ, где численность гетеротрофных микроорганизмов составила $(2,9 \pm 0,3) \times 10^3$ кл/г и $(6,8 \pm 0,6) \times 10^3$ кл/г соответственно. Численность энтеробактерий во всех образцах проб колеблется в пределах 10^3 КОЕ/г. Микромицеты обнаружены только в пробе № 8 ДКМ и № 22 ДКМ, где их численность составила $(6,0 \pm 0,5) \times 10^3$ кл/г и $(9,8 \pm 0,8) \times 10^3$ кл/г.

В пробах Бугажайлинского месторождения (рисунок, б) наблюдается аналогичная картина, где численность гетеротрофных микроорганизмов колеблется в пределах 10^4 КОЕ/г, энтеробактерий 10^3 КОЕ/г, а численность микромицетов в данных пробах увеличивается, по сравнению с образцами, отобранными из Джаксы-Клычского месторождения. В образцах проб № 1 БМ; № 2 БМ; № 4 БМ; № 5 БМ и № 7 БМ численность микромицетов колеблется в пределах 10^3 КОЕ/г, в пробе № 8 БМ численность данной группы колеблется в пределах 10^4 КОЕ/г, в пробах № 3 БМ и № 4 БМ микромицеты не обнаружены.

Установлено, что микрофлора солесодержащего сырья во всех образцах состоит из гетеротрофных микроорганизмов в количестве 10^4 КОЕ/г и энтеробактерий 10^3 КОЕ/г, а численность микромицетов характеризуется наименьшим количеством, только в пробах БДМ численность микромицетов была в пределах 10^4 КОЕ/г.

Из исследованных образцов с учетом морфологических и культуральных свойств микроорганизмов было изолировано 10 культур микроорганизмов. Доминирующую часть гетеротрофной микрофлоры, составили представители родов – *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*. Род *Micrococcus* представлен тремя доминирующими видами – *M. luteus*, *M. roseus*, *Micrococcus sp.* Энтеробактерии представлены одним видом – *Enterobacter sp.* Микромицеты представлены родами *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* и *Fusarium*.

Галорезистентность изолированных культур микроорганизмов определяли по способности расти при различных концентрациях NaCl от 0 до 20 % (табл. 2).

Таблица 1

Образцы проб солесодержащего сырья

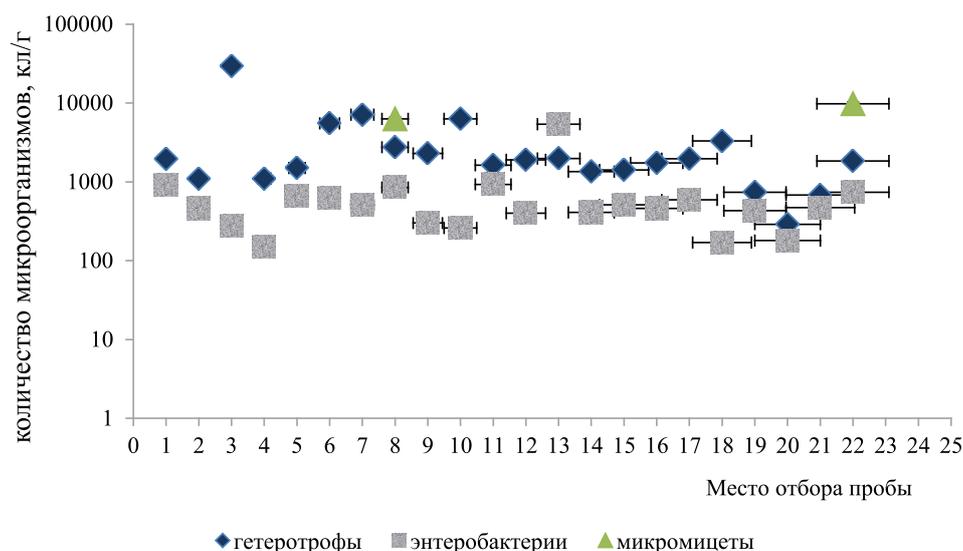
№ образца	Место отбора пробы
Джаксы-Клычского месторождения	
№ 1 ДКМ	Южный бассейн, 1,0 м от береговой линии, соль, на глубину 0–10 см
№ 2 ДКМ	Южный бассейн, 3,0 м от береговой линии, соль, на глубину 0–10 см
№ 3 ДКМ	Южный бассейн, 5,0 м от береговой линии, соль, на глубину 0–10 см
№ 4 ДКМ	Южный бассейн, соль с рапой, на глубину 0–20 см
№ 5 ДКМ	Береговая линия южного бассейна, соль с рапой, на глубину 0–20 см
№ 6 ДКМ	Сульфатная соль, северная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–5 см
№ 7 ДКМ	Сульфатная соль, южная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–5 см
№ 8 ДКМ	Сульфатная соль, восточная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–5 см
№ 9 ДКМ	Северная часть прибрежной зоны южного бассейна, 3,0 м от береговой линии, соль, на глубину 0–10 см
№ 10 ДКМ	Южная часть прибрежной зоны южного бассейна, 3,0 м от береговой линии, соль, на глубину 0–10 см
№ 11 ДКМ	Восточная часть прибрежной зоны южного бассейна, 3,0 м от береговой линии, на глубину 0–10 см
№ 12 ДКМ	Западная часть прибрежной зоны южного бассейна, 3,0 м от береговой линии, на глубину 0–10 см
№ 13 ДКМ	Северная часть прибрежной зоны южного бассейна, 5,0 м от береговой линии, соль, на глубину 0–10 см
№ 14 ДКМ	Южная часть прибрежной зоны южного бассейна, 5,0 м от береговой линии, соль, на глубину 0–10 см
№ 15 ДКМ	Вдоль берега, южная часть, белая соль, на глубину 0–10 см
№ 16 ДКМ	Вдоль берега, восточная часть, бурая соль, на глубину 0–10 см
№ 17 ДКМ	Вдоль берега, северная часть, белая соль, на глубину 0–10 см
№ 18 ДКМ	Рапа поверхностная, южная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–10 см
№ 19 ДКМ	Рапа, галитный пласт, северная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–10 см
№ 20 ДКМ	Рапа, сульфатный пласт, восточная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–10 см
№ 21 ДКМ	Ил поверхностный, южная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–10 см
№ 22 ДКМ	Ил глубинный, южная часть прибрежной зоны южного бассейна, 1,0 м от береговой линии, на глубину 0–10 см
Месторождения Бугажайлы	
№ 1 БМ	вдоль берега, белая соль, южная часть, на глубину 0–10 см
№ 2 БМ	вдоль берега, бурая соль, северная часть, на глубину 0–10 см
№ 3 БМ	Центр озера, белая соль, на глубину 0–10 см
№ 4 БМ	Ил глубинный, вдоль берега, южная часть
№ 5 БМ	Ил поверхностный, вдоль берега, южная часть
№ 6 БМ	Рапа поверхностная, вдоль берега, южная часть, на глубину 0–10 см
№ 7 БМ	Рапа глубинная, вдоль берега, южная часть, на глубину 30 см
№ 8 БМ	Гелеобразная рапа, вдоль берега, южная часть

Как следует из представленных данных, установлено, что *M. roseus* интенсивно растет на среде с 3–10% NaCl, на среде с 13% NaCl наблюдается хороший рост, а на среде с 17–25% NaCl рост отсутствует.

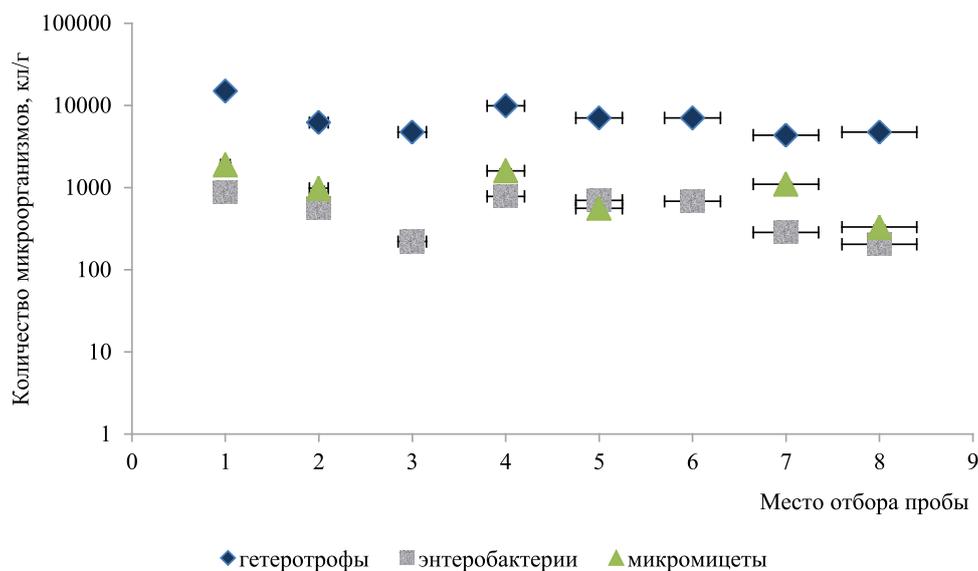
Micrococcus sp. интенсивно растет на среде с 3–5% NaCl, на среде с 10–17% NaCl растет хорошо, а на среде 20–25% NaCl наблюдается отсутствие роста. *M. luteus* и *Bacillus sp.* интенсивно растут на среде с 0–17% NaCl,

на среде 20% NaCl наблюдается хороший рост, при увеличении процентного содержания NaCl до 25% рост отсутствует. Культуры *Pseudomonas sp* и *Enterobacter sp.* интенсивно растут на среде с 3–10% NaCl, при увеличении концентрации NaCl до 13–17% культура *Pseudomonas sp.* растет хорошо, при дальнейшем увеличении концентрации соли до 20% и выше рост данной культуры прекращается, а рост *Enterobacter sp.* подавляется уже на среде с 17–25% NaCl. *Aspergillus sp.* интенсивно растет на среде с 3–13% NaCl, на

среде с 17–20% NaCl наблюдается хороший рост, а на среде с 25% NaCl рост отсутствует. *Mucor sp.* на среде с 3–5% NaCl наблюдается хороший рост, в остальных вариантах рост данной культуры отсутствует. На среде с 3–10% NaCl *Penicillium sp.* растет интенсивно, хороший рост наблюдается на среде с 13–17% NaCl. *Fusarium sp.* интенсивно растет на среде с 3–5% NaCl, при увеличении процентного содержания NaCl на 10–13% наблюдается хороший рост, а при увеличении от 17% до 25% рост полностью отсутствует.



А



Б

Численность микроорганизмов, выделенных из различных месторождений Южного региона Казахстана: А – Южный бассейн Джаксы-Клычского месторождения; Б – солевой карьер Буга-Джайлы

Таблица 2

Рост культур микроорганизмов при различных концентрациях NaCl в среде, %

Культуры	Рост микроорганизмов при концентрации NaCl, %							
	контроль	3	5	10	13	17	20	25
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>M. roseus</i>	90	85	83	81	67	0	0	0
<i>Micrococcus sp.</i>	90	85	81	73	63	57	0	0
<i>M. luteus</i>	95	93	90	90	88	87	75	0
<i>Bacillus sp.</i>	97	91	90	88	85	82	65	0
<i>Pseudomonas sp.</i>	90	87	85	78	64	58	0	0
<i>Enterobacter sp.</i>	96	94	90	84	60	0	0	0
<i>Aspergillus sp.</i>	97	95	93	93	88	66	58	0
<i>Mucor sp.</i>	90	65	60	0	0	0	0	0
<i>Penicillium sp.</i>	96	89	85	81	56	51	0	0
<i>Fusarium sp.</i>	90	85	83	66	54	0	0	0

Примечание. 81–100% – интенсивный рост, 51–80% – хороший рост, 0 – отсутствие роста.

Выводы

1. Установлено, что микрофлора соледержащего сырья отобранных из Южного бассейна Аральского моря и Приаралья, Джаксы-Клычского месторождения озерных солей и месторождения Буга-Джайлы состоит из гетеротрофных микроорганизмов со степенью 10^4 КОЕ/г и энтеробактерий 10^3 КОЕ/г, а численность микромицетов характеризуется наименьшим количеством, только в пробах Буга-Джайлинского месторождения численность микромицетов составляет до 10^4 КОЕ/г.

2. Из исследованных образцов было изолировано 10 культур микроорганизмов. Доминирующую часть гетеротрофной микрофлоры составили представители родов – *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*. Род *Micrococcus* представлен тремя доминирующими видами – *M. luteus*, *M. roseus*, *Micrococcus sp.* Энтеробактерии представлены одним видом – *Enterobacter sp.* Микромицеты представлены родами *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* и *Fusarium*.

3. В ходе изучения галорезистентности изолированных культур микроорганизмов к различным концентрациям NaCl выявлено, что культуры *M. luteus*, *Bacillus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* и *Fusarium sp.* являются устойчивыми к 17–20% NaCl.

Список литературы

1. Балымбетов К.С., Гришаева О.В. Гидробиология реки Сырдарья (нижнее течение) в 2005–2007 гг. // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. 2008. С. 125–134.
2. Амиргалиев Н.А., Гришаева О.В. Влияние солесности вод на распределение макрозообентоса Малого Арала // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2009. № 2 (600). С. 54–58.

3. Завьялов П.О., Арашкевич Е.Г., Бастида И., Гинзбург А.И., Дикарев С.Н., Житина Л.С., Ижицкий А.С., Ишнязов Д.П., Костяной А.Г., Кравцова В.И., Кудышкин Т.В., Курбаниязов А.К., Ни А.А., Никишина А.Б., Петров М.А., Сажин А.Ф., Сапожников Ф.В., Хан В.М., Шеремет Н.А. Большое Аральское море в начале XXI века: физика, биология, химия. М.: Наука, 2012. 229 с.

4. Курбаниязов А.К., Байназаров К.К., Избасаров Б.Ж. Результаты наблюдения гидрологического и гидробиологического состояния Аральского моря (2002–2006 гг.) // Вестник Актобинского университета Дуние. 2009. № 1(14). С. 92–96.

5. Бухарин О.В., Немцева Н.В. Микробиология биоценозов природных водоемов. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 156 с.

6. Indoitu R., Kozhoridze G., Batorybaeva M., Vitkovskaya I., Orlovsky N., Blumberg D., Orlovsky L. Dust emission and environmental changes in the dried bottom of the Aral Sea. *Aeolian Research*. 2015. № 17. P. 101–115.

7. Krivinogov S. Chapter 4. Changes of the Aral Sea level. In: Micklin P., Aladin N., Plotnikov I. (Eds). *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great lake*. Springer. 2014. Heidelberg: P. 77–111.

8. Plotnikov I.S., Aladin N.V., Ermakhanov Z.K., Zhakova L.V. Chapter 3. Biological Dynamics of the Aral Sea before Its Modern Decline (1900–1960). In: Micklin P., Aladin N., Plotnikov I. (Eds). *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great lake*. Springer. 2014. Heidelberg. P. 41–47.

9. Toman M.J., Plotnikov I., Aladin N., Micklin P. and Ermakhanov Z.. Biodiversity, the present ecological state of the Aral Sea and its impact on future development. *Acta Biologica Slovenica*. 2015. № 58 (1). P. 45–59.

10. Нетрусов А.И., Егоров М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005. С. 96–242.

11. Connon S.A., Giovannoni S.J. High-throughput methods for culturing microorganisms in very-low-nutrient media yield diverse new marine isolates. *Applied and Environmental Microbiology*. 2002. № 68 (8). P. 3878–3885.

12. Определитель бактерий Берджи. 9-е изд.: В 2 т.: пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крыга, П. Снита, Дж. Стэйли, С. Уильямса. М.: Мир, 1997. 421 с.

13. Margesin R., Schinner F. Potential of halotolerant and halophilic microorganisms for biotechnology. *Extremophiles*. 2001. Vol. 5. P. 73–83.