

DOI: 10.24143/2073-5529-2018-4-30-38
УДК 579.68(262.81)

С. А. Дьякова, Е. Р. Галяутдинова, Е. Г. Лардыгина

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИКРОЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Представлены данные по численности сапротрофного бактериопланктона и бактериобентоса на акватории Северного Каспия в 2013–2017 гг. Описано влияние стока р. Волги во время весеннего половодья на бактериопланктон и бактериобентос северной части Каспийского моря. Численность сапротрофного бактериопланктона в весенний период зависела от водности: минимум численности сапротрофов отмечен в 2015 г. (маловодный год), максимум – в 2016 г. (многоводный год). Изучение вертикального распределения количества сапротрофов показало, что численность сапротрофного бактериопланктона вблизи дна была несколько меньше, чем на поверхности. Наиболее благоприятная санитарная обстановка в Северном Каспии зарегистрирована в 2015 г. (на протяжении всего года качество воды оценено как чистая), неблагоприятные периоды приходились на 2013 и 2016 гг. (большую часть вегетационного периода качество воды оценено как загрязненное). В донных отложениях сезонные изменения численности сапрофитов полностью соответствовали бактериопланктону, при этом численность бактериобентоса превышала показатели для бактериопланктона. Изучен видовой состав сапротрофных бактериоценозов Северного Каспия, определена динамика встречаемости различных групп и семейств микроорганизмов в межгодовом аспекте. В период с 2013 по 2016 г. отмечалось сокращение количества видов микроорганизмов, в 2017 г. видовое разнообразие несколько увеличилось. В летние месяцы и в начале осени наблюдали видовой максимум, весной и поздней осенью – минимум. Большая часть выделенных бактерий относилась к группе условно-патогенных, в то время как истинные сапрофиты встречались значительно реже. Среди выделенных видов определены условно-патогенные микроорганизмы, изучены их патогенная активность и антибиотикорезистентность. Наличие одного и более факторов патогенности, наряду с мультирезистентностью бактерий к антимикробным препаратам, свидетельствовало о потенциальной опасности данных представителей бактериопланктона и бактериобентоса для гидробионтов и человека.

Ключевые слова: микроорганизмы, сапротрофы, условно-патогенные бактерии, антибиотикорезистентность, факторы патогенности, бактериопланктон, бактериобентос, Северный Каспий.

Введение

Микроорганизмы являются важной составляющей любого экотопа, в том числе и морской экосистемы. Особую роль в функционировании морского биоценоза играют гетеротрофные микроорганизмы, которые активно участвуют в разложении отмершего органического вещества и регенерации биогенных элементов [1]. Бактериальные компоненты экосистемы Каспийского моря быстро реагируют на изменения условий обитания, в частности изменения содержания источников углерода и азота, температуры, солености, поступление поллютантов. Высокая пластичность микробиоценоза морской акватории позволяет использовать различные составляющие бактериального сообщества в качестве индикаторов для оценки качества среды, а также по изменениям различных характеристик микробиоценоза оценить степень антропогенной нагрузки [2].

Наиболее показательной группой гетеротрофных микроорганизмов, используемых для определения состояния моря, являются сапротрофные бактерии [3]. В то время как основная часть морского бактериального сообщества способна расти в условиях минимальной концентрации питательных веществ, сапротрофы развиваются в присутствии значительных концентраций питательных веществ, что обеспечивает их массовое развитие при загрязнении морской акватории. При этом следует учитывать, что, помимо обеспечения важной функции самоочищения акватории за счет высокой ферментативной активности (данные бактерии способны разлагать широкий спектр органических веществ, в том числе и поллютанты), широкое распространение сапротрофов может привести к ухудшению санитарно-микробиологической обстановки моря, поскольку в ассоциации сапротрофов часто встречаются условно-патогенные бактерии, способные вызывать патологические процессы у человека и гидробионтов [4]. Высокая резистентность условно-патогенных микроорганизмов к воздействию различных факторов внешней среды, способность к длительной персистенции в микроэкосистеме акватории с сохранением вирулентных свойств может инициировать развитие очага инфекции, в связи с чем актуально проведение ежегодного мониторинга состояния сапротрофного сообщества морской акватории.

Материалы и методы исследований

С 2013 по 2017 г. на акватории Северного Каспия были проведены бактериологические исследования по определению численности и видового состава сапротрофной микробиоты воды и донных отложений, а также определение их патогенных свойств и антибиотикорезистентности.

Отбор проб донных отложений в поверхностном слое грунта производили с помощью дночерпателя «Океан 50», пробы воды отбирали с помощью батометра ГР-18. Всего для микробиологических исследований было собрано и обработано более 500 проб воды и грунта и проведено более 4 000 анализов. Для определения численности различных групп гетеротрофных бактерий использовали метод предельных разведений с последующим высевом на плотные питательные среды [5]. Для видовой идентификации учитывали основные свойства выделенных бактерий: подвижность, оксидазную активность, наличие каталазы, окисление и ферментацию глюкозы, образование ацетилметилкарбинола, индола, сероводорода, газа из глюкозы, способность восстанавливать нитраты в нитриты [5]. С помощью пластин биохимических дифференцирующих (ПБДЭ, ПБДС) определяли следующие свойства: утилизацию цитрата натрия, малоната натрия, глюкозы, лактозы, маннита, сахарозы, инозита, сорбита, арабинозы, мальтозы; наличие уреазы, декарбоксилаз орнитина и лизина, дегидролазы аргинина, дезаминазы фенилаланина [6]. Для каждого изолята определяли факторы патогенности (протеолитическую, лецитиназную, гемолитическую, ДНКазную активности), антибиотикорезистентность. Видовую идентификацию выделенных бактерий проводили с помощью определителя Берджи [7].

Результаты исследований и их обсуждение

Из результатов проведенных микробиологических исследований следует, что численность сапротрофных бактерий в воде и грунте Северного Каспия зависела от фактора сезонности (табл. 1).

Таблица 1

Средняя численность сапротрофных микроорганизмов в воде и грунте Северного Каспия в 2013–2017 гг.

Год	Поверхностный горизонт			Придонный горизонт			Грунт		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
	тыс. КОЕ/мл								
2013	—*	24,0	7,7	—	39,0	2,1	—	87,0	12,0
2014	3,2	1,5	7,6	0,3	1,7	8,9	81,0	53,0	350,0
2015	0,3	1,2	2,9	0,3	1,1	2,5	6,1	37,7	55,2
2016	25,6	13,8	1,3	22,3	7,0	6,0	336,0	92,0	24,3
2017	19,2	1,7	1,1	3,0	3,5	1,4	82,4	49,2	23,1
Среднее значение	12,1 ± 5,5	8,4 ± 4,6	4,1 ± 1,5	6,5 ± 4,8	10,5 ± 7,2	4,2 ± 1,4	126,4 ± 64,5	63,8 ± 10,8	92,9 ± 64,7

* «—» – исследования не проводили.

Численность сапротрофного бактериопланктона в весенний период в значительной степени зависела от водности: весной минимум численности сапротрофов отмечен в 2015 г., максимум – в 2016 г. Следует отметить, что за последние 5 лет самым многоводным стоком в половодье отличался 2016 г., а самым маловодным – 2015 г. (табл. 2).

Таблица 2

Сток Волги в 2013–2017 гг.

Год	Годовой сток, км ³	Сток за половодье (апрель–июнь)		Сток за летнюю межень (июль–август)		Сток за осеннюю межень (октябрь–ноябрь)	
		км ³	% от годового	км ³	% от годового	км ³	% от годового
2013	271,3	125,4	46,2	28,9	10,7	43,1	15,9
2014	223,3	86,0	38,5	28,0	12,5	42,0	18,8
2015	198,5	65,4	32,9	31,3	15,8	45,7	23,0
2016	265,0	126,8	47,8	28,3	10,7	41,0	15,5
2017	287,9	109,1	37,9	61,1	21,2	48,7	16,9

В воде поверхностного горизонта в весенний период 2014, 2016 и 2017 гг. численность сапротрофных бактерий превышала летние показатели. Такая динамика численности бактерий закономерна и обусловлена поступлением аллохтонных микроорганизмов в период достаточно высокого весеннего половодья.

В придонном горизонте наблюдали схожую динамику, однако численность сапротрофного бактериопланктона вблизи дна была несколько меньше, чем на поверхности. В летний период максимальные концентрации сапротрофов отмечены в 2013 г., минимальные – в 2015 г. В многоводные годы (2016 и 2017 гг.) летом происходила стабилизация численности сапротрофного бактериопланктона в воде за счет процессов самоочищения моря, саморегуляции микробиоценоза и уменьшения количества легкодоступных органических веществ. В 2013 и 2016 гг. численность бактериальных агентов на акватории Северного Каспия в осенний период значительно сократилась, в то время как в 2014, 2015 и 2017 гг. концентрация исследуемых микроорганизмов увеличивалась или оставалась на уровне летних показателей. Как правило, в осенний период происходит завершение процесса минерализации органических элементов и снижение теплозапаса, что обуславливает уменьшение концентрации сапротрофов и завершение процесса самоочищения моря. Однако при определенных условиях (сохранение высокой температуры воды в осенний период, изменение видового состава бактериопланктона в сторону преобладания эвритермных всеядных микроорганизмов) период вегетации продлевался, что обуславливало активное развитие сапротрофных бактерий в осенний период.

Учитывая, что сапротрофные микроорганизмы являются важной составляющей санитарно-микробиологической оценки водоема, за последние 5 лет наиболее благоприятная санитарная обстановка в Северном Каспии зарегистрирована в 2015 г. – численность сапротрофного бактериопланктона в течение всего года не превышала 5,0 тыс. КОЕ/мл, что соответствовало чистым водам (олигосапробная зона). Наиболее неблагоприятные периоды с точки зрения качества воды приходились на 2013 и 2016 гг., поскольку большую часть вегетационного периода на акватории регистрировали загрязненные воды (α - и β -мезосапробные). В 2014 и 2017 гг. ухудшение качества воды (β -мезосапробная зона) отмечали осенью и весной соответственно.

В донных отложениях сезонные изменения численности сапрофитов полностью соответствовали бактериопланктону. Так же, как и в воде, в донных отложениях в многоводные годы (2016 и 2017 гг.) максимум численности сапротрофного бактериобентоса приходился на весенний период, в 2013 г. – на летний период, а в 2014 и 2015 гг. – на осенний (см. табл. 1). В целом численность бактериобентоса всегда превышала концентрацию бактериопланктона, что закономерно и связано с адгезивными свойствами грунта и обилием питательных веществ. При этом тесная взаимосвязь двух биотопов очевидна, поскольку сезонное распределение бактериального сообщества в воде и донных отложениях носило одинаковый характер.

В период исследований (2013–2017 гг.) изучали не только количественные характеристики сапротрофного бактериоценоза моря, но и видовой состав данной группы микроорганизмов. Для определения бактериального биоразнообразия осуществляли постановку накопительных культур сапротрофов с последующим выделением чистых изолятов микроорганизмов. Сапротрофные микроорганизмы Северного Каспия включали представителей следующих родов: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Corynebacterium*, *Edwardsiella*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Flavobacterium*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Marinococcus*, *Moraxella*, *Nocardia*, *Planococcus*, *Proteus*, *Providencia*, *Photobacterium*, *Plesiomonas*, *Pseudomonas*, *Salinicoccus*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Vibrio*. В период с 2013 по 2016 гг. в накопительных культурах наблюдали сокращение количества видов микроорганизмов, в 2017 г. видовое разнообразие несколько увеличилось. При этом в летние месяцы и начале осени наблюдали видовой максимум, в то время как весной и поздней осенью качественное разнообразие микроорганизмов было минимальным. Ежегодно большинство выделенных бактерий относились к группе условно-патогенных микроорганизмов, в то время как истинные сапрофиты, не способные колонизировать живые объекты, в накопительных культурах встречались значительно реже. Такая расстановка бактериальных доминантов обусловлена высокой ферментативной активностью условно-патогенных бактерий, их антагонистическими свойствами, а также элективными условиями накопительных сред, резко отличавшимися от естественных условий обитания морского бактериоценоза. Следовательно, преобладание условно-патогенных микроорганизмов в селективных условиях, возможно, и не обеспечивало данной группе бактерий доминирующее положение в сапротрофном микроценозе, но подтверждало их персистенцию на акватории в активной или статической форме, что представляло потенциальную опасность как для гидробионтов, так и для человека.

Доля представителей семейств Neisseriaceae, Vibrionaceae, Flavobacteriaceae и Alcaligenaceae в составе бактериопланктона в межгодовом аспекте достаточно стабильна (рис. 1).

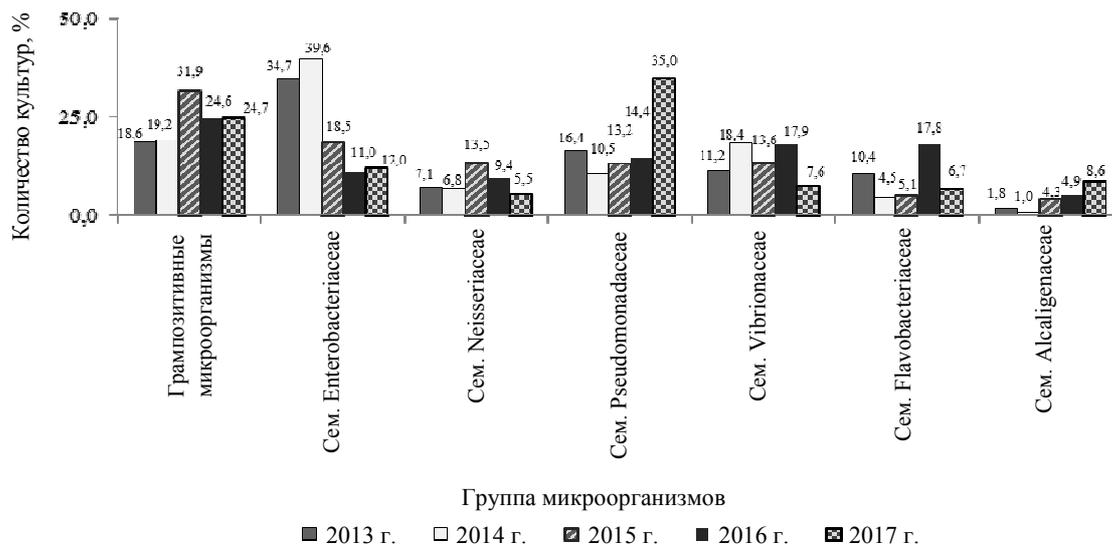


Рис. 1. Биоразнообразие сапротрофного бактериопланктона в Северном Каспии

Бактерии данных семейств регистрировали всегда в качестве сопутствующей микробиоты, их видовое разнообразие было небольшим. Микроорганизмы, относившиеся к сем. Pseudomonadaceae, до 2016 г. включительно имели устойчивую численность среди выделенных бактерий. В 2017 г. зарегистрировано повышение доли псевдомонад более чем в 2 раза, что обеспечило им доминирующее положение относительно других изолированных культур. Обращает на себя внимание динамика встречаемости в накопительных культурах грамположительных микроорганизмов и энтеробактерий. Распространенность грампозитивной микробиоты ежегодно возрастала, достигнув максимума в 2015 г. В 2016 г. наблюдалось снижение частоты выделения данных микроорганизмов с последующей стабилизацией их доли среди выделенных бактерий. Представителей сем. Enterobacteriaceae наиболее часто регистрировали в 2013 и 2014 г. В 2015 г. произошло резкое снижение их доли более чем в 2 раза. В 2016 и 2017 г. энтеробактерии регистрировали на уровне сопутствующей микробиоты (их доля не превышала 12,0 % от всех выделенных микроорганизмов).

В донных отложениях в групповом составе сапротрофных микроорганизмов наблюдали схожую с бактериопланктоном динамику (рис. 2).

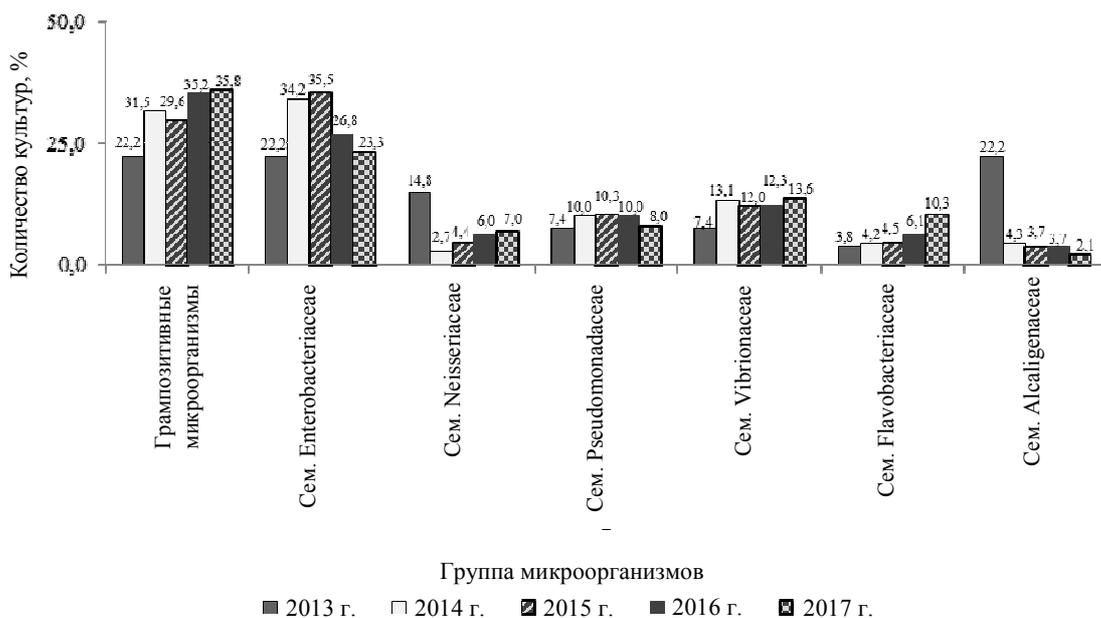


Рис. 2. Биоразнообразие сапротрофного бактериобентоса в Северном Каспии

В сапротрофной ассоциации бактерий донных отложений прослеживается ежегодное нарастание доли грамположительных микроорганизмов, а снижение численности энтеробактерий отмечали с 2016 г. Такая динамика группового распределения бактерий в накопительных культурах донных отложений связана с особенностями грунта как среды обитания, а также физиолого-биохимическими свойствами данных микроорганизмов. Отличительной особенностью сапротрофного бактериобентоса являлась высокая концентрация некоторых неферментирующих бактерий (представители сем. Neisseriaceae и Alcaligenaceae) в 2013 г., однако в дальнейшем их доля снизилась и стабилизировалась.

Поскольку условно-патогенные микроорганизмы небезопасны для гидробионтов, целесообразно изучение их патогенных свойств, обеспечивающих проникновение болезнетворного агента в организм. Ежегодно среди выделенных из воды и грунта Северного Каспия сапротрофных микроорганизмов массово встречались условно-патогенные бактерии, обладающие факторами патогенности и антибиотикорезистентностью. Изучение вирулентности бактерий в многолетнем аспекте показало, что встречаемость у бактерий различных патогенных свойств не имела общей направленности (рис. 3).



Рис. 3. Факторы патогенности микроорганизмов

Распространенность бактерий, синтезирующих лецитиназу, ежегодно снижалась, достигнув минимальных показателей в 2017 г. Микроорганизмы с протеолитической активностью наиболее часто регистрировали в 2013 г., встречаемость данного фактора постепенно снижалась к 2015 г. В следующие два года наблюдали некоторое увеличение количества бактерий, обладающих протеазой. Следует отметить, что протеолитическая и лецитиназная активности позволяют бактериям разрушать клеточную стенку макроорганизмов, инициируя инфекционный процесс. В период исследований часто регистрировали бактерии, обладающие сразу двумя факторами патогенности, что повышало общую вирулентность данных микроорганизмов.

Бактерии, проявляющие гемолитическую активность, регистрировали ежегодно, при этом частота встречаемости данных микроорганизмов была неодинаковой. Наиболее часто данные бактерии регистрировали в 2013 и 2015 г., в 2016 и 2017 г. частота микроорганизмов с гемолитической активностью не превышала 19,3%. Распространенность ДНКазы нарастала до 2015 г., однако в дальнейшем отмечено снижение численности бактерий с данным ферментом. Гемолитическая и ДНКазная активности позволяют микроорганизмам разрушать эритроциты и генетический материал организма хозяина, вызывая тяжелые инфекционные процессы. В целом снижение встречаемости бактерий, обладавших данными факторами патогенности, свидетельствовало об улучшении санитарной обстановки водоема в 2017 г.

Микроорганизмы, выделенные из воды и грунта северной части Каспийского моря, обладали множественной антибиотикорезистентностью по отношению к различным группам препаратов (рис. 4).

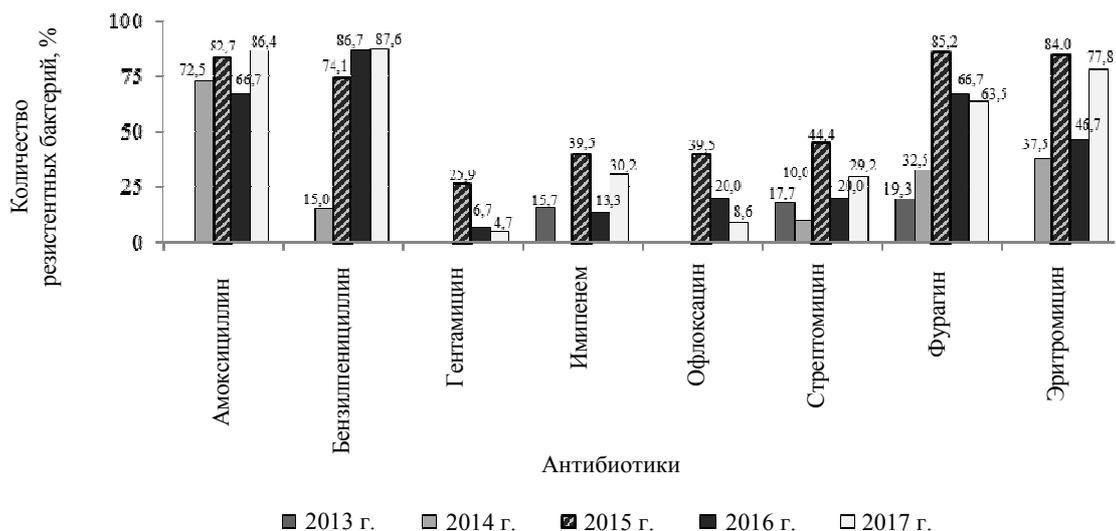


Рис. 4. Антибиотикорезистентность микроорганизмов, выделенных из воды и грунта Северного Каспия в 2013–2017 гг

В многолетнем аспекте отмечено увеличение устойчивости бактерий к бензилпенициллину. Амоксициллин также показал низкую эффективность относительно бактериальных агентов. Оба антибиотика относятся к группе пенициллинов бета-лактамных антибиотиков. У клинических штаммов антибиотикорезистентность к пенициллинам достаточно высока [8], при этом столь высокая устойчивость микроорганизмов, выделенных из морской воды и грунта, к данным препаратам указывала на значительный антропогенный прессинг на акваторию, поскольку в естественных условиях обитания доля резистентных микроорганизмов невелика [9].

Для имипенема, стрептомицина и эритромицина характерна волнообразная динамика с чередованием лет высокой и низкой резистентности. Изучение воздействия препаратов гентамицина и офлоксацина показало постепенное снижение количества устойчивых изолятов. Резистентность бактерий к фурагину увеличивалась в 2013–2015 гг. В 2016 и 2017 г. отмечено некоторое снижение количества устойчивых изолятов, однако их количество оставалось на достаточно высоком уровне (более 60 % всех выделенных культур).

Заключение

Таким образом, сезонная динамика численности сапротрофного бактериопланктона и бактериобентоса Северного Каспия в 2013–2017 гг. во многом зависела от абиотических факторов, в частности уровня половодья, а также от межвидовых взаимоотношений внутри бактериального сообщества. Изучение сапробности воды по микробиологическим показателям показало, что только в 2015 г. численность сапротрофного бактериопланктона в течение всего года не превышала 5,0 тыс. КОЕ/мл, что соответствовало чистым водам. Наиболее неблагоприятные периоды с точки зрения качества воды приходились на 2013 и 2016 гг., а в 2014 и 2017 гг. ухудшение качества воды отмечали осенью и весной соответственно.

В видовом аспекте большая часть выделенных сапротрофных микроорганизмов относилась к группе условно-патогенных бактерий. Максимум видового разнообразия бактериопланктона и бактериобентоса отмечен в летний период и в начале осени; весной и поздней осенью качественное разнообразие микроорганизмов было минимальным. При этом ежегодно выделяли микроорганизмы, проявляющие различные факторы патогенности (синтез протеазы, лецитиназы, ДНКазы и гемолизина). Доля бактерий, синтезирующих лецитиназу, ежегодно снижалась, микроорганизмы с протеолитической активностью наиболее часто регистрировали в 2013 г. Бактерии, проявляющие гемолитическую активность, наиболее часто регистрировали в 2013 г., в 2016 г. их доля была минимальной. Распространенность ДНКазы нарастала до 2015 г., однако в дальнейшем отмечено снижение численности бактерий с данным ферментом. Наличие одного и более факторов патогенности наряду с множественной антибиотикорезистентностью свидетельствовало о потенциальной опасности данных представителей бактериопланктона и бактериобентоса для гидробионтов и человека.

В целом, учитывая сезонную динамику численности сапротрофного микробиоценоза Северного Каспия, а также постепенное изменение соотношения различных групп микроорганизмов, биоразнообразие условно-патогенных бактерий, выделенных из воды и грунта, обладающих патогенными свойствами и мультирезистентностью по отношению к антибиотикам, можно сделать вывод о том, что микробиологическая ситуация на исследованной акватории Северного Каспия период с 2013 по 2017 г. была напряженной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мишустина И. Е., Щеглова И. К., Мицкевич И. Н. Морская микробиология: учеб. пособие. Владивосток: Изд-во Дальневосточ. ун-та, 1985. 181 с.
2. Ильинский В. В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: дис. ... д-ра биол. наук. М., 2000. 603 с.
3. Карыгина Н. В., Проскурина В. В., Лардыгина Е. Г., Дегтярева Л. В., Кравченко Е. А., Головатых Н. Н., Галлей Е. В., Дьякова С. А., Шокашева Д. И. Абиотические и биотические факторы, формирующие условия обитания биоресурсов Каспийского моря // Сохранение биологических ресурсов Каспия: материалы и докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 18–19 сентября 2014 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. С. 210–214.
4. Ларцева Л. В., Проскурина В. В. Состояние паразитофауны и микрофлоры гидробионтов Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2003. 80 с.
5. Нетрусов А. И. Практикум по микробиологии. М: Академия, 2005. 608 с.
6. Инешина Е. Г., Гомбоева С. В. Методические указания к лабораторному практикуму по курсам «Санитарная микробиология», «Санитарно-микробиологический контроль на производстве». Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. 90 с.
7. Хоулт Дж., Криг Н. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. М.: Мир, 1997. Т. 2. 429 с.
8. Жукова Э. В. Современное состояние проблемы антибиотикорезистентности и эпидемиологический надзор за устойчивостью микроорганизмов к антибактериальным препаратам // Инфекционные болезни. 2015. № 1. С. 44–47.
9. Анганова Е. В., Курносоев А. Д., Самойлова И. Ю., Савилов Е. Д. Антибиотикорезистентность бактерий микробиоценозов водных объектов как показатель антропогенной нагрузки на водоем (на примере реки Лены) // Сиб. медиц. журн. 2008. № 76 (1). С. 75–77.

Статья поступила в редакцию 22.05.2018

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дьякова Светлана Александровна – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; младший научный сотрудник лаборатории ихтиопатологии; djakova.s.a@gmail.com.

Галютдинова Екатерина Рафаэлевна – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; младший научный сотрудник лаборатории ихтиопатологии; ekaterina-grigor@rambler.ru.

Лардыгина Елена Глебовна – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; научный сотрудник лаборатории водных проблем и токсикологии; lardygina68@mail.ru.



S. A. Dyakova, E. R. Galyautdinova, E. G. Lardygina

MODERN STATUS OF THE MICROECOSYSTEMS OF THE NORTHERN CASPIAN

Abstract. The article highlights the data on the abundance of saprotrophic bacterioplankton and bacteriobenthos in the water area of the Northern Caspian in the period from 2013 to 2017. There has been described the influence of the Volga river runoff during the spring flood on bacterioplankton

and bacteriobenthos in the northern part of the Caspian Sea. The number of saprotrophic bacterioplankton in the spring period depended on water content; the minimum of saprotrophs was recorded in 2015 (low water year), maximum - in 2016 (high water year). Studying the vertical distribution of saprotrophs number showed that near the bottom it was somewhat less than on the surface. The most favorable sanitary situation in the Northern Caspian was registered in 2015 (throughout the year, water quality was estimated as clean), unfavorable periods occurred in 2013 and 2016 (during nearly whole vegetation period water quality was estimated as contaminated). In the bottom sediments seasonal changes of saprophytes completely corresponded to bacterioplankton, the abundance of bacteriobenthos exceeding the parameters of bacterioplankton. There has been studied species composition of saprophyte bacteriocenoses of the North Caspian, determined the dynamics of yearly occurrence of different groups and families of microorganisms. In the period from 2013 to 2016 there was observed a decline in the number of species of microorganisms, in 2017, species diversity increased slightly. In summer months and at the beginning of autumn species maximum was observed, in spring and late autumn there was registered species minimum. Most of isolated bacteria belonged to a group of opportunistic pathogens, while true saprophytes were much less common. Among the isolated species there have been determined potentially pathogenic microorganisms, their pathogenic activity and antibiotic resistance have been studied. The presence of one or more pathogenic factors, together with multi-drug resistance of bacteria to antimicrobial agents proved the potential danger of these representatives of bacterioplankton and bacteriobenthos for hydrobionts and humans.

Key words: microorganisms, saprotrophs, opportunistic bacteria, antibiotic resistance, pathogenicity factors, bacterioplankton, bacteriobenthos, the Northern Caspian.

REFERENCES

1. Mishustina I. E., Shcheglova I. K., Mitskevich I. N. *Morskaya mikrobiologiya: uchebnoe posobie* [Sea microbiology: teaching guide]. Vladivostok, Izd-vo Dal'nevostochnogo universiteta, 1985. 181 p.
2. Il'inskii V. V. *Geterotrofnyi bakterioplankton: ekologiya i rol' v protsessakh estestvennogo ochishcheniya srede ot neftiannykh zagriaznenii. Dis. d-ra biol. nauk* [Heterotrophic bacterioplankton: ecology and role in natural purifying processes from oil contaminations. Diss. ... Doct. Biol. Sci.]. Moscow, 2000. 603 p.
3. Karygina N. V., Proskurina V. V., Lardygina E. G., Degtiareva L. V., Kravchenko E. A., Golovatykh N. N., Gallei E. V., D'iakova S. A., Shokasheva D. I. Abioticheskie i bioticheskie faktory, formiruiushchie usloviya obitaniya biorezursov Kaspiiskogo moria [Abiotic and biotic factors forming the habitat of the Caspian biore-sources]. *Sokhranenie biologicheskikh resursov Kaspiya: materialy i doklady Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 18–19 sentyabrya 2014 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2014. Pp. 210-214.
4. Lartseva L. V., Proskurina V. V. *Sostoyaniye parazitofauny i mikroflory gidrobiontov Volgo-Kaspiiskogo regiona na rubezhe XXI veka* [Status of parasite fauna and microflora of hydrobionts of the Volga-Caspian region at the beginning of XXI century]. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2003. 80 p.
5. Netrusov A. I. *Praktikum po mikrobiologii* [Practical course on microbiology]. Moscow, Akademiya Publ., 2005. 608 p.
6. Ineshina E. G., Gomboeva S. V. *Metodicheskie ukazaniya k laboratornomu praktikumu po kursam «Sanitarnaya mikrobiologiya», «Sanitarno-mikrobiologicheskii kontrol' na proizvodstve»* [Methodological instructions for laboratory session on courses “Sanitary microbiology”, “Sanitary microbiological control in industry”]. Ulan-Ude, Izd-vo VSGTU, 2006. 90 p.
7. Khoul't Dzh., Krig N. *Opredelitel' bakterii Berdzhii: v 2 t.* [Bergey's manual on systematic bacteriology: in 2 vol.]. Moscow, Mir Publ., 1997. Vol. 2. 429 p.
8. Zhukova E. V. *Sovremennoe sostoyaniye problemy antibiotikorezistentnosti i epidemiologicheskii nadzor za ustoichivost'yu mikroorganizmov k antibakterial'nym preparatam* [Current state of the problem of antibiotic resistivity and epidemiological control over resistance of microorganisms against antibacterial substances]. *Infektsionnye bolezni*, 2015, no. 1, pp. 44-47.
9. Anganova E. V., Kurnosov A. D., SamoiloVA I. Iu., Savilov E. D. *Antibiotikorezistentnost' bakterii mikrobitsenozov vodnykh ob'ektov kak pokazatel' antropotekhnogennoi nagruzki na vodoem (na primere reki Leny)* [Antibiotic resistivity of bacteria of microbiocenoses of water bodies as a factor of anthropogenic loading on a water basin (on example of the Lena river)]. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*, 2008, no. 76 (1), pp. 75-77.

The article submitted to the editors 22.05.2018

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dyakova Svetlana Aleksandrovna – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Junior Researcher of the Laboratory of Ichthyopathology; djakova.s.a@gmail.com.

Galyautdinova Ecatherina Rafelevna – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Junior Researcher of the Laboratory of Ichthyopathology; ekaterina-grigor@rambler.ru.

Lardygina Elena Glebovna – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Researcher of the Laboratory of Water Problems and Toxicology; lardygina68@mail.ru.

