

УДК 579.02

*Салманов М.А., Танайи В.Х.*

*Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)*

## **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ШЕХЕРЧАЙ И ШЕХЕРЧАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

*M. Salmanov, V. Tanayi*

*Institute of Microbiology of Azerbaijan National  
Academy of Sciences, Baku*

### **MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE SHEHERCHAY RIVER AND SHEHERCHAY RESERVOIR**

*Аннотация.* Впервые определена микробиологическая характеристика р. Шехерчай и созданного в 2004 г. на её долине Шехерчайского водохранилища в сезон 2009 г. Определено общее число микроорганизмов воды и грунта, количественно-качественный состав сапрофитных и некоторых физиологических групп бактерий. Установлено, что верхнее течение реки во всех сезонах года остаётся экологически стабильным. В тоже время в среднем участке она локально обогащается аллохтонным органическим веществом у населённых пунктов. До впадения в водохранилище вода восстанавливает свою стабильность, и увеличение степени сапробности не отмечается. В водохранилище развитие микробиоты тесно связано с абиотическими факторами региона и среды. Сезонное изменение численности и физиологической активности микрофлоры ярко выражается в воде, а в грунтах генерация микроорганизмов происходит слабее и плавно. Воды в реке и в водохранилище мезосапробны и мезотрофны.

*Ключевые слова:* фитопланктон, бактериопланктон, перифитон, аллохтон, первичная продукция, биогенные элементы.

*Abstract.* Microbiological characteristics of the Sheherchay river and the Sheherchay reservoir formed in the river bed in 2004 were determined for the first time for the seasonal changes of 2009. The total number of water and soil microorganisms, quantitative and qualitative composition of the saprophytic and some physiological groups of bacteria are assessed. It is shown that the upper reaches of the river are environmentally stable in all seasons. At the same time, the middle part of the river is locally enriched with allochthonous organic matter from human settlements. Before inflowing into the water reservoir, water becomes stable and the increase in the saprobic degree is not observed. In the reservoir, the development of microbiota is closely related to abiotic factors of the region and the environment. Seasonal changes in the number and physiological activity of microorganisms is most strongly manifested in the water, whereas the generation of microorganisms in the soil is less pronounced. Water in the river and the reservoir is mesosaprobic and mesotrophic.

*Key words:* phytoplankton, bacterio-plancton, destruction, allochthon, primary production, biogenic elements.

Река Шехерчай и созданное в 2004 в ее долине одноименное водохранилище расположены в провинции Урмия Иранской Исламской Республики. Будучи типичной горной рекой, она берет свое начало в горной гряде Загрос на высоте свыше 3500 м. Она является одной из пяти основных рек бассейна озера Урмия и формируется за счет талых и родниковых вод 16 мелких рукавов водосборной площади. Площадь бассейна реки составляет 743 км<sup>2</sup>, из них 314 км<sup>2</sup> относится к средней части ее течения. Верхнее течение реки мало населено и поэтому экосистема в этой части реки относительно стабильна, так как лишена источников антропогенного воздействия. Зона верхнего, частично среднего ее течения характеризуется прохладным континентальным климатом, где река покрывается льдом в среднем на 145-155 дней при температурах воздуха, охлажденного до -32-35°C. Шехерчайское водохранилище площадью 330 км<sup>2</sup> создано на нижнем русле реки, на высоте 1580 м. Ложе водохранилища – узкое каме-

нистое ущелье со скалистыми берегами. Объем воды в нем – 215 млн м<sup>3</sup>, из них 200 млн м<sup>3</sup> – полезный. Река Шехерчай по всему течению служит источником пресной воды для населения, а Шехерчайское водохранилище используется как один из источников питьевой воды для жителей г. Урмия. В нижнем бьефе предусмотрено орошение свыше 12 тыс. га посевных площадей сельского хозяйства и обеспечение местного населения питьевой водой. Водоохранилище относится к водоемам руслового характера.

### Материалы и методы

Сбор образцов воды и наблюдения велись посезонно в 2009 г. (февраль, май, август и ноябрь). Для сбора образцов воды и грунта, а также измерения прозрачности рН, концентрации растворенного в воде кислорода, t°С и др. параметров на реке было назначено 6 станций, а на водохранилище – 3. Кроме того, каждый раз образцы брались и в нижнем бьефе. Образцы воды отбирались стерильной стеклянной бутылкой батометра Ю.И. Сорокина [10], а донные отложения (грунт) стерильным шпателем. Прямой подсчет бактерий определялся методом А.С. Разумова [5], а в донных отложениях – способом С.Н. Виноградского [1]. Сапрофитные и физиологические бактерии выращивались на соответствующих питательных средах, составы которых указаны в лабораторных руководствах В.И. Романенко, С.И. Кузнецова [8] и А.Г. Родиной [6]. Также определялись некоторые физико-химические показатели воды.

### Обсуждение полученных результатов

Установлено, что общее число микроорганизмов по прямому подсчету колеблется в больших пределах как по сезонам, так и участкам (табл. 1). Выявлено, что в воде и в грунтах минимальное количество микроорганизмов отмечается в зимнее время, а максимальное – осенью. Во всех сезонах общее число микроорганизмов возрастает по тече-

нию вниз. Согласно таблице, до населенного пункта Силвана, частично и в зоне верхнего течения до селения Банд, вода сравнительно чиста. Возрастание численности бактерий в весенне-осенние периоды, по всей вероятности, связано со смыванием аллохтонной микрофлоры почв водосборных площадей дождевой и талой водами. В связи с большим наклоном и быстрым течением воды на каменистом, с многочисленными порогами русле, в реке почти отсутствует формировавшийся ил. Для анализа брали почти мягкие наилки со дна участков, изолированных от основного потока воды. Если исключить попадание перифитонной микрофлоры в воду реки Шехерчай как зимой так и летом, то можно полагать, что вода в ней до участка Силвана находится исключительно в экологически стабильном состоянии. Примечательно еще и то, что весенне-осенние показатели численности микрофлоры в воде и грунтах почти идентичны. Кроме того, температура воды, содержание растворенного кислорода в ней также почти одинаковы. Поэтому можно полагать, что в весенне-осенних сезонах абиотические факторы в воде и в грунтах р. Шехерчай остаются стабильными.

В Шехерчайском водохранилище физико-химические свойства воды заметно отличаются от таковых речной воды. Во-первых, увеличивается прозрачность воды, что создает благоприятное условие для вегетации фитопланктона и генерации бактериопланктона. Показатели зимнего сезона, когда водохранилище покрывается льдом в устьевом участке (станция 1), по количеству микроорганизмов почти вдвое превосходит таковые в средней и предплотинной частях водохранилища (табл. 2). Характерно, что кроме среднесуточной величины первичной продукции фотосинтеза фитопланктона, все показатели микробиологических анализов в воде станции 1 (устье р. Шехерчай) оказываются максимальными по сравнению с данными, полученными в центральной и предплотинной частях водохранилища. Это, по-видимому, связано с поступлением в него органических и минеральных веществ аллохтонного характера.

Таблица 1

**Изменение общего числа микроорганизмов в воде (млн/мл)  
и грунтах (млрд/г) р. Шехерчай по сезонам 2009 г.**

№	Пункт-станции	В воде				В грунтах			
		зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
1.	Верх с. Бардасу	0,40	1,1	1,2	2,0	0,3	0,6	1,3	0,8
2.	Ниже с. Бардасу	0,45	1,4	1,4	2,2	0,4	1,0	1,6	1,3
3.	Силвана	0,60	2,0	–	2,6	0,8	1,3	1,8	1,6
4..	Верх. течен. у сел. Банд	0,70	2,8	1,5	3,0	1,0	1,6	2,1	1,8
5.	Выход с. Банд	0,90	3,0	2,0	3,3	1,2	2,1	2,3	2,0
6.	Устье водохр.	1,10	3,3	2,6	3,4	1,6	2,3	2,6	2,2
	Среднее	0,70	2,5	1,8	2,7	0,9	1,5	2,0	1,6

Таблица 2

**Изменение общего числа микроорганизмов воды (млн/мл) и грунта (млрд/г)  
Шехерчайского водохранилища по сезонам 2009 г.**

№	Станции	В воде				В грунтах			
		зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
1.	Устье реки	1,3	3,4	2,1	3,2	1,4	2,4	2,1	1,3
2.	Середина	0,6	1,9	1,6	2,4	1,1	2,0	1,6	1,0
3.	Предплотинная часть	0,8	2,0	1,7	2,1	1,2	1,9	1,3	1,2

Сравнение среднесезонных и среднегодовых количеств микроорганизмов в воде и грунтах в реке и водохранилище дало почти одинаковые результаты. Как указано выше, в отличие от физических качеств вод в реке и водохранилище, в численности микроорганизмов резких колебаний или отличий не наблюдается. Можно полагать, что поступившие в среднем и предустьевом участках аллохтонное органическое вещество большей частью минерализуется в реке по течению до водохранилища. Если основным органическим субстратом в речной воде является аллохтонное вещество и оно минерализуется в верхнем бьефе, то надо признать, что в самом водохранилище источником энергетического материала является автохтонное органическое вещество, образующееся фотосинтезом фитопланктона.

Для определения степени сапробности, характера присутствующих в воде и грунтах органических веществ, глубину их минерализации-распада изучен количественно-каче-

ственный состав сапрофитных бактерий как в реке, так и в водохранилище посезонно. Выявлено, что количество сапрофитных бактерий сильно колеблется по сезонам года (табл. 3). Как видно из таблицы, в зимний сезон количество сапрофитов в воде в 10-15 раз меньше таковых весной и летом соответственно. В общей численности микроорганизмов в воде, по прямому подсчету, зимний показатель оказался меньше летне-весеннего лишь в 2 раза. В донных отложениях количество сапрофитных бактерий варьируется в пределах 1,4 (зима) – 2,7 млн/г (лето). Как видно, разница между минимальным и максимальным значениями оказалась двукратной. Таким образом, судя по резкому изменению численности сапрофитных бактерий в один и тот же период в воде и в грунтах (на одних и тех же пунктах-станциях), можно предположить, что зимой, в период покрытия воды льдом, открытая подпитка воды аллохтонным органическим веществом почти прекращается. А в донных отложениях органического вещества, причем

его трудно минерализуемых компонентов, всегда оказывается гораздо больше, чем в воде [4; 9]. В тоже время процентное соотношение спорообразующих форм выросших колоний сапрофитных бактерий к общей их численности, с одной стороны, может определить степень сапробности, тип трофики водоема и глубину распада энергетического материала как в воде, так и в грунтах [3; 4]. Как видно из табл. 3, самый большой процент спорообразующих форм из выросших сапрофитов отмечается в зимние месяцы. Кроме того, путем сравнения соотношения числа сапрофитных бактерий к общей численности микроорганизмов по прямому подсчету, также можно оценить чистоту воды [2; 7].

В отличие от реки, в водохранилище количество сапрофитных бактерий изменяется по сезонам года более плавно и как в воде, так и в донных отложениях распределяется почти равномерно (табл. 4). Характерно, что как в р. Шехерчай, так и в Шехерчайском водохранилище отмечается резкое возрастание количества сапрофитных бактерий в воде от зимы к весне. Если в воде реки и водохранилища зимнее среднесезонное число сапрофитных бактерий увеличивается весной 12-15 раз, то в донных отложениях весенние показатели превосходят зимние лишь в 2 раза. В тоже время процент спороносных форм выросших сапрофитных бактерий в воде на 10% меньше. Поэтому можно предполагать, что орга-

Таблица 3

**Изменение количества и процента споровых форм сапрофитных бактерий в воде (тыс/мл) и грунтах (млн/г) р. Шехерчай по сезонам 2009 года**

Пункт станции	В воде								В грунтах							
	зима		весна		лето		осень		зима		весна		лето		осень	
	К <sup>1</sup>	П <sup>2</sup>	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П
1.	0,1	92	2,0	81	2,5	73	1,8	82	0,9	96	2,0	83	2,6	78	1,6	86
2.	0,12	89	2,2	80	2,8	66	2,0	80	1,1	92	2,2	82	2,4	76	1,3	85
3.	0,2	86	2,4	76	3,6	71	2,2	81	1,3	90	2,6	80	–	–	1,6	83
4.	–	–	3,0	78	3,9	68	2,6	80	1,6	90	3,1	76	2,6	73	2,2	80
5.	0,3	91	3,6	76	4,4	62	3,1	80	–	–	3,4	78	3,3	70	3,1	80
6.	0,3	88	4,1	70	4,6	60	3,3	76	2,1	88	3,8	74	3,5	70	3,3	74
Ср.	0,2	88	2,8	74	3,6	68	2,5	80	1,4	90	2,6	80	2,7	70	2,0	82

Примечание: К – количество;  
П – процент (%) споровых форм.

Таблица 4

**Изменение количества и процента споровых форм сапрофитных бактерий в воде (тыс/мл) и в грунтах (млн/г) Шехерчайского водохранилища по сезонам 2009 г.**

Пункт станции	В воде								В грунтах							
	зима		весна		лето		осень		зима		весна		лето		осень	
	К	П <sup>1</sup>	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П
1.	0,3	92	3,0	86	3,2	76	2,3	92	1,3	96	2,6	86	3,2	80	1,8	86
2.	0,2	93	2,3	84	3,0	74	2,2	80	1,0	96	2,1	84	3,0	79	1,6	81
3.	0,3	94	2,0	87	2,6	75	2,0	78	1,2	94	1,6	91	3,0	81	1,7	78

Примечание: 1 – см. табл. 3

ническое вещество в воде минерализуется прежде, чем в донных отложениях.

Кроме вышеизложенного, в воде и в грунтах одновременно определено численное распределение бактерий из физиологических групп – аэробных целлюлозо разлагающих, азотфиксирующих, денитрифицирующих *Clostridium pasteurianum* и сульфатредуцирующих. В воде реки и воде хранилища целлюлозоразлагающие (аэробы) выделялись из всех образцов, количество которых не превышало 100 в 1 мл. В тоже время в водохранилище возрастание числа целлюлозоразлагающих легко определяется в летне-осенние месяцы, когда они составляют концентрацию свыше 1000/мл. В грунтах реки Шехерчай число целлюлозоразлагающих, в среднем, в 10 раз меньше таковых в грунтах водохранилища и составляет 500-600/г. Весьма слабо развит свободноживущий аэробно азотфиксирующий – *Azotobacter*. Из образцов речных вод в 50% не удалось отметить наличие этих бактерий. А в водохранилище *Azotobacter* легко выделялся в количестве 60-80/мл из прибрежных вод, где отмечается развитие высшей водной растительности. Характерно, что в водохранилище отмечается сравнительно широкое распределение анаэробно-азотфиксирующих – *Cl. pasteurianum*. Будучи анаэробными по дыханию, они легко выделялись даже из образцов поверхностных слоев воды. Так, в водохранилище, в районе 1 станции, летом они составляли 1000/мл. Интересно, что в придонной воде увеличение числа *Cl. pasteurianum* не наблюдалось. Денитрификаторы в воде р. Шехерчай отмечались лишь в летний период в количестве 10/мл. В воде Шехерчайского водохранилища основным биотопом денитрифицирующих бактерий являются донные отложения. Максимум этих бактерий отмечается летом, когда их концентрация составляет 100 тыс/г.

Примечательно, что в отличие от *Cl. pasteurianum* и денитрифицирующих, сульфатредуцирующих в воде р. Шехерчай отметить не удалось. В грунтах реки они отмечались в 4-х из шести в летний период. Количество этих строго анаэробных в речных донных

отложениях не превышает 90-110/г. В воде Шехерчайского водохранилища сульфатредуцирующие отмечались лишь в воде придонных слоев. Причем с возрастанием глубин увеличивалась и численность этих бактерий. Например, в воде 1-ой станции (с глубиной 3 м) обнаружено 9/мл, а в районе 2 и 3 станций, с глубинами 34 и 61 м, число бактерий составляет 100 и 160/мл соответственно.

В заключение можно констатировать, что верхнее течение реки Шехерчай экологически стабильно. Подвергаясь антропогенному воздействию на среднем участке, она восстанавливается путем самоочищения по течению. Исходя из численности микробиоты воды и грунта, р. Шехерчай можно отнести к олиготрофным водоемам. В Шехерчайском водохранилище общее число всей микробиоты не превышает показателей водоемов мезотрофного типа. В водохранилище развитие бактериопланктона и бактериобентоса сбалансировано, и в его бассейне нет стационарно-антропогенно влияющих источников. В газово-килородном режиме напряжения не отмечались. Также не наблюдалось в водохранилище «цветение воды» и процессы антропогенного эвтрофирования.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградов С.Н. Почвенная микробиология: лабораторное руководство.– М.: изд-во АН СССР, 1952.– 180 с.
2. Горбенко Ю.А. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в средах для культивирования сапрофитных микроорганизмов // Микробиология.–1961. Т. 30. Вып. 1.– С. 168-172.
3. Кузнецов С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах.– М.: изд-во АН СССР, 1952.– 300 с.
4. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность.– Л.: «Наука», 1970.– 440 с.
5. Разумов А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха // Микробиология.–1932. Т. 1.– С. 131-146.
6. Родина А.Г. Методы водной микробиологии.– Л.: «Наука», 1965.– 354 с.
7. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах.–Л.:«Наука»,1985.– 295 с.

8. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: лабораторное руководство. – М.: «Наука», 1974.– 194 с.
9. Салманов М.А. Вопросы экологической безопасности трансграничных рек Азербайджана // Мат. III конф. РЭЦ Кавказа.– Тбилиси, 2003.– С. 210-216.
10. Сорокин Ю.И. Вопросы методики отбора проб при изучении водной микробиологии // Океанология.–1962. Т. II, Вып. 5.– С. 188-197.

УДК 597:504.4.054

**Сафиханова Х.М., Оруджева А.М., Рустамов Э.К.**  
*Институт физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана (г. Баку)*

### **ГИСТОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЖАБЕРНОЙ ТКАНИ У САЗАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЫРОЙ НЕФТИ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ**

**Kh. Safikhanova, A. Orudjeva, E. Rustamov**  
*A.I. Karaev Institute of Physiology of Azerbaijan  
National Academy of Sciences, Baku*

#### **HISTOPATHOLOGICAL CHANGES IN THE CARP GILL TISSUE AS A RESULT OF EXPOSURE TO HIGH CONCENTRATIONS OF CRUDE OIL**

*Аннотация.* Показано воздействие высоких концентраций сырой нефти 100, 300, 500 мг/л с месторождения «Нефтяные камни» на клетки жаберной ткани куриного сазана. Нарушения были отмечены как в состоянии первичных ламелл, так и в организации вторичных ламелл. В зависимости от концентрации и экспозиции, наиболее ранними сдвигами в организации жаберной ткани были отрыв дыхательного эпителия от кровеносного комплекса вторичных ламелл, что приводило к геморрагии в жабрах и увеличение числа эпителиальных клеток. Кроме того, наиболее общие нарушения: гипертрофия эпителиальных клеток, разрыв целостности эпителиальной оболочки ламелл, телеангиэктазия, стазис (аневризм).

*Ключевые слова:* гистопатология, структура жабр, сырая нефть, куриный сазан.

*Abstract.* The effect of high concentrations of crude oil (100, 300, 500 mg/l) from the 'Oil Rocks' field on the cells of the gill tissue of Kura carp is shown. Violations were found in the state of the primary lamellae and in the organization of secondary lamellae. Depending on the concentration and exposure, the earliest changes in the organization of the gill tissues were characterized by the separation of respiratory epithelium of the blood complex of secondary lamellae, leading to hemorrhages in the gills and an increase in the number of epithelial cells. In addition, the most common violations were hypertrophy of the epithelial cells, epithelial membrane integrity gap lamellae, telangiectasis, stasis (aneurysm).

*Key words:* histopathology, structure of gills, crude oil, Kura carp.

Сырая нефть является одним из наиболее часто встречающихся органических загрязнителей водной среды. В случаях её присутствия в концентрациях выше предельно допустимых, она становится крайне опасной для живых организмов, включая рыб [3; 7; 8; 18; 20]. Токсические концентрации сырой нефти в природе происходят как во время её выхода на поверхность суши или дна водоёма так и, чаще всего, во время добычи нефти и её транспортировки [4]. Жабры рыб, представленные тонкими многочисленными выростами, имеющими огромную площадь (свыше 90 % от общей поверхности тела рыб), находятся постоянно в тесном контакте с водой [1; 21]. Вследствие постоянного контакта с окружающей средой, жабры