

4  
НОМЕР



**ISSN 2304-9081**

Электронный журнал  
On-line версия журнала на сайте  
<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН



2016

**УЧРЕДИТЕЛИ**

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН  
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© О.А. Гоголева, 2016

УДК 579.2

О.А. Гоголева

## СТРУКТУРА БАКТЕРИОПЛАНКТОНА СОЛЁНЫХ РЕК ПРИЭЛЬТОНЬЯ

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург, Россия

*Цель.* Изучить функциональное и видовое разнообразие бактериопланктона соленых реках Приэльтонья.

*Материалы и методы.* Отбор проб осуществляли в среднем течении и в устьевых участках рек в августе 2013 и 2014 гг. Отбор и обработка проб проводились общепринятыми методами исследований микроорганизмов.

*Результаты.* В большинстве исследованных рек гетеротрофные бактерии преобладали над олиготрофными. В изученных реках обнаружены умеренно галофильные углеводородокисляющие бактерии. Методом секвенирования гена 16S рРНК определены ключевые таксоны культивируемых умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий. Среди умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий доминируют роды *Alcanivorax* и *Mycobacterium*.

*Заключение.* Установлено, что изученные реки имеют высокий трофический статус, который подтверждается высоким индексом трофности на всём протяжении рек и высокой численностью гетеротрофов и актиномицет.

*Ключевые слова:* бактериопланктон, углеводородокисляющие бактерии, соленые реки.

---

---

О.А. Gogoleva

## THE STRUCTURE OF THE BACTERIOPLANKTON SALTY RIVERS PRIELTONYE

Institute of Cellular and Intracellular Symbiosis UrB RAS, Orenburg, Russia

*Objective.* To study the functional and species diversity of bacterioplankton salty rivers Prieltonye.

*Materials and methods.* Sampling was conducted in the middle reaches and estuaries of rivers in August 2013 and 2014. Selection and processing of samples were performed by standard methods of research of microorganisms.

*Results.* In most studied rivers heterotrophic bacteria dominated oligotrophic. In the studied rivers was discovered moderately halophilic hydrocarbon-oxidizing bacteria. With sequencing of 16S rRNA gene have been estimated key taxa of cultivated moderately halophilic hydrocarbon oxidizing bacteria. Genera *Alcanivorax* and *Mycobacterium* are predominant moderately halophilic hydrocarbon oxidizing bacteria.

*Conclusion.* It is established that the studied rivers have higher trophic status, confirmed that a high index of nutrient status throughout the rivers and high numbers of heterotrophs and actinomycetes.

*Key words:* bacterioplankton, hydrocarbon oxidizing bacteria, saline rivers.

### Введение

Биоразнообразие экосистем минерализованных водоёмов в настоящее время привлекает повышенное внимание [1, 2]. Особый интерес исследовате-

лей вызывает биоразнообразие солёных рек, где часто формируются уникальные микробные сообщества с тесными трофическими связями, что позволяет им выживать в экстремальных условиях [3, 4]. Активно изучается альго- и протистопланктон солёных рек [5, 6]. В связи с этим представляется актуальным изучение эколого-трофических групп микроорганизмов формирующих бактериопланктон солёных водоёмов.

Цель исследования – оценка численности отдельных эколого-трофических групп бактериопланктона минерализованных рек Приэльтонья.

### **Материалы и методы**

Исследуемые водоемы расположены на территории Приэльтонья (Волгоградская область) непосредственно вблизи гипергалинного озера Эльтон, в которое впадает 7 солёных рек: Большая Саморода, Малая Саморода, Хара, Ланцуг, Чернавка, Карантинка и Солянка. Для оценки бактериопланктона пробы отбирались из рек Ланцуг и Солянка. Отбор проб осуществляли в среднем течении и устьевых участках рек в августе 2013 и 2014 гг. Отбор и обработка проб проводились общепринятыми методами исследований микроорганизмов. В бактериопланктоне определяли численность гетеротрофов, олиготрофов, актиномицет и углеводородокисляющих бактерий. Среди гетеротрофов, актиномицет и в углеводородокисляющем сообществе определялись негалофильные и умеренно галофильные микроорганизмы. Для учёта численности этих групп осуществляли высев на соответствующие питательные среды с последующим подсчетом колоний. Умеренно галофильные бактерии выращивались на соответствующих питательных средах с добавлением 10% хлорида натрия. Определение количества углеводородокисляющих бактерий как негалофильных, так и галофильных, проводили методом титров на среде Раймонда с нефтепродуктами, для пересчета использовали таблицы Мак-Креди [7].

Для экологической характеристики использовали индекс трофности (ИТ), который рассчитывается как соотношение гетеротрофов к олиготрофам и косвенно показывает количество органического вещества в водоеме.  $ИТ \geq 1$  характерно для эвтрофных, а  $ИТ \leq 1$  для олиготрофных водоемов. Минерализацию воды определяли по сухому остатку [8]. Данные по минерализации и трофности водоёмов представлены в таблице 1.

*Таблица 1. Уровень минерализации и значения индекса трофности в точках отбора проб*

Точка отбора	Минерализация, г/л		Индекс трофности	
	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
р. Ланцуг, среднее течение	5,6	6,0	2,6	4,9
р. Ланцуг, устье	14,4	14,4	4,2	66,7
р. Солянка, среднее течение	28	42,2	2,8	3,3
р. Солянка, устье	30,0	29,0	2,6	22,6

### Результаты и обсуждение

*Река Ланцуг.* В 2013 г. на всём протяжении реки доминировали гетеротрофы, отмечено, что доля олиготрофов в бактериопланктоне была больше в среднем течении реки (рис. 1).

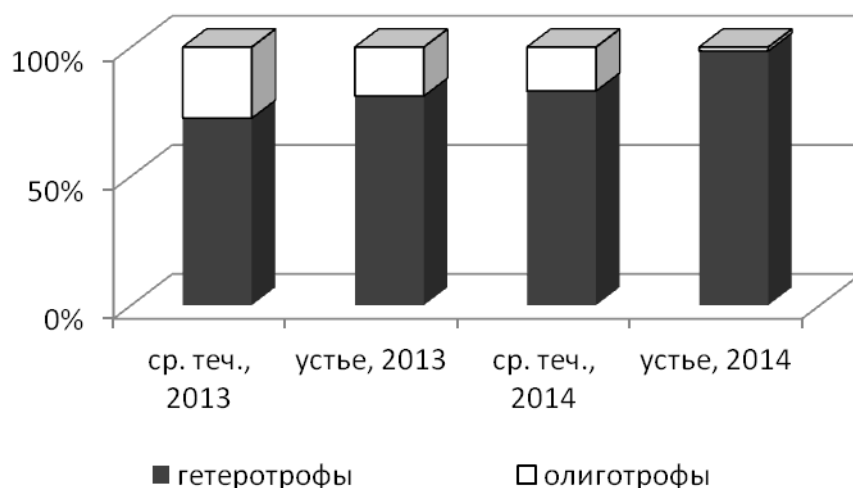


Рис. 1. Структура бактериопланктона реки Ланцуг в 2013 и 2014 гг.

Значения индекса трофности в 2013 и 2014 гг. увеличивались от среднего течения к устьевой части реки (табл. 1).

В 2014 г. на всем протяжении реки соотношение трофических групп практически не изменялось: на всём протяжении реки доминировали гетеротрофы, доля олиготрофов была незначительна и снижалась по направлению от среднего течения к устью (рис. 1).

В составе гетеротрофного бактериопланктона преобладали негаллофильные бактерии, доля умеренных галофилов была невелика. Среди негаллофильных бактерий доминировали актиномицеты (табл. 2)

В структуре гетеротрофного бактериопланктона на всём протяжении

реки доминировали галофильные гетеротрофы (табл. 2)

*Таблица 2.* Численность негалофильных, умеренно галофильных актиномицет и гетеротрофных бактерий в бактериопланктоне рек

Год	Точка отбора	актиномицеты, КОЕ/мл		гетеротрофы, КОЕ/мл	
		НГ	УГ	НГ	УГ
2013	р. Ланцуг				
	среднее течение	53400	0	12640	1420
	устье	49875	40	9000	30
	р. Солянка				
	среднее течение	890	130	3320	3720
	устье	3300	3720	5254	8520
2014	р. Ланцуг				
	среднее течение	960	0	1960	4000
	устье	1350	40	4000	6760
	р. Солянка				
	среднее течение	1320	440	1000	3300
	устье	3810	30	2260	13312

*Примечание:* НГ – негалофильные, УГ – умеренногалофильные микроорганизмы.

Среди углеводородокисляющих бактерий в 2013 и 2014 годах доминировали негалофильные микроорганизмы. Умеренные галофилы обнаруживались только в устьевой части реки (табл. 3).

*Таблица 3.* Численность негалофильных и умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий в бактериопланктоне рек

Год	Точка отбора	Негалофильные, КОЕ/мл	Умеренно галофильные, КОЕ/мл
2013	р. Ланцуг, среднее течение	14000	0
	р. Ланцуг, устье	14000	110
	р. Солянка, среднее течение	250	90
	р. Солянка, устье	11000	1400
2014	р. Ланцуг, среднее течение	14000	0
	р. Ланцуг, устье	14000	90
	р. Солянка, среднее течение	1500	0
	р. Солянка, устье	950	11000

*Река Солянка.* В 2013 г. в бактериопланктоне реки на всем её протяжении доминировали гетеротрофы, доля олиготрофов была незначительна на

всём протяжении реки. В 2014 г. в бактериопланктоне реки на всём её протяжении также доминировали эвтрофы, доля олиготрофов была значительно меньше, по сравнению с 2013 г., и снижалась в устьевой части реки (рис. 2).

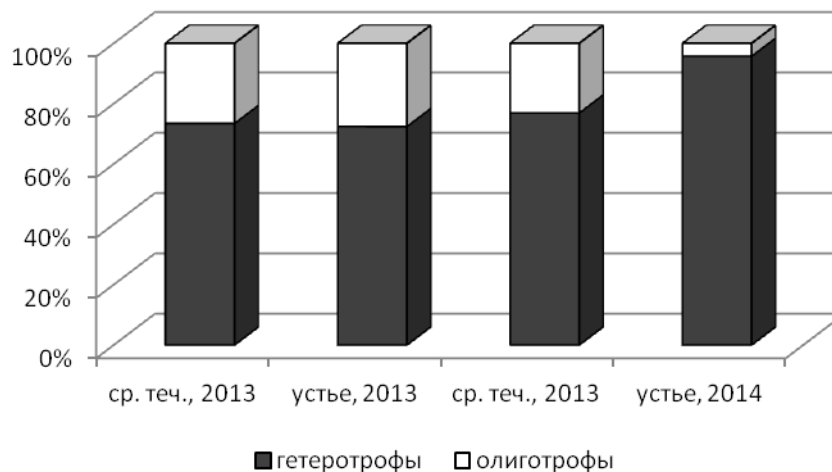


Рис. 2. Структура бактериопланктона реки Солянка в 2013 и 2014 гг.

Индекс трофности в 2013 и 2014 гг. на всем протяжении реки был значителен и увеличивался в устьевой части реки, что говорит о значительном содержании органического вещества на всем протяжении реки (табл. 1).

В составе гетеротрофного бактериопланктона реки в 2013 и 2014 гг. преобладали умеренно галофильные бактерии (табл. 2).

Среди углеводородокисляющих бактерий в 2013 г. доминировали негалофильные бактерии, умеренные галофилы обнаруживались на всем протяжении реки, к устьевой части их численность возрастала. В 2014 г. в реке Солянка в среднем течении доминировали негалофильные углеводородокисляющие бактерии, а в устьевой части реки – умеренно галофильные виды (табл. 3).

Из бактериопланктона устьевых участков рек Ланцуг и Солянка были выделены доминирующие умеренно галофильные углеводородокисляющие бактерии, способные к активному росту на углеводородах. По результатам секвенирования гена 16S из трёх штаммов выделенных из умеренно галофильного углеводородокисляющего бактериопланктона реки Солянка один изолят являлся представителем рода *Alcanivorax* – *Alcanivorax* sp., а два других штамма принадлежали к роду *Mycobacterium* – *Mycobacterium rutilum* и *Mycobacterium iranicum*. Штамм, выделенный из умеренно галофильного углеводородокисляющего бактериопланктона реки Ланцуг, относился к роду

*Alcanivorax – Alcanivorax gelatiniphagus.*

### **Заключение**

В результате исследований, проведенных в 2013 и 2014 гг., было установлено, что реки Ланцуг и Солянка имеют высокий трофический статус, который подтверждается высоким индексом трофности на всём протяжении рек и высокой численностью гетеротрофов и актиномицет. Отмечено, что индекс трофности во всех изученных реках увеличивался к устьевым участкам, что свидетельствует об увеличении содержания органического вещества по сравнению со средним течением. Полученные данные согласуются с результатами оценки хлорофилла «а», отражающего продуктивность фитопланктона, и свидетельствуют о том, что реки Ланцуг и Солянка являются эвтрофными водоемами [9].

В углеводородокисляющем бактериопланктоне рек в среднем течении за все время исследования доминировали негалофильные углеводородокисляющие бактерии. Группа умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий в реке Ланцуг обнаруживалась в небольшом количестве только в устье. Напротив, в реке Солянка умеренно галофильные углеводородокисляющие бактерии постоянно обнаруживались на всём протяжении реки, что связано с более высоким уровнем минерализации данной реки. Нами обнаружена достоверная отрицательная корреляционная связь ( $r=-0,46$ ;  $p=0,01$ ) между уровнем минерализации и численностью негалофильных углеводородокисляющих бактерий, в то же время достоверной связи между уровнем минерализации и численностью умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий не выявлено, что, возможно, объясняется воздействием на эту группу бактерий факторов, отличных от минерализации.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Голубков М.С. Первичная продукция планктона и деструкция органических веществ в солёных озёрах крымского полуострова. Биология внутренних вод. 2012. 4: 31-37.
2. Яценко-Степанова Т.Н., Игнатенко М.Е., Немцева Н.В. Альгофлора разнотипных водоемов ландшафтно-ботанического памятника природы «Соленое урочище Тузлукколь» (Оренбургская область). Растительный мир Азиатской России. 2014. 2(14): 3-8.
3. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. 348 с.
4. Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н. Структура водорослевого сообщества реки Тузлукколь. Вопросы степеведения. 2014. 12: 57-59.
5. Яценко-Степанова Т.Н., Игнатенко М.Е., Немцева Н.В., Горохова О.Г. Автотрофные микроорганизмы устьевых участков водотоков системы озера Эльтон. Аридные экосистемы. 2015. 2(63): 47-54.
6. Плотников А.О., Селиванова Е.А., Немцева Н.В. Видовой состав эвтрофных жгутико-

- носцев соленых Соль-Илецких озер. Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 2011. 25: 577-586.
7. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. М.: Наука, 1965. 364 с.
  8. ПНД Ф 14.1:2:4.261–10. Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого и прокаленного остатков в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. Методика допущена для целей государственного экологического контроля. М., 2010.
  9. Номоконова В.И., Зинченко Т.Д., Попченко Т.В. Трофическое состояние соленых рек бассейна озера Эльтон. Известия Самарского научного центра РАН. 2013. 3(1): 476-483.

*Поступила 12.12.2016*

*(Контактная информация: Гоголева Ольга Александровна - к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории водной микробиологии Института клеточного и внутриклеточного симбиоза; адрес: 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11; тел. (3532) 775417; E-mail: [gogolewaoa@yandex.ru](mailto:gogolewaoa@yandex.ru))*

---

---

## LITERATURA

1. Golubkov M.S. Pervichnaja produkcija planktona i destrukcija organicheskikh veshhestv v soljonyh ozjorah krymskogo poluostrova. Biologija vnutrennih vod. 2012. 4: 31-37.
2. Jacenko-Stepanova T.N., Ignatenko M.E., Nemceva N.V. Al'goflora raznotipnyh vodoemov landshaftno-botanicheskogo pamjatnika prirody «Solenoje urochishhe Tuzlukkol'» (Orenburgskaja oblast'). Rastitel'nyj mir Aziatskoj Rossii. 2014. 2(14): 3-8.
3. Zavarzin G.A. Lekcii po prirovedcheskoj mikrobiologii. M.: Nauka, 2003. 348 s.
4. Ignatenko M.E., Jacenko-Stepanova T.N. Struktura vodoroslevogo soobshhestva reki Tuzlukkol'. Voprosy stepovedenija. 2014. 12: 57-59.
5. Jacenko-Stepanova T.N., Ignatenko M.E., Nemceva N.V., Gorohova O.G. Avtotrofnye mikroorganizmy ust'evykh uchastkov vodotokov sistemy ozera Jel'ton. Aridnye jekosistemy. 2015. 2(63): 47-54.
6. Plotnikov A.O., Selivanova E.A., Nemceva N.V. Vidovoj sostav jevtrofnyh zhgutikonoscev solenyh Sol'-Ileckih ozer. Izvestija Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo. 2011. 25: 577-586.
7. Rodina A.G. Metody vodnoj mikrobiologii. M.: Nauka, 1965. 364 s.
8. PND F 14.1:2:4.261–10. Metodika vypolnenija izmerenij massovoj koncentracii suhogo i prokalennogo ostatkov v probah pit'evykh, prirodnyh i stochnyh vod gravimetriceskim metodom. Metodika dopushhena dlja celej gosudarstvennogo jekologicheskogo kontrolja. M., 2010.
9. Nomokonova V.I., Zinchenko T.D., Popchenko T.V. Troficheskoe sostojanie solenyh rek bassejna ozera Jel'ton. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2013. 3(1): 476-483.

### Образец ссылки на статью:

Гоголева О.А. Структура бактериопланктона солёных рек Приэльтона. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2016. 4: 7 с. [Электронный ресурс]. (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2016-4/Articles/GOA-2016-4.pdf>).