

Тху Тху Тхуи Чьонг, В. М. Королевская, О. Б. Сопрунова

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДСКОЙ ЗОНЕ АСТРАХАНИ

Представлены результаты исследования качества вод р. Волги (в районе г. Астрахани) и водотока Кутум по бактериологическим показателям и состоянию фитопланктона в осенний период 2013 г. Проводился учет общего количества бактерий методом прямого счета и количества сапрофитных бактерий методом посевов на плотные питательные среды; рассчитывалось отношение числа сапрофитных бактерий к общему числу бактерий. Установлено, что осенью 2013 г. поверхностные воды исследуемых объектов находились в пределах третьего класса и характеризовались как «умеренно загрязненные». Состояние фитопланктона оценивали по видовому составу, численности и биомассе основных таксонов фитопланктона. Установлено, что как в транзитном стоке р. Волги, так и водотоке Кутум максимально развивались  $\beta$ -мезосапробные организмы: *Lyngbya limnetica*, *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra acus*, *Navicula atomus* и др. Индекс сапробности составил 1,51–2,50. Исследования позволили оценить состояние изучаемых водных объектов как соответствующее  $\beta$ -мезосапробной зоне, что в целом характерно для осеннего периода года.

**Ключевые слова:** биомониторинг, фитопланктон, бактериологические показатели.

### Введение

В г. Астрахани все городские каналы являются искусственно созданными рукавами р. Волги. Водоток Кутум питается транзитными водами р. Волги и протекает по территории г. Астрахани. Вдоль водотока по правому и левому берегам расположены автомобильные дороги и многочисленные поселения, что повышает угрозу загрязнения воды Кутума. Так, по данным токсикологических исследований водоемов г. Астрахани [1], отмечена крайне неблагоприятная экологическая ситуация: установлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по тяжелым металлам, фенолам и синтетическим поверхностно-активным веществам (СПАВ). Высокие средние значения цинка, свинца и меди зафиксированы в водоеме Кутум и Золотом затоне (залив р. Волги). Однако следует отметить, что это данные за 2009 г., когда осуществлялась широкомасштабная реконструкция и дноуглубительные работы внутригородских водоемов. Повышенные значения большинства токсикантов являлись, вероятно, в том числе и следствием проводившихся мероприятий.

Мониторинг качества воды водоемов в городской черте – необходимое условие не только оценки их состояния, он способствует разработке и принятию своевременных мер по сохранению экологического баланса в городской черте.

Целью исследований являлся биомониторинг воды р. Волги (в районе г. Астрахани) и водотока Кутум по бактериологическим показателям и состоянию фитопланктона в осенний период 2013 г.

### Объект, задачи и методы исследований

Объектами исследований являлись пробы вод из р. Волги и водотока Кутум. Сбор материала проводили на 5 станциях: № 1 – транзитный сток р. Волги; № 2 – исток водотока Кутум (район здания службы записи актов гражданского состояния (ЗАГС)); № 3 – водоток Кутум, в 20 м ниже от Калининского моста; № 4 – водоток Кутум, в 20 м выше от Ямгурчевского моста (район рынка Большие Исады); № 5 – водоток Кутум, в 150 м ниже от Студенческого моста. Отбор проб осуществлялся на основании общепринятых методов [2].

Для оценки качества воды по бактериологическим показателям были поставлены следующие задачи: определить общее число бактерий, число сапрофитных бактерий и отношение общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий в пробах вод р. Волги и водотока Кутум. Подсчет общего числа бактерий выполняли при помощи люминесцентной микроскопии. Для выделения и подсчета сапрофитных бактерий производили высеивание проб на питательный агар; культивирование посевов осуществляли при температуре  $37,0 \pm 0,5$  °С в течение  $24 \pm 2$  часа [3, 4].

Для оценки качества воды по состоянию фитопланктона определяли видовой состав, общую биомассу и общую численность фитопланктона р. Волги и водотока Кутум; рассчитывали индекс сапробности по методу Пантле – Букка в модификации Сладечека [5, 6].

Пробы отбирали с поверхностного горизонта, фиксировали 4 %-м формалином, концентрировали седиментационным методом, затем сифонировали и центрифугировали. Подсчет клеток проводили в камере Горяева объемом 0,01 см<sup>3</sup>. Показатели биомассы определяли с помощью счетно-объемного метода. Для оценки качества воды рассчитан индекс сапробности  $S$  методом Пантле – Букка в модификации Сладечека [5, 6] по формуле [7, 8]:

$$S = \sum sh / \sum h,$$

где  $s$  – отношение к сапробности вида (берется из атласа сапробных организмов);  $h$  – визуальная шкала частоты встречаемости вида в зависимости от занимаемой доли в общей численности фитопланктона.

### Результаты исследования и их обсуждение

Общее число бактерий в пробах вод р. Волги и водотока Кутум (по станциям) в исследуемый период колебалось от  $1,39 \cdot 10^6$  клеток/мл (кл./мл) на станции № 3 (водоток Кутум, в 20 м ниже Калининского моста) до  $1,87 \cdot 10^6$  кл./мл на станции № 4 (водоток Кутум, в 20 м выше Ямгурчевского моста). Общее число бактерий в транзитном стоке р. Волги составило  $1,68 \cdot 10^6$  кл./мл, а водотока Кутум в среднем –  $1,52 \cdot 10^6$  кл./мл (табл. 1).

Число сапрофитных бактерий в пробах из р. Волги и водотока Кутум колебалось в пределах от  $5,25 \cdot 10^3$  кл./мл на станции № 2 (водоток Кутум, ЗАГС) до  $9,5 \cdot 10^3$  кл./мл на станции № 5 (водоток Кутум, в 150 м ниже Студенческого моста). Число сапрофитных бактерий в транзитном стоке р. Волги составило  $9,25 \cdot 10^3$  кл./мл, а водотока Кутум –  $7,44 \cdot 10^3$  кл./мл.

Оценка качества вод исследуемых объектов по индексу Разумова [9], определяемому как отношение общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий, выявила колебания этого показателя в пределах 181,6 (транзитный сток р. Волги) – 213,3 (в среднем для водотока Кутум) (табл. 1).

Таблица 1

Бактериологические показатели воды р. Волги и водотока Кутум

Станция отбора проб	Общее число бактерий, $10^6$ кл./мл	Число сапрофитных бактерий, $10^3$ кл./мл	Индекс Разумова
Станция 1. Транзитный сток р. Волги	1,68	9,25	181,6
Станция 2. Исток водотока Кутум (ЗАГС)	1,34	5,25	265,7
Станция 3. Водоток Кутум (в 20 м ниже Калининского моста)	1,39	6,50	213,8
Станция 4 водоток Кутум (в 20 м выше Ямгурчевского моста)	1,87	8,50	220,0
Станция 5. Водоток Кутум (в 150 м ниже Студенческого моста)	1,46	9,50	153,7
Среднее значение по водотоку Кутум	1,52	7,44	213,3

По классификации качества воды водоёмов и водотоков суши по микробиологическим показателям, в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.3.07.-82 [3], пробы вод в исследуемый период находятся в пределах 3-го класса, что характеризует их как «умеренно загрязненные».

Исследуемые пробы вод как транзитного стока р. Волги, так и водотока Кутум характеризовались разнообразием фитопланктона (58 таксонов): отмечены представители, относящиеся к отделам диатомовых (28 таксонов), зеленых (13 таксонов), цианобактерий (8 таксонов), эвгле-

новых (5 таксонов), золотистых и криптофитовых (по 2 таксона). Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди представителей отдела диатомовых водорослей (48,3 %). Основными представителями этого отдела являлись *Cyclotella comta*, *Navicula atomus*, *Amphora avalia*, *Cymbella* sp., *Synedra ulna*, *Synedra acus*. Среди зеленых водорослей наиболее часто встречались представители видов *Chlamydomonas simplex*, *Ankistrodesmus falcatus*, а среди цианобактерий – *Oscillatoria* sp., *Lyngibya limnetica*, *Synechococcus* sp., *Anphanothece* sp., *Microcystis* sp.

В целом на станциях отбора проб водотока Кутум численность фитопланктона (669 млн кл./м<sup>3</sup>) была выше, чем в транзитном стоке р. Волги (474 млн кл./м<sup>3</sup>). Максимальная численность фитопланктона (780 млн кл./м<sup>3</sup>) отмечена в водотоке Кутум на станции № 4 (в 20 м выше Ямгурчевского моста), минимальная (537 млн кл./м<sup>3</sup>) – на станции № 3 (в 20 м ниже Калининского моста). Максимальная биомасса фитопланктона в водотоке Кутум отмечена на станции № 5 (851,3 млн кл./м<sup>3</sup>), минимальная – на станции № 2 (545,5 млн кл./м<sup>3</sup>). Биомасса фитопланктона в транзитном стоке р. Волги составила 707,6 мг/м<sup>3</sup> и была на одном уровне со средней биомассой водотока Кутум – 727,5 мг/м<sup>3</sup> (табл. 2).

Таблица 2

Фитопланктон р. Волги и водотока Кутум \*

Отдел фитопланктона	Река Волга		Водоток Кутум		
	Станция 1	Станция 2	Станция 3	Станция 4	Станция 5
Цианобактерии	291 6,7	255 2,4	216 2,5	432 8,8	294 6,1
Зелёные	45 103,3	153 68,5	114 170,4	102 124,3	60 125,6
Диатомовые	117 378,6	243 180,8	180 159,3	171 333,5	237 303,4
Прочие	21 219	66 293,8	27 376	75 338,4	51 416,2
<i>Всего:</i>					
Численность	474	717	537	780	642
Биомасса	707,6	545,5	708,2	805	851,3
<i>Средняя:</i>					
Численность	474	669			
Биомасса	707,6	727,5			

\* Над чертой – численность, млн кл./м<sup>3</sup>; под чертой – биомасса, мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, в ходе оценки качества вод в исследуемых пробах установлено, что в транзитном стоке р. Волги и водотоке Кутум максимально развивались β-мезосапробные организмы: *Lyngibya limnetica*, *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra acus*, *Navicula atomus* и др. Индекс сапробности в исследуемых водах колебался в целом в пределах 1,56–2,07, транзитного стока р. Волги – 1,84; водотока Кутум в среднем – 1,87. Полученные значения индексов позволяют утверждать, что исследуемые воды водотока Кутум и р. Волга находились в диапазоне β-мезосапробной зоны ( $S = 1,51–2,50$ ).

### Заключение

Биомониторинг воды р. Волги (в районе г. Астрахани) и водотока Кутум осуществлялся по бактериологическим показателям и состоянию фитопланктона в осенний период 2013 г. Сбор материала проводился на 5 станциях. Для оценки качества воды по бактериологическим показателям определяли общее число бактерий, число сапрофитных бактерий и отношение общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий в пробах вод р. Волги и водотока Кутум. Для оценки качества воды по состоянию фитопланктона определяли видовой состав, общую биомассу и общую численность фитопланктона р. Волги и водотока Кутум; рассчитывали индекс сапробности по методу Пантле – Букка в модификации Сладечека. В пробах вод отмечено 58 таксонов фитопланктона: диатомовые (28 таксонов), зеленые (13 таксонов), цианобактерии (8 таксонов), эвгленовые (5 таксонов), золотистые и криптофитовые (по 2 таксона). В целом на станциях отбора проб водотока Кутум численность фитопланктона (669 млн кл./м<sup>3</sup>) была выше, чем в транзитном стоке р. Волги (474 млн кл./м<sup>3</sup>).

Данные, полученные при проведении биомониторинга, свидетельствуют о том, что в исследуемый период качество вод как в транзитном стоке р. Волги, так и в водотоке Кутум по бактериологическим показателям и состоянию фитопланктона соответствует  $\beta$ -мезосапробной зоне, что в целом характерно для осеннего времени года.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жижимова Г. В. Влияние урбанизированных территорий на внутригородские аквальные комплексы (на примере г. Астрахани): моногр. / Г. В. Жижимова, Е. Г. Локтионова, А. Н. Бармин. Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2010. 117 с.
2. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. Введ. 21 апреля 2000 г. № 117-ст. М.: Стандартиформ, 2000. 27 с.
3. ГОСТ 17.1.3.07.-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоёмов и водотоков. Введ. 01.01 1983. М.: Стандартиформ, 2004. 10 с.
4. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. Введ. 03.03.2004 г. М.: Стандартиформ, 2004. 30 с.
5. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа вод. Прил. 2. Атлас сапробных организмов. М.: Секретариат СЭВ, 1977. 228 с.
6. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
7. Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева, В. М. Глазер, С. А. Гераськин, Ю. К. Дорнин, А. А. Киташова, А. В. Киташов, Ю. П. Козлов, И. А. Кондратьева, Г. В. Коссова, С. В. Котлевцев, Д. Н. Маторин, С. А. Остроумов, С. И. Погосян, А. В. Смуров, Г. Н. Соловых, А. Л. Степанов, Н. А. Тушмалова, Л. В. Церенко. М.: Академия, 2007. 288 с.
8. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А. П. Садчиков. М.: Университет и школа, 2003. 158 с.
9. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / под ред. А. В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 192 с.

Статья поступила в редакцию 16.10.2014

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Чьонг Тху Тху Тху** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры «Прикладная биология и микробиология»; ruongthuthuy4589@gmail.com.

**Королевская Валентина Михайловна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук; доцент кафедры «Прикладная биология и микробиология»; valastra@yandex.ru.

**Сопрунова Ольга Борисовна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой «Прикладная биология и микробиология»; soprunova@mail.ru.



*Thi Thu Thuy Truong, V. M. Korolevskaya, O. B. Soprunova*

#### BIOLOGICAL MONITORING OF WATER BODIES IN ASTRAKHAN URBAN ZONE

**Abstract.** The results of the study of water quality in the Volga River (near Astrakhan) and Kutum watercourse by bacteriological parameters and phytoplankton state in the autumn of 2013. The total number of bacteria and the number of saprophytic bacteria were calculated by the direct counting method and by culture on solid nutrient media correspondingly; the ratio of the number of saprophytic bacteria to the total number of bacteria was determined. It was established that in the autumn 2013 the

surface waters of the objects are in the range of the third class and were described as «moderately polluted». The state of phytoplankton was evaluated by species composition, abundance and biomass of the main phytoplankton taxa. It was found that both in the transit stock of the Volga river and Kutum watercourse  $\beta$ -mesosaprobic organisms: *Lyngbya limnetica*, *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra acus*, *Navicula atomus* et al. mostly evolved. Saprobity index was 1.51–2.50. In general, the studies allowed us to estimate the state of the examined water bodies as the corresponding  $\beta$ -mesosaprobic zone, which is generally typical for the fall season of the year.

**Key words:** biomonitoring, phytoplankton, bacteriological indicators.

#### REFERENCES

1. Zhizhimova G. V., Loktionova E. G., Barmin A. N. *Vliianie urbanizirovannykh territorii na vnutrigorodskie akval'nye komplekсы (na primere g. Astrakhani)* [Effects of urbanized areas in the inner city aquatic complexes (by the example of the city of Astrakhan)]. Astrakhan, Izdatel'skii dom «Astrakhanskii universitet», 2010. 117 p.
2. GOST R 51592-2000. *Voda. Obshchie trebovaniia k otboru prob* [State Standard R 51592-2000. Water. General requirements for sampling]. Vveden 21 apreliia 2000 g. № 117-st. Moscow, Standartinform Publ., 2000. 27 p.
3. GOST 17.1.3.07-82. *Okhrana prirody. Gidrosfera. Pravila kontroliia kachestva vody vodoemov i vodotokov* [State Standard 17.1.3.07-82. The Nature Conservancy. Hydrosphere. Procedures for quality control of water reservoirs and streams]. Vveden 01.01 1983. Moscow, Standartinform Publ., 2004. 10 p.
4. MUK 4.2.1884-04. *Sanitarno-mikrobiologicheskii i sanitarno-parazitologicheskii analiz vody poverkhnostnykh vodnykh ob'ektov* [MUK 4.2.1884-04. Sanitary-microbiological and parasitological analysis of water surface water bodies]. Vveden 03.03.2004 g. Moscow, Standartinform Publ., 2004. 30 p.
5. *Unifitsirovannye metody issledovaniia kachestva vod. Chast' III. Metody biologicheskogo analiza vod. Prilozhenie 2. Atlas saprobnykh organizmov* [Standardized methods for studying water quality. Part III. Methods of biological water analysis. Appendix 2: Atlas of saprobic organisms]. Moscow, Sekretariat SEV, 1977. 228 p.
6. *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozhenii* [Guide to the methods of hydrobiological analysis of surface water and sediment]. Pod redaktsiei V. A. Abakumova. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1983. 240 p.
7. Melekhova O. P., Egorova E. I., Evseeva T. I., Glazer V. M., Geras'kin S. A., Dornin Iu. K., Kitashova A. A., Kitashov A. V., Kozlov Iu. P., Kondrat'eva I. A., Kossova G. V., Kotlevtsev S. V., Matorin D. N., Ostroumov S. A., Pogosian S. I., Smurov A. V., Solovykh G. N., Stepanov A. L., Tushmalova N. A., Tserenko L. V. *Biologicheskii kontrol' okruzhaiushchei sredy. Bioindikatsiia i biotestirovanie* [Biological control of environment. Bioindication and biotesting]. Moscow, Akademiia Publ., 2007. 288 p.
8. Sadchikov A. P. *Metody izucheniia presnovodnogo fitoplanktona* [Methods of studying freshwater phytoplankton]. Moscow, Universitet i shkola Publ., 2003. 158 p.
9. *Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoi vody i donnykh otlozhenii* [Guidance on the methods of biological analysis of seawater and sediment]. Pod redaktsiei A. V. Tsyban'. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1980. 192 p.

The article submitted to the editors 16.10.2014

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Truong Thi Thu Thuy** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Undergraduate of the Department "Applied Biology and Microbiology"; truongthuthuy4589@gmail.com.

**Korolevskaya Valentina Mikhailovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology; Assistant Professor of the Department "Applied Biology and Microbiology"; valastra@yandex.ru.

**Soprunova Olga Borisovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department "Applied Biology and Microbiology"; soprunova@mail.ru.

