

**САПРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ВНУТРИГОРОДСКИХ ВОДОЕМОВ (РЕКИ КУТУМ, ЦАРЕВ)
ГОРОДА АСТРАХАНИ**

В. В. Юрченко¹, М. Г. Бирюкова², Д. Ю. Лукина¹

¹*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

²*Астраханский государственный заповедник,
Астрахань, Российская Федерация*

В настоящее время методы биологической индикации признаны исключительно эффективными, т. к. позволяют непосредственно оценить состояние экосистемы и ее отдельных компонентов. Быструю и надежную информацию о качестве воды может дать даже поверхностное исследование гидробионтов. Объектами исследования были выбраны реки Кутум и Царев, расположенные в черте города Астрахань. Пробы зоопланктона, собранные осенью 2016 и 2017 гг., послужили материалом исследования. В качестве индикаторной группы выбраны организмы, относимые к разным зонам сапробности. Произведены расчеты показателей средневзвешенной сапробности. Установлено, что в целом оба исследуемых водоема относятся к бета-мезосапробной зоне. Отмечаются равные значения показателя средневзвешенной сапробности, соответствующие олигосапробной и бета-мезосапробной зонам, на станции № 1 р. Кутум и станции № 1 р. Царев. Это может быть обусловлено сменой сообщества и тем, что идентифицированные организмы на данных станциях имели очень широкую толерантность к загрязняющим факторам. На станции № 2 р. Кутум в 2016 и 2017 гг. отмечается преобладание и увеличение количества биоиндикаторов олигосапробной зоны, в то время как на остальных станциях доля организмов, тяготеющих к бета-мезосапробной зоне, серьезно не изменила своих показателей. Из результатов проведенного сапробиологического анализа внутригородских водотоков (р. Кутум и р. Царев) следует, что в них идет активный процесс самоочищения, завершающийся минерализацией воды (бета-мезосапробная зона) с переходом на олигосапробную зону (практически чистый водоем). Однако присутствие индикаторных организмов и их преобладание в планктонных пробах дает полное основание отнести исследуемые водоемы к умеренно загрязненным. На основании этого рекомендуется принять меры по снижению рекреационной нагрузки на внутригородские водоемы путем уменьшения сброса сточных вод городской ливневой системы.

Ключевые слова: внутригородские водоемы, индикаторные организмы, загрязняющие вещества, зоопланктон, зона сапробности, сапробная валентность, биоценоз.

Для цитирования: Юрченко В. В., Бирюкова М. Г., Лукина Д. Ю. Сапробиологическая характеристика внутригородских водоемов (реки Кутум, Царев) города Астрахани // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 61–65. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-61-65.

Введение

В настоящее время в гидроэкологии особую актуальность приобрел вопрос разработки метода быстрого и содержательного оценивания типа водоема в зависимости от соотношения и обилия планктонных видов-индикаторов. В этой связи был разработан прием сапробиологического анализа. С одной стороны, организмы квалифицировали по их устойчивости к воздействию того или иного загрязняющего момента (недостаток кислорода, биогенные элементы, соединения сероводорода, тяжелые металлы и т. д.) или антропогенного фактора. С другой стороны, нет серьезных оснований квалифицировать все водоемы по сапробиологическим характеристикам планктонных видов-индикаторов только из-за их «физиологической способности» по причине различных и совершенно непредсказуемых соотношений двух абиотических факторов: насыщенность естественного происхождения органическими веществами среды и концентрация растворенного кислорода [1].

Планктонный организм как биологический показатель чутко реагирует на слабый эффект аккумуляции загрязняющих веществ, являющихся следствием антропогенной нагрузки, где одно вещество дополняет или усиливает воздействие другого вещества. Изменения биологических факторов дают полную характеристику состоянию водной экосистемы, отражая как физические, так и химические параметры водной среды. Благодаря биоиндикаторным организмам отпадает необходимость в применении сложных и затратных физико-химических методик. Постоянное присутствие в водоеме сапробных биоиндикаторных организмов, их чувствительность даже на короткий сброс загрязняющих веществ дает больше результатов, чем автоматизированная система контроля качества среды [2].

Зоопланктонное сообщество остро реагирует на изменения экологического состояния среды обитания, поэтому оно было выбрано в качестве биологического индикатора, позволяющего провести сапробиологический анализ водотоков с изменениями, наблюдаемыми в ходе антропогенного эвтрофирования внутригородских водоемов.

Материалы и методы исследования

Отбор зоопланктонных проб и подготовка к камеральной обработке проводились по существующему стандарту для гидробиологического анализа зоопланктона [3].

Материалом для данной работы послужили пробы зоопланктона, собранные осенью 2016 и 2017 гг. на реках Кутум и Царев, располагающихся в черте г. Астрахань. Реки Кутум и Царев являются урбанизированными водотоками г. Астрахань – по правому и левому берегам проходят в незначительной удаленности автомобильные дороги и расположены жилые массивы, что находит свое отражение в возрастающей доле загрязнения водной среды множеством химических элементов. Оба исследуемых водоема питаются транзитными водами р. Волги и протекают по территории г. Астрахань.

Сапробиологический анализ проводился с опорой на труды Зелинки и Марвана [5], особая роль отводилась некоторым планктонным видам организмов, благодаря которым и давалась оценка степени загрязнения. Предложенная Зелинкой и Марваном шкала индикаторного веса J позволяла оценить каждый вид организма в баллах от 1 до 5. Индикаторный вес J_i вычислялся исходя из характера распределения по классам сапробных валентностей. Например, индикаторный вес $J = 5$ присваивался индикаторам, если все 10 баллов сапробной валентности распределялись в одной зоне сапробности. По предложению Зелинки и Марвана, равномерное распределение валентности по классам дает основание считать такие виды организмов индифферентными и получают небольшой балл [4].

Для определения степени сапробности всего биоценоза рассчитываются средневзвешенные сапробные валентности для каждой зоны (ступени) по формулам $A = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot h_i \cdot J_i}{\sum h_i \cdot J_i}$;

$B = \frac{\sum_{i=1}^n b_i \cdot h_i \cdot J_i}{\sum h_i \cdot J_i}$ и т. д., где h_i – величина, характеризующая количество особей i -го вида;

J_i – индикаторный вес i -го вида; a_i , b_i и т. д. – сапробные валентности вида [5].

Результаты исследований

Определение *точной* оценки качества воды городских водоемов путем биологического анализа идентифицированных индикаторных организмов, относимых к разным зонам сапробности, зачастую нецелесообразно. В связи с этим разработан метод, позволяющий рассчитать *средний* показатель сапробности водного биоценоза.

В 2016 г. по результатам камеральной обработки зоопланктонных проб были выявлены следующие индикаторные организмы: *Bosmina longirostris*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus diversicornis*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops strenuus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Graptoleberis testudinaria*, *Lecane luna*, *Polyarthra vulgaris*, *Scapholeberis mucronata*. Каждый из представленных организмов имеет определенную толерантность к загрязняющим факторам, однако современными учеными некоторые из них были внесены в список с толерантными свойствами, присущими только им в той или иной зоне сапробности.

На основании полученного списка был произведен расчет средневзвешенной сапробной валентности внутригородских водоемов г. Астрахани в 2016 г. (табл. 1).

**Показатели средневзвешенной сапробной валентности
внутригородских водоемов г. Астрахани в 2016 г.**

Водоем	Средневзвешенная сапробная валентность				
	х	о	β	α	ρ
Кутум, станция № 1	0	12	14	4	1
Кутум, станция № 2	4	20	18	10	1
Царев, станция № 1	1	12	12	5	1
Царев, станция № 2	1	24	26	5	1

Полученные данные наглядно отражают пограничную составляющую между олиго-сапробной и бета-мезосапробной зонами. Следует отметить равные значения средневзвешенной сапробной валентности (олиго- и бета-мезосапробная зоны) на станции № 1 р. Царев. Причиной сложившейся ситуации может служить то, что идентифицированные организмы очень эврибионтны для обеих зон сапробности. Их экологическая валентность значительно шире, чем у других планктонных организмов. Это достаточно редкий случай и ранее нами не наблюдался.

Вызывает интерес в полученных результатах доминирование о-сапробной зоны на станции № 2 р. Кутум, в то время как на остальных станциях преобладала доля организмов, тяготеющих к бета-мезосапробной зоне. В совокупности оба исследуемых водоема следует отнести к бета-мезосапробной зоне.

Учитывая некоторую особенность для водоемов астраханского региона, а именно смену состава биоценоза в зависимости от множества факторов окружающей среды (температура, кислородный режим водоема, поступление с паводковыми водами новых жизненных форм планктонных организмов и возникающая межвидовая конкуренция и хищничество с «местными»), следует каждый раз пересматривать и корректировать списки видов-индикаторов.

В 2017 г. список индикаторных организмов несколько изменился, в его состав вошли *Alona costata*, *Alona quadrangularis*, *Alona rectangularis*, *Aslpanhna herricki*, *Bosmina longilostriis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus diversicornis*, *Brachionus quadridentatus*, *Ceriodaphnia reticulate*, *Ceriodaphnia rotunda*, *Cyclops strenuus*, *Simocephalus vetulus*, *Sida crystallina*.

На основании нового списка индикаторных организмов был произведен расчет средневзвешенной сапробной валентности рек Кутум и Царев г. Астрахани в 2017 г. (табл. 2).

**Показатели средневзвешенной сапробной валентности
внутригородских водоемов г. Астрахани в 2017 г.**

Водоем	Средневзвешенная сапробная валентность				
	х	о	β	α	ρ
Кутум, станция 1	2	12	12	6	1
Кутум, станция 2	5	33	32	17	1
Царев, станция 1	3	12	17	9	0
Царев, станция 2	1	7	18	5	0

Таким образом, установлено, что исследуемые водоемы в 2017 г. были загрязнены в большей степени, чем в 2016 г. Отмечаются равные значения валентности олигосапробной и бета-мезосапробной зон на станции № 1 р. Кутум, что в 2016 г. наблюдалось на станции № 1 р. Царев. Причиной подобных изменений может служить то, что произошла смена сообщества и идентифицированные организмы на данной станции имели очень широкую толерантность для обеих зон сапробности. В полученных результатах отмечается доминирование олигосапробной зоны на станции № 2 р. Кутум, как и в 2016 г., в то время как на остальных станциях доля организмов, тяготеющих к бета-мезосапробной зоне, в целом осталась прежней. В совокупности оба исследуемых водоема относятся к бета-мезосапробной зоне.

Обобщая полученные результаты, необходимо затронуть фазы процесса самоочищения водоемов, характеризующихся различным составом биоценозов. Так, в р. Кутум и р. Царев ярко выражен механизм завершения процесса деструкции, что свидетельствует о минерализации водной среды, а также о переходе на новую ступень – «практически чистый водоем».

Заключение

По результатам проведенного сапробиологического анализа внутригородских водотоков г. Астрахани – рек Кутум и Царев – установлено, что в исследованных водотоках идет активный процесс самоочищения, завершающийся минерализацией воды (бета-мезосапробная зона) с переходом к состоянию «практически чистый водоем» (олигосапробная зона). Однако присутствие индикаторных организмов и их преобладание в планктонных пробах дает основание отнести исследуемые водоемы к умеренно загрязненным. Рекомендуются принять меры по снижению антропогенной нагрузки на внутригородские водоемы путем уменьшения сброса сточных вод городской ливневой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Макрушин А. В.* Адаптации первичноводных животных к обитанию в континентальных водоемах (на примере *Cladocera*) // Журн. общ. биологии. 1979. Т. 40. № 5. С. 698–705.
2. *Баканов А. И.* Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–83.
3. *Винберг Г. Г., Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 60 с.
4. *Дзюбан Н. А., Кузнецова С. П.* О гидробиологическом контроле качества вод по зоопланктону // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: тр. Всесоюз. конф. Л.: Наука, 2010. С. 117–136.
5. *Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

Статья поступила в редакцию 19.03.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрченко Вера Витальевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; старший преподаватель кафедры гидробиологии и общей экологии; v.yurchenko@yandex.ru.

Бирюкова Мария Георгиевна – Россия, 414021, Астрахань; Астраханский государственный заповедник; научный сотрудник эколого-биологического отдела; mizuirono@yahoo.com.

Лукина Диана Юрьевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; студентка кафедры гидробиологии и общей экологии; ldiana1997@mail.ru.



SAPROBIOLOGICAL DESCRIPTION OF URBAN WATERCOURSES (THE KUTUM AND THE TSAREV RIVERS) IN ASTRAKHAN

V. V. Yurchenko¹, M. G. Biryukova², D. Y. Lukina¹

¹ *Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

² *Astrakhan State Nature Reserve,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. Today, biological indication methods are recognized as highly effective, since they allow to directly assess the state of the ecosystem and its individual components. Even casual examining of hydrobionts can provide fast and reliable information on water quality. The rivers Kutum and Tsarev located on the territory of the city of Astrakhan were selected as objects of research. Samples of zooplankton collected in the fall of 2016 and 2017 served as research material.

Organisms belonging to different zones of saprobity were selected as an indicator group. Calculations of weighted average saprobity were made. Both reservoirs under study have been found to belong to beta-mesosaprobic zone. At station 1 of the Kutum River and at station 1 of the Tsarev River there were registered equal values of the indicator of weighted average saprobity that correspond to oligosaprobic and beta-mesosaprobic zones. This may be explained by the change of community and by the fact that the identified organisms at these stations had a very wide tolerance to polluting factors. At station 2 of the Kutum River in 2016 and 2017 there was stated the predominance and increase in the number of bioindicators of the oligosaprobic zone, while at the other stations the organisms gravitating towards beta-mesosaprobic zone did not seriously change their indicators. As it can be inferred from the results of the saprobiological analysis of the urban watercourses (the Kutum River and the Tsarev River), they are undergoing an active process of self-purification, culminating in mineralization of water (beta-mesosaprobic zone) with transition to oligosaprobic zone (almost pure water). However, the presence of indicator organisms and their predominance in plankton samples give grounds to regard the studied water bodies as moderately polluted. That is why it is recommended to lower the recreational load on the urban water bodies by reducing wastewaters discharge from the urban storm sewage system.

Key words: urban watercourses, indicator organisms, pollutants, zooplankton, saprobity zone, saprobity valence, biocenosis.

For citation: Yurchenko V. V., Biryukova M. G., Lukina D. Yu. Saprobiological description of urban watercourses (the Kutum and the Tsarev rivers) in Astrakhan. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;3:61-65. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-61-65.

REFERENCES

1. Makrushin A. V. Adaptacii pervichnovodnyh zhivotnyh k obitaniyu v kontinental'nyh vodoemah (na primere Cladocera) [Adaptation of primary water animals to habitats in continental waters (e.g. Cladocera)]. *Zhurnal obshchej biologii*, 1979, vol. 40, no. 5, pp. 698-705.
2. Bakanov A. I. Ispol'zovanie zoobentosa dlya monitoringa presnovodnyh vodoemov [Using zoobenthos for monitoring freshwater bodies]. *Biologiya vnutrennih vod*, 2000, no. 1, pp. 68-83.
3. Vinberg G. G., Makrushin A. V. *Biologicheskij analiz kachestva vod* [Biological analysis of water quality]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1974. 60 p.
4. Dzyuban N. A., Kuznecova S. P. O gidrobiologicheskom kontrole kachestva vod po zooplanktonu [On hydrobiological control of water quality by zooplankton]. *Nauchnye osnovy kontrolya kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam: trudy Vsesoyuznoj konferencii*. Leningrad, Nauka Publ., 2010. Pp. 117-136.
5. Shitikov V. K., Rozenberg G. S., Zinchenko T. D. *Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoj identifikacii* [Quantitative hydroecology: methods of system identification]. Tol'yatti, Izd-vo IEVB RAN, 2003. 463 p.

The article submitted to the editors 19.03.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yurchenko Vera Vitalyevna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Senior Lecturer of the Department of Hydrobiology and General Ecology; v.yurchenko@yandex.ru.

Biryukova Maria Georgievna – Russia, 414021, Astrakhan; Astrakhan State Nature Reserve; Researcher of Ecological-Biological Department; mizuirono@yahoo.com.

Lukina Diana Yurievna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Student of the Department of Hydrobiology and General Ecology; ldiana1997@mail.ru.

