

© С. В. АРТЕМЕНКО, Г. А. ПЕТУХОВА

Тюменский государственный университет
artbot89@mail.ru, gpetuhova1@mail.ru

УДК 574.3.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
МАЛЫХ И БОЛЬШИХ РЕК БАССЕЙНА ИРТЫША
НА ТЕРРИТОРИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**FEATURES OF THE ECOLOGICAL STATUS OF SMALL
AND LARGE RIVERS IRTYSH BASIN IN TYUMEN REGION**

*В данной статье производится сравнение двух водотоков: малой реки Елыково (ХМАО) и большой реки Туры (юг Тюменской области). Для сопоставления используются результаты факторного анализа по гидрохимическим параметрам воды рек, а также по ответным реакциям тест-объектов. В качестве тест-объектов использован гидробионт катушка роговая (*P. corneus*). Проведение корреляционного анализа основывалось на результатах исследований за 4-х летний период с 2009 по 2012 гг. Выявлены сходства как по биологическим, так и химическим параметрам. Установлены специфические реакции организмов на загрязнение для каждой реки. Выдвинуты предположения о вкладе отдельных видов техногенного вмешательства в общую картину загрязнения реки. Вклад веществ оценивался на уровне этологических реакций (двигательная активность, активность питания), а также физиологическом (выживаемость, привес, плодовитость) и биохимическом (концентрация каротиноидов) уровнях. Оценивались как острые эксперименты, так и хроническое воздействие.*

*This article compares the two streams: small river Elykovo (Khanty-Mansiysk) and a large Tura River (south of the Tyumen region). To compare the results of the factor analysis are used for hydro-chemical parameters of river water, as well as of the reaction to the test objects. As the test objects used such aquatic organisms as great ramshorn (*P. corneus*). Conducting correlation analysis was based on studies of the 4-year period from 2009 to 2012. Revealed similarities as biological and chemical parameters. Detect specific biological response to pollution for each river. Suggested the contribution of certain types of man-made interference with the overall picture of river pollution. Contribution of agents estimated at ethological reactions (moving activity, feeding activity) and physiological (survival rate, weight gain, fertility) and biochemical (carotenoid concentration) levels. Experiments were evaluated as acute and chronic effects.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Катушка роговая, биотестирование, Тура, Елыково.

KEY WORDS. Great ramshorn, bioassay, Tura, Elykovo.

Для оценки экологического состояния рек Тюменской области необходимо учитывать преобладающие виды техногенного загрязнения в каждом конкретном регионе. Знание не только вида токсиканта, но и происхождения, способа попадания в естественные воды, механизма действия на организмы, помогает более детально и эффективно разработать методы ликвидации и предотвращения загрязнения. На территории ХМАО и ЯНАО в большей степени играет роль загрязнение от нефтегазового комплекса. На территории юга области большее значение имеют предприятия легкой и пищевой промышленности, машиностроения, производства строительных материалов и инфраструктуры городов [7].

Площадь бассейна реки Оби около 3 млн км². Таким образом, состав воды в реках может формироваться с учетом влияния как условий различных климатических зон, так и множества видов техногенных поллютантов. В данном исследовании рассматривались реки, подверженные загрязнениям, различающимся по механизму возникновения. Понимание особенностей и отличий позволит наиболее правильно сформировать методы повышения качества воды в реках.

В данной работе оценивались реки Елыково и Тура. Река Тура (протяженность 1 060 км) по площади водосбора (80 400 км²) относится к категории больших водотоков [9]. От истока реки до исследуемого участка река Тура протекает по территории Свердловской области, где формируется ее основной сток. Таким образом, к городу Тюмень вода в реке приходит в измененном состоянии — это так называемое транзитное загрязнение [10]. Река Елыково имеет меньшую протяженность (25 км) и относится к категории малых рек [9]. Испытывает на себе влияние нефтегазового комплекса, в частности полигона «Приобский» [8].

Исследование проводилось с 2009 по 2012 г. Оценка производилась как по химическим, так и биологическим параметрам. Химические: концентрация Fe, NH₄⁺, NO₃, NO₂, PO₄, F, Cl, ПАВ, нефтепродуктов и фенолов в воде. Биологические: острые и хронические ответные реакции *Planorbis corneus* (выживаемость, двигательная активность, привес, активность питания, концентрация каротиноидов в мягких телах, плодовитость). Отбор проб и биотестирование проводилось по стандартным методикам [2, 4, 5, 6]. На основе полученных результатов был проведен корреляционный анализ.

Для реки Туры зависимость выживаемости катушек от химических веществ не установлена, но выявлена специфичность других ответных реакций (табл. 1). Двигательная активность зависит от основных гидрохимических показателей, а также от концентрации катионов аммония. Сходная зависимость наблюдается для привеса и плодовитости. Очевидно, что повышение концентрации продуктов разложения органики, т.е. увеличение сапробности воды, является одним из важных лимитирующих факторов. О чувствительности катушек роговых и других моллюсков к сапробности подробно изложено в работах Д. М. Безматерных [1]. Он относит их к индикаторам бэта-мезосапробных водоемов. По данным Ф. В. Гордеевой [3], воды реки Туры оцениваются как альфа-бэта-сапробные весной и полисапробные летом.

Стоит особо отметить взаимосвязь снижения уровня привеса и рост концентрации фенолов (табл. 1). Таким образом, можно говорить не только об эволюционном ответе на загрязнение, но и о физиологическом, а также биохимическом: корреляция уровня каротиноидов к изменениям концентраций таких токсикантов, как ПАВ, нефтепродукты, нитриты. Это подчеркивает высокую значимость физиологических и антиоксидантных механизмов защиты организмов в условиях стресса.

**Корреляционные взаимосвязи ответных реакций *Planorbis corneus*
и химического состава воды реки Туры**

| | Fe | NH4 | NO3 | NO2 | PO4 | F | Cl | ПАВ | Фенолы | Масла и нефте- продукты |
|----------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| Выж-ть 16 д. | -0,32 | -0,61 | 0,22 | -0,63 | 0,71 | -0,71 | -0,19 | -0,66 | -0,15 | -0,34 |
| Двигательная активность 2 д. | -0,83 | -0,81 | 0,27 | -0,44 | -0,22 | -0,81 | -0,91 | -0,46 | -0,64 | -0,53 |
| Двигательная активность 16 д. | -0,85 | -0,81 | 0,31 | -0,41 | -0,06 | -0,92 | -0,89 | -0,44 | -0,62 | -0,52 |
| Активность питания 2 д. | 0,39 | 0,15 | 0,87 | -0,15 | -0,15 | 0,55 | 0,55 | -0,13 | 0,15 | -0,06 |
| Активность питания 16 д. | 0,48 | 0,21 | 0,52 | -0,16 | -0,08 | 0,60 | 0,60 | -0,13 | 0,14 | -0,06 |
| Привес | -0,91 | -0,92 | -0,36 | -0,51 | -0,10 | -0,77 | -0,77 | -0,54 | -0,82 | -0,79 |
| Плодовитость | -0,91 | -0,86 | -0,24 | -0,42 | -0,12 | -0,96 | -0,86 | -0,45 | -0,73 | -0,65 |
| Концентрация каротиноидов | -0,53 | -0,87 | 0,14 | -0,83 | 0,02 | -0,60 | -0,27 | -0,83 | -0,68 | -0,89 |

Примечание: полужирным начертанием обозначена достоверная корреляция.

Для реки Елыково корреляционный анализ выявил меньшее число взаимосвязей между показателями катушки роговой и химическим составом воды (табл. 2). Как в остром, так и в хроническом эксперименте установлена зависимость двигательной активности от соединений органического происхождения (нитраты, нитриты, фосфаты, фториды) и техногенных веществ (фенолы, масла и нефтепродукты).

Для реки Тура не было установлено зависимости показателей от рН среды, а для реки Елыково она появляется. Установлена высокая степень корреляции активности питания в хроническом эксперименте с уровнем кислотности среды. Также выявлена взаимосвязь между концентрациями железа и каротиноидов в телах моллюсков.

Для обеих рек установлены две группы веществ, оказывающих наибольший ответ: органического происхождения (нитраты, нитриты, фосфаты, фториды) и техногенные веществ (фенолы, нефтепродукты). Спектр исследованных химических элементов для двух рек в эксперименте был сходным, но были выявлены различия реакций моллюсков для каждой реки. В воде из реки Тура катушки проявили реакции на этологическом, физиологическом и биохимическом уровнях. Для реки Елыково такой многоплановой реакции выявить не удалось. Вероятно, это связано со сложностью происхождения загрязнения реки Тура, а также возможные преобразования токсикантов по мере продвижения по руслу. Для реки Елыково загрязнение более однотипное и не преобразуется по мере продвижения по руслу.

Таблица 2

**Корреляционные взаимосвязи ответных реакций *Planorbis corneus*
и химического состава воды реки Елыково**

| | pH | Fe | NH4 | NO3 | NO2 | PO4 | F | Cl | ПАВ | Фе-нолы | Масла и нефте-продукты |
|-------------------------------|--------------|-------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|------------------------|
| Выживаемость 16 д. | -0,14 | -0,43 | 0,03 | -0,56 | -0,56 | -0,56 | -0,56 | -0,83 | 0,35 | -0,62 | -0,56 |
| Двигательная активность 2 д. | 0,80 | 0 | -0,58 | -0,93 | -0,93 | -0,93 | -0,93 | -0,76 | -0,38 | -0,95 | -0,93 |
| Двигательная активность 16 д. | 0,64 | -0,23 | -0,31 | -0,93 | -0,93 | -0,93 | -0,93 | -0,75 | -0,67 | -0,88 | -0,93 |
| Активность питания 2 д. | -0,56 | -0,26 | 0,93 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,16 | -0,41 | 0,33 | 0,24 |
| Активность питания 16 д. | -0,91 | -0,74 | 0,74 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | -0,16 | 0,13 | 0,22 | 0,17 |
| Привес | -0,05 | -0,76 | 0,22 | -0,60 | -0,60 | -0,60 | -0,60 | -0,55 | -0,79 | -0,47 | -0,60 |
| Конц-я каротин-в | 0,65 | 0,96 | -0,31 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,44 | -0,00 | 0,12 | 0,18 |
| Плод-ть | 0,73 | 0,24 | -0,21 | -0,72 | -0,72 | -0,72 | -0,72 | -0,51 | -0,51 | -0,72 | -0,72 |

Примечание: полужирным начертанием обозначена достоверная корреляция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безматерных Д. М. Зообентос Барнаульской озерной системы (юг Западной Сибири) / Д. М. Безматерных // МНКО. 2007. № 2. С. 18-21.
2. Временное методическое руководство по нормированию уровней содержания химических веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов (на примере нефти). М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2002. 130 с.
3. Гордеева Ф. В. Оценка токсичности воды и донных отложений водоемов и почв территории Тюменской области с использованием инфузорий *Paramecium caudatum*: автореф ... дис. канд. биол. наук. Борок: Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 2010. 24 с.
4. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2013. 31 с.
5. Корнилов А. Л. Биотестирование загрязненных сред: методы биотестирования и биоиндикации в оценке состояния окружающей среды: учебно-методический комплекс / А. Л. Корнилов, Е. С. Петухова. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2012. 40 с.
6. Лукьянова О. Н., Шмидт Т. Я. Концентрация каротиноидов у морских беспозвоночных в условиях загрязнения / О. Н. Лукьянова, Т. Я. Шмидт // Биология моря. 1993. № 2. 92-101 с.

7. Об экологической обстановке в Тюменской области. URL: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=117915>.
8. Петухова Г.А. Оценка токсического влияния поверхностных вод, загрязненных нефтью, в тестах на растениях и животных / Г. А. Петухова, Т. Г. Акальева, Е. С. Петухова, С. В. Артеменко // Вестник ТюмГУ. 2010. № 7. С. 57-66.
9. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 25 апреля 2007 года № 112 «Об утверждении Методики гидрографического районирования территории Российской Федерации». URL: https://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=21153&sphrase__id=661320
10. Савичев О. Г. Влияние крупных притоков на химический состав вод средней Оби / О. Г. Савичев // Вестник Томского гос. ун-та. 2010. № 340. С. 222-227.

REFERENCES

1. Bezmaternykh D. M. Zoobentos Barnaulskoy ozernoy sistemyi (yug Zapadnoy Sibiri) [Zoobenthos of Barnaul Lake System (south of Western Siberia)] // MNKO [CNTC]. 2007. No 2. Pp.18-21. (In Russian)
2. Vremennoe metodicheskoe rukovodstvo po normirovaniyu urovney sodержaniya himicheskikh veschestv v donnyih otlozheniyah poverhnostnyih vodnyih ob'ektov (na primere nefi) [Temporary Methodological Guidance for the Valuation Levels of Chemicals in Sediments of Surface Water Bodies (as exemplified by oil)]. M.: REFIA, NIA-Priroda [RFEIA, NIA-Nature], 2002. 130 p. (In Russian)
3. Gordeeva F. V Otsenka toksichnosti vodyi i donnyih otlozheniy vodoemov i pochv territorii Tyumenskoj oblasti s ispolzovaniem infuzoriy Paramecium caudatum: Avtoref. dis. Kand. Biol. Nauk. [Evaluation of Water Toxicity and Bottom Sediments and Soils in the Tyumen Region with ciliates Paramecium caudatum: Autoabstract dis. Cand. Sci. (Biol.)]. Borok: Institut biologii vnutrennih vod im. I.D. Papanina RAN [Borok: Institute of Biology of Inland Waters named after I.D. Papanin RAS], 2010. 24 p. (In Russian)
4. GOST [State National Standard] 31861-2012 Voda. Obschie trebovaniya k otboru prob [Water. General requirements for sampling]. M.: Standartinform, 2013. 31 p. (In Russian)
5. Kornilov A. L. Biotestirovanie zagryaznennyih sred: metodyi biotestirovaniya i bioindikatsii v otsenke sostoyaniya okruzhayushey sredy: uchebno-metodicheskij kompleks [Biotesting of Polluted Environment: Bioindication and Biological Testing Methods in Environmental Assessment: teaching materials]. Tyumen: Izd-vo TyumGU [TSU Publishing House], 2012. 40 p. (In Russian)
6. Lukyanova O. N. Schmidt T. Y. Kонтсентратици каротинидов у морских беспозвоночных в условиях загрязнения [Concentration of Carotenoid in Marine Invertebrates under Dirt] // Biologiya morya [Marine Biology]. 1993. No 2. Pp. 92-101. (In Russian)
7. Об экологической обстановке в Тюменской области [On Ecological Environment in the Tyumen Region]. <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=117915> (In Russian)
8. Petukhova G. A. Otsenka toksicheskogo vliyaniya poverhnostnyih vod, zagryaznennyih neftyu, v testah na rasteniyah i zhivotnyih [Evaluation of the Toxic Influence of Surface Water, Polluted with Oil, in the Tests on Plants and Animals] // Vestnik TyumGU [TSU Herald]. 2010. No 7. Pp. 57-66. (In Russian)
9. Prikaz Ministerstva prirodnyih resursov Rossiyskoj Federatsii ot 25 aprelya 2007 goda No 112 "Ob utverzhdenii Metodiki gidrograficheskogo rayonirovaniya territorii

Rossiyskoy Federatsii” [Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated April 25, 2007. No 112 “On Approval of Procedures Hydrographic Zoning of the Territory of the Russian Federation”]. https://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=21153&sphrase__id=661320 (In Russian)

10. Savitchev O. G. Vliyanie krupnyih pritokov na himicheskiy sostav vod sredney Obi [The Impact of Large Inflows on the Chemical Composition of the Middle Ob Water] // Vestnik Tomskogo gos. un-ta [Tomsk State University Herald]. 2010. No 340. Pp. 222-227. (In Russian)

Авторы публикации

Артеменко Сергей Владимирович — аспирант, ассистент кафедры экологии и генетики Тюменского государственного университета

Петухова Галина Александровна — доктор биологических наук, профессор кафедры Экологии и генетики Тюменского государственного университета

Authors of the publication

Sergey V. Artemenko — Postgraduate student, Assistant of the Department of Ecology and genetics, Tyumen State University

Galina A. Petuhova — Doctor Sci. (Biol.), Professor at the Department of Ecology and genetics, Tyumen State University