

УДК 504.4:574(571.12)

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ИШИМА ПО ИНДИКАТОРНЫМ ПРИЗНАКАМ ПРОСТЕЙШИХ

© 2012 С.Ф. Лихачев, А.В. Ермолаева, Н.Е. Суппес

Ишимский государственный педагогический институт им. П.П. Ершова

Поступила в редакцию 08.10.2012

В работе представлены данные по оценке экологического состояния водоемов г. Ишима методами биоиндикации. Выявлено невысокое качество воды во всех обследованных водных объектах.

Ключевые слова: *биоиндикация, простейшие, сапробность*

Гидробиологические показатели являются важнейшим элементом системы контроля загрязнения водной среды. Контроль окружающей природной среды с их помощью является высоко приоритетным, т.к. обеспечивает возможность прямой оценки состояния водных экосистем, испытывающих вредное влияние антропогенных факторов [4, 8]. Биологические методы контроля качества среды не требуют предварительной идентификации конкретных химических соединений или физических воздействий, они достаточно просты в исполнении, многие экспрессны, дешевы и позволяют вести контроль качества среды в непрерывном режиме [1]. В системе биоиндикации пресных вод широко используют одноклеточных животных. Среди простейших существенную роль в гидробиоценозах играют эвгленовые жгутиконосцы (Euglenoidea, Euglenozoa) и ресничные инфузории (Ciliophora, Ciliata). Они являются фоновыми простейшими, а некоторые их виды составляют основу микрофауны водоёмов, имея значительную численность и биомассу весной и летом.

**Цель работы:** оценка экологического состояния некоторых водоемов г. Ишима по индикаторным признакам ресничных инфузорий и эвгленид.

**Материалом** для исследования послужили гидробиологические пробы, взятые в водных объектах г. Ишима в 2004-2010 гг. Сбор проб из водоемов осуществляли стандартными методами [3, 6]. Определение видовой принадлежности найденных животных проводили на живом и фиксированном материале с использованием микроскопа Биомед-6. Для оценки качества вод по индикаторной значимости и относительной численности отдельных видов использовали метод Р. Пантле и Х. Бука [7].

Расчет индекса сапробности (S) производили по формуле:

$$S = \sum s \times h / \sum h,$$

где S – суммарный индекс сапробности; s – индивидуальный индекс сапробности отдельного вида; h – численность отдельного вида.

Значения индекса в пределах 4,0-3,5 соответствует полисапробной зоне, 3,5-2,5 – α-мезосапробной зоне, 2,5-1,5 – β-мезосапробной зоне, 1,5-1,0 – олигосапробной зоне. Для оценки состояния сообществ простейших по видовому составу и относительному количеству различных видов рассчитали основные показатели видового разнообразия и устойчивости [2]. Математическая обработка данных проведена с применением компьютерной программы «STATAN».

**Результаты и обсуждение.** В пробах из р. Ишим за период исследования обнаружен 61 вид простейших. Большинство видов характеризуют β-мезосапробную зону (зона со слабым органическим загрязнением) - 29 видов, или 47,5%. К α-мезосапробам относятся 37,7% видов, 4,9% являются индикаторами олигосапробной, а 9,9% – полисапробной зоны. Соотношение видов-индикаторов определенной зоны сапробности неодинаково в разные периоды исследования, что отражается в значениях индексов сапробности. Анализ сапробности р. Ишим на разных станциях отбора проб показал неоднородность в уровне загрязнения воды. Первый и пятый участки (районы старого моста через р. Ишим и ул. Рокоссовского соответственно) характеризуются самыми низкими значениями индексов сапробности и могут быть отнесены к бета-мезосапробной зоне (зоне со слабым органическим загрязнением). Участки 2 (район нового моста), 3 (район городского водозабора) и 4 (район городского пляжа) имеют более высокие индексы сапробности (S=2,6; 2,9 и 3,2 соответственно) и принадлежат к альфа-мезосапробной зоне (зоне со значительным органическим загрязнением). Самым высоким индексом сапробности характеризуется участок водотока в районе городского пляжа. Следовательно, на этом участке наблюдается наиболее высокий уровень насыщения воды органическими веществами. Анализ качества воды

*Лихачев Сергей Федорович, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и методики ее преподавания. E-mail: likhashev@mail.ru*

*Ермолаева Анна Владимировна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии и методики ее преподавания. E-mail: anuta\_8608@mail.ru*

*Суппес Наталья Евгеньевна, кандидат биологических наук, заведующая кафедрой экологии, географии и методики их преподавания. E-mail: natalya-suppes@mail.ru*

р. Ишим в районе городского пляжа в динамике лет показал, что в период с 2004 по 2008 гг. происходит постепенное увеличение уровня органического загрязнения и переход данного участка из бета-мезосапробной зоны, в альфа-мезосапробную, с тяготением к полисапробности (табл. 1). О

возможности скорого перехода данного участка водотока в полисапробную зону свидетельствует значимое увеличение доли альфа-мезосапробных, полисапробных видов и сокращение доли бета-мезосапробных видов простейших в протоценозе.

**Таблица 1.** Динамика сапробности участка водотока р. Ишим в районе городского пляжа в период с 2004 по 2008 гг.

Годы	2004	2006	2007	2008
индекс сапробности, <i>S</i>	2,5	2,88	2,9	3,2
зона загрязнения водоема по сапробности	β-мезосапробная	α-мезосапробная	α-мезосапробная	α-мезосапробная

В целом, участок водотока р. Ишим в пределах г. Ишима за весь период исследования можно отнести к α-мезосапробной зоне. Высокое содержание органических веществ обусловлено как естественным, так и искусственным загрязнением. В виду устойчивого снижения уровней и площади живого сечения реки создаются благоприятные условия для развития трофных процессов. Происходит накопление живой и мертвой органики, ухудшение качества воды. Аллохтонное загрязнение связано с поступлением органики со сточными водами. В виду транзитности в реку поступают загрязняющие вещества не только от производств Тюменской области, но и сопредельных территорий, например Казахстана. Биогенное загрязнение вод р. Ишима имеет преимущественно фекальное происхождение [5].

В старице Ишимчик было обнаружено 42 вида эвгленид и ресничных инфузорий. Водоем характеризуется преобладанием бета-сапробов (47,6% видов). Меньшая часть видов (42,8%) относится к альфасапробам. Индикаторами полисапробной зоны являются 9,6% видов. Видов-индикаторов олигосапробной зоны в пробах обнаружено не было. По среднему значению индекса сапробности старицу Ишимчик можно отнести к β-мезосапробным водоемам, стремящимся к α-мезосапробности. При этом отмечается изменение указанного показателя по годам: так, в 2008 г. среднее значение *S* составило 2,74, а в 2010 – 2,46. Достаточно высокий уровень содержания органических веществ в старице может быть обусловлен не только аллохтонным, но и автохтонным загрязнением в результате разрастания, а затем отмирания водной растительности. Искусственное загрязнение связано с поступлением сточных вод хозяйственно-бытового (с территории частного сектора) и промышленного (ОАО «Водоканал») происхождения [5].

Для озера Чертовое отмечено 38 видов эвгленид и 9 видов ресничных инфузорий. К β-мезосапробам относятся 31 вид простейших, или 66%. Индикаторами α-сапробной зоны являются 25,5% видов, 6,4% – полисапробов, олигосапробов – 2,1%. Показатель сапробности данного водоема также неодинаков в разные годы исследования. Так, в 2008 г. среднее значение индекса сапробности *S*=3,0, а в 2010 г. – *S*=2,3. Таким образом, можно судить о снижении уровня органического загрязнения и переходе данного водоема от альфа- к бета-сапробности. В целом выявленный уровень

насыщения органическими веществами воды озера Чертовое, вероятно, обусловлен аллохтонным загрязнением вследствие хозяйственной деятельности человека, поскольку из-за слабого развития водной макрофитной растительности и бедности сообществ макробеспозвоночных животных поступление в этот водоем автохтонного органического вещества не значительно [5].

В видовом составе простейших озера Аникино из 40 видов преобладают индикаторы бета-мезосапробной зоны (52,5%). Меньшая часть видов (40%) характеризует альфа-сапробную зону. К олигосапробам относится 5% видов, и к полисапробам – 2,5%. Расчет индексов сапробности показал, что большую часть периода исследования водоем имеет высокий уровень содержания органических и веществ (*S*=2,5) и относится к β-α-мезосапробной зоне.

Для биологической оценки уровня загрязнения биогеоценозов, наряду с общепринятыми показателями, могут быть использованы различные индексы видового разнообразия. Наиболее широко в биомониторинге применяется индекс Шеннона (*H*). Использование этого индекса для экологического анализа водоема показало, что его величина резко падает в месте сброса сточных вод независимо от того, оценивается ли он на уровне видов, родов, отрядов или классов гидробионтов на разных трофических уровнях. Индекс видового разнообразия Маргалефа (*R*) также применяется для оценки загрязнения водоемов, которое обычно характеризуется уменьшением биологического разнообразия [1]. Загрязнение приводит не только к снижению видового разнообразия, но и к увеличению доминирования определенных видов. При этом обилие свойственно небольшому числу видов, которое можно оценить индексом доминирования Симпсона (*C*).

Нами была проведена оценка биоразнообразия и устойчивости сообществ простейших обследованных водоемов, а также сравнение полученных данных с показателями сапробности (табл. 2). Наблюдается тенденция к снижению индексов видового богатства, видового разнообразия и устойчивости протоценозов по мере нарастания органического загрязнения. Одновременно возрастает доминирование в сообществе одного или немногих видов, по-видимому, способных к существованию в воде, насыщенной органическими веществами (альфа-мезосапробов и полисапробов).

**Таблица 2.** Показатели видового разнообразия и устойчивости протоценозов обследованных водоемов г. Ишима (2010 г.)

Показатели	Водоемы			
	р. Ишим	ст. Ишим-чик	оз. Чертовое	оз. Аникино
индекс видового богатства (R)	14,2	14,6	21,2	14,7
индекс видового разнообразия Шеннона (H)	2,18	2,16	2,52	2,33
индекс доминирования Симпсона (C)	0,15	0,14	0,11	0,16
общая устойчивость системы (U)	6,09	6,34	6,78	5,84
упругая устойчивость системы (U <sub>u</sub> )	5,0	5,24	5,76	4,77
резистентная устойчивость системы (U <sub>r</sub> )	1,09	1,1	1,02	1,07
индекс сапробности, S	2,48	2,46	2,3	2,5

**Выводы:** анализ экологического состояния водоемов г. Ишима методом биоиндикации показал, что обследованные водоемы относятся к категории умеренно и сильно загрязненным органическими веществами с недостатком кислорода. Значительная доля альфа-мезосапробов и полисапробов в видовом составе простейших может быть следствием основных причин: хозяйственной деятельности человека (население проживает в непосредственной близости рек и озер); снижением уровня воды и развитие трофных процессов. Водоемы с большими значениями индекса сапробности характеризуются незначительным видовым богатством и устойчивостью сообществ простейших, а также большим доминированием отдельных видов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / по ред. *О.П. Мелеховой и Е.И. Саратульцевой*. 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. 288 с.
2. *Гашев, С.Н.* Статистический анализ для биологов (пакет программ «STATAN- 1996»). – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1998. 51 с.
3. *Жадин, В.И.* Методы гидробиологических исследований. – М.: Изд-во Высш. шк., 1960. С. 27-56.
4. *Израэль, Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеоздат, 1984. 560 с.
5. *Левых, А.Ю.* Современное состояние наземных и водных экосистем г. Ишима: монография / *А.Ю. Левых* и др. – Ишим: ИПИ им. П.П. Ершова, 2011. 108 с.
6. *Лихачев, С.Ф.* Полевые исследования беспозвоночных. – СПб.: Тесса, 2000. 160 с.
7. *Макрушин, А.В.* Биологический анализ качества вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1974. 60 с.
8. *Семенченко, В.П.* Принципы и системы биоиндикации текущих вод. – Орел, 2004. 125 с.

## ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL STATE OF ISHIM CITY RESERVOIRS BY PROTOZOA INDICATION

© 2012 S.F. Likhachev, A.V. Yermolaeva, N.E. Suppes

Ishim State Pedagogical Institute named after P.P. Ershov

In work are submitted data on estimation the ecological state of Ishim city reservoirs by bioindication methods. Low quality of water in all surveyed water objects is revealed.

Key words: *bioindication, protozoa, saprobity*

*Sergey Likhachev, Doctor of Biology, Professor at the Department of Biology and Technique of its Teaching. E-mail: likhashev@mail.ru*

*Anna Ermolaeva, Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Department of Biology and Technique of its Teaching. E-mail: anuta\_8608@mail.ru*

*Nataliya Suppes, Candidate of Biology, Head of the Department of Ecology, Geography and Techniques of their Teaching. E-mail: natalya-supes@mail.ru*