

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ВЕРХНИХ ПЛЕСОВ

Куйбышевского водохранилища ПО ЗООБЕНТОСУ

Приведены индикаторные значения сапробности для 18 чужеродных видов бентосных беспозвоночных верхних плесов Куйбышевского водохранилища. Сапробиологический анализ с использованием аборигенных и инвазионных (далее по тексту – инвазионных, следует дать единообразно) видов показал, что на прибрежных мелководьях преобладают β -мезосапробные, на глубоководьях – β -мезо- и α -мезосапробные виды. Качество вод по индексам разнообразия Шеннона и Балушкиной оцениваются как «умеренно загрязненные». Наиболее загрязненными оказались Волжский плес ниже г. Казань и Камский плес.

Введение

Наряду с другими группами растительного и животного мира бентосные беспозвоночные широко используются для оценки качества воды и экологического состояния водоемов. Предложено большое число методов и индексов, основанных на показательных значениях отдельных видов и разнообразии [1–5].

Наибольший вклад в загрязнение Куйбышевского водохранилища вносят соединения меди, цинка, кадмия, никеля, марганца, азота, нефтепродукты, фенолы и др. [6, 7]. Среднемноголетние значения концентрации растворенного кислорода в различные сезоны года в верхних плесах водохранилища находятся в пределах 8,7–10,2 мг/дм³ (насыщение 94–109 %) [6]. В многоводные годы водоем по содержанию хлорофилла «а» в фитопланктоне и индексу трофического состояния оценивается как мезотрофный; в маловодные и жаркие годы – как эвтрофный, а по зоопланктону относится к категории эвтрофного водоема с умеренно-чистым качеством воды. По химическим показателям водные массы соответствуют преимущественно третьему классу («умеренно-загрязненные воды») [6].

В.А. Яковлев*,
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии позвоночных биолого-почвенного факультета, ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет

В.З. Латыпова,
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии Института экологии и географии, ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет

Как следствие вселения большого числа чужеродных видов в последние десятилетия резко обозначилась проблема трансформации состава фауны гидробионтов Куйбышевского водохранилища [7]. Так, в зообентосе его верхних плесов на долю вселенцев приходится 11 % видового состава, около 70 % общей численности и биомассы [8, 9]. В пробах, отобранных с помощью дночерпателей, численность вселенцев составляет в среднем 1750 экз/м², а биомасса – 537,7 г/м² (в среднем 67,6 и 68,9 % суммарной численности и биомассы зообентоса). Однако большая часть вселенцев не используется в гидробиологическом анализе качества вод, например, в оценке степени загрязнения по показательным организмам (система сапробности). Из более 30 бентосных видов-вселенцев, обнаруженных в верхних плесах Куйбышевского водохранилища [8, 9], лишь для 5 известны их индикаторные значения. В списке индикаторных видов R. Wegl [10] значения указаны лишь для следующих инвазионных видов: *Lithoglyphus naticoides* – 2,2, *Dreissena polymorpha* – 1,9, *Dikerogammarus villosus* – 2,1, *Astacus leptodactylus* – 2,0, *Physella acuta* – 2,2. В широко используемой в России работе [11] список индикаторных видов содержит значения лишь для *D. polymorpha* и *A. leptodactylus*. Это касается и наиболее многочисленного в зообентосе верхний Куйбышевского водохранилища чужеродного вида – моллюска *Dreissena bugensis*.

Цель настоящей работы – оценка качества вод верхней части Куйбышевского водохранилища с использованием зообентоса. Одной из задач было определение индикаторного значения сапробности для чужеродных видов, что позволит в будущем получать более объективные результаты при мониторинге водоемов Средней Волги.

* Адрес для корреспонденции: Valery.Yakovlev@ksu.ru

Материалом послужили результаты исследования в 1998–2008 гг. зообентоса верхних плесов Куйбышевского водохранилища (Волжский, Камский, Волго-Камский, Тетюшинский). Отбор и камеральную обработку проб осуществляли в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами [12].

Поскольку водохранилище загрязняется как органическими веществами биогенного происхождения, так и промышленными стоками, для оценки качества воды использовали следующий комплекс индексов: разнообразия Шеннона (НН), Гуднайта-Уитли (ОИ), Балускиной (К), сапробности Пантле и Букка (в модификации Сладечека (S)). С целью определения индикаторного значения сапробности того или иного чужеродного вида использовали лишь те пробы, где доля его превышала 10 % суммарной численности беспозвоночных (примерно 90 % всех проб) [8, 9]. Индикаторные значимости видов, для которых они известны, брали из списка [10]. Вместо частоты встречаемости, определение которой носит субъективный характер, использовали численность индикаторного организма в пробе [13]. Средние арифметические и медианы значений сапробности для 18 чужеродных видов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние ($M \pm m$) и медианы индикаторных значений сапробности бентосных вселенцев верхней части Куйбышевского водохранилища

Вид	$M \pm m$	Медиана
<i>Hypania invalida</i>	2,50±0,07	2,40
<i>Hypaniola kowalewskii</i>	2,55±0,18	2,50
<i>Potamothenix heuscheri</i>	2,18±0,02	2,20
<i>Potamothenix veidovskyi</i>	2,20±0,06	2,20
<i>Dreissena bugensis</i>	2,24±0,03	2,20
<i>Monodacna colorata</i>	2,50±0,16	2,30
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	2,35±0,03	2,40
<i>Chelicorophium sowinskyi</i>	2,21±0,05	2,20
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	2,29±0,06	2,30
<i>Niphargoides macrurus</i>	2,28±0,03	2,25
<i>Obesogammarus crassus</i>	2,36±0,03	2,40
<i>Obesogammarus obesus</i>	2,36±0,05	2,40
<i>Pontogammarus abbreviatus</i>	2,33±0,04	2,30
<i>Pontogammarus sarsi</i>	2,38±0,05	2,35
<i>Pterocuma sowinskyi</i>	2,54±0,11	2,60
<i>Stenocuma cercaroides</i>	2,35±0,07	2,35
<i>Paramysis lacustris</i>	2,41±0,06	2,40
<i>Paramysis ullskyi</i>	2,20±0,13	2,15

В верховье Куйбышевского водохранилища в 1998–2008 гг. выявлено 277 таксонов донных беспозвоночных, из них 212 рангом ниже рода. Наиболее разнообразно представлена фауна хирономид (29,3 % всех таксонов), моллюсков (25,0 %), олигохет (12,7 %) и высших ракообразных (6,7 %) [8, 9]. Наиболее многочисленны двустворчатые и брюхоногие моллюски, вносящие основной вклад в суммарную численность и биомассу зообентоса. На долю личинок насекомых приходится лишь 21,1 % и 14,1 %, соответственно; им уступают олигохеты, особенно по биомассе.

У преобладающей части инвазионных видов индикаторные значения сапробности в верховье Куйбышевского водохранилища соответствуют β-мезосапробной зоне загрязнения. Лишь кумовый рачок *P. sowinskyi* можно считать индикатором полисапробной зоны загрязнения, а для полихет *H. kowalewskii*, *H. invalida* и моллюска *M. colorata* индикаторные значения находятся на границе β-мезосапробной и α-мезосапробной зон. Наиболее низкие значения сапробности выявлены у мизиды *P. ullskyi* и двух видов олигохет.

Следует отметить, что обнаружилась существенная близость индикаторных значений ряда инвазионных видов Куйбышевского водохранилища и рек бассейна средней и нижней Волги [14]. Индикаторный вес полихеты *H. invalida* совпадает с таковым в Куйбышевском водохранилище. Такие же близкие значения можно отметить для *D. haemobaphes* и *O. obesus*. Моллюски *D. bugensis* и *D. polymorpha* – индикаторы β-мезосапробной и полисапробной зон. Имеются различия в индикаторной значимости для некоторых видов в различных списках [10, 11]. Например, для *D. polymorpha* в списке [11] приведено более низкое значение – 1,4. Указанное в списке R. Wegl [10] значение 1,9, по-видимому, лучше характеризует чувствительность моллюска к органическому загрязнению.

Результаты оценки качества воды верхней части Куйбышевского водохранилища различными индексами представлены в табл. 2. Величины индекса разнообразия Шеннона, рассчитанные для прибрежий водохранилища, находятся в пределах 0,06–3,20, составляя в среднем 2,03 бит/экз. Эти же величины для глубоководных участков несколько выше. Относительно низкие значения индекса можно объяснить доминированием в зообентосе двух видов дрейссен [8, 9, 14] и брюхоногого моллюска *L. naticoides* [15]. Открытые воздействию ветра и волн прибрежные зоны

Таблица 2

Средние значения ($M \pm m$) и медианы (в скобках) индексов Шеннона (H , бит/экз), Гуднайта-Уитли (GU), Балушкиной (K), сапробности Пантле и Букка (S)

Пробы	H	GU	K	S
1*	2,03±0,07 (2,09)	10,1±1,7 (1,5)	2,5±0,3 (1,0)	2,32±0,02 (2,30)
2*	2,11±0,06 (2,17)	15,8±1,5 (6,3)	7,1±0,2 (6,5)	2,53±0,03 (2,46)

* 1 – качественные, 2 – количественные пробы зообентоса.

в крупном равнинном водохранилище отличаются относительно небогатым составом и малочисленностью обитателей.

Олигохетный индекс Гуднайта–Уитли, основанный на учете отношения численности олигохет и численности всего зообентоса в пробе, оказался неинформативным также из-за доминирования моллюсков в донных сообществах. Рассчитанные величины индекса ниже 30 характеризуют отсутствие загрязнения (I и II классы вод – «очень чистые», «чистые»), что не соответствует реальности. Этот индекса вряд ли пригоден для оценки качества вод прибрежных мелководий водохранилища, где олигохеты, как представители инфауны, малочисленны.

Хиროномидный индекс Балушкиной [3], учитывающий соотношение численности отдельных подсемейств семейства хиროномид, позволяет оценивать объективно степень загрязненности воды и донных отложений. Качество вод прибрежных участков соответствует классу «умеренно загрязненные», а глубоких частей водохранилища – «загрязненные». В целом индекс больше показателен для глубоких частей водоемов. Применение его для прибрежных мелководий равнинных водохранилищ со значительной амплитудой колебания уровня воды, наличием прибойных берегов или, напротив, заросших высшей водной растительностью мелководий с богатым составом фитофильной фауны, скорее всего, не совсем оправдано. Так, в прибрежьях водохранилища на долю личинок подсемейства *Tanyptodinae*, отнесенных автором к индикаторам загрязненных вод, приходится лишь <0,1 % численности всего зообентоса.

Судя по близким значениям индекса сапробности для мелководий и глубоких частей, этот индекс вполне адекватно оценивает качество воды водохранилища на прибрежных мелководьях как β -мезосапробную зону (1,58–2,89, в среднем 2,32), переходную между предыдущей и α -мезосапробной зоной (1,84–3,40, в среднем 2,53).

Для изучения продольного распределения качества воды в рассматриваемой части водохранилища было условно выделено

шесть участков: выше г. Казань (1), район г. Казань (2), ниже г. Казань (3), Камский (4), Волго-Камский (5) и Тетюшинский плесы (6).

Средние значения индексов разнообразия Шеннона и сапробности между участками достоверно не различаются ($P > 0,05$). Однако видно, что максимальные значения сапробности наблюдаются в Камском плесе (4) и в Волжском плесе ниже г. Казань (3, *рис. 1*).

Значения индекса Балушкиной (K) минимальны на участке выше г. Казань (1), которые достоверно ($P > 0,03$) отличаются от значений в Тетюшинском плесе (6). Как известно, акватории водохранилища в пределах г. Казань и особенно ниже по течению сильно загрязнены стоками различного происхождения. К загрязненным участкам верхний водохранилища также относят Камский плес, где качество вод местами характеризуется как «грязные» [7].

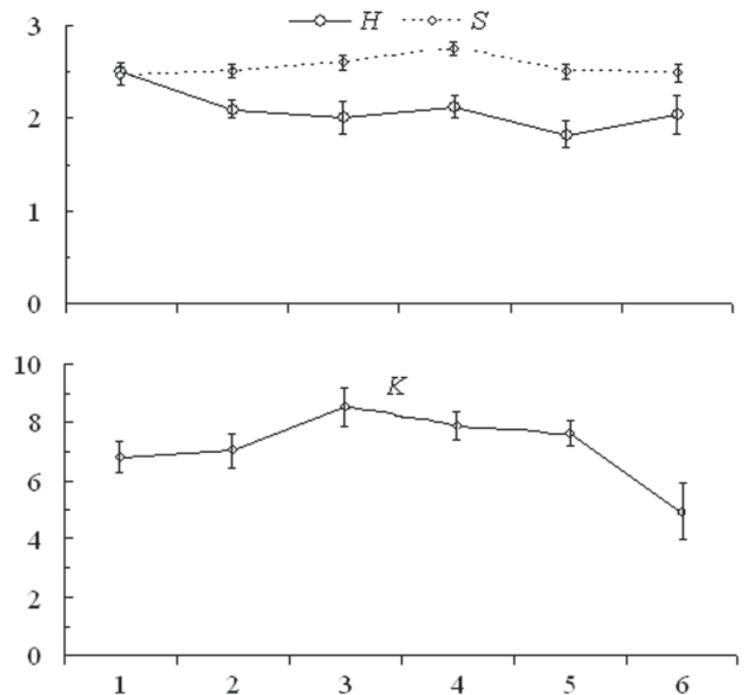


Рис. 1. Средние значения ($M \pm m$) индексов Шеннона (H), сапробности (S) и Балушкиной (K) для шести выделенных участков верхней части Куйбышевского водохранилища (названия участков см. текст).

Заключение

Индикаторные значения сапробности, рассчитанные для чужеродных в Куйбышевском водохранилище бентосных видов, могут быть предложены для оценки качества вод водоемов Средней Волги. В основном они являются индикаторами β -мезо- и α -мезосапробной зоны загрязнения. Качество воды верховий Куйбышевского водохранилища по индексу сапробности, который был рассчитан с использованием аборигенных и инвазионных видов, а также по другим, использованным в работе индексам, соответствует классу III («умеренно загрязненные воды»), что вполне согласуется с оценками по гидрохимическим показателям (ИЗВ – 2,42; класс III) [6, 7].

Литература

1. Макрушин А.В. Биоиндикация загрязнений внутренних водоемов // Биологические методы оценки природной среды / Под ред. Н.Н. Смирнова. М.: Наука, 1987. С. 123–137.
2. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
3. Балущкина Е.В. Функциональное значение личинок хирономид / Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 142. Л.: Наука, 1987. С. 1–179.
4. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
5. Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор. Сер. Экология. Вып. 8. Новосибирск: СО РАН, 2007. 87 с.
6. Степанова Н.Ю. Экология Куйбышевского водохранилища: донные отложения, бентос, бентосоядные рыбы / Н.Ю. Степанова, В.З. Латыпова, В.А. Яковлев. Казань: Изд-во АН РТ, 2004. 228 с.

Ключевые слова:
качество вод, оценка,
зообентос,
Куйбышевское
водохранилище

7. Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / Отв. ред. Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. 123 с.
8. Яковлева А.В. Бентосные вселенцы и их распределение в верхней части Куйбышевского водохранилища / А.В. Яковлева, В.А. Яковлев, Р.М. Сабиров // Учен. зап. Казанск. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2009. Т. 151. Кн. 2. С. 231–243.
9. Яковлева А.В. Фауна и экология инвазионных видов в донных сообществах верхних плесов Куйбышевского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2010. 24 с.
10. Wegl R. Index fur Limnosaprobität // J. Wasser und Abwasser. 1983. V. 26. P. 1–175.
11. Унифицированные методы исследования качества вод // Методы биологического анализа вод. Часть III. М.: Изд-во СЭВ, 1976. 186 с.
12. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.
13. Дзюбан Н.А. О гидробиологическом контроле качества вод по зоопланктону / Н.А. Дзюбан, С.П. Кузнецова // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: Тр. Всесоюз. конф., Москва, 1978. Л.: Гидрометеиздат, 1981. С. 160–166.
14. Golovatyuk L.V. An Indicative Assessment of Macrozoobenthos Organisms in Flowing Waters / L.V. Golovatyuk, T. D. Zinchenko, V.K. Shitikov // Inland Water Biology, 2008. Vol. 1. No. 3. P. 260–273.
15. Яковлев В.А. Встречаемость, распределение и размерно-весовые характеристики *Lithoglyphus naticoides* (Gastropoda: Hydrobiidae) в верхней части Куйбышевского водохранилища / В.А. Яковлев, Н.Ш. Ахметзянова, А.В. Яковлева // Российский журн. биол. инвазий. 2009. № 1. С. 39–51.

V.A. Yakovlev, V.Z. Latypova, A.V. Yakovleva

WATER QUALITY ASSESSMENT OF KUIBYSHEV RESERVOIR

Indicator values are shown for 18 saprobity allogenic species benthic invertebrates of the upper reaches of the Kuibyshev Reservoir. Saprobic analysis using native and invasive species showed that in coastal shallow

waters β -mesosaprobic species dominate, while in deep water – β - and meso- α -mesosaprobic species prevail. Water quality by Shannon and Balushkin indices is rated as "moderately polluted". Volga and

Kama river reaches turned out to be the most contaminated ones.

Key words: water quality, assessment, zoobenthos, Kuibyshev reservoir

