

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ малых и средних рек ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ ПО ЗООПЛАНКТОНУ

По материалам изучения в 2005-2007 гг. зоопланктона 29 рек на территории лесостепной зоны Заволжья (в пределах Республики Татарстан) показано, что преобладают виды тепловодного фаунистического комплекса умеренных широт. На долю коловраток в среднем приходится около 64 % видового богатства зоопланктона. Наиболее типичны индикаторы эвтрофных условий *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. quadrata* (O.F. Müller), *Polyarthra vulgaris* Carlin, *Testudinella patina* (Hermann). В целом для рек региона характерны невысокие значения численности и биомассы зоопланктона. Структурные показатели состояния зоопланктоценозов позволяют предположить наличие интенсивной антропогенной нагрузки на сообщества гидробионтов водотоков, особенно относящихся к бассейнам рек Бахта, Кичуй, Мензеля и Шешма.

Введение

Реки – самая многочисленная категория водных объектов в умеренных широтах. Тем не менее, их изученность в лесостепной зоне остается слабой [1]. В данной работе представлены результаты изучения сообществ планктонных беспозвоночных 29 водотоков лесостепной зоны Заволжья (юго-восточная часть Республики Татарстан). По морфометрическим особенностям большинство исследованных водных объектов принадлежит к категории малых рек, имеющих протяженность менее 100 км.

Рассматриваемые водотоки расположены в провинциях Низменного Заволжья и Высокого Заволжья лесостепной зоны [2]. Данный район представлен преимущественно полевыми и лесопольными ландшафтами, в значительной степени измененными человеком, что обусловлено высокой плотностью населения (до 55 чел/км²) и давней историей освоения [3].

В.Н. Подшивалина*,
кандидат биологических наук, доцент кафедры биоэкологии и географии, ГОУ ВПО Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева

В.А. Яковлев,
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии позвоночных, ГОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет



Материалы и методы исследования

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, отобранные в 2005-2007 гг. стандартными гидробиологическими методами [4]. Наибольшее количество рек относится к бассейну р. Шешма (Багряжка, Бахта, Кичуй, Кувак, Шешма, Урганчинка, Челны). В бассейне р. Зай изучены реки Зыча, Лесной Зай, Степной Зай, Зай, Калмия, Нижняя Ямашка и Карабашское водохранилище. Исследованиями охвачены также бассейны рек Ик (Иганя, Ик, Мензеля, Мелля, Стерля, пруд Маняус), Большой Черемшан (Сульча, Большая Сульча, Малая Сульча, Большой Черемшан), Белая (Белая, Сюнь). Кроме того, пробы были отобраны из притоков р. Кама (Толкишка, Шенталка, Уратьма). Сбор материала на каждом объекте производили 1-2 раза в течение вегетационного сезона. Камеральную обработку проб осуществляли в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методами [4]. Обычные и редкие для фауны виды зоопланктона исследованного региона определяли на основе их встречаемости [5]. Оценку разнообразия зоопланктонного сообщества производили с использованием индекса Шеннона,

* Адрес для корреспонденции: vpodsh@newmail.ru

вычислявшегося как на основе учета численности, так и биомассы [6]. Индекс сапробности рассчитывался по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [7].

Результаты и их обсуждение

В составе фауны зоопланктона 29 рек лесостепного Заволжья выявлено 78 видов зоопланктонных организмов, в том числе 43 вида Rotifera, 19 – Cladocera, 16 – Copepoda. В целом фауна изученных рек сходна с фауной других рек лесостепной зоны Среднего Поволжья [1, 8]. Так, наиболее разнообразно представлены коловратки, составляющие основу планктонной фауны рек (в среднем, более 64 %) в более, чем 80 % сообществ. Наибольшее разнообразие зоопланктона характерно для бассейнов рек Зай, Шешма, притоков р. Кама (табл. 1). Видовой состав в отдельных водотоках этих бассейнов сильно различается, о чем свидетельствуют относительно невысокие значения количества видов, которое приходится на один объект (табл. 1).

Большая часть ветвистоусых ракообразных принадлежит к семействам *Chydoridae* и *Daphniidae*. Данная группа в зоопланктоне встречается реже коловраток, что обусловлено тем, что большинство рек характеризуется относительно быстрым течением и небольшим количеством заводей и плесов. На долю веслоногих ракообразных (преимущественно относящихся к подсемейству

Таблица 1

Видовое богатство и соотношение систематических групп зоопланктона в бассейнах малых и средних рек лесостепного Заволжья

Бассейн рек	Видовое богатство	Среднее соотношение в фауне, %		
		Rotifera	Cladocera	Copepoda
Большой Черемшан	20* 3-13	59,17	25,80	15,03
Белая	27 16-22	70,74	23,86	5,40
Зай	44 6-20	56,06	25,00	18,95
Шешма	39 2-19	65,27	21,89	12,84
Ик	24 6-21	76,25	13,12	10,63
Притоки р. Кама	41 8-15	76,94	13,89	9,17
Среднее		64,30±	21,49±	14,20±

* - первая цифра показывает число видов в реках всего бассейна, вторая – диапазон колебания видового богатства в реках бассейна

Cyclopinae) приходится наименьшая часть разнообразия – в среднем $14,2 \pm 1,8$ % видов. В реках Бахта, Зай, Зыча, Кувак, Малая Сульча, Мензеля, Нижняя Ямашка, Урганчинка, Челны, Шенталка выявлено относительно низкое (менее 10 видов) видовое богатство. Наиболее разнообразна фауна зоопланктона рек Белая, Иганя и Степной Зай. Вероятно, это обусловлено их большими размерами, относительно низкими скоростями течения и мозаичными условиями обитания гидробионтов. Выявленные особенности зоопланктона малых рек Республики Татарстан сходны с таковыми аналогичных водных объектов бассейнов Верхней Волги [9] и Средней Волги на территории Приволжской возвышенности [8].

Типичными для рек лесостепной зоны, встречаемость которых составила более 50%, являются следующие виды: *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. quadrata* (O.F. Müller), *Polyarthra vulgaris* Carlin, *Testudinella patina* (Hermann). Перечисленные таксоны являются характерными для малых рек и обычно населяют водотоки с замедленным течением. Эти виды выявлены и в реках Меша, Казанка и Свияга [1]. В целом, самыми обычными в исследованных реках являются представители р. *Brachionus* (*B. angularis* Gosse, *B. budapestinensis* Daday, *B. calyciflorus* Pallas, *B. diversicornis* (Daday), *B. urceus* (Linnaeus)). Последние наряду с коловратками родов *Euchlanis*, *Testudinella* ведут плавающе-ползающий образ жизни и, как правило, приурочены к скоплениям мертвого органического вещества в придонном слое. Виды рр. *Keratella* и *Polyarthra* обильны в водных объектах с высоким содержанием детрита в толще воды. Таким образом, наиболее часто присутствующие в составе зоопланктона рек исследованного региона виды могут свидетельствовать об относительно высокой концентрации органического вещества как в толще воды, так и у дна.

Самыми редкими (их встречаемость в реках составила менее 5 %) примерно в равных отношениях оказались ветвистоусые (*Alona rectangula* Sars, *Alonella nana* (Baird), *Plyocryptus agilis* Kurz, *Macrothrix hirsuticornis* Norman et Brady, *Pleuroxus striatus* Schoed, *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller)) и веслоногие (*Cyclops kolensis* Lilljeborg, *Diacyclops bisetosus* (Rehberg), *D. c. crassicaudis* (Sars), *Macrocyclus albidus* (Jurine), *Thermocyclops crassus* (Fischer), *T. dybowski* (Lande)) ракообразные, а также коловратки (*Trichotria pocillum* (O.F. Muller), *Hexarthra mira* (Hudson), *K. testudo* (Ehrenberg), *Lecane lunaris*



(Ehrenberg), *E. incisa* Carlin, *Lepadella patella* (O.F. Muller), *Notholca squamula* (O.F. Muller), *Synchaeta tremula* (O.F. Muller)).

Из имеющих зональные предпочтения основу фауны зоопланктона, согласно классификации М.Л. Пидгайко [10], составляют виды тепловодного фаунистико-географического комплекса умеренных широт. Одновременно выявлены представители холодноводного (*C. kolensis* в р. Карабаш и *Kellicottia longispina* (Kellicott) в реках Белая и Уратьма) и южного комплексов (*Keretella tropica* (Arstein) в реках Зай, Иганя, Кама, Карабаш, Кувак, Челны и *V. usceus* в реках Багряжка, Лесной Зай, Толкишка). По сравнению с лесостепной провинцией Приволжской возвышенности в исследуемом регионе теплолюбивые виды составляют большую долю.

Оценка состояния сообществ, произведенная с помощью индекса Шеннона, показала относительно высокое разнообразие зоопланктоценозов рек Багряжка, Белая, Зыча, Иганя, Ик, Карабаш, Кувак, Лесной Зай, Мелля, Сюнь, Толкишка, Челны. Индекс разнообразия составил более 2,0 бит/экз. [11]. Это может свидетельствовать об относительно благоприятных условиях для развития зоопланктона, хорошем состоянии водного объекта в точке исследований и оптимальных возможностях осуществления водами функции самоочищения.

Показатели количественного развития зоопланктона варьируют в значительной степени в зависимости от района (табл. 2), достигая наивысших значений в водотоках бассейна р. Большой Черемшан и р. Зай, что может косвенно свидетельствовать об относительно высоком потенциале самоочищающей способности их вод. Наиболее низкие уровни численности и биомассы, связанные, вероятно, с наличием антропогенно обусловленного загрязнения, отмечены, в целом, в бассейнах р. Белая, притоков р. Кама и, в частности, в реках Бахта, Багряжка, в среднем течении рек Зай, Мензеля и Урганчинка,

Ключевые слова:

малые реки, зоопланктон, мониторинг, качество вод

в ряде участков р. Степной Зай, в низовье р. Уратьма, практически на всем протяжении р. Шешма. Также низки значения перечисленных показателей на створах с препятствующим развитию зоопланктона быстрым течением р. Белая (ближе к устью), р. Кичуй (низовье), р. Мелля (в сентябре, когда в нижнем течении скорость увеличивается более чем в десять раз).

Основу зоопланктона по биомассе в разных точках рассматриваемых объектов составляют как коловратки, так и ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Однако Rotifera за исключением рек бассейна р. Зай более обильны и составляют более 94 % в водотоках бассейна р. Большой Черемшан (табл. 3). В частности, коловратки вдвое чаще играли ведущую роль, доминируя в зоопланктоценозах рек Бахта, Кичуй (нижнее и верхнее течение), Манаус, Мензеля, Стерля, Сульча, Шенталка, Шешма (большая часть исследованных створов). Это типично для водных объектов, подверженных загрязнению органическим и биогенным веществом [12]. Нехарактерная для малых рек (высокая доля коловраток в суммарной биомассе в сентябре) ситуация обнаружена в реках Иганя и Ик. В р. Ик это вызвано обильным развитием вертикаторов *B. calyciflorus*, *B. diversicornis*, *Trichotria truncata* (Whitelegge), поглощающих взвешенный мелкодисперсный детрит при плавании и ползании. Данное

Таблица 2

Показатели количественного развития зоопланктона в бассейнах малых и средних рек лесостепного Заволжья

Бассейн рек	Численность, тыс. экз./м ³	Биомасса, мг/м ³
Большой Черемшан	739,66	66,84
Белая	1,22	2,33
Зай	269,90	58,29
Шешма	47,07	31,56
Ик	42,90	19,45
Притоки р. Кама	1,04	2,23

Таблица 3

Среднее соотношение групп зоопланктона по биомассе (%) в бассейнах малых и средних рек лесостепного Заволжья

Бассейн рек	Rotifera	Cladocera	Copepoda
Большой Черемшан	94,78	0,68	4,54
Белая	60,40	28,40	11,20
Зай	22,98	38,08	38,95
Шешма	51,25	23,94	24,81
Ик	66,25	21,50	12,25
Притоки р. Кама	46,12	25,78	28,10

обстоятельство позволяет предположить обилие накопившегося за вегетационный сезон детрита в толще воды и в придонном слое и может косвенно свидетельствовать о наличии источников загрязнения выше по течению. В зоопланктоценозе р. Иганя преобладание *Rotifera* обусловлено обилием коловратки со смешанным питанием *Asplanchna priodonta* Gosse, которая, как правило, в массе развивается в конце весны в медленнотекущих водах.

В сообществах рек Зай, Кама, а также на отдельных участках рек Шешма и Степной Зай существенную долю в биомассе составляют Соперода. Однако по характеру питания данная группа представлена различными организмами. Так, в р. Зай это фильтраторы и собиратели-эврифаги, что типично для умеренно загрязненных условий. В реках Кама, Степной Зай отмечены хищные циклопы, осуществляющие активный захват. В аналогичных водных объектах сходная картина наблюдается на значительно загрязненных участках [13]. Биомасса Соперода в р. Шешма состояла из рачков всех перечисленных трофических групп, что может быть следствием не столь значительной загрязненности вод ее верхнего течения. Одним из критериев качества вод, оцениваемым по характеристикам зоопланктонного сообщества, является индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека [7]. Его значения (табл. 4) свидетельствуют о принадлежности вод большинства иссле-

Таблица 4

Средний индекс сапробности вод в бассейнах малых и средних рек лесостепного Заволжья

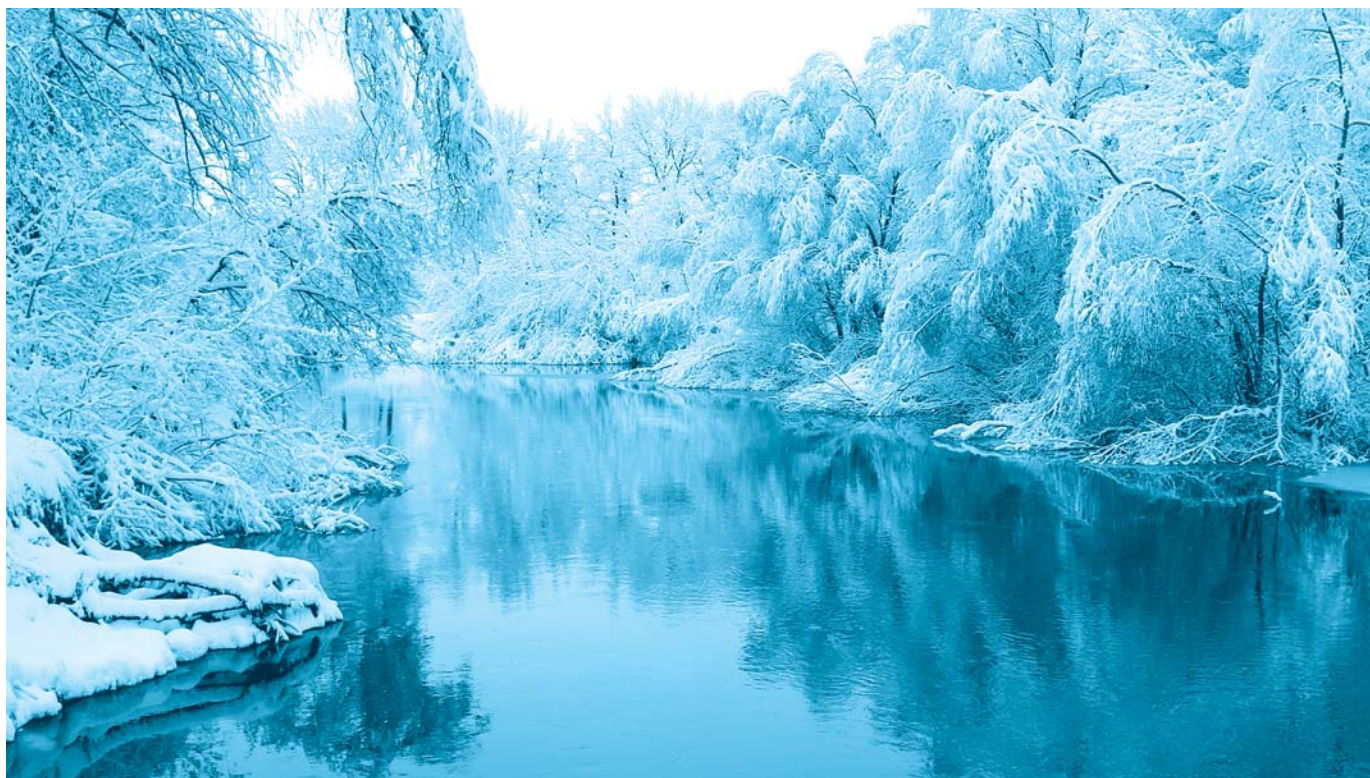
Бассейн рек	Индекс сапробности
Большой Черемшан	1,51±0,01
Белая	1,61±0,02
Зай	1,68±0,17
Шешма	1,83±0,18
Ик	1,56±0,15
Притоки р. Кама	1,67±0,36

дованных объектов к β-мезосапробной зоне (3 класс качества вод по классификации Росгидромета).

Наибольшее содержание органического вещества следует отметить в бассейне р. Шешма.

Заключение

Таким образом, зоопланктон малых и средних рек лесостепной зоны Низменного и Высокого Заволжья характеризуется преобладанием видов тепловодного фаунистического комплекса умеренных широт, среди которых доминируют *Rotifera*. Характерны невысокие значения численности и биомассы, что в ряде случаев обусловлено интенсивностью антропогенного воздей-



ствия на водосбор. Особенности видового состава, показатели развития и разнообразия зоопланктона, соотношение трофических групп по биомассе позволяют предположить наличие высокой значимой для сообществ гидробионтов антропогенной нагрузки на бассейн р. Шешма (особенно на исследованные участки рек Бахта, Кичуй, Шешма), а также на р. Мензеля.

Литература

1. Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан (на примере Меши, Казанки и Свяги) / под ред. В.А. Яковлева. Казань: Фэн, 2003. 289 с.
2. Ступишин А.В. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья. Казань: Изд-во КГУ, 1964. 197 с.
3. Мозжерин В.И. Деятельность человека и эрозионно-русловые системы Среднего Поволжья / В.И. Мозжерин, С.Г. Курбанова. – Казань: Арт-Дизайн, 2004. 128 с.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Ленуприздат, 1982. 34 с.
5. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
6. Shannon C.E. The mathematical theory of communication / C.E. Shannon, W. Weaver. Urbana: Univ. Illinois Press, 1963. 177 p.
7. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // Ergebnisse der Limnologie. Stuttgart, 1973. P. 1-218.
8. Подшивалина В.Н. Зоопланктон некоторых малых рек Чувашской Республики // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Борок: Принтхаус, 2008. С. 231-234.
9. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
10. Пидгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М.: Наука, 1984. 208 с.
11. Подшивалина В.Н. К фауне зоопланктона рек Юго-Востока Республики Татарстан // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья. Материалы докл. конф. Казань: Казанский государственный университет, 2009. С. 56-58.
12. Андроникова И.Н. Использование структурно-функциональных показателей зоопланктона в системе мониторинга // Гидробиологические исследования морских и пресных вод. Л., 1988. С. 47-53.
13. Иванова М.Б. Опыт оценки участия планктонных животных в процессах самоочищения воды (на примере зоопланктона прибрежных участков р. Ижоры) // Гидробиологические основы самоочищения вод. Л.: Наука, 1976. С. 36-42.



V.N. Podshivalina, V.A. Yakovlev

ZOOPLANKTON MONITORING OF SMALL AND MIDDLE RIVERS OF FOREST STEPPE

On the base of long-term study (2005-2007 years) of zooplankton on the forest steppe territory (within Tatarstan Republic), domination of warm-water species was shown to take place in midlatitudes. Wheel animalcules appeared to reach 64 % of zooplankton. The most typical detectors of eutrophic conditions are

Bosmina longirostris (O.F. Müller), *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. quadrata* (O.F. Müller), *Polyarthra vulgaris* Carlin, *Testudinella patina* (Hermann). In general low values of zooplankton biomass are typical for region rivers. Structural parameters of zooplankton suggest the

presence of intense anthropogenic pressure on the aquatic community of watercourses, especially those related to river basins Bahta, Kichuy, Menzel and Sheshma.

Key words: small rivers, zooplankton, monitoring, water quality

