

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митрохин В.У. К вопросу о распространении, экологии Битинии Личи в водоемах низовья Иртыша и зараженности этого моллюска личиночными стадиями описторхов // М-лы конф. по мед. паразитологии. Москва, 1960. С. 22.
2. Дроздов В.Н. Природноочаговые болезни: м-лы науч. конф. ТНИИКИП. Тюмень, 1963. С. 198-200.
3. Беэр С.А., Лифшиц А.В., Маслова Л.К. Локальность распространения и экология моллюсков *Bithynia inflata* на севере Томской области // Мед. паразитология. 1976. Т.1. С. 74-82.
4. Мартынов В.Ф. О зараженности рыб Ханты-Мансийского национального округа метациркариями *O. felineus* // Мед. паразитология. 1957. Т. 26 № 1. С. 68.
5. Беэр С.А., Королева В.М., Лифшиц А.В. Определение возраста *Bithynia leachi* Западной Сибири // Зоологический журнал. Т. 48. Вып. 9. С. 1401-1404.
6. Беэр С.А., Белякова Ю.В., Сидоров Е.Г. Методы изучения промежуточных хозяев возбудителя описторхоза. Алма-Ата: Наука, 1987. 85 с.

**Надежда Владимировна ШВЕЦОВА** —  
аспирант кафедры зоологии и ихтиологии  
*mermain1@rambler.ru*

**Ольга Анатольевна АЛЕШИНА** —  
доцент кафедры зоологии и ихтиологии,  
кандидат биологических наук  
*aleshina8@yandex.ru*

Тюменский государственный университет

УДК 591.524.12.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ****г. ТЮМЕНЬ В КАЧЕСТВЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН****POSSIBILITY OF USING SOME WATER BODIES****IN TYUMEN AS RECREATION AREAS**

**АННОТАЦИЯ.** Выявлена таксономическая и количественная структура зоопланктона озер Цимлянское и Липовое. Дана оценка сапробиологического состояния озер по видам-индикаторам и индексу Пантле-Букк и токсикологического состояния по показателям тест-объектов.

**SUMMARY.** The taxonomic and quantitative structure of zooplankton in lakes Tsimlyanskoe and Lipovoye was defined. The saprobiological state was estimated by type-indicators and Pantle-Bucc index and the toxicological status of lakes was assessed by indices of test objects.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** Зоопланктон, виды-индикаторы, сапробность, трофность, биотестирование.

**KEY WORDS.** Zooplankton, indicator species, saprobity, trophicity, biotesting.

Изучение водных объектов на урбанизированных территориях приобретает особую актуальность в связи с их большим эстетическим, рекреационным и хозяйственным значением [1]. В рамках «Концепции зонирования территории города Тюмень по размещению зон отдыха на воде», принятой в 2007 г., рассмотрено 34 водных объекта, из них 21 признан потенциально возможным для

создания зон отдыха, в том числе озера Цимлянское и Липовое [2]. В связи с этим была проведена работа, цель которой — оценка качества воды озер Цимлянское и Липовое методами биоиндикации и биотестирования. В качестве биоиндикатора для диагностики экологического состояния водоемов был использован зоопланктон, который является одним из наиболее чувствительных показателей происходящих в озерных экосистемах изменений [3]. Исходя из поставленной цели, решались следующие задачи: выявить видовой состав и таксономическую структуру зоопланктона; выявить количественное развитие гидробионтов (численность и биомассу); оценить сапробиологическое состояние водоемов по видам-индикаторам и индексу Пантле-Букк; оценить токсическое состояние озер по характеристикам тест-объектов (хлорелла, дафния).

Оз. Цимлянское расположено в черте г. Тюмень. Его площадь составляет 8,0 га, глубина варьирует от 3,0 до 8,0 м. Оз. Липовое расположено по Велижанскому тракту в 6 км от города. Его площадь достигает 6,0 га, глубина варьирует от 3,5 до 14 м. Глубоководная часть была сформирована искусственно вследствие добычи песка, что привело к открытию родников [2].

Сбор материала проводили в 2008 г. с мая по октябрь два раза в месяц на 5 постоянных станциях. Пробы отбирали согласно общепринятой в гидробиологии методике количественной сетью Джеди тотальным ловом от дна до поверхности.

**Таксономическая структура зоопланктона исследуемых озер.** Согласно современным подходам, при оценке качества воды большое индикаторное значение приобретает таксономическая структура сообщества [3]. В результате камеральной обработки материала в зоопланктоне исследованных озер было обнаружено 53 вида. Состав и число видов в сообществе значительно различались в водоемах. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Таксономический состав и встречаемость видов зоопланктона в исследуемых озерах**

№ п/п	Таксономический состав	оз. Цимлянское	оз. Липовое
	CLADOCERA	P, %	P, %
1	<i>Daphnia cucullata</i> Sars	15	77
2	<i>Daphnia longispina</i> (O. F. Muller)	20	60
3	<i>Daphnia cristata</i> Sars	—	30
4	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine)	50	52
5	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O. F. Muller)	—	50
6	<i>Bosmina (B.) longirostris</i> (O. F. Muller)	98	50
7	<i>Bosmina (Eubosmina) longispina</i> Leydig	92	40
8	<i>Bosmina longicornis</i> Schoedler	20	—
9	<i>Bosmina obtusirostris</i> Sars	53	—
10	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	—	40
11	<i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Muller)	27	—
12	<i>Limnospira frontosa</i> Sars	37	37
13	<i>Alona rectangula</i> Sars	—	30

Продолжение табл. 1

14	<i>Alona quadrangularis</i> (O. F. Muller)	—	37
15	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller)	10	15
16	<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler	—	50
17	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	—	50
	COPEPODA		
18	<i>Acanthocyclops viridis</i> (Jurine)	100	—
19	<i>Cyclops vicinus</i> Uljanine	30	—
20	<i>Cyclops lacustris</i> Sars	—	70
21	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	50	—
22	<i>Thermocyclops crassus</i> Fisher	55	30
23	<i>Thermocyclops oithonoides</i> Sars	—	100
24	<i>Eudiaptomus graciloides</i> Sars	—	68
25	<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars	30	-
	ROTIFERA		
26	<i>Polyarthra luminosa</i> Kutikova	78	—
27	<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	22	65
28	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson)	15	—
29	<i>Fillinia longiseta</i> (Ehrenberg)	85	—
30	<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank)	73	35
31	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zaharias)	46	—
32	<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg)	40	20
33	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	-	80
34	<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday)	65	—
35	<i>Brachionus calyciflorus amphicerus</i> Pallas	100	—
36	<i>Brachionus calyciflorus spinosus</i> Pallas	45	—
37	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann	92	—
38	<i>Brachionus urceus</i> (Linne)	45	—
39	<i>Brachionus quadridentatus cluniorbicularis</i> Hermann	55	—
40	<i>Brachionus rubens</i> Ehrenberg	50	—
41	<i>Keratella quadrata</i> (O. F. Muller)	72	—
42	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	55	12
43	<i>Keratella testudo</i> (Ehrenberg)	33	—
44	<i>Euchlanis incisa</i> Carlin	25	—
45	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	—	35
46	<i>Euchlanis luciana</i> Ehrenberg	68	-
47	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet	4	30
48	<i>Asplanchna herricki</i> de Guerne	43	—
49	<i>Asplanchna girodi</i> de Guerne	53	—
50	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	87	15

Окончание табл. 1

51	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg	28	—
52	<i>Synchaeta grandis</i> Zacharias	—	15
53	<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg)	20	—

**Примечание:** «+» — вид обнаружен в пробе, «—» — не обнаружен; Р, % — встречаемость вида, выраженная в процентах от общего количества проб.

**Оз. Цимлянское.** В зоопланктоне выявлено 40 видов, относящихся к трем основным таксономическим группам: ветвистоусые ракообразные (Cladocera) — 10; веслоногие ракообразные (Copepoda) — 5; коловратки (Rotifera) — 25 видов. Обращает на себя внимание большое разнообразие видов коловраток в оз. Цимлянское. Среди них наиболее часто (до 100%) встречались представители рода *Brachionus* — *B. calyciflorus amphiceros*, *B. quadridentatus*. Эти виды обычно встречаются в массовом количестве в водоемах, загрязненных бытовыми и сельскохозяйственными стоками. Из коловраток, питающихся смешанной пищей, в водоеме отмечены представители рода *Asplanchna* — *A. priodonta*, *A. herricki* и *A. girodi*. В литературе имеются сведения о том, что увеличение количества видов данного рода свидетельствует об увеличении загрязнения водоема органическим веществом и сильной его эвтрофикации [4]. Согласно функции рангового распределения видов зоопланктона по индексу значимости ( $\sqrt{PB}$ ) в структурообразующий комплекс сообщества входят 4 вида: *B. calyciflorus amphiceros* (47), *A. viridis* (37), *F. longiseta* (33) и *B. quadridentatus* (31) (в скобках указаны значения индекса). Среди них однозначно доминировала коловратка *B. cal. amphiceros*.

Коловратки лидировали не только в качественном, но и в количественном отношении. В зоопланктоне оз. Цимлянское доля коловраток по численности и биомассе достигала 68% и 57% соответственно (рис. 1), что указывает на оптимальные условия, связанные с высоким содержанием в водоеме легко окисляемых и легко разлагаемых органических веществ [4]. Доля ветвистоусых ракообразных по численности и биомассе составила всего 5% и 7% соответственно. Вероятной причиной депрессии Cladocera является массовое развитие сине-зеленых водорослей в летний период, что вызывает ухудшение условий питания и дыхания ветвистоусых рачков. С постоянным «цветением» водоема связано и наличие токсинов в воде, которые оказывают влияние на крупных ветвистоусых рачков, в первую очередь на представителей рода *Daphnia* [3].

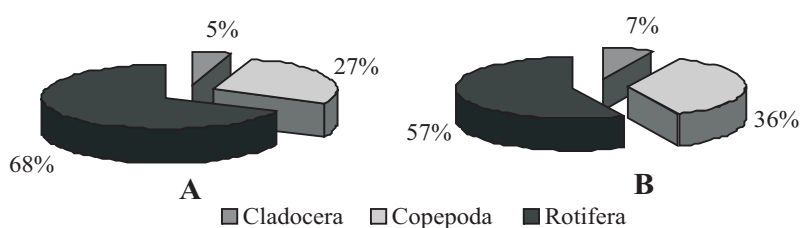


Рис. 1. Процентное соотношение по численности (А) и биомассе (В) основных таксономических групп зоопланктона в оз. Цимлянское

В оз. Цимлянское наблюдалось достаточно высокое количественное развитие зоопланктона. Средняя за период исследования биомасса составила  $11,4 \text{ г/м}^3$ , что, согласно классификации Китаева, соответствует  $\alpha$ -эвтрофным водоемам [5]. Характерным признаком эвтрофии вод данного водоема служит наличие коловраток из семейств Brachionidae и Trichocercidae. Все представители рода *Brachionus*, обнаруженные в озере, встречаются в водоемах, загрязненных бытовыми и сельскохозяйственными стоками. На сильное эвтрофирование также указывает значительная доля коловраток, питающихся животной пищей — род *Asplanchna* [4].

**Оз. Липовое.** В зоопланктоне выявлено 27 видов, из которых Cladocera — 14, Copepoda — 4, Rotifera — 9. По сравнению с оз. Цимлянское отмечалось низкое число видов коловраток. Наибольшую встречаемость имела *Kellikottia longispina* (80%). В массовом количестве она развивается в водоемах с низкой температурой, что характерно для данного озера, на дне которого находятся родники. Наибольшее число видов в оз. Липовое представлено ветвистоусыми ракообразными (52%).

Согласно индексу значимости, в структурообразующий комплекс зоопланктона входит 6 видов: *Th. oithonoides* (49), *E. graciloides* (48), *D. cucullata* (38), *D. longispina* (34) и *C. lacustris* (32). Однозначно доминировали веслоногие ракообразные: *Th. oithonoides* и *E. graciloides*.

В количественном отношении в оз. Липовое лидировали веслоногие ракообразные. Их доля по численности и биомассе за период исследования составила 65% и 75% соответственно (рис. 2).

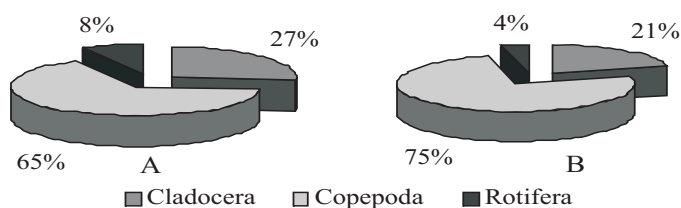


Рис. 2. Процентное соотношение по численности (А) и биомассе (В) основных таксономических групп зоопланктона оз. Липовое

Преобладание в зоопланктоне представителей Copepoda характерно для холодных водоемов, а также для озер олиготрофного и мезотрофного типа. Средняя биомасса за период исследования составила  $1,5 \text{ г/м}^3$ , что, согласно классификации Китаева, соответствует олиготрофным водоемам [5].

Таким образом, изучение таксономической структуры зоопланктона показало, что оз. Цимлянское относится к эвтрофным водоемам, а оз. Липовое — к олиготрофным.

**Сапробиологическое состояние озер.** Сапробность характеризует химические и биологические изменения в водной экосистеме при антропогенном загрязнении водоема биогенными органическими веществами. Для количественной оценки сапробиологического состояния водоемов был использован индекс Пантле-Букк — S [6].

**Оз. Цимлянское.** Среди выявленных видов-индикаторов сапробности, принятых в гидробиологии, в сообществе зоопланктона в основном встречались Я- и  $\beta$ - $\alpha$  мезосапробные виды (52%). Реже встречались олиго- и Я-олигосапробные виды (37%). Величина индекса сапробности для водоема в среднем за период исследо-

вания составила 2,1. Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши, полученное значение индекса соответствует «β-мезосапробной зоне» и разряду «β-мезосапробная зона» с классом качества вод 3 — «удовлетворительной чистоты» [6]. Динамика значений индекса сапробности в оз. Цимлянское представлена на рисунке 3А. Максимальное значение сапробиологического индекса наблюдалось в мае (2,75) и связано с увеличением содержания органики в водоеме после весеннего снеготаяния. В июне содержание органических веществ в водоеме снизилось ( $S=1,78$ ) и оставалось относительно постоянным до конца лета. В сентябре значение индекса сапробности вновь увеличилось ( $S=2,72$ ), что обусловлено массовым отмиранием живых организмов и накоплением органики в водоеме. Увеличение сапробиологического индекса весной до 2,75 приводит к изменению зоны сапробности до «α-мезосапробная» и класса качества воды до 4 — «загрязненная». Полученные данные согласуются с гидрохимическими исследованиями, согласно которым в оз. Цимлянское содержание биогенных элементов (таких как фосфат- и нитрат-ионов) превышено в 10 раз [7]. Доминирующим процессом в водоеме является эвтрофирование.

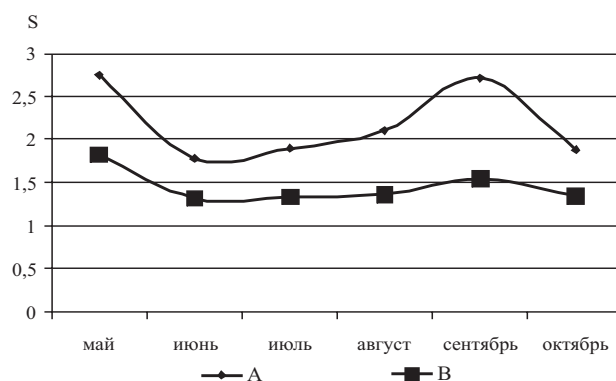


Рис. 3. Динамика индекса сапробности:  
А — в оз. Цимлянское; В — в оз. Липовое

**Оз. Липовое.** Выявление видов-индикаторов показало, что в оз. Липовое встречались главным образом олигосапробные виды (59%). Величина индекса сапробности Пантле-Букк для водоема в среднем за сезон составила 1,4. Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши [6], значение соответствует классу «олигосапробная зона» и разряду α-олигосапробная зона. Указанные зоны соответствуют классу качества вод 2 — «чистые». Динамика индекса сапробности представлена на рис. 3В. Максимальное значение индекса сапробности, как и в оз. Цимлянское, наблюдалось в мае ( $S=1,82$ ) после снеготаяния и в сентябре ( $S=1,55$ ) в связи с накоплением отмершего органического вещества. Увеличение индекса сапробности до 1,82 способствует повышению зоны сапробности до «β-мезосапробная» и приводит к ухудшению класса качества воды (3 — «удовлетворительной чистоты»). Гидробиологические данные согласуются с гидрохимическими, согласно которым содержание биогенных элементов не превышает ПДК [8].

**Токсикологическое состояние водоемов.** Оценка токсикологического состояния позволяет определить наличие или отсутствие загрязняющих веществ

в воде. Токсичность определяли по смертности тест-культуры рачка *Daphnia magna* [9] и по изменению оптической плотности тест-культуры водоросли *Chlorella vulgaris* [10].

**Оз. Цимлянское.** По результатам экспериментов в тестируемой воде наблюдалась гибель 30% дафний и понижение оптической плотности водоросли по сравнению с контролем на 59% (токсическая кратность разбавления (ТКР) равна 4), что позволяет оценить токсичность воды оз. Цимлянское как «слаботоксичная». Содержание в водоеме тяжелых металлов, таких как свинец и медь, превышено в 6-8 раз [7].

**Оз. Липовое.** В тестируемой воде смертность дафний составила 27%, а также наблюдалось снижение оптической плотности водоросли на 42% (ТКР=3). Полученные результаты позволяют определить токсичность воды оз. Липовое как «слаботоксичная». В водоеме наблюдалось повышенное содержание кадмия [8].

Таким образом, по результатам исследований оз. Цимлянское относится к  $\alpha$ -эвтрофным  $\beta$ -мезосапробным слаботоксичным водоемам. Данный водоем может использоваться в качестве зоны отдыха после проведения мероприятий по снижению приоритетных загрязнителей — биогенов. Оз. Липовое относится к олиготрофным олигосапробным слаботоксичным водоемам. Эколого-санитарные показатели озера в целом соответствуют нормам водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуйский В.Ф. Биоиндикация качества водной среды, состояния пресноводных экосистем и их антропогенных изменений. В.Ф. Шуйский, Т.В. Максимова, Д.С. Петров // Сб. научн. докл. VII междунар. конф. «Экология и развитие Северо-Запада России». СПб., 2-7 авг. 2002 г. СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2002 г.
2. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. Тюмень: Слово, 2001. 176 с.
3. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
4. Алешина О.А. Динамика зоопланктона эвтрофного озера при антропогенном воздействии: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тюмень: ТюмГУ, 1999. 22 с.
5. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984. 207 с.
6. Критерии комплексной оценки качества поверхностных пресных вод / О.П. Оксюк [и др.] // Бюл. ин-та биол. внутр. вод им. И.Д. Палладина. № 90. Л., 1991.
7. Катанаева В.Г. Принцип оценки приоритетных загрязнителей вод водоемов // Тезисы докл. сем. «Чистая вода», Тюмень, 21 марта 2007 г. Тюмень, 2007. С. 25-28.
8. Алешина О.А., Катанаева В.Г., Швецова Н.В., Селянин А.В. К изучению современного экологического состояния озера Липовое // Тезисы докл. сем. «Чистая вода», Тюмень, 21 марта 2008 г. Тюмень, 2008. С. 28-31.
9. Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков, сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus. М.: Федеральная служба по экологич., технолог., и атомному надзору, 2006.
10. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по измерению оптической плотности тест-культуры водоросли хлорелла. М.: Министерство природных ресурсов РФ, 2004.