



ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: проблемы и пути их решения

КНИГА 2

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»
(Киров, Россия)

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук
(Сыктывкар, Россия)

Ляонинский институт науки и технологии
(Бэньси, провинция Ляонин, КНР)

ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Материалы
Международной научно-практической конференции
23–24 апреля 2024 г.

Книга 2

Киров, 2024

2. Лекарственные и ядовитые растения центральной европейской части России и степной зоны Южного Урала / В. А. Васильева, А. В. Филиппова, Н. Ф. Гусев, Н. К. Сюняев. Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2016. 180 с.
3. Шуклин И. Ю. Рост и развитие золотарника канадского при возделывании в нечерноземной зоне России // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 3. С. 25–27.
4. Семенихин В. И., Семенихин И. Д. Оптимизация агротехнологии получения промышленных плантаций золотарника канадского при совместных посевах с однолетними сельскохозяйственными культурами и ромашкой аптечной в условиях Московской области // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 1. С. 99–105.
5. Шмелев В. М., Панкрушина А. Н. Особенности распространения инвазионных *Solidago* (Asteraceae) и их воздействие на природные виды // Вестник ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2019. № 3 (55). С. 130–135.
6. Сонова К. В. Использование золотарника в современной медицине // Научный медицинский вестник. 2015. № 2 (2). С. 61–67.
7. Методика определения запасов лекарственных растений / Приказ Гослесхоза СССР. М., 1986. 46 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/99_9032337 (дата обращения: 15.02.2024).
8. Калькулятор стандартных ошибок [Электронный ресурс]. – URL: <https://miniwebtool.com/ru/standard-error-calculator/> (дата обращения: 15.02.2024).
9. Найда Н. М., Ефремова М. А., Поленникова К. Ю. Урожайность и качество сырья золотарника канадского в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 48. С. 24–30.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕНАЖНОЙ ПРОТОКИ ОЗЕРА СРЕДНИЙ КАБАН (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН) ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКТОНА

К. И. Абрамова, Р. П. Токинова

*Институт проблем экологии и недропользования Академии наук
Республики Татарстан, г. Казань, Россия, kseniaiv@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследования экологического состояния Монастырской протоки оз. Средний Кабан г. Казани по структурным и количественным показателям летнего фитопланктона. Проведен сапробиологический анализ качества воды, дана оценка трофического статуса протоки.

Ключевые слова: фитопланктон, Монастырская протока, оз. Средний Кабан, качество воды.

Водные протоки играют важную экологическую роль в функционировании водоемов, выполняя функции водообмена, участвуя в перераспределении взвешенных и растворенных веществ, регулируя поддержание и сохранение разнообразия гидробионтов. Такие водные объекты нуждаются в мониторинге и рациональном управлении [1]. Исследование биологической составляющей является неотъемлемым этапом для оценки экологического состоя-

ния водоемов, где важное место занимает изучение состава и структуры фитопланктона.

Система озер Кабан (Нижний, Средний и Верхний) выполняет природно-эстетическое, рекреационное, экологическое значение, однако, располагаясь в центральной, промышленно-урбанизированной части г. Казани, испытывает высокую антропогенную нагрузку, принимая сточные воды предприятий и диффузный сток с водосборной территории. Монастырская протока является одним из элементов системы гидроинженерной защиты г. Казани и берет начало из оз. Средний Кабан, выполняя функцию регулирования уровня поверхностных вод озера. По сведениям ЕГРН на Публичной кадастровой карте обозначена как магистральная канава №1 протяженностью 3360 м и общей площадью 8148 м². Протока слабо изучена в гидробиологическом отношении, что обуславливает актуальность проведения исследований состояния ее фитопланктонного сообщества.

В 2021 г. объектом экологических исследований являлся верхний участок протоки, от ее истока из оз. Ср. Кабан до пересечения с ул. Варганова. Протяженность протоки на данном участке составила 480 м. Для изучения особенностей структурной организации фитопланктонного сообщества, таксономического состава и количественного развития, на акватории Монастырской протоки и прилегающего к ней участка оз. Ср. Кабан определены 5 станций (рис. 1), на которых в июне (15 и 17.06.2021 г.) с использованием плавсредств (лодки) проведен отбор проб из поверхностного слоя воды. На станции 1 (озеро) в дополнении к поверхностной пробе при помощи батометра Молчанова ГР-18 с горизонта 2-х метров отобрана подповерхностная проба. Всего проанализировано 6 проб в трехкратной повторности. Сбор и обработка этих материалов выполнены в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методами [2–6].

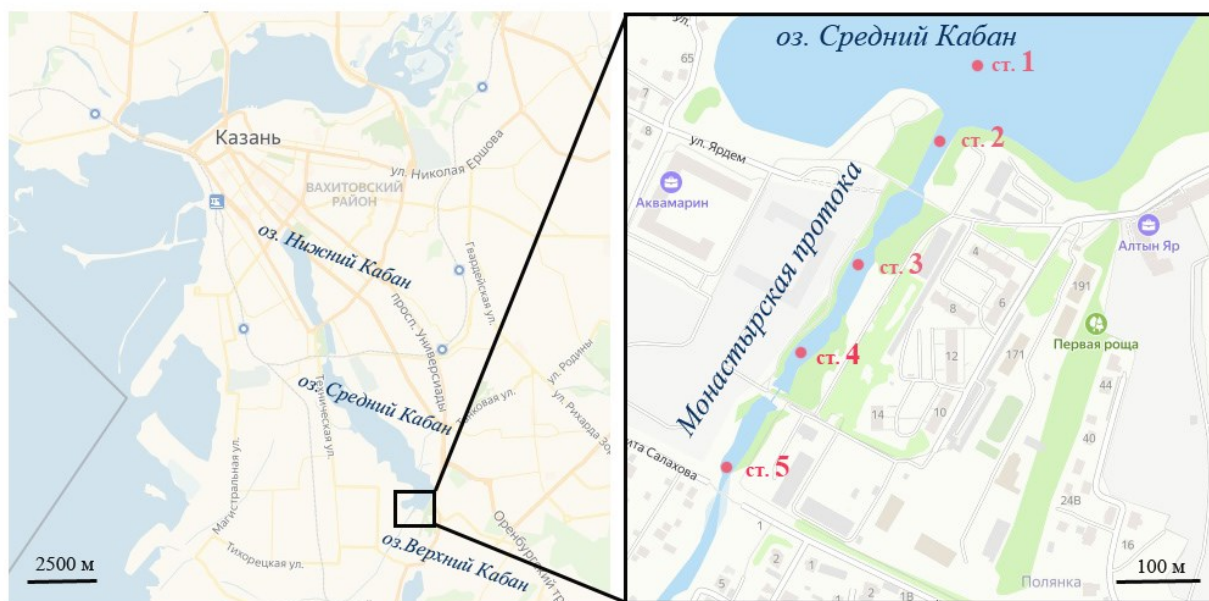


Рис. 1. Схема расположения гидробиологических станций

В фитопланктоне исследуемой акватории обнаружено 59 видов водорослей из шести отделов. Наиболее разнообразны в таксономическом отношении отделы Chlorophyta (29 видов) и Bacillariophyta (17). В эколого-географическом отношении основу флористического состава формируют широко распространенные, типично планктонные формы водорослей, индифферентные по отношению к уровню минерализации воды, относящиеся к β -мезосапробам.

Обследованные станции различались по числу обнаруженных видов и степени количественного развития водорослей (табл.). Сравнительно более высокое видовое разнообразие фитопланктона, 34 и 32 вида, наблюдалось на ст. 2 и 5. Это обусловлено присутствием здесь скоплений водной растительности, в которых планктонный комплекс видов обогащался за счет водорослей-обрастателей (на ст. 2 – из числа зеленых, на ст. 5 – диатомовых).

Таблица

Структурные и биоиндикационные показатели фитопланктона на исследованных участках Монастырской протоки и оз. Средний Кабан

Показатели / № станции	Ст. 1	Ст. 1*	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5
Число видов в пробе	24	25	34	25	26	32
Численность, N (млн кл./л)	30,08	26,76	10,55	16,46	14,19	1,76
Биомасса, B (мг/л)	1,35	1,79	0,51	1,03	0,59	0,05
Индекс сапробности, S	1,98	1,99	2,12	1,96	2,10	2,10
Зона сапробности (S)	β -мезосапробная, или умеренно-загрязненные воды					
Индекс Шеннона (по N)	1,72	2,38	2,36	2,29	1,92	1,57
Индекс Пиелу (по N)	0,52	0,66	0,66	0,66	0,64	0,61

Примечание: Ст. 1* – подповерхностный горизонт участка оз. Средний Кабан.

Наиболее низкие значения общей численности и биомассы фитопланктона (около 2 млн кл./л, 0,05 мг/л) отмечены в протоке на ст. 5, характеризующейся присутствием на значительной части акватории зарослей высших воздушно-водных растений (тростник, рогоз). Последние, создавая конкуренцию планктонным водорослям в борьбе за питательные биогенные вещества (азот и фосфор), препятствуют обильному развитию фитопланктона. Самые высокие показатели обилия (30 млн кл./л, 1,35 мг/л) отмечены в открытой акватории южной части оз. Средний Кабан на ст. 1, лишенной растительности. На участках протоки, расположенных между ст. 1 и ст. 5, количественные показатели фитопланктона находятся в промежутке между указанными максимальными и минимальными значениями.

В составе фитопланктона на всех пяти исследованных станциях преобладали зеленые водоросли (64–94% от общей численности, 85–99% от общей биомассы) (рис. 2).

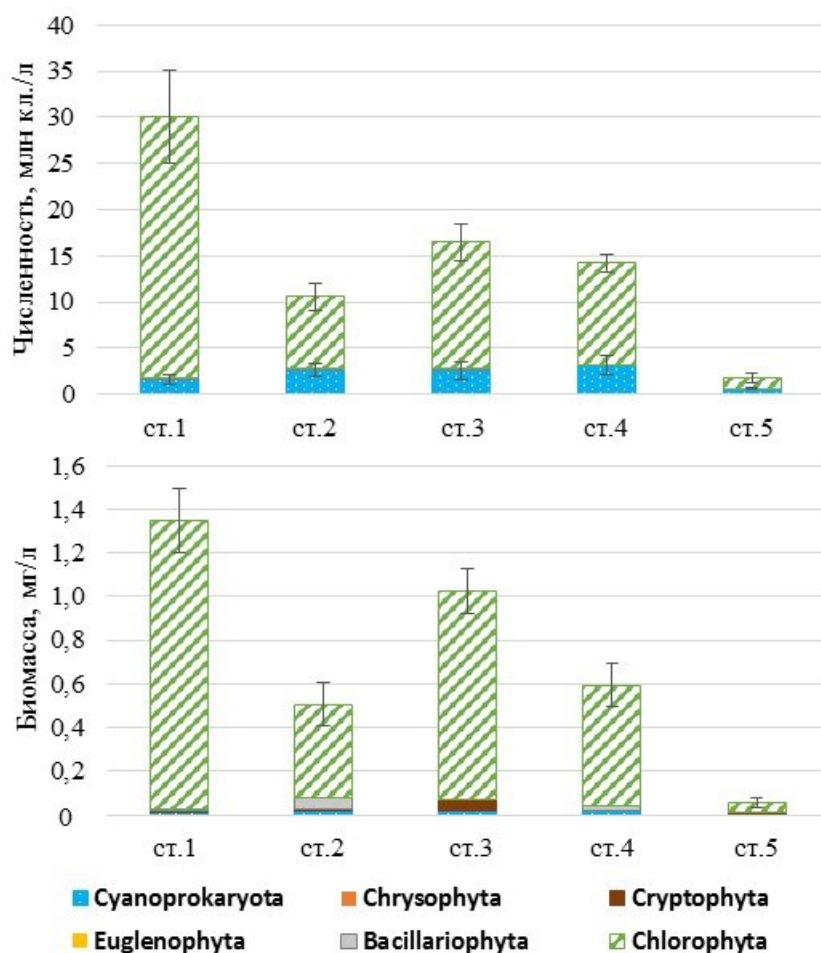


Рис. 2. Распределение отделов фитопланктона по численности и биомассе на станциях оз. Средний Кабан и Монастырской протоки

Доминирующий состав фитопланктона в поверхностных пробах характеризовался как зеленый с присутствием цианопрокариот. Наибольший вклад в количественные показатели сообщества вносили зеленая водоросль *Coelastrum microporum* (до 80% от общей численности и биомассы) и цианопрокариота *Romeria* sp. (до 30% от общей численности). Наиболее высокие количественные показатели *C. microporum* отмечались на ст. 1 (оз. Средний Кабан), *Romeria* sp. – на ст. 2–5 (Монастырская протока).

Следует отметить также присутствие в планктоне *Pediastrum duplex*, *Desmodesmus communis*, *Closterium acutum*, *Monoraphidium minutum* (Chlorophyta) и *Komma caudata* (Cryptophyta). Согласно функциональной классификации пресноводного фитопланктона сообщество акватории можно отнести к кодонам J, F, P, X1, X2, которые включают виды, свойственные мелководным, олиго-мезотрофным и высокоэвтрофным водоемам.

В оз. Средний Кабан (ст. 1) состав и обилие водорослей в поверхностном и подповерхностном слоях имеют различия. С увеличением глубины наблюдается незначительное снижение численности и такой же незначительный рост биомассы фитопланктона, обусловленные снижением доли зеленых

водорослей. К доминирующему комплексу (*C. microporum* и *Romeria* sp.) здесь присоединяется диатомея *Asterionella formosa* (доля от общей биомассы составила 17%) из функциональной группы С, к которой относятся виды, предпочитающие эвтрофные озера малых и средних размеров, толерантные к световому дефициту и чувствительные к истощению концентрации кремния в воде.

На основе экологических и функциональных свойств доминирующих видов фитопланктон исследованных участков протоки и озера можно охарактеризовать как комплекс видов, предпочитающих мелководные зоны водоемов. Изменчивость структуры функциональных групп определяется последовательной трансформацией комплекса видов (с доминированием *C. microporum*), свойственных высокоэвтрофным водоемам; от озерного участка (ст. 1), где этот вид наиболее многочисленен, к ст. 5 протоки, где его обилие существенно сокращается и к нему присоединяется комплекс видов, характерных для мезотрофных зон (*M. minutum* и *K. caudata*).

Согласно кластерному анализу количественного развития фитопланктона исследуемая акватория разделилась на три кластера (доля сходства менее 50%). В первый кластер вошел участок оз. Ср. Кабан (ст. 1), во второй – объединились станции протоки 2–4, в третий – нижняя часть протоки (ст. 5).

Анализ этих данных показывает, что по мере прохождения озерной водной массы по протоке, в ней происходит трансформирование структуры фитопланктонного сообщества. Процессы первичного продуцирования здесь, как и в озере, происходят преимущественно по фитопланктонному типу с развитием комплекса видов, характерных для мелководных высокоэвтрофных водоемов (ст. 2–4). И лишь в нижней части исследованного участка протоки (ст. 5), где глубина снижается и происходит зарастание высшими водными растениями, образование первичной продукции происходит преимущественно по макрофитному типу. Здесь заметно повышается биофильтрационная роль пояса воздушно-водной растительности. Обилие фитопланктона существенно снижается, а его функциональная структура трансформируется в комплекс видов, характерных для мелководных мезотрофных водоемов.

Анализ биоиндикационных показателей фитопланктона Монастырской протоки свидетельствует об удовлетворительном состоянии водоема в период исследования. Качество воды в Монастырской протоке определяется качеством воды поверхностных водных масс, сформировавшихся в оз. Средний Кабан. Для исследованных участков озера и протоки индексы сапробности, рассчитанные по индикаторным видам фитопланктона, изменяются в диапазоне 1,96–2,12, что является незначительными вариациями в пределах значений, соответствующих одной β -мезосапробной зоне, или «умеренно-загрязненным» водам. В Монастырской протоке качество воды довольно однородно по уровню органического загрязнения, что обусловлено небольшой протяженностью водного объекта (0,48 км) и отсутствием на протоке локальных источников загрязнения.

Видовое разнообразие планктонных сообществ исследованных участков протоки и южного участка озера, оцениваемое по среднему значению индекса Шеннона (2,05 бит/экз.), характеризуется на уровне средних для городских водоемов показателей.

Библиографический список

1. Суховило Н. Ю., Новик А. А. Роль речных проток в формировании гидрохимического режима озер национального парка «Браславские озера» // Природопользование. 2023. № 1. С. 41–53.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. М. : Наука, 1975. 240 с.
3. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Archives für Hydrobiologie. Beiheft Ergebnisse der Limnologie. 1973. Vol. 7. No. 3. 218 p.
4. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
5. Трифонова И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л. : Наука, 1990. 184 с.
6. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton / C. S. Reynolds, V. Huszar, C. Kruk et al. DOI: 10.1093/plankt/24.5.417 // J. Plankton Res. 2002. Vol. 24. No. 5. P. 417–428.

ВЫРАЩИВАНИЕ СПИРУЛИНЫ В УЗБЕКИСТАНЕ С ЦЕЛЬЮ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЫБОВОДСТВЕ

*К. С. Туйчиев¹, Е. Н. Гинатуллина¹, Н. К. Атабаева²,
Р. А. Каримов¹, Ш. А. Хужамов³*

*¹ Научно-исследовательский институт рыбоводства,
Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан,
tochiyevkatoliddin4@gmail.com, ginatullina@yandex.ru,
karimovrustambek87@gmail.com,*

*² Национальный университет Узбекистана,
г. Ташкент, Республика Узбекистан, atabaeva_nargis@inbox.ru,*

*³ Узбекско-Финский педагогический институт,
г. Самарканд, Республика Узбекистан, khujatovshaxboz479@gmail.com*

Выращивание спирулины для рыбоводства в Узбекистане имеет большое значение, так как использование этой водоросли в рыбном хозяйстве возможно для очистки органически загрязненных вод, а также в качестве основного питания для культивируемого зоопланктона, например, артемии. В качестве результата культивирования спирулины на культуральной среде Журдана, плотность сухой биомассы в 1 л суспензии равна $2,078 \pm 0,05$ г/л.

Ключевые слова: аквакультура, спирулина, среда Журдана.

В настоящее время многочисленные исследования в аквакультуре сосредоточены на культивировании одноклеточных организмов, таких как бак-