

УДК 574.63:556.53(285.3)

Д. П. Ларионова, О. А. Давыдов

**САНИТАРНО-ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОДОТОКА
МЕГАПОЛИСА ПО МИКРОФИТОБЕНТОСУ**

По показателям структуры и обилия микрофитобентоса и результатам биоиндикации дана санитарно-гидробиологическая характеристика искусственного водотока г. Киева — Русановского канала. Определен его трофо-сапробиологический статус.

Ключевые слова: микрофитобентос, биоиндикация, санитарно-гидробиологическая характеристика, искусственный водоток.

Искусственные водотоки г. Киева разнообразны по своему прикладному назначению, различаются конструктивными и технологическими параметрами, что существенно влияет на биотическую составляющую их экосистем.

В условиях мегаполиса значимость искусственных водотоков, находящихся вне пределов промышленных объектов, как важных элементов урбандо-ландшафта и рекреации возрастает многократно. Особого внимания заслуживает Русановский канал, расположенный вокруг одноименного жилмассива г. Киева (длина 2,7 км, ширина 40 м, глубина 3—4 м). Он характеризуется слабой проточностью, его бетонные откосы заилены, в прибрежье интенсивно вегетируют высшие водные растения, на дне сформированы мощные иловые отложения. Канал гидравлически связан с Русановской протокой — элементом придаточной сети речной части Каневского водохранилища [2], подвергается разного рода антропогенным воздействиям, в том числе загрязнению точечным и рассеянным стоком с прилегающих территорий, и поэтому нуждается в проведении комплекса мероприятий, направленных на ограничение и ликвидацию отрицательных последствий антропогенного пресса на водную экосистему. Основой для их разработки должны послужить результаты санитарно-гидробиологических исследований, предусматривающих изучение разных экотопических группировок гидробионтов, одной из которых является микрофитобентос [16].

Микрофитобентос — важный компонент водных экосистем, широко используемый при санитарно-гидробиологической характеристике водных объектов, его биоиндикационные возможности общеизвестны [1, 10, 13, 14].

© Д. П. Ларионова, О. А. Давыдов, 2017

До настоящего времени санитарно-гидробиологическая характеристика Русановского канала по микрофитобентосу не проводилась.

Цель работы состоит в санитарно-гидробиологической характеристике искусственного водотока г. Киева на основе структурных и количественных показателей микрофитобентоса.

Материал и методика исследований. Материалом послужили исследования микрофитобентоса Русановского канала в 2014—2015 гг. Пробы отбирали микробентометром МБ-ТЕ (общая площадь отбора 40 см²) в трех повторностях в литоральной зоне в местах, свободных от зарослей высших водных растений на заиленной бетонной облицовке.

Численность водорослей учитывали на счетной пластинке в капле объемом 0,1 см³, биомассу вычисляли согласно методу геометрического подобия. Для определения диатомовых водорослей изготавливали препараты с применением специальных сред [19]. Таксономическая характеристика микрофитобентоса приведена в соответствие с классификационной системой, принятой в сводке «Algae of Ukraine» [23].

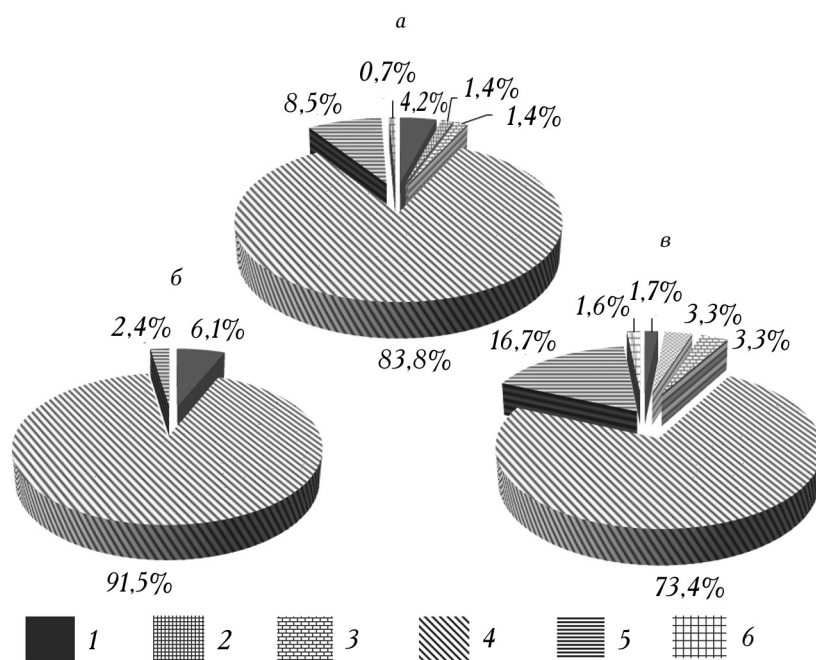
Степень антропогенной нагрузки на экосистему водного объекта выражали в баллах, выделяя наиболее очевидные антропогенные факторы [17, 18, 21]. Для санитарно-гидробиологической характеристики по микрофитобентосу проанализированы его наиболее информативные показатели (видовое богатство, численность, биомасса) с конкретизацией полученных данных о резидентной альгофлоре, ауто- и синбиоиндикаторах [9, 13—16]. В микрофитобентосе автохтонные и аллохтонные компоненты, индикаторная эколого-морфологическая группа бентонтов выделены с учетом характеристик приуроченности водорослей к определенным биотопам [1, 3, 5, 6, 11, 19, 20, 23—25].

Для синбиоиндикатора антропогенного загрязнения — эколого-морфологической группы бентосных нитчатых синезеленых водорослей приведены их доли в общем видовом богатстве, численности и биомассе бентонтов, мультиметрический показатель представлен как среднеарифметическое значение [4, 12—16].

Индекс сапробности рассчитывали по методу Пантле — Букк в модификации Сладечека [22, 26]. Трофо-сапробиологический статус искусственного водотока устанавливали по показателям обилия микрофитобентоса [9, 8, 14, 15].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований в микрофитобентосе Русановского канала обнаружен 131 вид водорослей, представленный 142 внутривидовыми таксонами, относящимися к 6 отделам, 9 классам, 20 порядкам, 34 семействам и 56 родам [7].



Таксономический спектр видового состава микрофитобентоса (а) и его структурных компонентов — бентонтов (б) и аллохтонов (в): 1 — Суанопрокариота; 2 — Euglenophyta; 3 — Chrysophyta; 4 — Bacillariophyta; 5 — Chlorophyta; 6 — Charophyta.

Основу видового богатства микрофитобентоса составляли Bacillariophyta (83,8% общего количества), Chlorophyta (8,5%), Суанопрокариота (4,2%). Роль других отделов незначительна (рисунок).

В структуре микрофитобентоса по видовому богатству преобладали автохтонные компоненты (облигатные и факультативные бентонты) — 82 вида и разновидности (57,7%), аллохтоны (планктонты и перифитонты) насчитывали 60 видов (42,3%). Таксономические спектры видового состава бентонтов и аллохтонов различались в границах ведущих отделов: Bacillariophyta формировали 91,5% общего флористического разнообразия бентонтов, у аллохтонов этот показатель не превышал 73,4%, Суанопрокариота составляли 6,1% общего видового разнообразия бентонтов и 1,7% аллохтонов, Chlorophyta более представительны среди аллохтонов — 16,7% общего видового разнообразия, в отличие от бентонтов — 2 (4%).

Количественные показатели микрофитобентоса искусственного водотока колебались в широких пределах как по численности — от 130 до 964 тыс. кл/10 см², так и биомассе — от 0,14 до 0,61 мг/10 см², достигая максимума в летний период. Средневегетационные показатели составляли 547 тыс. кл/10 см² и 0,40 мг/10 см² (табл. 1).

Ведущая роль в формировании количественных показателей микрофитобентоса в литоральной зоне принадлежала бентонтам, представители которых *Staurosira construens* Ehrenb. и *Melosira varians* C. Agardh были основными компонентами ведущего комплекса.

По показателям обилия микрофитобентоса Русановский канал характеризовался как мезотрофный водный объект с некоторым смещением к мезо-евтрофности.

Установлено, что степень антропогенной нагрузки на экосистему канала, рассчитанная на основе выделенных наиболее очевидных антропогенных факторов, довольно высокая и оценивается в 9 баллов (табл. 2), что существенно выше, чем во многих водоемах г. Киева [17, 18, 21].

При изучении состояния водных экосистем и его нарушения под влиянием факторов среды специальным методом санитарной гидробиологии является биоиндикация, которая может осуществляться как по индикаторным видам — аутбиоиндикация, так и по сообществам гидробионтов — синбиоиндикация [13, 14, 16].

Результаты аутбиоиндикации позволили установить, что в микрофитобентосе Русановского канала 69 видов (48,6% общего видового богатства) являются показателями сапробности. Индикаторные виды распределяются между четырьмя основными и пятью переходными зонами сапробности, большинство относится к β -мезосапробным формам (55,1%). Среди видов-индикаторов преобладают бентонты (59,4 %), основная часть которых сосредоточена в диапазоне от олиго- до α -мезосапробной зоны (табл. 3). Индекс сапробности, рассчитанный по микрофитобентосу, колебался в пределах 2,00—2,12, в среднем составляя 2,06, что соответствует β -мезосапробной зоне.

Для санитарно-гидробиологической характеристики и последующей оценки состояния водных экосистем одним из надежных методов синбиоиндикации является использование структурных элементов микрофитобентоса — эколого-морфологических групп бентонтов, обладающих специфической чувствительностью к определенному антропогенному воздействию [4, 16].

Принимая во внимание то, что в Русановском канале слабая проточность, а внутрисуточные колебания уровня воды, обусловленные пиковым режимом Киевской ГЭС, наряду с ветро-волновой активностью нарушают стабильность донных отложений в литоральной зоне незначительно, в качестве синбиоиндикатора исследована эколого-морфологическая группа бентосных нитчатых синезеленых водорослей, которые являются постоянным структурным компонентом микрофитобентоса и адекватно реагируют на загрязнение органическими и биогенными веществами увеличением вегетации [14—16]. Установлено, что относительные показатели (ключевые для индикации) этой группы, выраженные их долей среди бентонтов Русановского канала, в среднем составили 5% видового богатства, около 42% численности и 7% биомассы, мультиметрический показатель — 18 (табл. 4).

1. Численность и биомасса автохтонных и аллохтонных компонентов микрофигобентоса Русановского канала

Сезоны	Численность, тыс. кл./10 см ²			Биомасса, мг/10 см ²		
	Бентонты	Аллохтоны	Всего	Бентонты	Аллохтоны	Всего
Весна	439 – 712 575	51 – 126 89	490 – 838 664	0,39 – 0,41 0,40	0,02 – 0,14 0,08	0,41 – 0,51 0,48
Лето	715 – 950 832	10 – 14 12	725 – 964 844	0,53 – 0,59 0,56	0,01 – 0,02 0,01	0,54 – 0,61 0,57
Осень	114 – 119 116	16 – 17 18	130 – 136 133	0,11 – 0,13 0,12	0,03 – 0,04 0,04	0,14 – 0,17 0,15
Средневегетационные значения	508	39	547	0,36	0,04	0,40

Пр и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 4: над чертой — диапазон колебаний, под чертой — среднее значение.

2. Оценка степени антропогенной нагрузки на Русановский канал [17, 18]

Факторы антропогенной нагрузки							
Жилая застройка*	Искусственное изменение морфометрических характеристик**	Наличие транспортных автомагистралей	Наличие автостоянок	Ливнесток с жилой застройкой	Рекреация	Любительское рыболовство	Всего
++	++	+	+	+	+	+	9

Пр и м е ч а н и е. «+» — наличие фактора влияния; * для этой категории «++» — многоэтажная застройка; ** для этой категории «++» — полное изменение.

3. Распределение видов-индикаторов автохтонного и аллохтонного компонентов микрофитобентоса Русановского канала по зонам сапробности

Структурные компоненты микрофитобентоса	Зоны сапробности								
	γ	γ-ο	γ-β	ο	ο-β	ο-α	β	β-α	α
Бентонты	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{50}$	—	$\frac{2}{67}$	$\frac{7}{88}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{15}{40}$	$\frac{6}{100}$	$\frac{8}{89}$
Аллохтоны	—	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{33}$	$\frac{1}{12}$	—	$\frac{23}{60}$	—	$\frac{1}{11}$
Всего	$\frac{1}{100}$	$\frac{2}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{3}{100}$	$\frac{8}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{38}{100}$	$\frac{6}{100}$	$\frac{9}{100}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой — количество видов-индикаторов данной зоны сапробности, под чертой — процент от общего количества видов-индикаторов данной зоны сапробности.

4. Показатели эколого-морфологической группы нитчатых синезеленых водорослей в микрофитобентосе Русановского канала, % от бентонтов

Сезоны	Видовое богатство	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель
Весна	$\frac{5-6}{5}$	$\frac{24-41}{33}$	$\frac{5-6}{5}$	$\frac{11-17}{14}$
	$\frac{4-5}{4}$	$\frac{40-61}{50}$	$\frac{6-12}{9}$	$\frac{17-26}{21}$
Лето	$\frac{4-5}{5}$	$\frac{42-44}{43}$	$\frac{7-8}{8}$	$\frac{18-19}{19}$
	$\frac{4-5}{5}$	$\frac{42-44}{43}$	$\frac{7-8}{8}$	$\frac{18-19}{19}$
Средневегетационные значения	5	42	7	18

Таким образом, установленные характеристики синбиоиндикатора антропогенного загрязнения в условиях умеренного гидродинамического режима в Русановском канале могут быть практически использованы при оценке его эколого-санитарного состояния [16].

Заключение

Санитарно-гидробиологическая характеристика по микрофитобентосу определяет Русановский канал в целом как мезотрофный β-мезосапробный водный объект.

В микрофитобентосе идентифицирован 131 вид водорослей, представленных 142 внутривидовыми таксонами, среди которых наибольшим видовым богатством отличались Bacillariophyta, Chlorophyta и Cyanoprokaryota.

Количественные показатели микрофитобентоса колебались в широких пределах, достигая максимальных значений в летний период. Средневегетационные

значения численности составляли 547 тыс. кл/10 см², биомассы — 0,40 мг/10 см².

Установлено, что ведущая роль в формировании структуры и обилия микрофитобентоса принадлежит резидентной альгофлоре. Для синбиоиндикатора антропогенного загрязнения — эколого-морфологической группы бентосных нитчатых синезеленых водорослей установлены доли в общем видовом составе, численности и биомассе бентонтов.

Применение методических подходов современной санитарной гидробиологии для санитарно-гидробиологической характеристики искусственного водотока позволило установить исходные параметры имеющих индикаторную значимость структурных и количественных показателей микрофитобентоса.

**

За показниками структури та рясності мікрофітобентосу і результатами біоіндикації дана санітарно-гідробіологічна характеристика штучного водотоку м. Києва — Русанівського каналу. Визначено його трофо-сапробіологічний статус.

**

The paper considers sanitary-hydrobiological description of the artificial water course of Kyiv city — the Rusanovka channel on basis of indexes of structure and abundance of microphytobenthos and result of bioindication. Its trophic-saprobiological status was determined.

**

1. *Баринова С.С., Мегведєва Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
2. *Вишневський В. І.* Дніпро біля Києва. — К.: Інтерпрес ЛТД, 2005. — 100 с.
3. *Водоросли.* Справочник. — Киев: Наук. думка, 1989. — 608 с.
4. *Давидов О.А.* Структурні компоненти мікрофітобентосу як індикатори впливу антропогенних чинників на водні об'єкти // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія. — 2009. — № 3. — С. 47—56.
5. *Кондратьєва Н.В.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. I. Синьозелені водорості, ч. 2. — К.: Наук. думка, 1968. — 524 с.
6. *Кондратьєва Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. I. Синьозелені водорості, ч. 1. — К.: Наук. думка, 1984. — 388 с.
7. *Ларіонова Д.П.* Таксономічна структура мікрофітобентосу Русанівського каналу (м. Київ) // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. Сер. Біологія. — 2016. — № 1. — С. 47—51.
8. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод /* За ред. В.Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
9. *Оксиук О.П., Давыдов О.А.* Оценка экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу. — Киев, 2006. — 32 с.

10. Оксуюк О.П., Давыдов О.А. Методические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу // Гидробиол. журн. — 2006. — Т. 42, № 2. — С. 98—112.
11. Оксуюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И. Эколого-морфологическая структура микрофитобентоса // Там же. — 2008. — Т. 44, № 6. — С. 15—27.
12. Оксуюк О.П., Давыдов О.А. Альгоценозы микрофитобентоса водохранилищ Днепра и Днепроовско-Бугтской устьевой области // Там же. — 2010. — Т. 46, № 2. — С. 48 — 70.
13. Оксуюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И. Микрофитобентос как биоиндикатор состояния водных экосистем // Там же. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 75 — 89.
14. Оксуюк О.П., Давыдов О.А. Санитарно-гидробиологическая характеристика водных экосистем по микрофитобентосу // Там же. — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 66—79.
15. Оксуюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И. Санитарно-гидробиологическая оценка состояния речной части Каневского водохранилища на основе структурных показателей альгоценозов микрофитобентоса // Там же. — 2012. — Т. 48, № 3. — С. 57—72.
16. Оксуюк О.П., Давыдов О.А. Санитарная гидробиология в современный период. Основные положения, методология, задачи // Там же. — 2012. — Т. 48, № 6. — С. 50—65.
17. Романенко В.Д., Ляшенко А.В., Афанасьев С.А., Зорина-Сахарова Е.Е. Биоиндикация экологического состояния водоемов в черте г. Киева // Там же. — 2010. — Т. 46, № 2. — С. 3—24.
18. Романенко О.В., Арсан О.М., Кіпніс Л.С., Ситник Ю.М. Екологічні проблеми кїївських водойм і прилеглих територій. — К.: Наук. думка, 2015. — 192 с.
19. Топачевський О.В., Оксуюк О.П. Визначник прїсноводних водоростей Української РСР. XI. Дїатомові водорості. — К.: Вид-во АН УРСР, 1960. — 412 с.
20. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. — Киев: Наук. думка, 1990. — 208 с.
21. Щербак В.І., Семенюк Н.Є. Порівняльна оцінка ступеню урбанізації водойм за різноманіттям фітопланктону // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія. — 2005. — № 3. — С. 498—500.
22. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. Приложение I. Индикаторы сапробности. — Москва, 1977. — 91 с.
23. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography* / Ed. by P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Ganter Verlag, Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta. — 2006. — 713 p.; Vol. 2. Bacillariophyta. — 2009. — 413 p.; Vol. 3. Chlorophyta. — 2011. — 511 p.; Vol. 4. Charophyta. — 2014. — 703 p.
24. Bukhtiyarova L. Diatoms of Ukraine. Inland waters. — Kyiv, 1999. — 133 p.

25. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 1—4 Teile / Süßwasserflora von Mitteleuropa. — 2/1 — 4. — Stuttgart; Jena: Gustav Fisher Verlag, 1986—1991. — 876; 596; 576; 437 S.
26. *Sladeček V.* System of water quality from the biological point of view // Ergebnisse der Limnologie. — 1973. — Vol. 7. — P. 1—128.

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Поступила 01.03.17