

УДК 579.68(282.243.7.05)

Н. В. Ковалева, канд. биол. наук, вед. научн. сотр., **В. И. Мединец**, канд. физ.- мат. наук, руковод. центра
Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
Центр мониторинга природной среды,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИДУНАЙСКИХ ОЗЕР

Приведены данные по сезонной динамике численности, биомассы и продукции бактериопланктона пяти наиболее крупных озер украинской части дельты Дуная. Проанализированы изменения количественных характеристик бактериопланктона за 50 лет и показано возрастание численности бактерий в этот период на порядок величин и более. Полученные данные служат доказательством ухудшения эколого-санитарного состояния водных систем придунайского региона.

Ключевые слова: бактериопланктон, придунайские озера.

Микроорганизмы играют важнейшую роль в функционировании лимнических экосистем, занимая ведущее место в утилизации органического вещества, продуктивности и трофической организации среды. Структурные и функциональные характеристики микробного сообщества отражают развитие продукционно-деструкционных процессов в экосистеме, являясь тонкими индикаторами состояния природной среды.

Исследования бактериопланктона Придунайских озер проводилось эпизодически [1 – 4] и сведения о его состоянии в последние десять лет отсутствуют. В этот период произошли изменения общего экологического состояния озер украинской части дельты Дуная, вызвавшие ряд негативных последствий в жизни биоты озер и населения региона [5].

Основной задачей наших исследований являлось изучение современного состояния бактериопланктона Придунайских озер в различные периоды года. Полевые исследования проводились с марта по сентябрь 2001 г. на озерах Кагул, Ялпуг, Кугурлуй, Котлабух и Китай. Экспедиции и обработка проб осуществлены при финансовой поддержке проекта ЕС-Тасис WW SCRE 1/№ 1 “Придунайские озера: устойчивое сохранение и восстановление естественного состояния и экосистем”.

Материалы и методы

Материал для исследования собирался в трех комплексных экологических экспедициях, охвативших 5 озер, и в четырех экспедициях,

проходивших на озерах Ялпуг и Кугурлуй, где дополнительно каждые десять дней учитывалась общая численность и биомасса бактериопланктона. Общая численность бактерий определялась методом прямого счета по А. С. Разумову [6], при использовании мембранных фильтров "Synrog" № 8 и микроскопа "Olympus" с увеличением $\times 1250$. Биомасса бактерий (В) рассчитывалась по формуле

$$B = N \cdot v \cdot d,$$

где N – количество бактерий, v – средний объем бактериальной клетки, d – удельный вес [7].

Продукция бактериальной биомассы определялась радиоуглеродным методом с использованием углерода C^{14} в составе $NaHCO_3$ [7]. Измерение радиоактивности препаратов проводилось на сцинтилляционном бета-спектрометре "РАСКВЕТА"-1219. Статистическая обработка результатов включала расчет средних арифметических значений и их стандартных отклонений [8]. Оценка качества вод озер по микробиологическим показателям проводилась в соответствии с методикой, утвержденной в Украине [9].

Результаты и их обсуждение

В Придунайских озерах количественные показатели развития бактериопланктона в среднем за вегетационный период 2001 г. соответствовали политрофным (озера Кагул и Ялпуг) и гипертрофным (озера Кугурлуй, Котлабух, Китай) природным водам (табл. 1). Наиболее высокие показатели численности, биомассы и продукции бактерий определены в озере Китай, воды которого во все периоды года относились к категории "очень грязные". Самые низкие среди Придунайских озер показатели развития бактериопланктона зарегистрированы в озере Ялпуг, где качество вод соответствовало категориям: "грязные" весной, "очень грязные" летом и "слабо загрязненные" осенью. В сезонной динамике бактериопланктона озера Ялпуг (рис. 1) надо отметить повышенное значение численности бактерий ранней весной (март) с последующим снижением в апреле. Однако максимального развития бактериопланктон этого озера достигал в летний период. Примечательно, что наиболее высокие значения численности бактерий определены в придонном слое вод. Осенью зарегистрирована самая низкая численность и биомасса бактерий. Такой ход сезонной динамики бактериопланктона характерен также для озер Котлабух и Китай. Обильное развитие бактерий в летний период можно считать закономерным явлением, которое обусловлено увеличением температуры воды и концентрации в ней биохимически нестойких органических веществ.

Вместе с тем, в группе исследованных водоемов отмечены иные тенденции сезонной динамики бактерий. В озерах Кагул и Кугурлуй наибольшая численность и биомасса бактерий определены весной (табл. 1, рис. 1) В этот период количество бактерий в водоемах соот-

ветствовало категории “очень грязных” природных вод. Летом численность бактерий оказалась в среднем на 1-2 млн.кл/мл меньше, чем весной, а осенью она понизилась еще на 1-5 млн. кл/мл. Зарегистрированная нами тенденция в динамике бактериопланктона озер Кагул и Кугурлуй была описана также исследователями этих водоемов в 1964 г. [2]. Максимальное содержание бактерий в весенний период может быть обусловлено влиянием паводковых вод, несущих с собой массу органических взвесей.

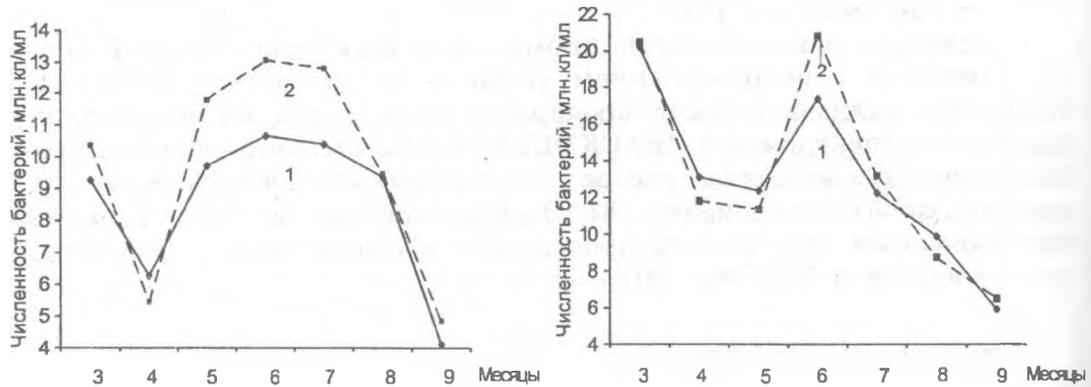


Рис. 1. Сезонная динамика численности бактериопланктона (2001 г.) в поверхностных (1) и придонных (2) водах озер Ялпуг (А) и Кугурлуй (Б).

Исследование продукции бактериальной биомассы, характеризующей функциональную активность бактериопланктона, проводилось параллельно с анализом численности бактерий, но динамика этих показателей не всегда совпадала. В озере Котлабух наивысшая продукция бактериопланктона определена весной, а численность бактерий в этот период не отличалась высокими значениями. Общей чертой распределения численности и продукции бактериопланктона в озерах явилось значительное превосходство этих показателей в озере Китай по сравнению с другими водоемами (табл. 1).

В летний период в озере Китай зарегистрированы абсолютные максимумы численности ($46,61 \pm 5,63$ млн. кл/мл) и продуктивности ($1,33 \pm 0,35$ мг С·л⁻¹·сут.⁻¹) бактериопланктона для Придунайских озер. В озере Кагул наибольшая бактериальная продукция отмечена весной и осенью, а летом она оказалась в 2–2,5 раза ниже. В этой связи заметим, что в летний период в озере Кагул наблюдалась чрезвычайно высокая численность (до 180 млн. кл/мл) токсичных сине-зеленых водорослей, которые относятся к числу факторов, ограничивающих развитие бактериофлоры [3]. В озерах Ялпуг и Кугурлуй сезонный ход микробиологических процессов имел характерные черты водоемов умеренных широт, где максимум бактериальной продукции достигается в летние месяцы (рис. 2).

Таблица 1

Сезонная динамика численности, биомассы и продукции бактериопланктона озер в вегетационный период 2001 г.

Водоем	Кагул	Кугурлуй	Ялпуг	Котлабух	Китай
Сезон	Численность бактериопланктона, млн. кл/мл				
Весна	11,12±7,67	13,53±6,13	8,76±4,84	15,90±4,04	34,84±10,26
Лето	8,66±2,06	11,71±5,14	10,76±4,72	18,23±2,60	46,61±5,63
Осень	7,85±1,67	6,23±2,49	4,52±3,33	16,96±3,04	21,79±2,84
Средняя	8,87±4,11	11,90±5,73	8,01±5,01	17,01±3,90	31,26±12,05
Сезон	Биомасса бактериопланктона, мг сырой массы/л				
Весна	5,00±3,45	6,43±2,67	4,10±2,35	7,15±1,82	15,68±4,62
Лето	4,33±1,03	5,86±2,57	5,40±2,37	10,21±1,46	23,30±1,97
Осень	3,92±0,83	3,11±1,25	2,30±1,65	8,48±1,52	10,90±1,42
Средняя	4,30±1,83	5,81±2,66	3,93±2,50	8,58±1,89	15,51±6,25
Сезон	Бактериальная продукция, мг С-л ⁻¹ ·сут ⁻¹				
Весна	0,83±0,45	0,50±0,15	0,34±0,16	0,91±0,15	0,94±0,31
Лето	0,39±0,05	0,65±0,18	0,80±0,22	0,70±0,19	1,33±0,35
Осень	0,99±0,32	0,55±0,23	0,48±0,16	0,51±0,18	—
Средняя	0,70±0,38	0,59±0,18	0,60±0,28	0,68±0,23	1,20±0,38

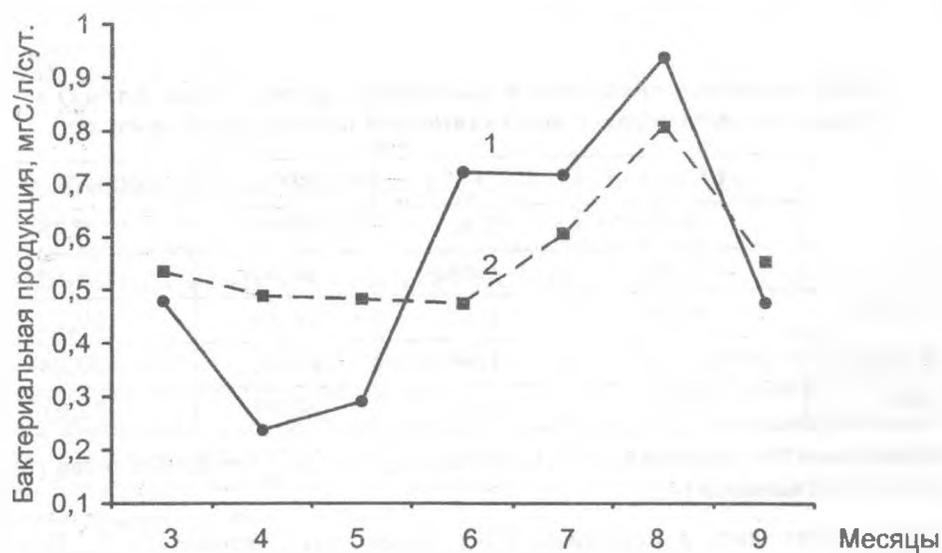


Рис. 2. Сезонная динамика продукции бактериальной биомассы в озерах Ялпуг (1) и Кугурлуй (2) в вегетационный период 2001 г.

Нужно отметить, что во всех озерах продуцирование бактериальной биомассы в поверхностных и придонных водах проходило более или менее с одинаковой интенсивностью и развития анаэробных микробиологических процессов в придонном слое вод не происходило.

Зарегистрированные нами колебания скорости бактериальной продукции в течение года могут быть вызваны влиянием различных факторов биотического или абиотического характера. Вместе с тем, общая продукция бактериопланктона за весь вегетационный период (210 дней) в озерах Кагул, Кугурлуй, Ялпуг и Котлабух характеризовалась близкими значениями и составляла 124 – 147 мг С·л⁻¹. Отметим, что в озере Кагул, по оценке Т. Д. Кривенцовой [3], общая продукция бактериопланктона за весь вегетационный период 1974 г. была равна 130 мг С·л⁻¹, что на 10 % меньше значений, полученных в 2001 г. В озере Китай продукция бактерий за весь вегетационный период 2001 г. достигала 250 мг С·л⁻¹, что в 1,7 – 2 раза выше, чем в остальных водоемах. Полученные нами значения бактериальной продукции указывают на очень интенсивное развитие бактериопланктона в озерах, где большая доля органического вещества, служащего основой трофики водоемов, может формироваться в детритной пищевой цепи.

Анализ многолетних изменений количественных характеристик бактериопланктона в Придунайских озерах показал, что с момента получения первых данных в 1949/50 гг., численность бактерий постоянно возрастала (табл. 2). При этом, в 50-е и 60-е годы прошлого столетия воды в озерах Кагул, Ялпуг, Кугурлуй и Котлабух, согласно современной классификации [9], относились к категориям: “очень чистые”, “чистые” и “достаточно чистые”, а в озере Китай воды соответствовали категориям “слабо загрязненные” и “умеренно загрязненные”.

Таблица 2

Средние значения численности бактериопланктона (млн. кл/мл) в Придунайских озерах в вегетационный период различных лет

Водоем	1949/50 гг. ¹	1964/65 ² гг.	1989 ³ г.	2000/01 гг.
Кагул	0,12	2,02	18,17	8,48
Ялпуг	0,06	1,88	16,00	8,07
Кугурлуй	0,50	1,12	16,35	10,38
Котлабух	—	1,91	27,81	20,24
Китай	2,81	6,21	24,86	32,81

Примечание: ¹ — данные М. Л. Пидгайко [1], ² — данные Д. Кутлиева [2], ³ — данные И. Башмаковой [4].

Через десять лет, в середине 70-х годов, по данным Т. Д. Кривенцовой [3] в озере Кагул средняя численность бактерий возросла до 9,03 млн. кл/мл и качество вод стало соответствовать категории

“грязные”. В настоящее время количественные характеристики бактериопланктона озера Кагул полностью совпадают с уровнем его развития в середине 70-х годов. В конце 80-х годов проведены исследования пяти наиболее крупных Придунайских озер [4] и установлено значительное увеличение численности бактериопланктона во всех водоемах (табл. 2). Качество воды согласно этим данным характеризовалось категорией “очень грязные”.

Результаты наших исследований показали, что современное состояние бактериопланктона озер соответствует уровню развития микробного сообщества в 70-80-е годы. По сравнению с пятидесятью годами, количество бактерий в воде озер увеличилось на порядок величин и более, что служит доказательством ухудшения эколого-санитарного состояния водных систем придунайского региона.

Литература

1. Пидгайко М.Л. Зоопланктон придунайских водоемов. Киев: Изд-во Академии наук УССР, 1957. — 98 с.
2. Кутлиев Д. Микробиологическая характеристика придунайских водоемов// Лимнологические исследования Дуная. — Киев: Наук. думка, 1969. — С. 183 – 189.
3. Озеро Кагул/ Под ред. М. Ф. Ярошенко. — Кишинев: Штиинца, 1979. — 116 с.
4. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов. Киев: Наук.думка, 1993. — 328 с.
5. Актуальные проблемы Придунайских озер/Тез.докл. научно-практического семинара. — Одесса-Измаил: Южный научный центр НАН Украины и Миннауки Украины, 1997. — 23 с.
6. Разумов А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха// Микробиология. — 1932. — Т.1, № 2. — С. 131 – 146.
7. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. — Ленинград: Наука, 1974. — 194 с.
8. Бейли Н. Статистические методы в биологии. — М.: Иностранная литература, 1962. — 260 с.
9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк, та ін., — К.: СИМВОЛ-Т, 1998. — 28 с.

Н. В. Ковальова, В. І. Медінець

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
Центр моніторингу природного середовища, Одеса, Україна

МІКРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИДУНАЙСЬКИХ ОЗЕР

Резюме

Наведено данні щодо сезонної динаміки чисельності, біомаси та продукції бактериопланктону п'яти найбільших озер української частини дельти Дунаю. Проаналізовано зміни кількісних характеристик бактериопланктону за 50 останніх років та показано зростання чисельності бактерій в цей період на порядок величин та більше. Отримані данні є доказом погіршення еколого-санітарного стану водних екосистем придунайського регіону.

Ключові слова: бактериопланктон, Придунайські озера.

N. V. Kovalyova, V. I. Medinets
Odessa National I. I. Mechnikov University,
Centre for Environmental Monitoring, Odessa, Ukraine

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE LOWER DANUBE LAKES

Summary

Some data are given on seasonal dynamics of bacteria number, biomass and bacterioplankton productivity in five biggest lakes of Ukrainian Danube Delta. Changes of bacterioplankton quantitative characteristics for the last 50 years are analysed. It is shown that during this time the bacteria number increased more than 10 times. The obtained results show that sanitary and ecological quality of the Lower Danube Lakes ecosystem has deteriorated.

Key words: bacterioplankton, Lower Danube Lakes.