

УДК [581.526.325:574.5](282.274.31)

В.И. ЩЕРБАК, Н.Е. СЕМЕНЮКИн-т гидробиологии НАН Украины,
04210, просп. Героев Сталинграда, 12, Украина**РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ
г. КИЕВА**

Исследован фитопланктон четырех водоемов г. Киева: пруда на р. Нивке, озер Бабьего и Опечени-верхнего, залива Собачье Гирло. Наиболее высокие показатели разнообразия водорослей планктона (видовое, таксономическое, информационное разнообразие) отмечены в оз. Бабьем, наиболее низкие – в оз. Опечени и заливе Собачье Гирло.

Ключевые слова: фитопланктон, озера, пруды, заливы, видовое разнообразие, численность, биомасса, временная динамика.

Введение

В настоящее время имеются публикации, посвященные изучению фитопланктона водоемов г. Киева (Woloszynska, 1921; Щербак и др., 1986; Афанасьев и др., 1991; Мантурова, 1999; Стеценко, 1999; Щербак, Майстрова, 2001; Царенко та ін., 2004). В них, за исключением последней работы, приводятся результаты фрагментарных или посезонных исследований. Для большинства водоемов города отсутствуют данные о комплексном изучении структуры фитопланктона: видовое разнообразие, численность, биомасса, информационное разнообразие (индекс Шеннона), структурная организация доминирующего комплекса, которые весьма динамичны и в течение даже одного сезона могут существенно колебаться (Лунд, 1978).

Целью данной работы является исследование временной динамики структурных показателей разнообразия фитопланктона разнотипных водоемов г. Киева.

Материалы и методы

Для исследования были выбраны 4 водоема: бывший рыбоводный пруд на р. Нивке, озера Бабье и Опечени-верхнее, залив Собачье Гирло. Данные водоемы существенно отличаются по генезису, морфологическим характеристикам, гидрологическому режиму, степени антропогенного влияния (табл. 1).

Отбор проб фитопланктона проводили с июня по ноябрь 2004 г. еженедельно. Станции наблюдений максимально отображали экологические условия каждого водоема. На озерах Бабьем и Опечени, пруду на р. Нивке, характеризующихся небольшой площадью водного зеркала и относительной однородностью экологических условий, фитопланктон отбирали на трех станциях. Залив Собачье Гирло был условно разделен на два участка: мелководный вход в залив и основная глубоководная часть. На каждом из этих участков выделено по три станции наблюдения.

© В.И. Щербак, Н.Е. Семенюк, 2006

Таблица 1. Характеристика некоторых водоемов г. Киева

Характеристика	Пруд на р. Нивке	Озеро Бабы	Озеро Опечень-верхнее	Залив Собачье Гирло
Местонахождение	Святошинский район, юго-западная граница города, к югу от пр. Победы	Труханов остров	Промзона массива Оболонь, пересечение ул. Малиновского, ул. Богатырской и пр. Оболонского	Район жилого массива Оболонь, ул. Приречная
Происхождение	Искусственно создан путем зарегулирования русла р. Нивки	Пойменное озеро, генетически связанное с руслом р. Днепр	Старица исторического русла р. Почайна ¹	Залив Каневского водохранилища
Использование	в прошлом	Рыбоводный пруд	Рекреация, аматорское рыболовство	Карьеры для добычи песка при строительстве массива Оболонь
	в настоящее время	Рекреация, аматорское рыболовство	Рекреация, аматорское рыболовство	Аматорское рыболовство
Особенности гидрологического режима	Поступление воды из р. Нивки	Поступление воды из Каневского водохранилища во время больших паводков	Поступление воды из озера Богатырского, ручья Сырец и ливневого водостока	Стоянка для маломерного речного флота Поступление воды из Каневского водохранилища, колебания уровня воды, вызванные работой ГЭС

¹ Афанасьев и др., 1991.

Обработку проб: фиксацию, сгущение (методом седиментации), расчет численности, биомассы водорослей (счетно-объемным методом), индекса Шеннона осуществляли по общепринятым методам (Щербак, 2002). Индекс Шеннона рассчитывали по количеству видов и численности фитопланктона, также по количеству видов и биомассе. Доминирующими считались виды, численность или биомасса которых составила не менее 10 % общей численности (биомассы) пробы, принятой за 100 %.

Результаты и обсуждение

За период исследования в планктоне изучаемых водоемов обнаружено 316 видов водорослей, представленных 326 внутривидовыми таксонами (включая номенклатурный тип вида), относящихся к 120 родам, 32 порядкам, 16 классам и 8 отделам. Наибольшим разнообразием характеризовалось оз. Бабье, наименьшим – зал. Собаچه Гирло. Таксономический состав фитопланктона в каждом водоеме специфичен (табл. 2). Так, эвгленовые водоросли (порядок *Euglenales*) наиболее разнообразны в пруду на р. Нивка, динофитовые (порядок *Peridinales*) и золотистые (порядок *Ochromonadales*) – в оз. Бабьем. *Bacillariophyta* интенсивно развивались в оз. Опечень и зал. Собаچه Гирло. Высокое разнообразие *Chlorophyta* зарегистрировано в пруду на р. Нивке и в оз. Бабьем. Количество родов, видов и внутривидовых таксонов *Chlorophyta* в планктоне этих водоемов было приблизительно одинаково, но их распределение по порядкам отличалось. В пруду наиболее разнообразны порядки *Chlorococcales* и *Chlamydomonadales*, а в озере – *Chlorococcales* и *Desmidiaceae*. Разнообразие фитопланктона отличалось не только в отдельном водоеме, но и на различных его участках, например в зал. Собаچه Гирло. Так, в средней части залива наиболее разнообразно были представлены порядки *Thalassiosirales*, *Chlorococcales* и *Chlamydomonadales*, основу которых формировали типично планктонные виды, на входе в залив – порядки *Cymbellales*, *Achnanthes*, *Naviculales* и *Bacillariales*, большинство представителей которых по экологической приуроченности относятся к бентосным формам или водорослям обрастающих. В целом, гетерогенность морфометрических и гидрологических характеристик залива определяет различие таксономической структуры фитопланктона на разных участках. Мелководный вход в залив интенсивно инсолируется, что благоприятно для развития на дне фитомикробентоса. В то же время, суточные колебания уровня воды в заливе, связанные с работой Киевской ГЭС, вызывают перемешивание водной толщи, что приводит к переходу бентосных форм водорослей в планктон. В средней части залива (глубина 20 м) основу видового разнообразия формируют типично планктонные виды.

Численность и биомасса. В изучаемых водоемах наблюдаются значительные колебания численности и биомассы планктонных водорослей. Так, в пруду на р. Нивке динамика численности фитопланктона характеризуется наличием трех максимумов – около 70,0 млн кл/дм³ (рис. 1, а). Первый обусловлен развитием полидоминантного сообщества *Bacillariophyta* (29,6 млн кл/дм³), а именно: *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Stephanodiscus hantzschii* Grun. in Cl. et Grun., и *Chlorophyta* (24,8 млн кл/дм³);

Таблица 2. Разнообразие фитопланктона исследованных водоемов г. Киева

Порядок	Пруд на р. Нивак		Озеро Бабье		Озеро Опелечь		Залив Собачье Гирло (вход)		Залив Собачье Гирло (середина)	
	родов	видов	родов	видов	родов	видов	родов	видов	родов	видов
<i>Chroococcales</i> Geitl.	4	6(6)	4	6(6)	2	3(3)	3	6(6)	2	5(5)
<i>Oscillatoriales</i> Elenk.	2	8(8)	1	6(6)	2	7(7)	2	5(5)	2	2(2)
<i>Nostocales</i> (Borzi) Geitl.	2	5(5)	2	7(7)	1	1(1)	2	3(3)	2	3(3)
<i>Englenales</i> Butsch.	4	25(27)	5	25(27)	2	7(9)	1	4(4)	-	-
<i>Gonyaulacales</i> Taylor	1	1(1)	1	1(1)	1	1(1)	1	1(1)	-	-
<i>Peridinales</i> Haeck.	4	9(9)	4	12(12)	3	10(10)	2	4(4)	3	6(6)
<i>Cryptomonadales</i> Ehr.	1	3(3)	1	4(4)	1	5(5)	1	2(2)	1	4(4)
<i>Chromulinales</i> Pasch.	3	8(8)	2	8(8)	2	5(5)	1	1(1)	2	4(4)
<i>Ochromonadales</i> Bourr.	4	9(9)	5	13(13)	4	5(5)	3	5(5)	4	6(6)
<i>Stylococcales</i> Lemm.	-	-	1	1(1)	-	-	-	-	1	1(1)
<i>Isochrystadales</i> Bourr.	-	-	-	-	1	1(1)	-	-	-	-
<i>Thalassiosirales</i> Gies. et Makar.	4	8(8)	4	7(7)	4	7(7)	4	8(8)	4	9(9)
<i>Melostirales</i> Gies.	1	1(1)	-	-	1	1(1)	1	1(1)	1	1(1)
<i>Anilacerales</i> Mois. et Makar.	1	4(4)	1	3(3)	1	2(2)	1	4(4)	1	4(4)
<i>Chaetocerotales</i> Round et Crawford.	-	-	1	1(1)	1	1(1)	-	-	-	-
<i>Fragulariales</i> Silva	2	2(2)	4	5(5)	6	9(9)	4	4(4)	4	4(4)
<i>Cymbellales</i> Mann	3	5(5)	3	4(4)	5	6(6)	6	11(11)	2	2(2)
<i>Achnanthes</i> Silva	1	1(1)	1	1(1)	1	1(1)	3	7(8)	1	1(1)

<i>Naviculales</i> Bessey	2	5 (5)	3	5 (5)	1	4 (4)	2	5 (6)	1	1 (1)
<i>Thalassophysales</i> Mann	1	2 (2)	-	-	1	1 (1)	1	2 (2)	-	-
<i>Bacillariales</i> Hend.	1	5 (5)	1	8 (8)	1	7 (7)	2	8 (8)	1	4 (4)
<i>Rhopalodiales</i> Mann	-	-	1	2 (2)	-	-	1	1 (1)	-	-
<i>Surrelliales</i> Mann	-	-	-	-	1	1 (1)	2	2 (2)	1	2 (2)
<i>Mischococcales</i> Ertl sensu Dogadina	1	3 (3)	2	4 (4)	-	-	1	1 (1)	1	2 (2)
<i>Ophioscytiales</i> Dogadina	-	-	1	1 (1)	-	-	1	1 (1)	-	-
<i>Chlorodendrales</i> Fritsch	1	2 (2)	1	2 (2)	1	2 (2)	-	-	-	-
<i>Chlamydomonadales</i> Fritsch	7	17 (17)	5	8 (8)	6	9 (9)	2	4 (4)	5	10 (10)
<i>Volvocales</i> Olm.	3	3 (3)	2	4 (4)	2	3 (3)	1	1 (1)	2	3 (3)
<i>Chlorococcales</i> Marchand	25	56 (56)	29	54 (55)	22	44 (44)	13	19 (19)	20	32 (33)
<i>Ulotriciales</i> Bohl.	-	-	1	3 (3)	1	2 (2)	-	-	-	-
<i>Zygnematales</i> Krieg.	-	-	1	1 (1)	1	1 (1)	-	-	-	-
<i>Desmidiaceae</i> (Menegh.) Pasch.	2	2 (2)	4	10 (10)	4	6 (6)	1	1 (1)	-	-
Общая сумма	80	190 (192)	91	206 (209)	79	152 (154)	62	111 (113)	61	106 (107)

Примечание. В скобках указано количество внутривидовых таксонов, «-» представители данных порядков в планктоне не обнаружены.

Chlamydomonas monadina Stein, *Coelastrum microporum* Nag. in A. Br., *Pandorina morum* (O. Mull.) Bory. Основу второго максимума составляют мелкоклеточные *Cyanophyta* (30,8 млн кл/дм³): *Aphanizomenon isatchenkoi* (Ussatsch.) Pr.-Lavr., *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk., *Oscillatoria agardhii* Gom. Третий максимум численности сформирован монодоминантом – крупноклеточной водорослью *S. hantzschii* (53,7 млн кл/дм³). Аналогичной закономерностью характеризуется и временная динамика биомассы фитопланктона.

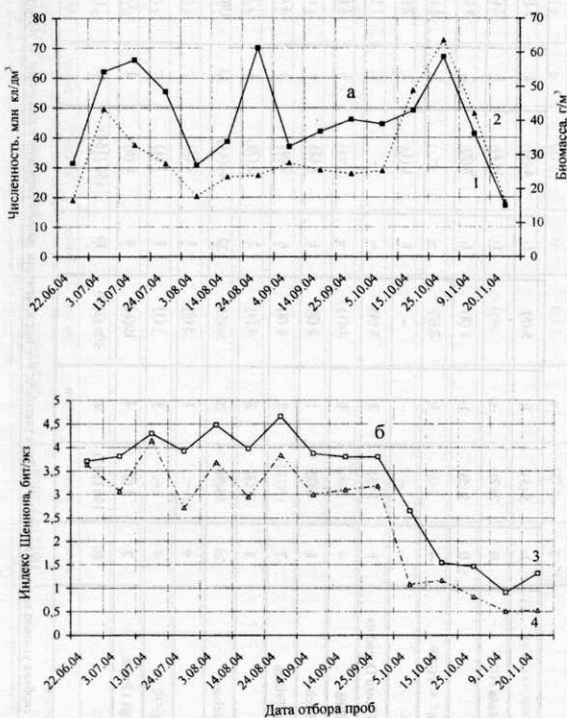


Рис. 1. Динамика количественного (а) и информационного (б) разнообразия фитопланктона пруда на р. Нивке (1 – численность, млн кл/дм³; 2 – биомасса, г/м³; 3 – индекс Шеннона по численности, бит/экз; 4 – то же по биомассе, бит/экз).

Информационное разнообразие фитопланктона пруда как по численности, так и биомассе с начала периода исследования до конца сентября остается

высоким, что отображает высокое видовое разнообразие и выравненность полидоминантной структуры. В октябре с переходом от полидоминантной структуры к монодоминантной индекс Шеннона по численности и биомассе снижается до 0,5-1,5 бит/экз (рис. 1, б).

Характерной особенностью максимумов численности и биомассы фитопланктона в оз. Бабьем является временная дискретность. Так, первый максимум численности наблюдается в июле, второй – в сентябре (рис. 2, а).

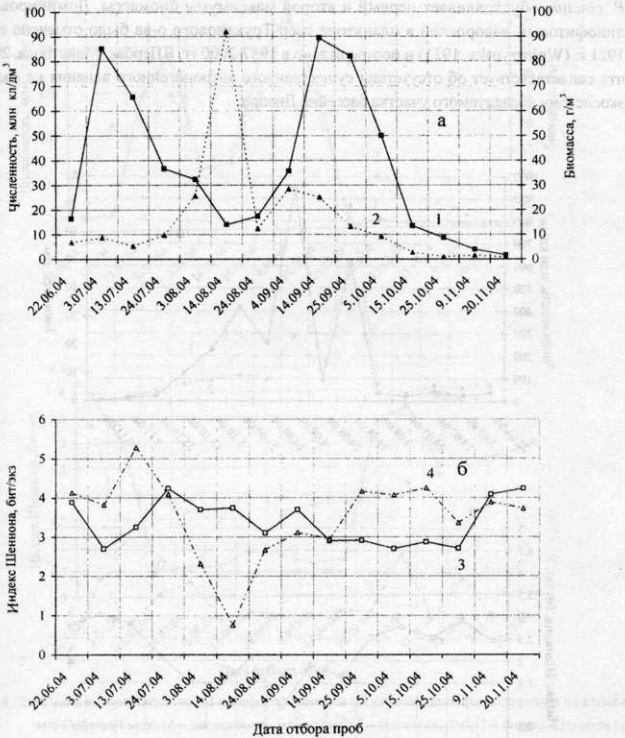


Рис. 2. Динамика количественного (а) и информационного (б) разнообразия фитопланктона оз. Бабьего (1 – численность, млн кл/дм³; 2 – биомасса, г/м³; 3 – индекс Шеннона по численности, бит/экз; 4 – то же по биомассе, бит/экз).

Основу этих максимумов (от 83 до 89 %) составляют синезеленые водоросли (*Microcystis pulverea*, *Oscillatoria agardhii*, *O. limnetica* Lemm., *O. plan-*

tonica Wołosz., *O. redekei* Van Goor). С конца июля до конца августа доля *Cyanophyta* снижается до 11-60 %, в то же время возрастает доля мелкоклеточных *Chlorophyta* (*Acutodesmus wisconsinensis* (G. Sm.) Tsar., *Microactinium bornhemiense* (Conrad) Korsch., *M. quadrisetum* (Lemm.) G. Sm., *Selenastrum bibrainum* Reinsch).

В структуре биомассы фитопланктона оз. Бабьего значительную роль (от 68 до 95 % в разные периоды) играют *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh, *Diplopsalis acuta* (Apstein) Entz, *Peridiniopsis elpatiewskyi* (Ostf.) Bourr., *P. polonicum* (Wołosz.) Bourr., *P. quadridens* (Stein) Bourr., *Peridinium cinctum* (O. Müll.) Ehr., *P. gatunense* Nyg. Чередование интенсивного развития *C. hirundinella* и *P. cinctum* обуславливает первый и второй максимумы биомассы. Доминирование динофитовых водорослей в планктоне озер Труханового о-ва было отмечено еще в 1921 г. (Wołoszynska, 1921) и подтверждено в 1987-2000 гг. (Щербак, Майстрова, 2001), что свидетельствует об отсутствии существенного антропогенного влияния на водную экосистему исследуемого участка бассейна Днепра.

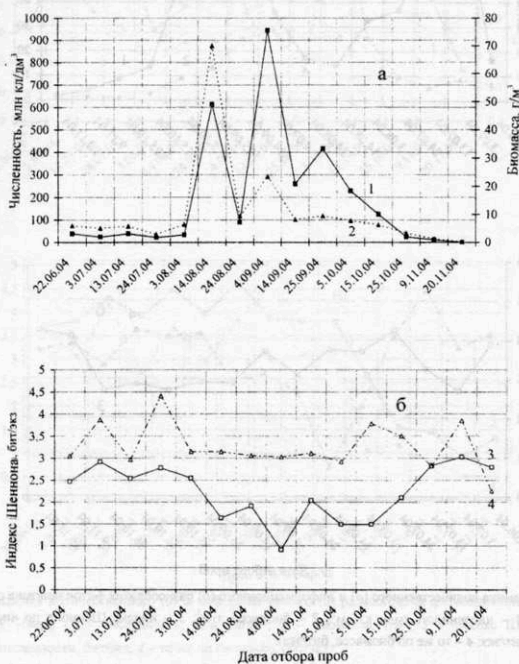


Рис. 3. Динамика количественного (а) и информационного (б) разнообразия фитопланктона оз. Опечень (1 – численность, млн кл/дм³; 2 – биомасса, г/м³; 3 – индекс Шеннона по численности, бит/экс; 4 – то же по биомассе, бит/экс).

Такое заключение подтверждается и высокими значениями индекса Шеннона (см. рис. 2, б), модальное значение которого составляет 3,5–4,0 бит/экз. а максимальное – 5,3 бит/экз. Высокое информационное разнообразие, отражающее полидоминантную структуру фитопланктона, сохраняется на протяжении всего периода исследования, а его снижение в середине августа, связанное с монодоминированием *C. hirundinella*, носит кратковременный характер.

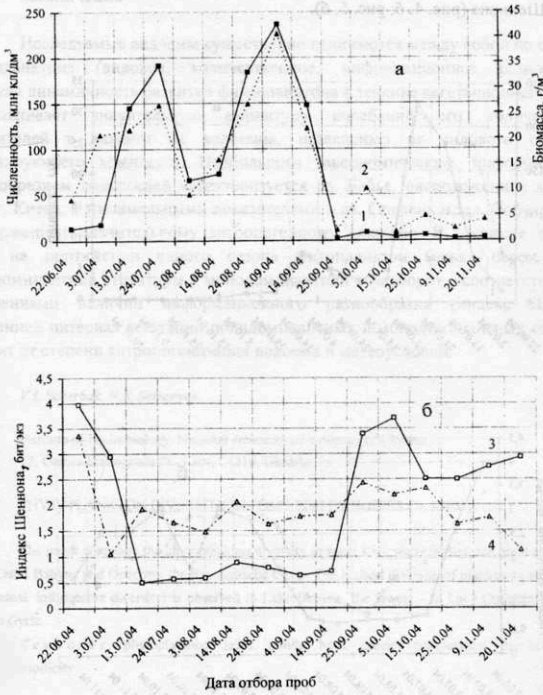


Рис. 4. Динамика количественного (а) и информационного (б) разнообразия фитопланктона на входе в зал. Собачье Гирло (1 – численность, млн кл/дм³; 2 – биомасса, г/м³; 3 – индекс Шеннона по численности, бит/экз; 4 – то же по биомассе, бит/экз).

В оз. Опечень в июне–июле отмечена монотонность динамики численности и биомассы фитопланктона (рис. 3, а), основу которого составляют *Vacillariophyta* и *Chlorophyta*. В дальнейшем наблюдаются значительные колебания минимумов–максимумов численности и биомассы, обусловленные интенсивным развитием *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Oscillatoria agardhii*.

O. limnetica, *O. ucrainica* Vladimir. Индекс Шеннона по численности в этот период не превышает 2,0 бит/экз, уменьшаясь в сентябре до 0,8 бит/экз, что связано с возрастанием численности *O. agardhii* до 792,8 млн кл/дм³ (рис. 3, б). В то же время, индекс Шеннона по биомассе остается высоким, поскольку в состав фитопланктона входят мелкоклеточные формы, имеющие высокую численность и сравнительно невысокую биомассу.

На обоих участках залива Собачье Гирло в конце июня – начале июля развитие фитопланктона характеризуется низкой численностью и биомассой (рис. 4, а; рис. 5, а). Но его полидоминантная структура обеспечивает высокие индексы Шеннона (рис. 4, б; рис. 5, б).

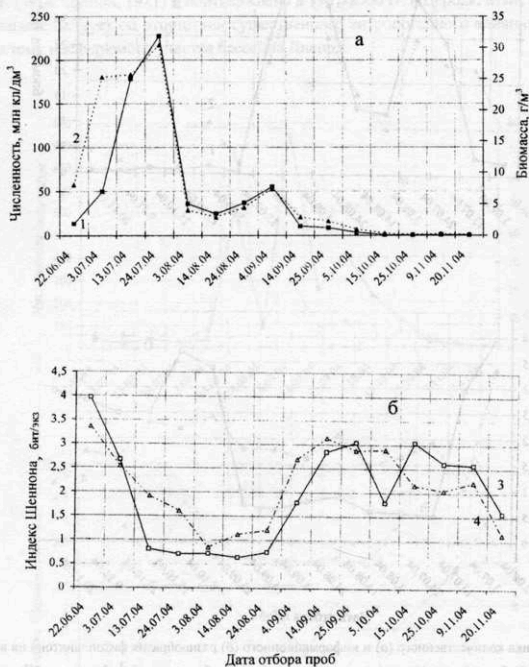


Рис. 5. Динамика количественного (а) и информационного (б) разнообразия фитопланктона в заливе Собачье Гирло (1 – численность, млн кл/дм³; 2 – биомасса, г/м³; 3 – индекс Шеннона по численности, бит/экз; 4 – то же по биомассе, бит/экз).

В дальнейшем количественные показатели растительного планктона резко увеличиваются за счет массового развития *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend.

Elenk. с максимальной численностью 220,00 млн кл/дм³ и биомассой 29,00 г/м³. Монодоминирование *M. aeruginosa* продолжается около двух месяцев и приводит к снижению информационного разнообразия с 3,0-4,0 до 0,5-0,8 бит/экз. При последующем снижении обилия *M. aeruginosa* и развитии других видов (*Aulacoseira granulata*, *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *Skeletonema subsalsum* (A. Cl.) Bethge, *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg., *S. hantzschii*) информационное разнообразие фитопланктона возрастает до 3,2-3,7 бит/экз.

Заключение

Исследуемые водоемы существенно отличаются между собой по структуре фитопланктона (видовое, количественное, информационное разнообразие). Высокая динамичность развития фитопланктона в течение вегетационного периода обуславливает значительную амплитуду колебаний его количественных показателей в каждом из водоемов, независимо от видового состава и доминирующего комплекса. Наибольшим таксономическим, информационным разнообразием водорослей характеризуется оз. Бабье, расположенное в зеленой зоне г. Киева, а минимальными показателями – оз. Опечень и зал. Собачье Гирло, подверженные значительному антропогенному влиянию. В процессе вегетации даже на протяжении одного сезона фитопланктон может переходить от полидоминантной структуры к монодоминантной и наоборот с соответствующими изменениями величин информационного разнообразия (индекс Шеннона). Временной интервал вегетации полидоминантных и монодоминантных сообществ зависит от степени антропогенизации водоема и метеоусловий.

V.I. Scherbak, N.E. Semenyuk

Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine,
12, Geroviv Stalingradu Pr., Kiev, 04210, Ukraine

PHYTOPLANKTON DIVERSITY IN SOME WATER BODIES OF KIEV

The paper considers the phytoplankton diversity in some Kiev water bodies: the pond on the Nivka-river, Lakes Babyne and Opechen, the Bay Sobache Gyrlo. The highest diversity of planktonic algae (species, taxonomical, informative diversity) is observed in Lake Babyne, the lowest – in Lake Opechen and the Bay Sobache Gyrlo.

Keywords: phytoplankton, lakes, ponds, bays, species composition, number, biomass, temporal periodicity.

Афанасьев С.А., Колесник М.П., Давиденко Т.В. и др. Санитарно-гидробиологическое состояние озер и заливов жилого массива Оболонь г. Киева // Гидроэкологические проблемы внутренних водоемов Украины. – К.: Наук. думка, 1991. – С. 98-109.

Лунд Дж. В. Г. Изменения в фитопланктоне одного английского озера за 1945-1977 гг. // Гидробиол. журн. – 1978. – 14, № 1. – С. 10-27.

Мантурова О.В. Градиентный анализ водорослевых сообществ урбанизированной реки (на примере р. Нивки) // Там же. – 1999. – 35, № 6. – С. 22-27.

- Стеценко Л.И. Фитопланктон озера Вырлица // Мат. міжнар. наук. конф. "Фальфейновські читання" – Херсон, 1999. – С. 157-159.
- Царенко П.М., Якубенко Б.С., Ключенко П.Д., Медвідь В.О. Альгофлора водойм м. Києва та його околць // Наук. вісн. нац. аграр. ун-ту. – 2004. – Вип. 72. – С. 56-66.
- Щербак В.І. Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – К., 2002. – С. 41-47.
- Щербак В.І., Майстрова Н.В. Фітопланктон київської ділянки Канівського водоймища та чинники, що його визначають. – К.: Ін-т гідробіології НАНУ, 2001. – 70 с.
- Щербак В.И., Плисин Ю.В., Бойко Т.М. и др. Санитарно-гидробиологическое состояние Корчеватских прудов в Киеве // Гидробиол. журн. – 1986. – 22, № 6. – С. 94-96.
- Wolozynska J. Glony okolic Kijowa // Rozpr. Wydz. mat.-przyrodn. Polsk. Akad. umijetn. – Ser. III, 20, Dz. V. Nauki Biol. – Krakow, 1921. – S. 127-140.

Получена 21.02.05

Подписала в печать Н.П. Масюк