

УДК [582.23:574.5] (001.892) (285.3)

П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко, Г. В. Харченко

**СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА
И ФИТОЭПИФИТОНА ОЗЕР г. КИЕВА**

Изучали видовой состав водорослей, обитающих в разных биотопах 13 озер, расположенных на территории г. Киева. В толще воды найдено 278 видов водорослей, а в обрастаниях высших водных растений — 305. Таксономическая структура фитопланктона и фитоэпифитона значительно отличалась. Распределение количественных показателей развития водорослей в разных биотопах также было неравномерным. В толще воды по численности чаще всего преобладали синезеленые, а по биомассе — синезеленые и динофитовые водоросли. В обрастаниях высших водных растений основу численности и биомассы фитоэпифитона составляли Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta. В планктоне комплекс доминирующих видов представлен преимущественно синезелеными, а в эпифитоне — диатомовыми водорослями. При этом с высокой частотой в толще воды озер встречались в основном зеленые, а в обрастаниях высших водных растений — диатомовые водоросли.

Ключевые слова: планктон, эпифитон, водоросли, высшие водные растения, таксономическая структура, озера г. Киева.

Исследованию структурной организации фитопланктона и фитоэпифитона озер посвящен целый ряд работ [3, 4, 12, 13, 16, 20, 22 и др.]. Однако до настоящего времени взаимосвязь между планктонными и перифитонными водорослями остается мало изученной, а имеющиеся литературные данные противоречивы. По мнению одних авторов [30], фитопланктон и фитоэпифитон характеризуются высокой специфичностью и наличием только нескольких общих таксонов, что не дает основания говорить о тесных связях в системе «планктон — перифитон». По мнению других исследователей, фитопланктон и фитоэпифитон тесно связаны между собой [7]. В частности, имеются данные о том, что состав фитоэпифитона в значительной степени определяется составом фитопланктона [5, 25, 27]. В свою очередь, часть видов водорослей из перифитона попадает в планктон при отмирании высших водных растений и в результате волнового воздействия. На примере ряда озер северо-западной части Белоруссии показано, что по количеству видов и численности и в перифитоне, и в планктоне доминируют диатомовые водоросли. Наиболее значимые различия в таксономической структуре исследованных экологических группировок водорослей наблюдаются на уровне видов, включая доминирующий комплекс [17].

© П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко, Г. В. Харченко, 2013

Имеются данные и о том, что фитопланктон и фитоперифитон конкурируют за биогенные элементы и свет [6, 8, 9]. Показано, что в период интенсивного развития планктонных водорослей фитоперифитон обычно представлен мелкоклеточными водорослями [6]. В то же время в озерах с большим количеством макрофитов и, соответственно, фитозепифитона отмечается низкая степень развития фитопланктона [29].

Многие авторы [14, 18, 23] отмечают, что наряду с автохтонными компонентами фитопланктон, фитобентос и фитоперифитон включают организмы, привнесенные из других биотопов, вклад которых в общее количество видов, а также в общую численность и биомассу водорослей может быть довольно существенным. Однако до настоящего времени вопрос о приуроченности водорослей к определенному биотопу остается недостаточно изученным.

В связи с этим цель работы состояла в изучении в сравнительном аспекте таксономической структуры фитопланктона и фитозепифитона, а также в выявлении биотопической приуроченности видов водорослей, вегетирующих в озерах г. Киева.

Материал и методика исследований. Материалом для настоящей работы послужили альгологические пробы, собранные весной (май), летом (июль — август) и осенью (октябрь) 2005—2007 и летом (июль — август) 2010 гг. в 13 озерах, расположенных на территории г. Киева, а именно — Алмазном, Вербном, Вырлице, Голубом, Иорданском, Луговом (Опечень-5), Пидбирна, Радужном, Редькино, Синем, Солнечном, Тельбине и Центральном.

Пробы фитопланктона отбирали из толщи воды на открытых участках озер, а пробы фитозепифитона — с 29 видов высших водных растений, относящихся к трем экологическим группам: воздушно-водных (*Agrostis stolonifera* L. — полевица побегоносная, *Alisma plantago-aquatica* L. — частуха подорожниковая, *Butomus umbellatus* L. — сусак зонтичный, *Cyperus glomeratus* L. — сыть скученная, *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb. — манник большой, *Juncus effusus* L. — сытник развесистый, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. — тростник обыкновенный, *Sagittaria sagittifolia* L. — стрелолист стрелолистный, *Scirpus lacustris* L. — камыш озерный, *S. sylvaticus* L. — камыш лесной, *S. tabernaemontani* C.C. Gmel. — камыш Табернемонтана, *Sparganium erectum* L. — ежеголовник прямой, *Typha angustifolia* L. — рогоз узколистный, *T. latifolia* L. — рогоз широколистный и *Rorippa amphibia* (L.) Bess — водяной хрен земноводный), с плавающими листьями (*Trapa natans* L. — водяной орех плавающий, *Nymphaea alba* L. — кувшинка белая, *Nuphar lutea* (L.) Smith — кубышка желтая и *Polygonum amphibium* L. var. *natans* — горец земноводный (разновидность — плавающий)) и погруженных (*Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach — шелковник завитой, *Ceratophyllum demersum* L. — роголистник погруженный, *Elodea canadensis* Michx. — элодея канадская, *Myriophyllum spicatum* L. — уруть колосистая, *Najas marina* L. — наяды морская, *Potamogeton acutifolius* Link. — рдест остролистный, *P. crispus* L. — рдест курчавый, *P. pectinatus* L. — рдест гребенчатый, *P. perfoliatus* L. — рдест пронзеннолистный, и *Stratiotes aloides* L. — телорез алоэвидный).

Альгологический материал отбирали и обрабатывали с использованием методов, общепринятых в практике гидробиологических исследований [10, 19]. Видовой состав водорослей, найденных в толще воды и в обрастаниях высших водных растений, сравнивали, вычисляя коэффициент флористической общности (КФО) Серенсена [2], а также используя метод мер включения [11]. Таксономический анализ проводили с использованием методов, принятых в сравнительной флористике [1, 21]. Частоту встречаемости водорослей определяли как отношение между количеством проб, в которых найден данный вид, к общему количеству проб, отобранных в определенном биотопе. Латинские названия и объем таксонов водорослей приведены в соответствии с классификационной системой [15, 24, 26].

Результаты исследований и их обсуждение

Всего за период исследований в толще воды озер г. Киева найдено 278 видов водорослей, представленных 290 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида), из 9 отделов, 14 классов, 30 порядков, 53 семейств и 109 родов. В обрастаниях высших водных растений обнаружено 305 видов водорослей, представленных 330 внутривидовыми таксонами, из 9 отделов, 16 классов, 37 порядков, 60 семейств и 116 родов. При этом в планктоне число видов синезеленых, эвгленофитовых, динофитовых и зеленых водорослей было выше, а количество видов диатомовых и стрептофитовых водорослей — ниже, чем в эпифитоне (табл. 1).

Основу видового богатства фитопланктона исследованных водоемов составляли Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanoprokaryota. На их долю приходилось 77,7% общего количества найденных видов. Euglenophyta включали 24 вида, Streptophyta — 18 видов и Dinophyta — 10 видов. Другие отделы были представлены 2—5 видами.

В фитоэпифитоне озер преобладали Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta. На их долю приходилось 82,3% общего числа найденных видов. Cyanoprokaryota включали 24 вида и Euglenophyta — 15 видов. Водоросли из других отделов представлены 3—5 видами.

В обеих экологических группировках водорослей по числу видов преобладали Chlorophyta и Bacillariophyta. При этом в планктоне вклад зеленых водорослей был на 12,5% больше, а диатомовых водорослей — на 16,2% меньше, чем в эпифитоне. Кроме этих двух отделов только в толще воды по числу видов преобладали Cyanoprokaryota (16,2%) (в эпифитоне их доля была значительно ниже — 7,9%), а в обрастаниях высших водных растений — Streptophyta (17,1%, а в планктоне — 6,5%). В планктоне вклад Euglenophyta, Chrysophyta и Dinophyta был выше, чем в эпифитоне, а Xanthophyta и Cryptophyta — ниже (см. табл. 1).

В планктоне наибольшее число видов включали классы Chlorophyceae — 80 видов, Bacillariophyceae — 47 и Trebouxiophyceae — 33 вида. В обрастаниях высших водных растений наиболее разнообразно представлены классы Bacillariophyceae — 92 вида, Chlorophyceae — 68 и Zygnematomphyceae — 51 вид.

1. Количество видов (внутривидовых таксонов) водорослей в озерах г. Киева

Отделы	Планктон	Эпифитон
Цианопрокaryota	$\frac{45(46)}{16,2}$	$\frac{24(25)}{7,9}$
Euglenophyta	$\frac{24(25)}{8,6}$	$\frac{15}{4,9}$
Chrysophyta	$\frac{5}{1,8}$	$\frac{4}{1,3}$
Xanthophyta	$\frac{3}{1,1}$	$\frac{5}{1,6}$
Bacillariophyta	$\frac{58(62)}{20,8}$	$\frac{113(125)}{37,0}$
Dinophyta	$\frac{10}{3,6}$	$\frac{3}{1,0}$
Cryptophyta	$\frac{2}{0,7}$	$\frac{3}{1,0}$
Chlorophyta	$\frac{113(119)}{40,7}$	$\frac{86(96)}{28,2}$
Streptophyta	$\frac{18}{6,5}$	$\frac{52(54)}{17,1}$
Всего	$\frac{278(290)}{100}$	$\frac{305(330)}{100}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой — количество видов в абсолютном выражении, под чертой — то же в %. В скобках указано количество внутривидовых таксонов с учетом тех, которые содержат номенклатурный тип вида.

И в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений наибольшим количеством видов представлены классы Chlorophyceae и Bacillariophyceae. Помимо них только в планктоне заметным разнообразием характеризовался класс Trebouxiophyceae, а в эпифитоне — Zygnematomphyceae.

В толще воды исследованных озер по числу видов резко выделялся порядок Sphaeropleales (62 вида), за которым следовали Chlorellales (33), Euglenales (23), Chroococcales (18), Desmidiiales (17), Oscillatoriales (14), Cymbellales (12), Naviculales (11), Fragilariales и Chlamydomonadales (по 9 видов).

В обрастаниях высших водных растений наибольшим количеством видов представлены порядки Sphaeropleales (60 видов) и Desmidiiales (49). Последующие места занимали Naviculales (27), Cymbellales (26), Bacillariales (16), Chlorellales и Euglenales (по 15 видов), Fragilariales (14), Chroococcales (11) и Achnanthales (9).

В обеих экологических группировках водорослей в число ведущих входили порядки Sphaeropleales, Chlorellales, Euglenales, Chroococcales, Desmidiiales, Cymbellales, Naviculales и Fragilariales. При этом и в планктоне, и в эпифитоне первое ранговое место принадлежало порядку Sphaeropleales. Ранговые места, занимаемые другими порядками, существенно отличались. Только в толще воды ведущие порядки включали Oscillatoriales (6-е ранговое место) и Chlamydomonadales (10-е ранговое место), а в эпифитоне — Bacillariales (5-е ранговое место) и Achnanthes (10-е ранговое место).

В толще воды семейства водорослей, преобладающие по числу видов, включали Scenedesmaceae (31 вид), Euglenaceae (23), Oocystaceae (18), Chlorellaceae и Desmidiaceae (по 15 видов), Oscillatoriaceae (14), Selenastraceae (13), Anabaenaceae (9), Fragilariaceae и Peridiniaceae (по 7 видов).

В обрастаниях высших водных растений к семействам водорослей, представленным наибольшим числом видов, относились Desmidiaceae (40 видов), Scenedesmaceae (34), Cymbellaceae (17), Bacillariaceae (16), Euglenaceae (15), Selenastraceae (14), Fragilariaceae и Naviculaceae (по 12 видов), Closteriaceae (9) и Gomphonemataceae (8).

В число ведущих семейств и в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений входили Scenedesmaceae, Euglenaceae, Desmidiaceae, Selenastraceae и Fragilariaceae. Среди них семейство Euglenaceae занимало второе ранговое место в обеих экологических группах водорослей. Порядок расположения по ранговым местам остальных семейств существенно отличался. При этом только в планктоне ведущие семейства включали Oocystaceae, Chlorellaceae, Oscillatoriaceae, Anabaenaceae и Peridiniaceae, а в эпифитоне — Cymbellaceae, Bacillariaceae, Naviculaceae, Closteriaceae и Gomphonemataceae (табл. 2). В обрастаниях высших водных растений количество одно- и двувидовых семейств больше (33), чем в толще воды (22).

Наибольшим числом видов в планктоне озер характеризовались роды *Desmodesmus* (Chodat) An et al. (12 видов), *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont (11), *Anabaena* Bory ex Bornet et Flahault, *Trachelomonas* Ehrenb. и *Cosmarium* Corda ex Ralfs (по 9 видов), *Microcystis* Kütz. ex Lemmerm. и *Monoraphidium* Komárk.-Legn. (по 7 видов), *Oocystis* A. Braun, *Navicula* Bory и *Nitzschia* Hassal (по 6 видов).

В эпифитоне озер по количеству видов преобладали роды *Cosmarium* (25 видов), *Nitzschia* (14), *Navicula* (12), *Desmodesmus* и *Cymbella* C. Agardh (по 11 видов), *Staurastrum* Meyen emend. Pal-Mordv. (10), *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (9), *Gomphonema* (C. Agardh) Ehrenb. (7), *Trachelomonas* (6), *Oscillatoria*, *Phacus* Dujard. и *Pediastrum* Meyen (по 5 видов).

И в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений наибольшим количеством видов представлены роды *Desmodesmus*, *Oscillatoria*, *Trachelomonas*, *Cosmarium*, *Navicula* и *Nitzschia*. Все вышеперечисленные роды занимали разные ранговые места. Только в планктоне в число ведущих родов входили *Anabaena*, *Microcystis*, *Monoraphidium* и *Oocystis*, а в эпифитоне — *Cymbella*, *Staurastrum*, *Closterium* и *Gomphonema* (табл. 3). В обрастаниях вы-

2. Ранговые места, занимаемые ведущими семействами водорослей в озерах г. Киева

Семейства	Планктон	Эпифитон
Scenedesmaceae	1	2
Euglenaceae	2	5
Oocystaceae	3	—
Chlorellaceae	4	—
Desmidiaceae	5	1
Oscillatoriaceae	6	—
Selenastraceae	7	6
Anabaenaceae	8	—
Fragilariaceae	9	7
Peridiniaceae	10	—
Cymbellaceae	—	3
Bacillariaceae	—	4
Naviculaceae	—	8
Closteriaceae	—	9
Gomphonemataceae	—	10

П р и м е ч а н и е. «—» — семейство не входит в число ведущих.

сших водных растений количество одно- и двувидовых родов больше (83), чем в толще воды (70), что отмечают и другие исследователи [7].

Таксономическая структура фитопланктона и фитоэпифитона существенно отличалась, о чем свидетельствуют значения коэффициента ранговой корреляции Кендэла, рассчитанного по ведущим семействам ($\tau = 0,20$) и ведущим родам ($\tau = 0,03$).

Для альгофлоры озер г. Киева получены невысокие значения общего родового коэффициента — 2,6 (для фитопланктона) и 2,7 (для фитоэпифитона). Пропорции флоры характеризовались очень большим сходством — 1 : 2,1; 5,3; 5,5 (для фитопланктона) и 1 : 1,9; 5,1; 5,5 (для фитоэпифитона). Вариабельность вида в обеих экологических группировках водорослей составляла 1,1.

В толще воды по численности чаще всего преобладали Cyanoprokaryota, их вклад в среднем составлял 95,5%. Доля Chlorophyta в общей численности фитопланктона в среднем была 3,6%, Bacillariophyta — 0,4, Euglenophyta и Dinophyta — по 0,2, а доля Streptophyta, Chrysophyta, Xanthophyta и Cryptophyta — по 0,1%. Биомассу фитопланктона формировали в основном синезеленые (37,0%) и динофитовые водоросли (36,6%). Вклад зеленых водорослей в общую биомассу фитопланктона в среднем составлял 14,1%, диатомовых

3. Ранговые места, занимаемые ведущими родами водорослей в озерах г. Киева

Роды	Планктон	Эпифитон
<i>Desmodesmus</i> (Chodat) An et al.	1	4
<i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont	2	10
<i>Anabaena</i> Bory ex Bornet et Flahault	3	—
<i>Trachelomonas</i> Ehrenb.	4	9
<i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs	5	1
<i>Microcystis</i> Kütz. ex Lemmerm.	6	—
<i>Monoraphidium</i> Komárk.-Legn.	7	—
<i>Oocystis</i> A. Braun	8	—
<i>Navicula</i> Bory	9	3
<i>Nitzschia</i> Hassal	10	2
<i>Cymbella</i> C. Agardh	—	5
<i>Staurastrum</i> Meyen emend. Pal.-Mordv.	—	6
<i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs	—	7
<i>Gomphonema</i> (C. Agardh) Ehrenb.	—	8

П р и м е ч а н и е. «—» — род не входит в число ведущих.

— 7,3, эвгленофитовых — 3,0, стрептофитовых — 2,0, а золотистых, желто-зеленых и криптофитовых — по 0,2%.

В обрастаниях высших водных растений Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta составляли основу численности и биомассы фитоэпифитона. По численности на высших водных растениях всех экологических групп преобладали диатомовые водоросли. Их вклад в среднем составлял 63,2%. Второе место занимали зеленые (26,3%) и третье — стрептофитовые водоросли (4,2%). Вклад Cyanoprokaryota в общую численность фитоэпифитона в среднем составлял 1,9%, Dinophyta — 0,3, Euglenophyta — 0,2, а Chrysophyta, Xanthophyta и Cryptophyta — по 0,1%. По биомассе на высших водных растениях всех экологических групп также преобладали диатомовые водоросли. Их вклад в общую биомассу фитоэпифитона в среднем составлял 47,6%. На воздушно-водных и растениях с плавающими листьями второе место занимали зеленые водоросли (27,1 и 25,3%), а третье — стрептофитовые (23,9 и 14,2%). На погруженных растениях второе место принадлежало стрептофитовым (37,6%), а третье — зеленым водорослям (18,9%). Вклад Dinophyta в общую биомассу фитоэпифитона в среднем составлял 2,7%, Euglenophyta — 0,5, а Cyanoprokaryota, Chrysophyta, Xanthophyta и Cryptophyta — по 0,2%.

В толще воды по численности в большинстве случаев преобладали сине-зеленые, а по биомассе — синезеленые и динофитовые водоросли. На высших водных растениях основу численности и биомассы фитоэпифитона составляли диатомовые, зеленые и стрептофитовые водоросли.

В толще воды комплекс доминантов включал 32 вида водорослей, среди которых преобладали Цианопрокарьюта (16 видов). Зеленые и динофитовые водоросли представлены пятью видами каждый отдел, диатомовые — четырьмя видами, а эвгленофитовые и золотистые водоросли — одним видом каждый отдел. С наиболее высокой частотой доминировал *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs (69%), а также *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenkin и *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh (46%), *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek et Hindák, *Oscillatoria pseudogeminata* G. Schmid., *Peridiniopsis quadridens* (F. Stein) Bourr. и *Coelastrum sphaericum* Nägeli (39%), *Oscillatoria amphibia* C. Agardh и *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen (31%), *Oscillatoria planctonica* Wołosz., *Anabaena affinis* Lemmerm. и *Peridinium aciculiferum* Lemmerm. (23%).

В состав доминирующего комплекса фитозеопифитона входило 44 вида водорослей, среди которых преобладали Bacillariophyta (24 вида). Streptophyta представлены 12 видами, а Chlorophyta — 8 видами. На растениях всех экологических групп в составе фитозеопифитона доминировали *Melosira varians* C. Agardh, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müll., *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb., *Coelastrum sphaericum*, *Oedogonium* sp. st. и *Spirogyra* sp. st. Частота доминирования *Cocconeis placentula* достигала 72—100%, а вклад этого вида в общую биомассу фитозеопифитона составлял 25—92%. Частота доминирования *Epithemia adnata* достигала 70%, *Coelastrum sphaericum* — 47, *Spirogyra* sp. st. — 39, *Melosira varians* и *Rhopalodia gibba* — 25, а *Oedogonium* sp. st. — 16%. Вклад этих видов в общую биомассу фитозеопифитона колебался от 25 до 70%. Довольно высокая частота доминирования отмечена для *Epithemia sorex* Kütz. (до 85%), *Gomphonema truncatum* Ehrenb. (до 77), *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert. (до 70), *Navicula tripunctata* (O. Müll.) Bory, *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew. и *Pediastrum tetras* (Ehrenb.) Ralfs (до 62%).

И в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений общими среди доминантов были только три вида водорослей — *Melosira varians*, *Synedra acus* Kütz. и *Coelastrum sphaericum*.

Наиболее часто (частота встречаемости более 50%) в планктоне озер встречалось 24 вида водорослей, среди которых преобладали Chlorophyta (13 видов). Bacillariophyta включали три вида, Цианопрокарьюта и Euglenophyta — по три вида, а Dinophyta — два вида. Частота встречаемости пяти видов (*Monoraphidium griffithii* (Berk.) Komárk.-Legn., *M. contortum* (Thur.) Komárk.-Legn., *Synedra acus*, *Trachelomonas volvocina* и *Desmodesmus communis*) превышала 80%, а трех видов (*Tetraedron minimum* (Bréb.) Hansg., *Dictyosphaerium pulchellum* Wood и *Chlamydomonas monadina* F. Stein) — 70%.

В обрастаниях высших водных растений наиболее часто встречались 15 видов водорослей, представленных преимущественно Bacillariophyta (12 видов). Chlorophyta включали три вида. Частота встречаемости *Cocconeis placentula* составляла 97%, *Gomphonema truncatum* и *Epithemia sorex* Kütz. — 77 и *Epithemia adnata* — 70%.

Только три вида водорослей — *Desmodesmus communis*, *Pediastrum tetras* и *Coelastrum sphaericum* — с высокой частотой встречались в обоих биотопах.

Видовой состав водорослей, обнаруженных в планктоне и эпифитоне, довольно сильно отличался (КФО 39%), что согласуется с литературными данными [7]. Больше сходство установлено между видовым составом зеленых (КФО 47%), диатомовых (КФО 46%) и эвгленофитовых водорослей (КФО 41%), меньшее — между видовым составом стрептофитовых (КФО 31%) и динофитовых (КФО 31%) и наименьшее — между видовым составом синезеленых водорослей (КФО 15%).

Использование метода мер включения позволило установить, что и в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений встречались водоросли из других биотопов, вклад которых в общее количество видов в определенной экологической группировке водорослей составлял около 40% (К 37% — в планктоне и К 41% — в эпифитоне). При этом в планктоне обнаружено больше половины видов зеленых (К 55%) и эвгленофитовых (К 53%) водорослей и около четверти видов диатомовых (К 35%), синезеленых (К 21%) и стрептофитовых водорослей (К 21%), встречающихся в эпифитоне. В то же время в эпифитоне найдено больше половины видов диатомовых (К 67%) и стрептофитовых водорослей (К 61%), несколько меньше половины видов зеленых (К 42%), около четверти видов эвгленофитовых водорослей (К 33%) и гораздо меньше видов синезеленых водорослей (К 11%), зарегистрированных в планктоне.

Характеризуя особенности каждой из исследованных экологических группировок водорослей, следует отметить, что только в толще воды найдено 165 видов (174 внутривидовых таксона), только в обрастаниях высших водных растений — 192 вида (214 внутривидовых таксонов) и в обоих биотопах — 113 видов (116 внутривидовых таксонов) водорослей.

Не все виды водорослей, найденные в обоих биотопах, встречались с одинаковой частотой и обилием (табл. 4). Среди них выявлены виды, приуроченные к толще воды, частота встречаемости и/или обилие которых в планктоне были выше, чем в эпифитоне. В эту группу, включающую 53 вида, входили водоросли из отделов Chlorophyta (28 видов), Bacillariophyta (6), Cyanoprokaryota (8), Euglenophyta (5), Dinophyta и Streptophyta (по 2) и Chrysophyta и Cryptophyta (по 1 виду).

Зарегистрированы и водоросли, приуроченные к обрастаниям высших водных растений, частота встречаемости и/или обилие которых в эпифитоне были выше, чем в планктоне. Эта группа включала 30 видов из отделов Bacillariophyta (19 видов), Streptophyta (7) и Chlorophyta (4).

Только пять видов водорослей, а именно — *Melosira varians*, *Staurosira construens* Ehrenb., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz. (Bacillariophyta) и *Pediastrum boryanum* (Turpin) Menegh. и *Pediastrum duplex* Meyen (Chlorophyta) — с одинаковой частотой и обилием встречались и в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений.

4. Частота встречаемости и обилие водорослей, найденных в обеих экологических группировках озер г. Киева

Таксоны	Планктон	Эпифитон
Цианопрокaryota		
<i>Merismopedia minima</i> Beck	I ^d	I
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek et Hindák	III ^d	II
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	II ^d	I
<i>M. pulverea</i> (Wood) Forti emend. Elenkin	III ^d	I
<i>Oscillatoria planctonica</i> Wołosz.	II ^d	I
<i>Anabaena affinis</i> Lemmerm.	III ^d	I
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	III	I
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	IV ^d	I
Euglenophyta		
<i>Euglena caudata</i> Hübner	I	I
<i>E. gracilis</i> G.A. Klebs	II	I
<i>Phacus pleuronectus</i> (Ehrenb.) Dujard.	I	I
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein emend. Deflandre	III	I
<i>T. intermedia</i> P.A. Dang.	IV	II
<i>T. nigra</i> Svirenko	II	I
<i>T. ornata</i> (Svirenko) Skvortsov	I	I
<i>T. volvocina</i> Ehrenb.	V ^d	I
Chrysophyta		
<i>Dinobryon divergens</i> O.E. Imhof	II ^d	I
Bacillariophyta		
<i>Stephanodiscus hanthzschii</i> Grunow	II	I
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	II ^d	II ^d
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	III ^d	I
<i>Asterionella formosa</i> Hassal	IV ^d	I
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	IV	III ^d
<i>F. vaucheriae</i> (Kütz.) Boye-Pet.	I	I
<i>Staurosira construens</i> Ehrenb.	II	II
<i>Synedra acus</i> Kütz.	V ^d	III ^d
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb. var. <i>ulna</i>	III	III ^d
<i>Diatoma tenue</i> C. Agardh	I	I
<i>D. vulgare</i> Bory	I	II ^d
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.	I	II

Продолжение табл. 4

Таксоны	Планктон	Эпифитон
<i>T. fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	I	I ^d
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	I	IV ^d
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G. Mann	II	III ^d
<i>E. minuta</i> (Hilse ex Rabenh.) D.G. Mann	I	I
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	I	I
<i>C. cistula</i> (A. Hempel) Kirchn.	I	III
<i>Placoneis placentula</i> (Ehrenb.) Heinr.	I	I
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.	I	I
<i>G. truncatum</i> Ehrenb.	II	IV ^d
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	II	IV
<i>C. placentula</i> Ehrenb.	II	V ^d
<i>Navicula capitatoradiara</i> Germ.	II	II ^d
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	II	III
<i>N. menisculus</i> Schum.	I	III
<i>N. tripunctata</i> (O. Müll.) Bory	I	IV ^d
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	I	I
<i>G. attenuata</i> (Kütz.) Cleve	I	I
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	I	I
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	II	II
<i>A. pediculus</i> Kütz.	I	I
<i>A. veneta</i> Kütz.	I	II ^d
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Sm.	II	I
<i>Epitemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	I	IV ^d
<i>E. sorex</i> (Kütz.) Bréb.	II	IV ^d
<i>E. turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	I	I ^d
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O. Müll.	I	III ^d
Dinophyta		
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. Müll.) Bergh	II ^d	I
<i>Peridiniopsis quadridens</i> (F. Stein) Bourr.	IV ^d	II
Cryptophyta		
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenb.	II	I
Chlorophyta		
<i>Chlamydomonas monadina</i> F. Stein	V ^d	I
<i>Phacotus coccifer</i> Korschikov	III	I

Продолжение табл. 4

Таксоны	Планктон	Эпифитон
<i>Pandorina morum</i> (O. Müll.) Bory	III	I
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Menegh. var. <i>boryanum</i>	II	II
<i>P. boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Racib.) Sulek	I	I
<i>P. boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch	I	I
<i>P. duplex</i> Meyen	II	II
<i>P. simplex</i> Meyen	II	I
<i>P. tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs	III	IV ^d
<i>Tetraedron minimum</i> (Bréb.) Hansg.	V	I
<i>T. triangulare</i> Korschikov	III	I
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	I	I ^d
<i>A. fusiformis</i> Corda ex Korschikov	I	II
<i>A. spiralis</i> (Turner) Lemmerm.	I	I
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korschikov) Hindák	IV	I
<i>M. contortum</i> (Thur.) Komárk.-Legn.	V	I
<i>M. griffithii</i> (Berk.) Komárk.-Legn.	V	II
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) K. Möbius	II	I
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerh.) E. Hegew.	II	I
<i>A. dimorphus</i> (Turpin) P. Tsarenko	II	I
<i>A. obliquus</i> (Turpin) E. Hegew. et Hanagata	II	II ^d
<i>A. pictinatus</i> (Meyen) P. Tsarenko	III	I
<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	III ^d	I ^d
<i>Crucigenia quadrata</i> E. Morren	II	I
<i>C. tetrapedia</i> (Kirchn.) West et G.S. West	II	I
<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchn.) E. Hegew.	II	I
<i>D. armatus</i> (Chodat) E. Hegew.	III	I
<i>D. bicaudatus</i> (Dedus.) P. Tsarenko	II	I ^d
<i>D. communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.	V	III ^d
<i>D. denticulatus</i> (Lagerh.) An, Friedl et E. Hegew.	I	I
<i>D. intermedius</i> (Chodat) E. Hegew. var. <i>intermedius</i>	II	I
<i>D. intermedius</i> var. <i>acutispinus</i> (Y.V. Roll) E. Hegew.	I	I
<i>D. opoliensis</i> (P.G. Richt.) E. Hegew.	I	I
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmerm.) Lemmerm.	II	I ^d
<i>S. ellipticus</i> Corda	I	I

Продолжение табл. 4

Таксоны	Планктон	Эпифитон
<i>S. parvus</i> (G.M. Sm.) Bourr.	I	I
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröd.) Lemmerm.	I	I
<i>T. triangulare</i> (Chodat) Komárek	I	I
<i>Westella botryoides</i> (W. West) De-Wild.	II ^d	II
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	III	I
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	I	I
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.	II	I
<i>M. quarisetum</i> (Lemmerm.) G.M. Sm.	I	I
<i>Cricigeniella irregularis</i> (Wille) P. Tsarenko et D. M. John	II	I
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	II	I
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chodat	I	I
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	II	I
Streptophyta		
<i>Closterium gracile</i> Bréb.	III	I
<i>C. tumidulum</i> Gay	I	I ^d
<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff.	I	I
<i>C. granatum</i> Bréb.	II	III ^d
<i>C. ornatum</i> Ralfs	I	I ^d
<i>C. punctulatum</i> Bréb.	I	I ^d
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) W. Archer	II	II ^d
<i>C. subprotumidum</i> Nordst.	II	II ^d
<i>C. turpinii</i> Bréb.	I	I ^d
<i>Staurastrum basidentatum</i> Borge	I	I
<i>S. paradoxum</i> Meyen	II	I

Примечание. Римскими цифрами обозначены классы постоянства: I — встречаемость вида менее 20%, II — 21—40%, III — 41—60%, IV — 61—80%, V — 81—100%; «d» — доминирующий вид; частота встречаемости и/или обилие видов, приуроченных к определенному биотопу, выделены полужирным шрифтом.

Среди водорослей, редко и в небольшом количестве встречающихся в обоих биотопах, найдены представители зеленых (10 видов, 13 внутривидовых таксонов), диатомовых (10), эвгленофитовых (3) и стрептофитовых (2 вида) водорослей. Судить об их биотопической приуроченности сложно.

Таким образом, виды водорослей, вегетирующих в озерах г. Киева, можно разделить на 6 групп: 1-я группа — виды, найденные только в толще

воды; 2-я группа — виды, обнаруженные только в обрастаниях высших водных растений; 3-я группа — виды, приуроченные к толще воды, частота встречаемости и/или обилие которых в планктоне были выше, чем в эпифитоне; 4-я группа — виды, приуроченные к обрастаниям высших водных растений, частота встречаемости и/или обилие которых в эпифитоне были выше, чем в планктоне; 5-я группа — виды, с довольно высокой частотой и/или обилием встречающиеся в обоих биотопах; 6-я группа — виды, редко и в небольшом количестве встречающиеся в обоих биотопах.

Очевидно такой характер распределения водорослей в озерах г. Киева объясняется рядом причин. Нахождение и в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений водорослей из других биотопов (около 40% общего количества видов в каждой из экологических группировок) является следствием ветро-волнового воздействия. В то же время, невысокое обилие и низкая частота встречаемости чужеродных видов объясняется тем, что, попадая в другие, несвойственные им биотопы, водоросли перестают размножаться [28].

Заключение

Альгофлора озер г. Киева представлена Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chlorophyta и Streptophyta. Основу видового богатства планктона и эпифитона составляли Chlorophyta и Bacillariophyta. При этом только в толще воды по числу видов преобладали Cyanoprokaryota, а в обрастаниях высших водных растений — Streptophyta.

В спектре ведущих таксонов обеих экологических группировок водорослей представлены классы Chlorophyceae и Bacillariophyceae, порядки Sphaeropleales, Chlorellales, Euglenales, Chroococcales, Desmidiiales, Cymbellales, Naviculales и Fragiliales, семейства Scenedesmaceae, Euglenaceae, Desmidiaceae, Selenastraceae и Fragilariaceae и роды *Desmodesmus*, *Oscillatoria*, *Trachelomonas*, *Cosmarium*, *Navicula* и *Nitzschia*. Только в толще воды спектр ведущих таксонов включал классы Trebouxiophyceae, Hormogoniophyceae и Euglenophyceae, порядки Oscillatoriales и Chlamydomonadales, семейства Oocystaceae, Chlorellaceae, Oscillatoriaceae, Anabaenaceae и Peridiniaceae и роды *Anabaena*, *Microcystis*, *Monoraphidium* и *Oocystis* (относящиеся к зеленым, синезеленым, эвгленофитовым и динофитовым водорослям). При этом только в обрастаниях высших водных растений в спектре ведущих таксонов представлены класс Zygnematomphyceae, порядки Bacillariales и Achnanthales, семейства Cymbellaceae, Bacillariaceae, Naviculaceae, Closteriaceae и Gomphonemataceae и роды *Cymbella*, *Staurastrum*, *Closterium* и *Gomphonema* (относящиеся к диатомовым и стрептофитовым водорослям).

Таксономическая структура фитопланктона и фитоэпифитона сильно отличалась, что подтверждается очень низкими значениями коэффициента ранговой корреляции Кендэла, рассчитанного по ведущим семействам и родам.

Распределение количественных показателей развития водорослей в разных биотопах также неравномерно. В толще воды по численности преобладали в основном синезеленые, а по биомассе — синезеленые и динофитовые водорос-

ли. В обрастаниях высших водных растений основу и численности, и биомассы фитоепифитона составляли Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta.

В планктоне комплекс доминирующих видов представлен преимущественно синезелеными, а в эпифитоне — диатомовыми водорослями. При этом с высокой частотой в толще воды озер встречались в основном зеленые, а в обрастаниях высших водных растений — диатомовые водоросли.

Видовой состав водорослей, обнаруженных в разных биотопах, довольно сильно отличался. В то же время и в толще воды, и в обрастаниях высших водных растений постоянно встречались водоросли из других биотопов (около 40% общего числа видов в определенной экологической группировке). Среди 113 видов (116 внутривидовых таксонов) водорослей, найденных и в планктоне, и в эпифитоне, 53 вида приурочены к толще воды, 30 видов — к обрастаниям высших водных растений, 25 видов (28 внутривидовых таксонов) редко и в небольшом количестве встречались в обоих биотопах, и только пять видов водорослей с одинаковой частотой и обилием встречались в планктоне и в эпифитоне. Полученные данные свидетельствуют о высокой степени адаптации водорослей к экологическим условиям в определенных биотопах, что необходимо принимать во внимание при оценке экологического состояния водоемов.

**

Досліджено видовий склад водоростей у різних біотопах 13 озер м. Києва. У товщі води знайдено 278 видів водоростей, а в обростаннях вищих водних рослин — 305. Встановлено, що таксономічна структура фітопланктону та фітоепіфітону значно відрізнялась. Розподіл кількісних показників розвитку водоростей у різних біотопах також був нерівномірним. У товщі води за чисельністю найчастіше переважали синьозелені, а за біомасою — синьозелені та дінофітові водорості. В обростаннях вищих водних рослин основу чисельності та біомаси фітоепіфітону склали Bacillariophyta, Chlorophyta та Streptophyta. У планктоні комплекс домінуючих видів представлений переважно синьозеленими, а в епіфітоні — діатомовими водоростями. У товщі озер найчастіше зустрічалися в основному зелені, а в обростаннях вищих водних рослин — діатомові водорості.

**

The species composition of algae occurring in various biotopes of 13 lakes located within the territory of Kiev was investigated. A total of 278 species of algae was found in water column, whereas 305 their species — in the fouling of higher aquatic plants. It has been found that the taxonomic structure of phytoplankton essentially differed from that of phytoepiphyton. The distribution of the quantitative indices of algae development over various biotopes was also non-uniform. In water column, mainly Cyanoprokaryota predominated in terms of their numbers, whereas Cyanoprokaryota and Dinophyta — in terms of their biomass. In the fouling of higher aquatic plants, Bacillariophyta, Chlorophyta, and Streptophyta prevailed both in terms of their numbers and in terms of their biomass. In plankton, the complex of dominant species was represented mainly by Cyanoprokaryota, whereas in epiphyton — by Bacillariophyta. Mainly Chlorophyta occurred with a high frequency in water column, whereas Bacillariophyta — in the fouling of higher aquatic plants.

**

1. *Баринова С.С., Мегведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
2. *Василевич В.И.* Статистические методы в геоботанике. — Л.: Наука, 1969. — 232 с.
3. *Денисова Н.В., Шкундина Ф.Б.* Оценка степени антропогенного евтрофирования пойменных озер по фитопланктону // Гидробиол. журн. — 2005. — Т. 41, № 6. — С. 33—43.
4. *Ермолаев В.И.* Фитопланктон крупных озер Новосибирской области (Западная Сибирь, Россия) // Там же. — 2008. — Т. 44, № 2. — С. 15—26.
5. *Занг Ч.Ч., Житина Л.С., Максимов В.Н.* Экологические группировки фитоперифитона массовых видов макрофитов Можайского водохранилища // Изв. РАН. Сер. биол. — 1995. — № 2. — С. 209—217.
6. *Касперовичене Ю., Каросиене Ю.* Структурно-функциональная характеристика эпифитона и фитопланктона литоральной зоны оз. Спера (Литва) // Вестн. Тюмен. ун-та. — 2005. — № 5. — С. 70—77.
7. *Макаревич Т.А.* Таксономическая структура альгофлоры планктона и перифитона небольшого димиктического озера // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы II Междунар. науч. конф., Минск — Нарочь, 22—26 сент. 2003 г. — Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 2003. — С. 305—308.
8. *Метелева Н.Ю.* Эпифитон озера Неро // Биология внутр. вод. — 2001. — № 4. — С. 32—45.
9. *Метелева Н.Ю., Девяткин В.Г.* Формирование и продуктивность перифитона Рыбинского водохранилища: состав и обилие // Там же. — 2005. — № 2. — С. 56—60.
10. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В. Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
11. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С.* Толковый словарь современной фитоценологии. — М.: Наука, 1983. — 133 с.
12. *Михеева Т.М., Лукьянова Е.В.* Фитопланктон опресненного Поморского озера Вицко (Польша) // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы II Междунар. науч. конф., Минск — Нарочь, 22—26 сент. 2003 г. — Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 2003. — С. 317—320.
13. *Новоселова Т.Н., Мантурова О.В.* Особенности структурной организации фитопланктона разнотипных озер Украинской части бассейна Припяти // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы III Междунар. науч. конф., Минск — Нарочь, 17—22 сент. 2007 г. — Минск: Изд. центр Белорус. ун-та, 2007. — С. 164—165.
14. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И.* Эколого-морфологическая структура микрофитобентоса // Гидробиол. журн. — 2008. — Т. 44, № 6. — С. 15—28.
15. *Разнообразие водорослей Украины* / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. — 2000. — Т. 10, № 4. — 309 с.
16. *Сысова Е.А.* Таксономическая структура фитоперифитона озер разного типа // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная

- трансформация, качество воды: Материалы III Междунар. науч. конф., Минск — Нарочь, 17—22 сент. 2007 г. — Минск: Изд. центр Белорус. ун-та, 2007. — С. 184—185.
17. *Сысова Е.А.* Структура и динамика сообществ фитоперифитона в озерах разного трофического статуса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Минск, 2008. — 21 с.
 18. *Таваси М., Барينوва С.С., Нево Е., Вассер С.П.* Оценка качества воды в реке Яркон (Центральный Израиль) на основе методов биоиндикации и биотестирования // Гидробиол. журн. — 2007. — Т. 43, № 6. — С. 18—31.
 19. *Топачевский А.В., Масюк Н.П.* Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища шк., 1984. — 333 с.
 20. *Трифоновна И.С., Павлова О.А.* Структура и сукцессия фитопланктона урбанизированных водоемов Санкт-Петербурга // Гидробиол. журн. — 2005. — Т. 41, № 1. — С. 3—12.
 21. *Шмигт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. — 176 с.
 22. *Щербак В.И., Семенюк Н.Е.* Использование фитопланктона для оценки экологического состояния водоемов мегаполиса согласно Водной Рамочной Директиве ЕС 2000/60 // Гидробиол. журн. — 2008. — Т. 44, № 6. — С. 29—40.
 23. *Щур Л.А.* Современный фитопланктон Красноярского водохранилища и качество его воды // Там же. — 2011. — Т. 47, № 5. — С. 3—12.
 24. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.* Vol. 1. Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Gantner Verlag, 2006. — 713 p.
 25. *Brown S.-D., Austin A.P.* Diatom succession and interaction in littoral periphyton and plankton // Hydrobiologia. — 1973. — Vol. 43, N 3—4. — P. 333—356.
 26. *Bukhtiyarova L.* Diatoms of Ukraine. Inland waters. — Kyiv, 1999. — 134 p.
 27. *Cattaneo A., Kalf J.* Seasonal changes in the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in lake Memphremagog // Hydrobiologia. — 1978. — Vol. 60, N 2. — P. 133—144.
 28. *Coesel P.F.M.* The significance of desmids as indicators of the trophic status of freshwaters // Schweiz. Z. Hydrol. — 1983. — Vol. 45, N 2. — P. 388—393.
 29. *Izaguirre I., Vinocur A.* Typology of shallow lakes of the Salado River Basin (Argentina) based on phytoplankton communities // Verh. Intern. Verein. Limnol. — 1993. — Vol. 25. — P. 942.
 30. *Rodriguez M.A.* A comparison of phytoplankton and algae growing on ple-xiglas slides in an oligotrophic lake // Intern. Revue ges. Hydrobiol. — 1993. — Vol. 78, N 2. — P. 273—282.