

УДК [582.23/26.574.586] (28)

П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко

**ФИТОЭПИФИТОН МАКРОФИТОВ РАЗНЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП КИЕВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что видовое богатство и количественные показатели развития эпифитных водорослей на высших водных растениях разных экологических групп Киевского водохранилища существенно отличаются. На погруженных растениях обнаружено в 1,3 раза больше видов водорослей, чем на воздушно-водных, и в 2 раза больше, чем на растениях с плавающими листьями. Средняя численность фитоэпифитона на погруженных растениях на порядок превышала аналогичные показатели на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями, а его средняя биомасса была на порядок выше, чем на растениях с плавающими листьями, и на два порядка выше, чем на воздушно-водных растениях. Таксономическая структура и видовой состав фитоэпифитона характеризовались значительным сходством на воздушно-водных и погруженных растениях и несколько меньшим — на растениях с плавающими листьями. Подчеркивается необходимость учета особенностей распределения эпифитона при оценке экологического состояния водоемов методом биоиндикации.

***Ключевые слова:** эпифитные водоросли, видовой состав, таксономическая структура, численность, биомасса, высшие водные растения, экологические группы, Киевское водохранилище.*

Эпифитные водоросли играют важную роль в трансформации вещества и энергии многих гидроэкосистем, особенно с развитой литоралью. Это диктует необходимость всестороннего изучения фитоэпифитона как одного из ключевых и лабильных компонентов фитоценозов разнотипных водных объектов. Особого внимания заслуживают группировки эпифитных водорослей днепровских водохранилищ, для которых характерно наличие больших площадей зарослей макрофитов и их высокое разнообразие.

К настоящему времени накоплен определенный объем фактических данных, позволяющих сделать ряд выводов о фитоэпифитоне водохранилищ Днепра. Однако специфические, характерные для каждого из них условия определяют различия в составе и пространственной структуре группировок водорослей-эпифитов и указывают на необходимость раскрытия особенностей их развития в каждом водоеме.

© П.Д. Клоченко, Т.Ф. Шевченко, 2016

Первый этап изучения фитоэпифитона Киевского водохранилища охватывает 70-80-е годы прошлого столетия. В этот период был исследован видовой состав эпифитных водорослей и изучена динамика количественных показателей их развития под влиянием факторов внешней среды [7, 10]. Второй этап связан с возобновлением исследований в 2008—2014 гг. [5, 11], а также с появлением работ по использованию эпифитных водорослей при оценке экологического состояния водных экосистем [20]. Однако необходимо отметить, что накопленный материал по различным аспектам исследования фитоэпифитона Киевского водохранилища, а иногда и противоречивость данных, не дают полного и адекватного представления о закономерностях развития эпифитных водорослей в этом водоеме.

Цель работы состояла в изучении видового состава, таксономической структуры и количественных показателей развития эпифитона на высших водных растениях разных экологических групп Киевского водохранилища.

Материал и методика исследований. Материалом для настоящей работы послужили альгологические пробы, собранные в Киевском водохранилище в июле 2010 г., мае, июне, июле, августе и октябре 2011 г., июле 2012 г. и июле 2013 г. Пробы отбирали на 11 станциях, расположенных как у левого, так и у правого берега водохранилища (рис. 1).

Киевское водохранилище, занимающее головное положение в каскаде днепровских водохранилищ, создано в 1966 г. Оно расположено в зоне Полесья и пополняется в основном водами Днепра и его притоков — Припяти и Тетерева. Его площадь составляет 922 км², объем — 3,73 км³. Протяженность водохранилища около 100 км, при этом длина основного плеса около 68 км, длина днепровского отрога 20 км, припятского — около 30 км. Максимальная ширина водохранилища 14 км, средняя — 8,4 км. Максимальная глубина составляет 14,5 м, средняя — 4,0 м [2, 4, 14].

Пробы фитоэпифитона отбирали с 16 видов высших водных растений, относящихся к трем экологическим группам: воздушно-водных (*Butomus umbellatus* L. — сусак зонтичный, *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb. — манник большой, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. — тростник обыкновенный, *Scirpus lacustris* L. — камыш озерный, *Sparganium erectum* L. — ежеголовник прямой, *Typha angustifolia* L. — рогоз узколистный), с плавающими листьями (*Nuphar lutea* (L.) Smith — кубышка желтая, *Nymphaea alba* L. — кувшинка белая и *Trapa natans* L. — водяной орех плавающий) и погруженных (*Ceratophyllum demersum* L. — роголистник погруженный, *Myriophyllum spicatum* L. — уруть колосистая, *Potamogeton gramineus* L. — рдест злаковидный, *P. pectinatus* L. — рдест гребенчатый, *P. perfoliatus* L. — рдест пронзеннолистный, *P. praelongus* Wulf. — рдест длиннейший и *Stratiotes aloides* L. — телорез алоэвидный).

Отбор проб проводили с использованием методов, общепринятых в практике гидробиологических исследований [8, 15]. Видовой состав водорослей, найденных на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, сравнивали, вычисляя коэффициент флористической общности (КФО) Серенсена [1], а также используя метод мер включе-

ния [9]. Таксономический анализ проводили с использованием методов, принятых в сравнительной флористике [16]. Частоту встречаемости определяли как отношение количества проб, где вид найден, к общему количеству проб, отобранных с высших водных растений определенной экологической группы. Численность водорослей определяли на счетной пластинке в капле объемом $0,1 \text{ см}^3$, отобранной при помощи штемпель-пипетки. Биомассу каждого вида рассчитывали с использованием метода геометрического подобия, принимая удельную массу водорослей за единицу. Численность и биомассу фитоэпифитона пересчитывали на 1 г воздушно-сухой массы растения-субстрата. К числу доминантов относили виды, вклад которых в общую биомассу фитоэпифитона в пробе составлял $\geq 25\%$. Частоту доминирования определяли как отношение количества проб, где вид доминировал, к общему количеству проб, отобранных с высших водных растений определенной экологической группы. Латинские названия и объем таксонов водорослей приведены в соответствии с классификационной системой [17, 18].



1. Карта-схема Киевского водохранилища с указанием станций отбора проб.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, распределение эпифитных водорослей неравномерно. Наибольшее количество их видов обнаружено в обрастании погруженных растений — 238 видов, представленных 243 внут-

ривидовыми таксонами из 8 отделов, 14 классов, 32 порядков, 55 семейств и 97 родов. В обрастании воздушно-водных растений найдено 184 вида (187 внутривидовых таксонов), относящихся к 8 отделам, 14 классам, 32 порядкам, 50 семействам и 84 родам. Фитозэпифитон растений с плавающими листьями отличался меньшим видовым богатством — 118 видов (121 внутривидовой таксон), относящихся к 7 отделам, 12 классам, 27 порядкам, 37 семействам и 55 родам (табл. 1).

Флористические спектры фитозэпифитона высших водных растений разных экологических групп характеризовались значительным сходством. Наиболее разнообразно на высших водных растениях всех вышеперечисленных экологических групп представлены Bacillariophyta (47,6—62,0% общего количества найденных видов), Chlorophyta (17,9—25,2%) и Charophyta (10,1—14,7%). Однако обращает на себя внимание тот факт, что на растениях с плавающими листьями вклад Bacillariophyta в общее количество видов значительно выше (62,0%), а вклад Chlorophyta значительно ниже (17,9%), чем на растениях других экологических групп. В то же время, на погруженных растениях выше доля Chlorophyta (25,2%) и Charophyta (14,7%) и ниже доля Bacillariophyta (47,6%) (см. табл. 1).

На уровне классов флористические спектры фитозэпифитона также характеризовались большим сходством. На высших водных растениях всех экологических групп наибольшим числом видов представлены классы Bacillariophyceae — 60—90 видов (37,8—50,8% общего числа видов), Chlorophyceae — 19—47 видов (16,1—19,7%) и Zygnematomorphyceae — 12—35 видов (10,1—14,7%). При этом максимальный вклад Bacillariophyceae в общее количество видов (50,8%) отмечен на растениях с плавающими листьями, а максимальный вклад Chlorophyceae и Zygnematomorphyceae (19,7 и 14,8%) — на погруженных растениях.

На высших водных растениях всех экологических групп наибольшим видовым богатством характеризовались порядки Sphaeropleales, Cymbellales, Naviculales, Desmidiiales, Fragilariales, Bacillariales, Oscillatoriales, Eunotiales и Achnanthales. Только на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями в число ведущих входил порядок Rhopalodiales, а на погруженных растениях — порядок Chlorellales (табл. 2).

В число ведущих семейств водорослей-эпифитов на высших водных растениях всех экологических групп входили Desmidiaceae, Scenedesmaceae, Fragilariaceae, Cymbellaceae, Bacillariaceae, Naviculaceae, Gomphonemataceae, Eunotiaceae и Hydrodictyaceae, кроме того, на воздушно-водных и погруженных растениях — семейство Oscillatoriaceae, а на растениях с плавающими листьями — семейство Epihemiacae (табл. 3).

На высших водных растениях всех экологических групп наибольшим видовым богатством характеризовались роды *Cosmarium* Corda ex Ralfs, *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hass., *Cymbella* C. Agardh, *Eunotia* Ehrenb., *Gomphonema* (C. Agardh) Ehrenb., *Desmodesmus* (Chodat) An et al., *Pediastrum* Meyen и *Epihemia* Bréb., кроме того, на воздушно-водных и растениях с плавающими

1. Количество видов и внутривидовых таксонов водорослей эпифитона в Киевском водохранилище

Отделы	Экологические группы высших водных растений			В целом
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные	
Cyanoprokaryota	<u>16</u>	<u>9</u>	<u>20</u>	<u>25</u>
	8,7	7,6	8,4	9,0
Euglenophyta	<u>5</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>9</u>
	2,7	0,8	2,1	3,3
Chrysophyta	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
	1,1	0,8	0,8	1,1
Xanthophyta	<u>1</u>	—	<u>1</u>	<u>2</u>
	0,5		0,4	0,7
Bacillariophyta	<u>95(98)</u>	<u>73(76)</u>	<u>113(118)</u>	<u>126(132)</u>
	51,6	62,0	47,6	45,6
Dinophyta	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
	1,1	0,8	0,8	1,1
Chlorophyta	<u>44</u>	<u>21</u>	<u>60</u>	<u>72</u>
	24,0	17,9	25,2	26,1
Charophyta	<u>19</u>	<u>12</u>	<u>35</u>	<u>36</u>
	10,3	10,1	14,7	13,1
Всего	<u>184(187)</u>	<u>118(121)</u>	<u>238(243)</u>	<u>276(282)</u>
	100	100	100	100

Примечание. Над чертой — количество видовых таксонов в абсолютном выражении, под чертой — то же в %. В скобках указано число внутривидовых таксонов с учетом тех, которые содержат номенклатурный тип вида.

листьями — род *Fragilaria* Lyngb. и только на погруженных растениях — род *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (табл. 4).

Вклад ведущих порядков в общее количество видов эпифитных водорослей, найденных на воздушно-водных растениях, составлял 72,3%, на растениях с плавающими листьями — 71,1, на погруженных растениях — 75,6, ведущих семейств — соответственно 55,4, 64,4 и 55,0, а ведущих родов — соответственно 38,0, 50,0 и 37,4%.

Таксономическая структура фитоэпифитона высших водных растений разных экологических групп характеризовалась большим сходством, о чем свидетельствуют высокие значения коэффициента ранговой корреляции Кендэла, рассчитанного по ведущим семействам ($\tau = 0,67—0,91$) и ведущим родам ($\tau = 0,67—0,82$). При этом наиболее высокие значения коэффициента отмечены при сравнении таксономической структуры фитоэпифитона на воздушно-водных и погруженных растениях, а, как правило, более низкие

2. Ранговые места, занимаемые ведущими порядками водорослей эпифитона

Порядки	Экологические группы высших водных растений		
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные
Sphaeropleales	1(26)	2(16)	1(39)
Cymbellales	2(21)	1(17)	4(25)
Naviculales	3(20)	3(11)	3(28)
Desmidiaceae	4(17)	4(10)	2(31)
Fragilariales	5(13)	6(7)	5(16)
Bacillariales	6(11)	5(10)	6(10)
Oscillatoriales	7(8)	10(4)	8(7)
Eunotiales	8(7)	7(6)	9(7)
Achnanthales	9(5)	8(5)	10(7)
Rhopalodiales	10(5)	9(5)	—
Chlorellales	—	—	7(10)

Примечание. «—» — порядок не входит в число ведущих.

3. Ранговые места, занимаемые ведущими семействами водорослей эпифитона

Семейства	Экологические группы высших водных растений		
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные
Desmidiaceae	1(14)	4(8)	1(25)
Scenedesmaceae	2(13)	2(10)	2(23)
Cymbellaceae	3(13)	1(11)	3(16)
Fragilariaceae	4(13)	5(7)	4(16)
Bacillariaceae	5(11)	3(10)	6(10)
Naviculaceae	6(10)	6(7)	5(12)
Oscillatoriaceae	7(8)	—	8(7)
Gomphonemataceae	8(7)	7(6)	7(8)
Eunotiaceae	9(7)	8(6)	9(7)
Hydrodictyaceae	10(6)	9(6)	10(7)
Epithemiaceae	—	10(5)	—

Примечание. «—» — семейство не входит в число ведущих.

— при сравнении таксономической структуры фитоэпифитона на растениях с плавающими листьями и растениях других экологических групп.

4. Ранговые места, занимаемые ведущими родами водорослей эпифитона

Роды	Экологические группы высших водных растений		
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные
<i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs	1(12)	2(8)	1(20)
<i>Navicula</i> Bory	2(10)	3(7)	2(12)
<i>Nitzschia</i> Hass.	3(10)	1(9)	3(10)
<i>Cymbella</i> C. Agardh	4(8)	5(6)	5(9)
<i>Eunotia</i> Ehrenb.	5(7)	6(6)	6(7)
<i>Gomphonema</i> (C. Agardh) Ehrenb.	6(6)	4(7)	7(7)
<i>Desmodesmus</i> (Chodat) An et al.	7(5)	7(4)	4(10)
<i>Fragilaria</i> Lyngb.	8(4)	8(4)	—
<i>Pediastrum</i> Meyen	9(4)	9(4)	8(5)
<i>Epithemia</i> Bréb.	10(4)	10(4)	10(4)
<i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs	—	—	9(5)

Примечание. «—» — род не входит в число ведущих.

Видовой состав водорослей эпифитона, найденных на макрофитах разных экологических групп, характеризовался большим сходством (значения КФО составляли 62—71%). При этом большее сходство установлено между видовым составом эпифитона воздушно-водных и погруженных растений (КФО = 71%) и меньшее — между видовым составом фитоэпифитона на растениях с плавающими листьями и растениях других экологических групп (КФО = 62—65%). Наибольшим сходством характеризовался видовой состав Bacillariophyta (КФО = 71—82%), а также видовой состав зеленых и харофитовых водорослей на воздушно-водных и погруженных растениях (КФО = 62 и 67%). Видовой состав Cyanoprokaryota был довольно сходным (КФО = 55—60%). В то же время отмечены отличия между видовым составом Chlorophyta и Charophyta на растениях с плавающими листьями и растениями других экологических групп (КФО = 43—50%).

Использование метода мер включения позволило установить, что преимущественное большинство видов водорослей, обнаруженных на растениях с плавающими листьями, зарегистрировано и на воздушно-водных (К = 83%), и на погруженных растениях (К = 90%). При этом большая часть видов водорослей эпифитона, обнаруженных на воздушно-водных растениях, найдена на погруженных растениях (К = 82%) и значительная часть видов, обитающих на погруженных растениях, была обнаружена на воздушно-водных растениях (К = 63%). В то же время только около половины видов водорослей, обитающих на воздушно-водных и погруженных растениях, было обнаружено на растениях с плавающими листьями (К = 53 и 45%, соответственно).

Наиболее часто на высших водных растениях всех экологических групп встречались *Melosira varians* C. Agardh, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Navicula tripunctata* (O. Müll.) Bory и *Oedogonium* sp. st. Кроме того, на воздушно-водных и погруженных растениях с высокой частотой встречались *Fragilaria vaucheriae* (Kütz.) Boye-Pet., *Staurosira construens* Ehrenb., *Aneumastus tusculus* (Ehrenb.) D.G. Mann et Stickle, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert., *Cymbella cistula* (A. Hempel) Kirchner, *Encyonema elginense* (Krammer) D.G. Mann, *Encyonema caespitosa* Kütz., *Sellaphora bacillum* (Ehrenb.) D.G. Mann, *Navicula cryptocephala* Kütz. и *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew. и только на погруженных растениях — *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirchn., *Planothidium lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Round et Bukht., *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E. Hegew., *Desmodesmus opoliensis* (P.G. Richter) E. Hegew., *Closterium leibleinii* Kütz., *Cosmarium botrytis* Menegh., *Cosmarium granatum* Bréb., *Cosmarium obtusatum* Schmidle и *C. subprotumidum* Nordst. На воздушно-водных и растениях с плавающими листьями с высокой частотой встречались преимущественно диатомовые водоросли, тогда как на погруженных — Bacillariophyta, Chlorophyta и Charophyta.

Количество видов эпифитных водорослей на высших водных растениях одного и того же вида, на разных растениях в пределах одной экологической группы, а также на растениях, относящихся к разным экологическим группам, значительно варьировало. На воздушно-водных растениях количество видов водорослей изменялось от 5 до 35, а на растениях с плавающими листьями — от 12 до 35. Наибольшее количество видов эпифитных водорослей обнаружено на погруженных растениях, где их количество изменялось от 12 до 55. Среднее количество видов эпифитных водорослей на погруженных растениях было в 1,8 раза больше, чем на растениях с плавающими листьями, и в 1,7 раза больше, чем на воздушно-водных растениях (табл. 5).

Обращает на себя внимание тот факт, что в густых зарослях воздушно-водных растений количество видов эпифитных водорослей было значительно меньше, чем в разреженных зарослях или на отдельно произрастающих растениях. Так, например, в густых зарослях *Phragmites australis* на станции 10 (с. Сорокошичи) было найдено 5 видов, а на отдельно произрастающих растениях этого же вида на станции 5 (с. Ровжи) — 32 вида водорослей (табл. 5).

Количественные показатели развития фитоэпифитона на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, существенно отличались. Так, на воздушно-водных растениях численность эпифитных водорослей изменялась от 0,003 до 0,616 млн. кл/г, а биомасса — от 0,01 до 1,18 мг/г. На растениях с плавающими листьями количественные показатели развития фитоэпифитона были несколько выше: численность изменялась от 0,038 до 7,666 млн. кл/г, а биомасса — от 0,07 до 10,76 мг/г. Наиболее высокие количественные показатели развития фитоэпифитона зарегистрированы на погруженных растениях, где его численность изменялась от 0,118 до 25,483 млн. кл/г, а биомасса — от 0,25 до 137,29 мг/г. Средняя численность фитоэпифитона на погруженных растениях была на порядок выше, чем на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями, а его биомасса — на

5. Показатели развития эпифитона на высших водных растениях разных экологических групп Киевского водохранилища

Виды высших водных растений	Количество видов эпифитона	Численность, млн. кл/г	Биомасса, мг/г
Воздушно-водные растения			
<i>Butomus umbellatus</i> L. — сусак зонтичный*)	34	0,458	1,01
<i>Glyceria maxima</i> (C. Hartm.) Holmb. — манник большой	<u>27 – 28</u> 28	<u>0,238 – 0,290</u> 0,264	<u>0,32 – 1,18</u> 0,75
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. — тростник обыкновенный	<u>5 – 32</u> 16	<u>0,004 – 0,616</u> 0,094	<u>0,01 – 0,27</u> 0,06
<i>Scirpus lacustris</i> L. — камыш озерный	<u>7 – 21</u> 14	<u>0,009 – 0,037</u> 0,027	<u>0,02 – 0,13</u> 0,08
<i>Sparganium erectum</i> L. — ежеголовник прямой	<u>20 – 35</u> 28	<u>0,230 – 0,475</u> 0,352	<u>0,60 – 1,00</u> 0,80
<i>Typha angustifolia</i> L. — рогоз узколистный	<u>8 – 21</u> 18	<u>0,003 – 0,155</u> 0,052	<u>0,01 – 0,87</u> 0,36
В среднем	23	0,208	0,51
Растения с плавающими листьями			
<i>Nuphar lutea</i> L. — кубышка желтая	<u>12 – 35</u> 23	<u>0,038 – 0,644</u> 0,211	<u>0,07 – 3,67</u> 0,98
<i>Nymphaea alba</i> L. — кувшинка белая*)	17	0,249	0,52
<i>Trapa natans</i> L. — водяной орех плавающий	<u>19 – 30</u> 24	<u>0,155 – 7,666</u> 2,045	<u>0,26 – 10,76</u> 4,17
В среднем	21	0,835	1,89
Погруженные растения			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. — роголистник погруженный	<u>12 – 54</u> 36	<u>0,802 – 25,483</u> 6,418	<u>1,03 – 137,29</u> 24,38
<i>Myriophyllum spicatum</i> L. — уруть колосистая	<u>17 – 50</u> 36	<u>0,958 – 20,567</u> 10,050	<u>3,03 – 76,98</u> 23,26
<i>Potamogeton gramineus</i> L. — рдест злаколистный	<u>25 – 55</u> 40	<u>1,414 – 9,139</u> 5,277	<u>2,23 – 9,91</u> 6,07
<i>Potamogeton pectinatus</i> L. — рдест гребенчатый	<u>15 – 51</u> 37	<u>0,118 – 12,480</u> 4,857	<u>0,25 – 10,18</u> 3,53
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L. — рдест пронзеннолистный	<u>18 – 44</u> 34	<u>0,342 – 17,726</u> 4,495	<u>0,41 – 96,86</u> 15,73

Продолжение табл. 5

Виды высших водных растений	Количество видов эпифитона	Численность, млн. кл/г	Биомасса, мг/г
<i>Potamogeton praelongus</i> Wulf. — рдест длиннейший*)	53	6,609	12,36
<i>Stratiotes aloides</i> L. — телорез алоэвидный*)	30	0,802	8,16
В среднем	38	5,501	13,36

П р и м е ч а н и е. Над чертой приведены пределы колебаний количества видов, численности и биомассы фитоэпифитона, а под чертой — их средние значения. *) — одна проба.

порядок выше, чем на растениях с плавающими листьями, и на два порядка выше, чем на воздушно-водных растениях (см. табл. 5).

Важно отметить, что на одной и той же станции на погруженных растениях видовое богатство и количественные показатели развития фитоэпифитона были выше, чем на растениях других экологических групп. Так, например, на станции 10 (с. Сорокошичи) в обрастании погруженных растений (*Ceratophyllum demersum*) найдено 33 вида, на растениях с плавающими листьями (*Nuphar lutea*) — 12, а на воздушно-водных (*Typha angustifolia*) — 8 видов эпифитных водорослей. При этом численность фитоэпифитона составляла соответственно 1,208, 0,141 и 0,006 млн. кл/г, а его биомасса — 2,603, 0,125 и 0,010 мг/г.

На высших водных растениях всех экологических групп Bacillariophyta и Chlorophyta составляли основу численности фитоэпифитона, а Bacillariophyta, Chlorophyta и Charophyta — основу его биомассы. И по численности, и по биомассе на высших водных растениях всех экологических групп преобладали диатомовые водоросли. Их вклад в среднем составлял соответственно 41,9—67,6 и 61,4—72,4%. Второе место занимали зеленые водоросли (соответственно 16,5—30,0 и 11,2—22,5%). Вклад Charophyta в общую биомассу фитоэпифитона составлял 4,5—15,0%. При этом на растениях с плавающими листьями вклад Bacillariophyta в общую численность и биомассу был выше (67,6 и 72,4%), а вклад Chlorophyta — ниже (16,5 и 11,2%), чем на растениях других экологических групп. В то же время, на погруженных растениях ниже доля Bacillariophyta (41,9 и 61,4%) и выше доля Chlorophyta (30,0 и 22,5%) и Charophyta (15,0%).

В состав доминирующего комплекса фитоэпифитона входило 39 видов водорослей, среди которых преобладали Bacillariophyta (26 видов). Charophyta представлены 10 видами, Chlorophyta — двумя, а Cyanoprokaryota — одним видом. На растениях всех экологических групп в составе фитоэпифитона доминировали *Melosira varians* C. Agardh, *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müll., *Epithemia turgida* (Ehrenb.) Kütz., *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb., *Spirogyra* sp. st. и *Oedogonium* sp. st. (табл. 6). В целом же комплекс доминирующих видов характеризовался большим сходством

6. Виды эпифитных водорослей, доминирующие на высших водных растениях разных экологических групп

Виды водорослей	Экологические группы высших водных растений		
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные
Cyanoprokaryota			
<i>Lyngbya kuetzingii</i> Schmidle	—	—	d
Chlorophyta			
<i>Stigeoclonium farctum</i> Berthold	d	—	—
<i>Oedogonium</i> sp. st.	d	d	d
Charophyta			
<i>Mougeotia</i> sp.	d	—	—
<i>Spirogyra bellis</i> (Hassal) P.L. Crouan et N.M. Crouan	—	—	d
<i>Spirogyra crassa</i> Kütz.	d	—	d
<i>Spirogyra</i> sp. st.	d	d	d
<i>Closterium leibleinii</i> Kütz.	d	—	d
<i>Cosmarium botrytis</i> Menegh.	d	—	d
<i>Cosmarium granatum</i> Bréb.	d	—	d
<i>Cosmarium obtusatum</i> Schmidle	d	—	d
<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) W. Archer	—	d	—
<i>Penium margaritaceum</i> Bréb.	d	—	—
Bacillariophyta			
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	d	d	d
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenb) Simonsen	d	—	d
<i>Staurosira construens</i> Ehrenb.	d	—	d
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	d	—	d
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	d	—	—
<i>Eunotia formica</i> Ehrenb.	d	—	—
<i>Aneumastus tusculus</i> (Ehrenb.) D.G. Mann et Stickle	d	—	d
<i>Cymbella cistula</i> (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn.	d	—	d
<i>Cymbella cuspidata</i> Kütz.	d	—	—
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenb.) Kirchn.	—	—	d

Продолжение табл. 6

Виды водорослей	Экологические группы высших водных растений		
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G. Mann	d	—	—
<i>Encyonema caespitosa</i> Kütz.	d	—	d
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	d	—	d
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	d	d	d
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenb.) Cleve	d	—	—
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	—	—	d
<i>Navicula rhynchocephala</i> Lange-Bert.	d	—	—
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory	d	—	—
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	d	—	—
<i>Gyrosigma spenceri</i> (J.T. Quekett) Griffith et Henfr.	—	—	d
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	d	—	d
<i>Amphora veneta</i> Kütz.	d	—	—
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O. Müll.	d	d	d
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	—	—	d
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	d	d	d
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	d	d	d

(КФО = 66%) на воздушно-водных и погруженных растениях и сильно отличался на растениях с плавающими листьями по сравнению с таковым на воздушно-водных и погруженных растениях (КФО = 35 и 41%, соответственно).

Важно отметить, что аналогичные закономерности в распределении эпифитных водорослей на макрофитах разных экологических групп наблюдали также на разных участках Каневского водохранилища [6, 12, 13], в озерах и прудах г. Киева [3, 19].

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, распределение эпифитных водорослей неравномерно. Наибольшее количество их видов обнаружено в обрастании погруженных растений — 238 видов, представленных 243 внутривидовыми таксонами. В обрастании воздушно-водных растений зарегистриро-

вано 184 вида (187 внутривидовых таксонов). Фитозэпифитон растений с плавающими листьями характеризовался меньшим видовым богатством — 118 видов (121 внутривидовой таксон).

Наиболее разнообразно на высших водных растениях всех исследованных экологических групп представлены Bacillariophyta (47,6—62,0% общего числа найденных видов), Chlorophyta (17,9—25,2%) и Charophyta (10,1—14,7%). Важно отметить, что на растениях с плавающими листьями вклад Bacillariophyta в общее количество видов значительно выше (62,0%), а вклад Chlorophyta — значительно ниже (17,9%), чем на растениях других экологических групп. В то же время, на погруженных растениях выше вклад Chlorophyta (25,2%) и Charophyta (14,7%) и ниже — Bacillariophyta (47,6%).

Таксономическая структура и видовой состав эпифитона характеризовались значительным сходством на воздушно-водных и погруженных растениях и несколько меньшим — на растениях с плавающими листьями.

Средняя численность фитозэпифитона на погруженных растениях на порядок превышала аналогичные показатели на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями, а его средняя биомасса была на порядок выше, чем на растениях с плавающими листьями и на два порядка выше, чем на воздушно-водных растениях.

На высших водных растениях всех экологических групп Bacillariophyta и Chlorophyta составляли основу численности фитозэпифитона, а Bacillariophyta, Chlorophyta и Charophyta — основу его биомассы.

Очевидно, основной причиной неравномерного распределения эпифитона является разница в интенсивности освещения макрофитов разных экологических групп. В зарослях воздушно-водных и растений с плавающими листьями интенсивность света значительно ниже, чем в зарослях погруженных растений, что отрицательно сказывается на видовом богатстве и количественных показателях развития фитозэпифитона.

Особенности распределения эпифитных водорослей на высших водных растениях разных экологических групп необходимо учитывать при оценке экологического состояния водоемов методом биоиндикации.

**

Проведені дослідження показали, що видове багатство і кількісні показники розвитку епіфітних водоростей на вищих водних рослинах різних екологічних груп Київського водосховища суттєво відрізняються. На занурених рослинах знайдено у 1,3 рази більше видів водоростей, ніж на повітряно-водних і у 2 рази більше, ніж на рослинах з плаваючим листям. Середня чисельність фітоепіфітону на занурених рослинах на порядок перевищувала аналогічні показники на повітряно-водних і рослинах з плаваючим листям, а його середня біомаса була на порядок вищою, ніж на рослинах з плаваючим листям і на два порядки вищою, ніж на повітряно-водних рослинах. Таксономічна структура і видовий склад фітоепіфітону характеризувались значною подібністю на повітряно-водних і занурених рослинах і децю меншою — на рослинах з плаваючим листям.

**

The performed investigations have shown that the species richness and quantitative indices of the development of epiphytic algae occurring on higher aquatic plants of various ecological groups in the Kiev Reservoir essentially differed. On submerged plants, the number of algal species was 1.3 times higher than that on half-submerged and 2 times higher than that on plants with floating leaves. On submerged plants, the average numbers of phytoepiphyton were one order of magnitude higher than those on half-submerged and plants with floating leaves, whereas its average biomass was one order of magnitude higher than that on plants with floating leaves and two orders of magnitude higher than that on half-submerged plants. The taxonomic structure and species composition of phytoepiphyton were closely similar on half-submerged and submerged plants and somewhat differed on plants with floating leaves.

**

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. — Л.: Наука, 1969. — 232 с.
2. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / Отв. ред. М.А. Шевченко — Киев: Наук. думка, 1989. — 216 с.
3. Екологічний стан водних об'єктів урбанізованих територій. Китаївські ставки. — К.: Логос, 2015. — 76 с.
4. Киевское водохранилище / Под ред. Я.Я. Цееба, Ю.Г. Майстренко. — Киев: Наук. думка, 1972. — 460 с.
5. Клоченко П.Д., Шевченко Т.Ф., Таращук О.С. Ретроспективный анализ фитоэпифитона Киевского водохранилища // *Екологія водно-болотних угідь і торфовищ (збірник наукових статей)* / Гол. ред. В.В. Коніщук. — К.: ДІА, 2013. — С. 121—128.
6. Клоченко П.Д., Шевченко Т.Ф., Таращук О.С. Фитоэпифитон придаточной сети Каневского водохранилища // *Гидробиол. журн.* — 2016. — 52, № 1. — С. 23—39.
7. Костицова Л.Е. Динамика перифитона Киевского водохранилища // Там же. — 1986. — Т. 22, № 4. — С. 22—28.
8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
9. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. — М.: Наука, 1983. — 133 с.
10. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ / Под ред. Н.В. Кондратьевой. — Киев: Наук думка, 1989. — 232 с.
11. Семенюк Н.С. Багаторічна динаміка фітомікроепіфітону Київського водосховища // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія.* — 2015. — Вып. 3—4(64). — С. 590—594.
12. Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Эпифитные водоросли озерного участка Каневского водохранилища (Украина) // *Альгология.* — 2011. — 21, №2. — С. 202—212.
13. Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Кількісні показники розвитку епіфітних водоростей на озерній ділянці Канівського водосховища // *Наук. зап. Терноп. нац. пед ун-ту. Сер. Біологія.* — 2011. — Вып. 3(48). — С. 38—43.

14. *Тимченко В.М.* Экологическая гидрология водоемов Украины. — Киев: Наук. думка, 2006. — 384 с.
15. *Топачевский А.В., Масюк Н.П.* Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища школа, 1984. — 333 с.
16. *Шмигд В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. — 176 с.
17. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.* Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, Rhodophyta / Ed. by P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & Eviatar Nevo. — Ruggell; Gantner Verlag, 2006. — 716 p.
18. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.* Vol. 4. Charophyta / Ed. by P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & Eviatar Nevo. — Ruggell; Gantner Verlag, 2015. — 703 p.
19. *Klochenko P. D., Kharchenko G. V., Shevchenko T. F.* Peculiarities of the distribution of epiphyton algae in water bodies of Kiev // *Hydrobiol. Journ.* — 2012. — Vol. 48, No. 3. — P. 39—51.
20. *Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O.* Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method // *Oceanol. and Hydrobiol. Stud.* — 2014. — Vol. 43, Issue 3. — P. 137—145.

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Поступила 18.03.16