

УДК [582.23/26.574.586] (28)

*П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко, О. С. Таращук***ФИТОЭПИФИТОН ПРИДАТОЧНОЙ СЕТИ  
КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Впервые обобщены данные о видовом составе, таксономической структуре и количественных показателях развития эпифитных водорослей, а также об особенностях их распределения на высших водных растениях разных экологических групп, вегетирующих в придаточной сети Каневского водохранилища. Всего зарегистрировано 216 видов водорослей, представленных 224 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида). Основу видового богатства фитоэпифитона составляли Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta. Распределение видов эпифитных водорослей на растениях, относящихся к разным экологическим группам, неравномерно. На погруженных растениях обнаружено в 1,4 раза больше видов водорослей, чем на воздушно-водных растениях, и в 1,9 раза больше, чем на растениях с плавающими листьями. Количественные показатели развития фитоэпифитона на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, также существенно отличались. На погруженных растениях средняя численность фитоэпифитона на порядок превышала аналогичные показатели на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями, а его средняя биомасса была на два порядка выше, чем на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями.

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

Наряду с фитопланктоном и фитобентосом, важную роль в функционировании водных экосистем играет фитоэпифитон, или водоросли, развивающиеся на высших водных растениях. Усиленное развитие эпифитных водорослей является одним из характерных признаков антропогенного эвтрофирования многих водоемов [12]. Эта экологическая группа играет также важную роль в биопродуктивности сильно зарастающих водохранилищ, а в литорали величина эффективной продукции водорослей эпифитона выше продукции фитопланктона и нитчатых водорослей [11]. Наряду с высшими водными растениями, фитоэпифитон является природным биофильтром, поскольку может в значительной степени накапливать разнообразные загрязняющие вещества [5, 25, 26]. Кроме того, эпифитные водоросли ведут прикрепленный образ жизни и могут служить надежными биоиндикаторами состояния водной среды [4, 13, 27].

В настоящее время накоплен значительный объем данных об эпифитных водорослях большинства днепровских водохранилищ [11]. Однако до начала

© П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко, О. С. Таращук, 2016

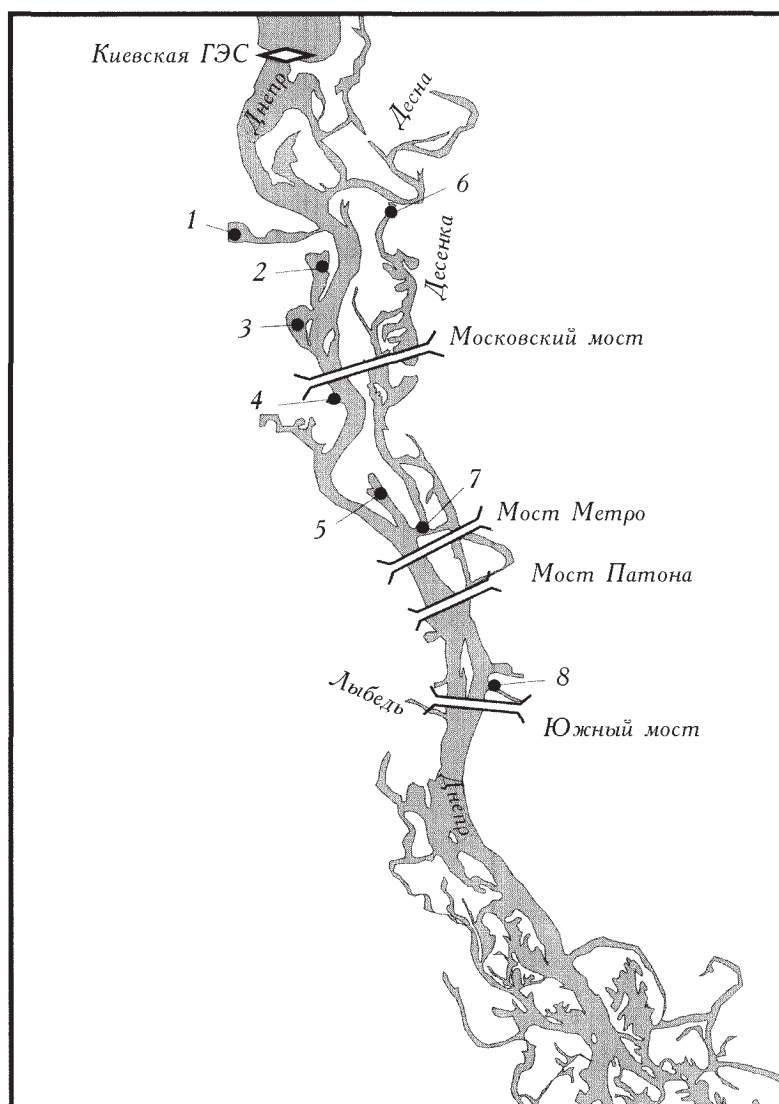
наших исследований практически не изученным оставался фитоэпифитон Каневского водохранилища. Имелись лишь ограниченные данные относительно эпифитных водорослей его речного участка [8, 9]. В результате проведенных нами исследований получены детальные сведения об эпифитоне его озерного участка [17, 18] и фрагментарные данные об эпифитных водорослях его речного участка [14—16, 19].

Необходимость изучения состояния биоты речного участка Каневского водохранилища обусловлена тем, что основная его часть расположена в пределах г. Киева и подвержена сильной антропогенной нагрузке. Указанный участок используется для массовой рекреации и любительского рыболовства, а его водные ресурсы — для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения.

Цель исследований состояла в обобщении оригинальных и литературных данных о видовом составе, таксономической структуре и количественных показателях развития эпифитных водорослей, а также об особенностях их распределения на высших водных растениях разных экологических групп, вегетирующих в придаточной сети Каневского водохранилища.

**Материал и методика исследований.** Каневское водохранилище — одно из шести в Днепровском каскаде, — относится к числу больших равнинных водохранилищ. Оно расположено на территории Киевской и Черкасской областей Украины. Согласно эколого-гидродинамическим принципам районирования водохранилищ этого типа, Каневское водохранилище разделено на речной и озерный участки [3]. В пределах речного (киевского) участка выделены основное русло и придаточная сеть (рукава, протоки, заливы и заводи). В целом по участку площадь придаточной сети почти равна площади основного русла [20]. Исследования проводили в 2003, 2004, 2009, 2011, 2012 и 2014 гг. в летний период на восьми станциях, расположенных в придаточной сети Каневского водохранилища: заливы Верблюд, Собачье Гирло, Оболонь, ниже Московского моста, Матвеевский, Осокорки, а также рукав Десенка (вершина и концевой участок) (рис. 1).

Отбор проб фитоэпифитона проводили с 17 видов высших водных растений, относящихся к трем экологическим группам: воздушно-водных — *Buto-mus umbellatus* L. — сусак зонтичный, *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb. — манник большой, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. — тростник обыкновенный, *Sagittaria sagittifolia* L. — стрелолист стрелолистный, *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, *Trapa natans* L. — водяной орех плавающий и погруженных — *Batrachium foeniculaceum* (Gilib.) V. Krecz. — водяной лютик фенхелевидный, *Ceratophyllum demersum* L. — роголистник погруженный, *Elodea canadensis* Michx. — элодея канадская, *Myriophyllum spicatum* L. — уруть колосистая, *Najas marina* L. — наяда морская, *Potamogeton pectinatus* L. — рдест гребенчатый и *P. perfoliatus* L. — рдест пронзеннолистный.



1. Карта-схема придаточной сети Каневского водохранилища с указанием станций отбора проб: 1 — зал. Верблюд; 2 — зал. Собачье Гирло; 3 — зал. Оболонь; 4 — залив ниже Московского моста; 5 — Матвеевский залив; 6 — рукав Десенка (вершина); 7 — рукав Десенка (концевой участок); 8 — зал. Осокорки.

Пробы фитоэпифитона отбирали с использованием методов, общепринятых в практике гидробиологических исследований [6, 21]. Видовой состав водорослей, найденных на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, сравнивали, вычисляя коэффициент флористической общности (КФО) Серенсена [2], а также используя метод мер включения [7]. Таксономический анализ проводили с использованием методов, принятых в сравнительной флористике [1, 22]. Частоту встречаемости определяли как отношение количества проб, где вид найден, к общему количеству проб, отобранных с высших водных растений определенной экологи-

ческой группы. Численность водорослей определяли на счетной пластинке в капле объемом 0,1 см<sup>3</sup>, отобранной при помощи шпатель-пипетки. Биомассу каждого вида рассчитывали с использованием метода геометрического подобия, принимая удельную массу водорослей за единицу. Численность и биомассу фитозпифитона пересчитывали на 1 г воздушно-сухой массы растения-субстрата. К числу доминантов относили виды, вклад которых в общую биомассу фитозпифитона 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 [10, 23].

### Результаты исследований и их обсуждение

Всего за период исследований на высших водных растениях придаточной сети Каневского водохранилища обнаружено 216 видов водорослей, представленных 224 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида). Выявленные водоросли относятся к 7 отделам, 14 классам, 29 порядкам, 46 семействам и 80 родам. Основу видового богатства эпифитных водорослей составляли Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta (87,0% общего количества найденных видов) (табл. 1).

Наибольшим количеством видов представлены классы Bacillariophyceae (82), Chlorophyceae (41) и Zygnematomphyceae (27), а также порядки Sphaeropleales (34), Naviculales (27), Desmidiaceae (26), Cymbellales (22), Fragilariales (17), Bacillariales (10), Chroococcales (10), Eunotiales (7), Chlorellales (7) и Oscillatoriales (5). К числу семейств, включающих наибольшее количество видов, относились Scenedesmaceae (23), Desmidiaceae (21), Fragilariaceae (17), Cymbellaceae (14), Naviculaceae (14), Bacillariaceae (10), Gomphonemataceae (7), Eunotiaceae (7), Hydrodictyaceae (6) и Pinnulariaceae (6), а к числу ведущих родов — *Cosmarium* Corda ex Ralfs (17), *Navicula* Bory (14), *Desmodesmus* (Chodat) An et al. (11), *Nitzschia* Hass. (10), *Gomphonema* (C. Agardh) Ehrenb. (7), *Eunotia* Ehrenb. (7), *Cymbella* C. Agardh (6), *Fragilaria* Lyngb. (5), *Encyonema* Kütz. (5) и *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (5).

Распределение эпифитных водорослей на растениях, относящихся к разным экологическим группам, неравномерно. Наибольшее их количество обнаружено в обрастании погруженных растений — 184 вида, представленных 191 внутривидовым таксоном, относящихся к 7 отделам, 12 классам, 27 порядкам, 44 семействам и 75 родам. В обрастании воздушно-водных растений найдено 128 видов (133 внутривидовых таксона) из 5 отделов, 11 классов, 24 порядков, 36 семейств и 57 родов. Фитозпифитон растений с плавающими листьями отличался заметно меньшим видовым богатством — 99 видов (104 внутривидовых таксона), относящихся к 5 отделам, 10 классам, 21 порядку, 30 семействам и 46 родам (см. табл. 1).

Распределение эпифитона на основных ценозообразующих видах высших водных растений также неравномерно. На воздушно-водных растениях количество видов водорослей изменялось от 6 (на камыше озера) до 41

### 1. Количество видов и внутривидовых таксонов водорослей эпифитона в придаточной сети Каневского водохранилища

Отделы	Экологические группы высших водных растений			В целом
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные	
Цуанопрокариота	$\frac{13}{10,1}$	$\frac{11}{11,1}$	$\frac{17}{9,2}$	$\frac{24}{11,1}$
Euglenophyta	—	—	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{0,5}$
Dinophyta	$\frac{1}{0,8}$	$\frac{1}{1,0}$	$\frac{2}{1,1}$	$\frac{2}{0,9}$
Chrysophyta	—	—	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{0,5}$
Bacillariophyta	$\frac{72(76)}{56,3}$	$\frac{61(66)}{61,6}$	$\frac{94(101)}{51,1}$	$\frac{108(115)}{50,0}$
Chlorophyta	$\frac{35(36)}{27,3}$	$\frac{19}{19,2}$	$\frac{45}{24,4}$	$\frac{52(53)}{24,0}$
Streptophyta	$\frac{7}{5,5}$	$\frac{7}{7,1}$	$\frac{24}{13,0}$	$\frac{28}{13,0}$
Всего	$\frac{128(133)}{100}$	$\frac{99(104)}{100}$	$\frac{184(191)}{100}$	$\frac{216(224)}{100}$

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

(на ежеголовнике прямом). Среднее количество видов водорослей-эпифитов, вегетирующих на воздушно-водных растениях, равнялось 26 (табл. 2).

На растениях с плавающими листьями количество видов эпифитных водорослей изменялось от 4 до 41 (на кубышке желтой). Среднее количество видов водорослей-эпифитов, вегетирующих на растениях с плавающими листьями, составляло 19.

Наибольшее количество видов эпифитных водорослей обнаружено на погруженных растениях — оно изменялось от 17 (на рдесте пронзеннолистном) до 59 (на элодее канадской). Среднее количество видов фитозпифитона, зарегистрированных на погруженных растениях, равнялось 35.

В целом, среднее количество видов эпифитных водорослей, найденных на растениях с плавающими листьями, было в 1,4 раза меньше, чем на воздушно-водных растениях, и в 1,8 раза меньше, чем на погруженных растениях. В то же время среднее количество видов фитозпифитона, обнаруженных на воздушно-водных растениях, было в 1,4 раза меньше, чем на погруженных растениях.

**2. Количество видов водорослей эпифитона на высших водных растениях разных экологических групп в придаточной сети Каневского водохранилища**

Виды высших водных растений	Количество видов фитозпифитона
Воздушно-водные растения	
<i>Butomus umbellatus</i> L.	$\frac{21 - 40}{31}$
<i>Glyceria maxima</i> (C. Hartm.) Holmb.	$\frac{25 - 26}{26}$
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	$\frac{28 - 30}{29}$
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	$\frac{20 - 29}{25}$
<i>Scirpus lacustris</i> L.	$\frac{6 - 32}{17}$
<i>Sparganium erectum</i> L.	$\frac{27 - 41}{34}$
<i>Typha angustifolia</i> L.	$\frac{9 - 26}{20}$
В среднем	26
Растения с плавающими листьями	
<i>Nuphar lutea</i> L.	$\frac{4 - 41}{17}$
<i>Nymphaea alba</i> L.	$\frac{9 - 28}{20}$
<i>Trapa natans</i> L.	$\frac{15 - 25}{20}$
В среднем	19
Погруженные растения	
<i>Batrachium foeniculaceum</i> (Gilib.) V. Krecz.	$\frac{34 - 45}{40}$
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	$\frac{26 - 45}{35}$
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	$\frac{28 - 59}{38}$
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	$\frac{18 - 37}{30}$
<i>Najas marina</i> L.	$\frac{19 - 35}{28}$

Продолжение табл. 2

Виды высших водных растений	Количество видов фитозоофитона
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	17 – 44 34
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	29 – 51 37
В среднем	35

П р и м е ч а н и е. Над чертой приведены пределы колебаний количества видов фитозоофитона, под чертой — их средние значения.

Флористические спектры фитозоофитона характеризовались значительным сходством. Наиболее разнообразно на высших водных растениях всех вышеперечисленных экологических групп представлены Bacillariophyta (51,1—61,6% общего количества найденных видов). Второе место занимали Chlorophyta (19,2—27,3%), третье — Streptophyta (5,5—13,0%), четвертое — Cyanoprokaryota (9,2—11,1%). Однако обращает на себя внимание тот факт, что на растениях с плавающими листьями вклад Bacillariophyta в общее количество видов выше (61,6%), а вклад Chlorophyta ниже (19,2%), чем на растениях других экологических групп. Тогда как на погруженных растениях выше доля Streptophyta (13,0%) и ниже доля Bacillariophyta (51,1%). Важно также отметить, что Bacillariophyta разнообразно представлены на высших водных растениях всех экологических групп (61—94 вида), Chlorophyta — на воздушно-водных и погруженных растениях (35 и 45 видов), а Streptophyta — только на погруженных растениях (24 вида) (см. табл. 1).

Довольно большим сходством характеризовались флористические спектры фитозоофитона и на уровне классов. На макрофитах всех экологических групп наибольшим числом видов представлены Bacillariophyceae — 45—70 видов и Chlorophyceae — 16—36 видов. Третье место на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями принадлежало классу Fragilariophyceae (12 и 13 видов), а на погруженных растениях — классу Zygnemato-phyceae — 24 вида.

Среди ведущих порядков фитозоофитона высших водных растений всех экологических групп общими были Sphaeropleales, Naviculales, Cymbellales, Fragilariales, Desmidiiales, Bacillariales и Thalassiophysales. Только на воздушно-водных и погруженных растениях в число ведущих порядков входили также Eunotiales, Chlorellales и Nostocales, а только на растениях с плавающими листьями — Rhopalodiales, Achnanthesales и Chroococcales.

Вклад ведущих семейств в общее количество видов эпифитных водорослей, найденных на воздушно-водных растениях составлял 67,8%, на растениях с плавающими листьями — 71,0%, на погруженных растениях — 61,2%, а ведущих родов — соответственно 47,1, 51,6 и 41,6%.

К числу ведущих семейств водорослей-эпифитов высших водных растений всех экологических групп относились Scenedesmaceae, Fragilariaceae,

## 3. Ранговые места, занимаемые ведущими семействами водорослей эпифитона

Семейства	Экологические группы высших водных растений		
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные
Scenedesmaceae	1 (17)	3 (9)	1 (20)
Fragilariaceae	2 (15)	1 (13)	3 (15)
Naviculaceae	3 (11)	2 (9)	4 (13)
Cymbellaceae	4 (11)	4 (8)	5 (12)
Gomphonemataceae	5 (5)	5 (6)	6 (7)
Bacillariaceae	6 (5)	7 (4)	7 (7)
Desmidiaceae	7 (5)	8 (4)	2 (19)
Hydrodictyaceae	8 (5)	9 (4)	8 (6)
Eunotiaceae	9 (4)	—	9 (5)
Pinnulariaceae	10 (4)	—	—
Epithemiaceae	—	6 (5)	10 (5)
Catenulaceae	—	10 (4)	—

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 4 в скобках указано количество видов; «—» — семейство не входит в число ведущих.

Naviculaceae, Cymbellaceae, Gomphonemataceae, Bacillariaceae, Desmidiaceae и Hydrodictyaceae, на воздушно-водных и погруженных растениях, кроме того, и Eunotiaceae, а на погруженных и растениях с плавающими листьями — Epithemiaceae (табл. 3). Только на воздушно-водных растениях в число ведущих семейств входили Pinnulariaceae, а на растениях с плавающими листьями — Catenulaceae. Следовательно, на уровне ведущих семейств таксономическая структура фитоэпифитона воздушно-водных и погруженных растений, а также воздушно-водных и растений с плавающими листьями характеризовалась большим сходством, о чем свидетельствуют высокие значения коэффициента ранговой корреляции Кендэла ( $\tau = 0,78$  и  $0,73$ ) и меньшим сходством — таксономическая структура фитоэпифитона погруженных и растений с плавающими листьями ( $\tau = 0,56$ ).

Наибольшим видовым богатством на растениях всех экологических групп характеризовались роды *Navicula*, *Desmodesmus*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Cosmarium*, *Encyonema* и *Amphora* Ehrenb. (табл. 4). На воздушно-водных и погруженных растениях в число ведущих входил также род *Eunotia*, а на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями — *Pediastrum* Meyen. Только на растениях с плавающими листьями среди ведущих выделен род *Epithemia* Bréb., а только на погруженных — *Fragilaria*. Значения коэффициента ранговой корреляции Кендэла, рассчитанные по ведущим родам, свидетельствуют о большем сходстве таксономической структуры фитоэпифитона воздушно-водных и растений с плавающими листьями ( $\tau = 0,78$ ), а также воздушно-водных и погруженных растений ( $\tau = 0,67$ ).



## 4. Ранговые места, занимаемые ведущими родами водорослей эпифитона

Роды	Экологические группы высших водных растений		
	воздушно-водные	с плавающими листьями	погруженные
<i>Navicula</i> Bory	1 (11)	1 (10)	2 (13)
<i>Desmodesmus</i> (Chodat) An et al.	2 (10)	3 (4)	3 (8)
<i>Cymbella</i> C. Agardh	3 (5)	4 (4)	6 (5)
<i>Gomphonema</i> (C. Agardh) Ehrenb.	4 (5)	2 (6)	4 (7)
<i>Nitzschia</i> Hass.	5 (5)	5 (4)	5 (7)
<i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs	6 (5)	6 (4)	1 (15)
<i>Eunotia</i> Ehrenb.	7 (4)	—	7 (5)
<i>Encyonema</i> Kütz.	8 (4)	7 (4)	8 (5)
<i>Amphora</i> Ehrenb.	9 (4)	8 (4)	10 (4)
<i>Pediastrum</i> Meyen	10 (4)	9 (4)	—
<i>Epithemia</i> Bréb.	—	10 (4)	—
<i>Fragilaria</i> Lyngb.	—	—	9 (5)

Меньшим было сходство фитоэпифитона погруженных и растений с плавающими листьями ( $\tau = 0,58$ ).

Наиболее часто на высших водных растениях всех экологических групп встречались *Melosira varians* C. Agardh, *Staurosira construens* Ehrenb., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert., *Cymbella cistula* (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn., *C. tumida* (Bréb. in Kütz.) van Heurck, *Encyonema caespitosa* Kütz., *Gomphonema truncatum* Ehrenb., *Planothidium lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Round et Bukht., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. tripunctata* (O. Müll.) Bory, *Amphora ovalis* Kütz. и *Oedogonium* sp. st. Кроме того, на воздушно-водных и погруженных растениях с высокой частотой встречались *Gomphonema angustum* C. Agardh и *Cocconeis pediculus* Ehrenb., а только на погруженных — *Fragilaria capucina* Desm. var. *rumpens* (Kütz.) Lange-Bert. ex Bukht., *Synedra acus* Kütz., *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirchn., *Gomphonema acuminatum* Ehrenb. var. *coronatum* (Ehrenb.) Rabenh., *Gomphonema augur* Ehrenb., *Epithemia sores* Kütz. и *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh.

Видовой состав водорослей эпифитона, найденных на макрофитах разных экологических групп, характеризовался большим сходством (значения КФО составляли 64—72%). Наибольшим сходством характеризовался видовой состав Bacillariophyta (КФО 73—80%), а также видовой состав зеленых водорослей (КФО 60—70%). Видовой состав Суанорокарыота был довольно сходным (КФО 50—58%). В то же время видовой состав Streptophyta на воздушно-водных и погруженных, а также на погруженных и растениях с плавающими листьями заметно отличался (КФО 32 и 26%). Только на воздуш-

но-водных и растениях с плавающими листьями видовой состав Streptophyta был довольно сходным (КФО 57%).

Использование метода мер включения позволило установить, что преимущественное большинство видов водорослей, обнаруженных на растениях с плавающими листьями, найдено и на воздушно-водных ( $K = 84\%$ ), и на погруженных растениях ( $K = 93\%$ ). При этом большая часть видов водорослей эпифитона, обнаруженных на воздушно-водных растениях, найдена на погруженных растениях ( $K = 81\%$ ), а также на растениях с плавающими листьями ( $K = 65\%$ ). В то же время только около половины видов водорослей, обитающих на погруженных растениях, было обнаружено на гелофитах и растениях с плавающими листьями ( $K = 55$  и  $49\%$ , соответственно). Всего 70 видов эпифитных водорослей (32,4% общего числа найденных видов) обнаружено только на погруженных растениях. Среди них зарегистрированы представители Bacillariophyta — 28 видов (29,5% общего числа видов диатомовых водорослей), Streptophyta — 18 (75,0% общего числа видов стрептофитовых водорослей), Chlorophyta — 15 (33,3% общего числа видов зеленых водорослей), Cyanoprokaryota — 7 (29,2% общего числа видов синезеленых водорослей), а также Dinophyta и Chrysophyta — по одному виду.

Количественные показатели развития фитоэпифитона на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, также существенно отличались. На воздушно-водных растениях численность эпифитных водорослей изменялась от 0,094 (на рогозе узколистном) до 6,471 млн. кл./г (на маннике большом), а их биомасса колебалась от 0,15 (на рогозе узколистном) до 8,37 мг/г (на стрелолисте стрелолистном) (табл. 5).

На растениях с плавающими листьями количественные показатели были несколько выше: численность изменялась от 0,075 (на кубышке желтой) до 16,386 млн. кл./г (на кувшинке белой), а их биомасса — от 0,05 (на кубышке желтой) до 19,96 мг/г (на кувшинке белой). Наиболее высокие количественные показатели развития фитоэпифитона зарегистрированы на погруженных растениях, где его численность изменялась от 0,900 (на наяде морской) до 340,750 млн. кл./г (на роголистнике погруженном), а биомасса — от 1,45 (на рдесте пронзеннолистном) до 896,99 мг/г (роголистнике погруженном).

Средняя численность фитоэпифитона на воздушно-водных растениях была в 3,4, а его биомасса — в 5,2 раза ниже, чем на растениях с плавающими листьями. При этом на погруженных растениях средняя численность фитоэпифитона на порядок превышала аналогичные показатели на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями, а его средняя биомасса была на два порядка выше, чем на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями.

По численности на макрофитах всех экологических групп преобладали диатомовые водоросли. Их вклад в общую численность фитоэпифитона в среднем составлял 48,6—90,6%. Второе место занимали зеленые (9,6—38,9%), третьи — синезеленые (0,9—11,1%) и четвертое — стрептофитовые водоросли (0,1—0,8%).

**5. Численность и биомасса водорослей эпифитона на высших водных растениях разных экологических групп в придаточной сети Каневского водохранилища**

Виды высших водных растений	Численность, млн. кл/г	Биомасса, мг/г
Воздушно-водные растения		
<i>Butomus umbellatus</i>	$\frac{0,425 - 2,181}{1,303}$	$\frac{0,28 - 1,53}{0,91}$
<i>Glyceria maxima</i>	$\frac{2,473 - 6,471}{4,472}$	$\frac{2,79 - 3,61}{3,20}$
<i>Phragmites australis</i>	$\frac{0,283 - 0,633}{0,458}$	$\frac{0,37 - 0,77}{0,57}$
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	$\frac{0,226 - 3,118}{1,541}$	$\frac{0,24 - 8,37}{4,10}$
<i>Scirpus lacustris</i>	$\frac{0,195 - 1,751}{1,103}$	$\frac{0,50 - 3,01}{1,68}$
<i>Sparganium erectum</i>	$\frac{0,349 - 1,279}{0,814}$	$\frac{0,60 - 1,66}{1,13}$
<i>Typha angustifolia</i>	$\frac{0,094 - 4,331}{1,525}$	$\frac{0,15 - 2,79}{1,02}$
В среднем	1,602	1,80
Растения с плавающими листьями		
<i>Nuphar lutea</i>	$\frac{0,075 - 14,310}{4,937}$	$\frac{0,05 - 17,35}{9,54}$
<i>Nymphaea alba</i>	$\frac{3,211 - 16,386}{9,799}$	$\frac{2,91 - 19,96}{12,44}$
<i>Trapa natans</i>	$\frac{0,115 - 2,489}{1,403}$	$\frac{0,20 - 17,27}{6,02}$
В среднем	5,380	9,33
Погруженные растения		
<i>Batrachium fluitans</i>	$\frac{38,691 - 142,534}{90,613}$	$\frac{64,78 - 547,95}{306,36}$
<i>Ceratophyllum demersum</i>	$\frac{2,710 - 340,750}{82,996}$	$\frac{2,41 - 896,99}{159,10}$
<i>Elodea canadensis</i>	$\frac{4,047 - 67,154}{32,063}$	$\frac{4,24 - 707,97}{104,96}$
<i>Myriophyllum spicatum</i>	$\frac{7,209 - 125,675}{53,675}$	$\frac{3,02 - 402,96}{123,24}$

Продолжение табл. 5

<i>Najas marina</i>	0,900 – 49,225 28,390	1,66 – 55,21 27,27
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1,206 – 124,210 36,370	1,45 – 317,62 51,26
<i>Potamogeton pectinatus</i>	7,993 – 198,826 77,694	9,98 – 294,02 96,25
В среднем	57,400	125,48

Примечание. Над чертой приведены пределы колебаний численности и биомассы фитоэпифитона, под чертой — их средние значения.

На высших водных растениях всех экологических групп Bacillariophyta и Chlorophyta формировали основу биомассы фитоэпифитона. На воздушно-водных растениях вклад этих отделов в общую биомассу эпифитных водорослей в среднем составлял соответственно 61,7 и 37,0, на растениях с плавающими листьями — 62,8 и 36,1, а на погруженных растениях — 60,4 и 38,4%. Streptophyta занимали третье место (0,3—6,8%).

В состав доминирующего комплекса фитоэпифитона входило 15 видов водорослей, среди которых преобладали Bacillariophyta (13 видов) (табл. 6). Cyanoprokaryota и Chlorophyta представлены одним видом каждый отдел. На растениях всех экологических групп в составе фитоэпифитона доминировали *Melosira varians* C. Agardh, *Staurosira construens* Ehrenb. и *Cocconeis placentula* Ehrenb.

Частота доминирования *Melosira varians* на воздушно-водных растениях составляла 40%, на растениях с плавающими листьями — 16%, а на погруженных растениях — 60%. Вклад этого вида в общую биомассу фитоэпифитона на гелофитах составлял 11—97%, на растениях с плавающими листьями — 12—49%, а на погруженных растениях — 15—87%. Частота доминирования *Cocconeis placentula* на воздушно-водных растениях составляла 40%, на растениях с плавающими листьями — 76%, а на погруженных растениях — 33%. Вклад этого вида в общую биомассу фитоэпифитона на гелофитах составлял 10—97%, на растениях с плавающими листьями — 17—95%, а на погруженных растениях — 19—67%. Частота доминирования *Staurosira construens* составляла соответственно 50, 8 и 10%, а ее вклад в общую биомассу — 11—98% на гелофитах, 10—25% — на растениях с плавающими листьями и 15—25% — на погруженных растениях. На погруженных и растениях с плавающими листьями, кроме указанных выше видов, доминировал и *Oedogonium* sp. st. Только на воздушно-водных растениях в состав доминантов входил *Cocconeis pediculus* Ehrenb., на растениях с плавающими листьями — *Lyngbya kuetzingii* Schmidle, *Amphora libyca* Ehrenb., *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb. и *E. argus* (Ehrenb.) Kütz., а на погруженных растениях — *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert., *Cymbella cistula* (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn., *C. lanceolata* (Ehrenb.) Kirchn., *C. tumida* (Bréb. in Kütz.) van Heurck, *E. sorex* Kütz. и *E. turgida* (Ehrenb.) Kütz.

### 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	—
Bacillariophyta			
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	d	d	d
<i>Stausosira construens</i> Ehrenb.	d	d	d
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	—	—	d
<i>Cymbella cistula</i> (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn.	—	—	d
<i>C. lanceolata</i> (Ehrenb.) Kirchn.	—	—	d
<i>C. tumida</i> (Bréb. in Kütz.) van Heurck	—	—	d
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	d	—	—
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	d	d	d
<i>Amphora libyca</i> Ehrenb.	—	d	—
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	—	d	—
<i>E. argus</i> (Ehrenb.) Kütz.	—	d	—
<i>E. sores</i> Kütz.	—	—	d
<i>E. turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	—	—	d
Chlorophyta			
<i>Oedogonium</i> sp. st.	—	d	d

Таким образом, основу видового богатства фитоэпифитона высших водных растений придаточной сети Каневского водохранилища составляли преимущественно представители отделов Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta. На долю водорослей из других отделов приходилось лишь 13,0%. Диатомовые, зеленые и стрептофитовые водоросли входили в число ведущих отделов, классов, порядков, семейств и родов на макрофитах всех изученных экологических групп. Значительно реже и только в число ведущих порядков входили синезеленые водоросли.

Установлено, что распределение видов эпифитных водорослей на растениях, относящихся к разным экологическим группам, неравномерно. На погруженных растениях обнаружено в 1,4 раза больше видов водорослей, чем на воздушно-водных и в 1,9 раза больше, чем на растениях с плавающими листьями.

Видовое богатство эпифитных водорослей на одном и том же виде растений, на растениях в пределах одной экологической группы, а также на растениях, относящихся к разным экологическим группам, значительно варьировало.

Видовой состав водорослей эпифитона, найденных на макрофитах разных экологических групп, характеризовался большим сходством. Установлено, что на погруженных растениях найдено преимущественное большинство видов водорослей эпифитона, обнаруженных на воздушно-водных растениях и на растениях с плавающими листьями.

Количественные показатели развития фитоэпифитона на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам, также существенно отличались. На погруженных растениях средняя численность фитоэпифитона на порядок превышала аналогичные показатели на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями, а его средняя биомасса была на два порядка выше, чем на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями.

По численности на макрофитах всех экологических групп преобладали диатомовые водоросли, второе место занимали зеленые, третье — синезеленые и четвертое — стрептофитовые водоросли. Основу биомассы фитоэпифитона составляли Chlorophyta и Bacillariophyta и, в меньшей степени, — Streptophyta. Доминировали и наиболее часто встречались преимущественно диатомовые водоросли.

Вариабельность видового богатства фитоэпифитона на одном и том же виде растений, а также на растениях в пределах одной экологической группы и на растениях, относящихся к разным экологическим группам, очевидно, обусловлена рядом факторов, из которых наиболее важными являются характер субстрата, прочность прикрепления к нему водорослей, положение обрастающей поверхности в пространстве, воздействие экзометаболитов высших водных растений, степень развития на них моллюсков, химический состав воды в зарослях, их густота, интенсивность освещения как водной поверхности, так и самого растения-субстрата, степень изменения спектрального состава солнечной радиации на разных глубинах, а также динамика водных масс.

### **Заключение**

Впервые обобщены данные о видовом составе, таксономической структуре и количественных показателях развития эпифитных водорослей, а также особенностях их распределения на высших водных растениях разных экологических групп, в придаточной сети Каневского водохранилища. Всего обнаружено 216 видов водорослей, представленных 224 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида). Основу видового богатства фитоэпифитона составляли Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta. Распределение количества видов эпифитных водорослей, а также их численности и биомассы на растениях, относящихся к разным экологическим группам, существенно отличалось. На погруженных растениях видовое богатство и количественные показатели развития

фитоэпифитона были значительно выше, чем на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями.

Колебания видового богатства эпифитных водорослей на одном и том же виде растений, а также на растениях в пределах одной экологической группы и на растениях, относящихся к разным экологическим группам, обусловлены воздействием как физико-химических, так и биологических факторов.

Полученные данные могут быть использованы для дальнейшего мониторинга, а также оценки экологического состояния Каневского водохранилища согласно требованиям Водной Рамочной Директивы 2000/60/ЕС [24].

\*\*

*Вперше узагальнено дані щодо видового складу, таксономічної структури і кількісних показників розвитку епіфітних водорослей, а також особливостей їхнього розподілу на вищих водних рослинах різних екологічних груп, які вегетують у додатковій мережі Канівського водосховища. Всього зареєстровано 216 видів водорослей, представлених 224 внутрішньовидовими таксонами (включно з номенклатурним типом виду). Основу видового багатства фітоепіфітону склали Bacillariophyta, Chlorophyta і Streptophyta. Розподіл видів епіфітних водорослей на рослинах, які належать до різних екологічних груп, нерівномірний. На занурених рослинах знайдено у 1,4 разу більше видів водорослей, ніж на повітряно-водних і у 1,9 разу більше, ніж на рослинах з плаваючим листям. Кількісні показники розвитку фітоепіфітону на вищих водних рослинах, які належать до різних екологічних груп, також суттєво відрізнялись. На занурених рослинах середня чисельність фітоепіфітону на порядок перевищувала аналогічні показники на повітряно-водних і рослинах з плаваючим листям, а його середня біомаса була на два порядки вищою, ніж на повітряно-водних і рослинах з плаваючим листям.*

*Отримані дані можуть бути використані для подальшого моніторингу, а також оцінки екологічного стану Канівського водосховища відповідно вимогам Водної Рамкової Директиви.*

\*\*

*The species composition, taxonomic structure, and quantitative indices of the development of epiphytic algae, and also the peculiarities of their distribution on higher aquatic plants of various ecological groups occurring in the additional net of the Kanev Reservoir have been generalized for the first time. On the whole, 216 algae species represented by 224 infraspecific taxa, including those containing nomenclatural types of species, were found in the studied section of the reservoir. Bacillariophyta, Chlorophyta, and Streptophyta included the largest number of species. The distribution of epiphytic algae species on plants belonging to different ecological groups is non-uniform. On submerged plants, the number of algae species was 1.4 times higher than that on half-submerged plants and almost 1.9 times higher than that on plants with floating leaves. On higher aquatic plants belonging to various ecological groups, the quantitative indices of phytoepiphyton development also essentially differed. On submerged plants, the average numbers of phytoepiphyton were one order of magnitude higher than those of half-submerged and plants with floating leaves, whereas its average biomass was two orders of magnitude higher than that on half-submerged and plants with floating leaves.*

*The obtained data can be used for further monitoring, and also for the assessment of the ecological state of the Kanev Reservoir according to the requirements of the Water Framework Directive.*



\*\*

1. *Баринова С.С., Мегведсва Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив, 2006. — 498 с.
2. *Василевич В.И.* Статистические методы в геоботанике. — Л.: Наука, 1969. — 232 с.
3. *Дубняк С.С.* Еколого-гідрологічне районування рівнинних водоймищ (на прикладі Канівського водоймища) // Другий з'їзд Гідроекологічного товариства України: Тези доп., Київ, 27—31 жовт. 1997 р. — К., 1997. — С. 201—202.
4. *Комулайнен С.Ф.* Об опыте использования фитоперифитона при диагностике состояния речных экосистем // Биоиндикация в мониторинге пресноводных систем: Тез. докл. Междунар. конф., Санкт-Петербург, 23—27 окт. 2006 г. — СПб., 2006. — С. 74.
5. *Макаревич Т.А., Остапеня А.П., Павлютин А.П.* Роль перифитона в миграции радионуклидов в озерной экосистеме // Гидробиол. журн. — 1994. — Т. 30, № 4. — С. 53—58.
6. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін. — НАН України. Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
7. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С.* Толковый словарь современной фитоценологии. — М.: Наука, 1983. — 133 с.
8. *Оксиук О.П., Тимченко В.М., Давыдов О.А. и др.* Состояние экосистемы Киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования. — Киев: Ин-т гидробиологии НАНУ, 1999. — 60 с.
9. *Оксиук О.П., Давыдов О.А., Дьяченко Т.Н. и др.* Донная растительность речного участка Каневского водохранилища. — Киев: Ин-т гидробиологии НАНУ, 2005. — 40 с.
10. *Разнообразие водорослей Украины* / Под ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // Альгология. — 2000. — Т. 10, № 4. — 309 с.
11. *Растительность и бактериальное населения Днепра и его водохранилищ* / Под. ред. Н.В. Кондратьевой. — Киев: Наук. думка, 1989. — 232 с.
12. *Россолимо Л.Л.* Изучение лимнических систем под воздействием антропогенного фактора. — М.: Наука, 1977. — 144 с.
13. *Рычкова М.А.* Индикаторные возможности перифитона (водорослей-обрастаний) в литорали Ладожского озера // Биоиндикация в мониторинге пресноводных систем: Тез. докл. Междунар. конф., Санкт-Петербург, 23—27 окт. 2006 г. — СПб., 2006. — С. 130.
14. *Таращук О.С.* Видовой состав фитоэпифитона рдеста курчавого (*Potamogeton crispus* L.) на речном участке Каневского водохранилища (Украина) // Альгология. — 2005. — Т. 15, № 3. — С. 310—325.
15. *Таращук О.С.* Епіфітні угруповання водоростей стариці річки Десни — Десенки (Україна) // Природничий альманах. Серія: Біол. науки. — 2006. — Вип. 8. — С. 223—229.
16. *Таращук О.С.* Фітоепіфітон основного русла річкової ділянки Канівського водосховища коло м. Вишгорода // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер.: Біологія. — 2006. — №2 (29). — С. 13—15.



17. Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Эпифитные водоросли озерного участка Каневского водохранилища (Украина) // Альгология. — 2011. — Т. 21, № 2. — С. 202—212.
18. 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. — 3(48). — С. 38—43.
19. Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Фитозепифитон речного участка Каневского водохранилища (Украина) // Альгология. — 2012. — Т. 22, № 2. — С. 198—207.
20. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины. — Киев: Наук. думка, 2006. — 384 с.
21. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища шк., 1984. — 333 с.
22. Шмигт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. — 176 с.
23. *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, E. Nevo. — Ruggell; Gantner Verlag, 2006. — 716 p.
24. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. — L. 327, 22.12.2000. — 72 p.
25. Klochenko P.D., Kharchenko G.V., Zubenko I.B., Shevchenko T.F. Some peculiarities of accumulation of heavy metals by macrophytes and epiphyton algae in water bodies of urban territories. — Hydrobiol. J. — 2007. — Vol. 43, Iss. 6. — P. 46—57.
26. Klochenko P.D., Kharchenko G.V., Klenus V.G. et al.  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  accumulation by higher aquatic plants and phytoepiphyton in water bodies of urban territories. — Hydrobiol. J. — 2008. — Vol. 44, Iss. 1. — P. 48—59.
27. Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method // Oceanological and Hydrobiological Studies. — 2014. — Vol. 43, Iss. 3. — P. 137—145.