

УДК [581. 583:582.26](285.3)

Л. Н. Бухтиярова

**ЭПИФИТНЫЕ СООБЩЕСТВА VACILLARIOPHYTA В
ЛЕНТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ КИЕВСКОЙ
ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ¹**

Впервые исследованы видовой состав и сезонная динамика эпифитных сообществ Vacillariophyta шести гидрогенных озер, расположенных в пределах киевской городской агломерации. Обсуждается влияние антропогенной нагрузки на сообщества диатомовых водорослей в условиях мегаполиса. В эпифитоне зарегистрированы редкие в Европе и 17 новых для флоры Украины видов, для сохранения которых необходимо введение водных объектов, где они обитают, в состав заповедного фонда.

Ключевые слова: *Vacillariophyta*, видовой состав, лентические экосистемы, антропогенная нагрузка.

В пределах киевской городской агломерации расположено около 300 водоемов лентического типа, которые по генезису относятся к двум основным группам: *гидрогенные*, возникшие в результате естественных гидрологических процессов, и *искусственные*, появившиеся вследствие деятельности человека [1, 7].

Диатомовые водоросли (ДВ) относятся к основным компонентам водных экосистем и в водоемах киевской городской агломерации достигают 40% общего количества видов водорослей эпифитона [11]. Ряд биологических преимуществ обусловил их широкое использование в биоиндикации экологического состояния водных экосистем [2, 14, 27]. В связи с этим исследование видового состава сообществ ДВ является важной прикладной задачей современной гидробиологии.

Флористико-экологические исследования свидетельствуют о значительном таксономическом богатстве ДВ в озерах Киева: Бабье — 36 видов из 19 родов, Опечень-2 — 40 видов из 23 родов, пруд на р. Нивке — 33 вида из 16 родов [12]; Радужное — 14 видов, Нижний Тельбин (Н. Тельбин) — 17 [10], Иорданское и Вербное — по 9 видов, Тельбин — 14, Алмазное — 5, Вырлица — 16, Луговое (Опечень-5) — 11, оз. Пидбирна — 12, Радужное — 10 (11 внутривидовых таксонов, включая номенклатурный тип вида (ВВТ)), Редь-

¹ Работа выполнена в рамках темы № III-3-11 Национальной академии наук Украины.

© Л. Н. Бухтиярова, 2019

кино — 22, Солнечное — 15, Центральное — 24 [4]. В фитопланктоне озер Бабьего, Синего, Голубого, Опечень-2, прудов Ореховатском, на р. Нивке и Бетонном общее количество видов Bacillariophyta составило 90 (96 ВВТ) [13], однако, какие именно виды найдены в этих водоемах, не сообщается. В большинстве публикаций авторы указывают следующие доминирующие виды: *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Asterionella formosa* Hass. (оз. Вырлица), *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.F.Müller) Simonsen, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compere (оз. Пидбирна), *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz. [4]; *Fragilaria crotonensis* Kitton (оз. Радужное) [10]. Для 13 водоемов (Алмазное, Вербное, Вырлица, Голубое, Луговое (Опечень-5), Пидбирна, Радужное, Редькино, Синее, Солнечное, Тельбин, Центральное, Ореховатский пруд-2) сообщается о высокой частоте встречаемости *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb., *Epithemia sorex* Kütz., *Gomphonema coronatum* (Ehrenb.) Rabenh., *Gomphonema truncatum* Ehrenb., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory, *Rhicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bert., *Ulnaria ulna*. В эпифитоне изученных водоемов зарегистрировано 111 видов Bacillariophyta [9]. Основная информация о видовом составе ДВ в озерах и прудах Киева до настоящего времени содержалась в определителе диатомовых водорослей Украины [8]. Для водоемов лентического типа указывается 65 видов ДВ порядка *Naviculales*, обнаруженных в прудах, и 51 вид — для озер Киева [5].

Большинство проведенных исследований касаются фитопланктона, в меньшей степени — фитоэпифитона, видовой состав которого является надежным индикатором экологического состояния водных экосистем. Приоритетным направлением современной биоиндикации является синбиоиндикация на основе реакции сообществ различных групп гидробионтов на экологические условия. Применение метода Браун-Бланке для классификации эпифитных сообществ водорослей продемонстрировано в работе [11]. В результате проведенных исследований выделена одна ассоциация и две субассоциации, включающие соответственно четыре, семь и четыре диагностических вида ДВ, которые ранее указывались для тех же озер среди наиболее часто встречающихся [9]. Важная роль в синбиоиндикации и процессах самоочищения водной среды принадлежит также микрофитобентосу [6, 16, 26].

Цель проведенных исследований — изучение видового состава эпифитных сообществ Bacillariophyta и его сезонной динамики в лентических экосистемах киевской городской агломерации, а также оценка влияния антропогенной нагрузки на сообщества ДВ в условиях мегаполиса.

Материал и методика исследований. Эпифитные сообщества ДВ исследованы в шести гидрогенных озерах г. Киева. Пойменное оз. Бабье (4,7 га) расположено на Трухановом острове. Во время высоких половодий в него поступает вода из Каневского водохранилища. Антропогенно измененные оз. Тельбин (12,4 га) и Н. Тельбин (6,7 га) используются как рекреационный и технический водоемы. Озера Иорданское и Вербное (16,7 га) относятся к старицам (р. Почайны) — водоемам, возникшим в руслах бывших рукавов и притоков р. Днепр, они также выполняют роль рекреационных водоемов [7]. Озеро Гарячка (14,0 га) используется как технический водоем (золоотвал

Дарницкой ТЭЦ № 4). Исследованные водоемы, кроме оз. Гарячка, имеют песчаное дно.

Пробы отбирали посезонно в 2015 г. и обрабатывали по общепринятым методикам [3]. Весенние пробы отобраны при температуре воды 6—12°C, летние — 20—23°C, осенние — 12—15°C. Всего проведено пять сборов, по семь проб для каждого озера. В каждом исследованном озере пробы отбирали с двух видов высших водных растений, преимущественно *Ceratophyllum demersum* и *Phragmites australis*, при их отсутствии — с *Myriophyllum spicatum* и *Typha latifolia*. Отбор проб в оз. Бабьем в летний сезон не проводили.

Видовой состав ДВ определяли в постоянных препаратах, приготовленных по стандартным методикам [3] с использованием среды с высоким коэффициентом преломления (Naphrax®, R.1. = 1,7). Микрофотосъемка проведена с помощью светового микроскопа Olympus BX 51, объектив ×100 PlanAchromat, оборудованного камерой Canon EOS 600 D и программой Helicon Remote (version 3.6.2w).

Виды идентифицировали с использованием определителей Bacillariophyta Европы [20—23] и монографических обработок отдельных таксонов [17—19, 24, 25 и др.]. Индикаторные характеристики видов приведены в соответствии с [15, 28]. Сходство видовой состава сообществ эпифитона отдельных озер определяли с использованием кластерного анализа по методу Варда² [29].

Результаты исследований и их обсуждение

В эпифитных сообществах исследованных лентических экосистем г. Киева зарегистрировано 173 ВВТ ДВ из 45 родов, в том числе 17 видов, новых для флоры Украины (табл. 1). В оз. Бабьем найдено 63 ВВТ из 32 родов, оз. Вербном — 56 из 21 рода, оз. Иорданском — 66 из 17 родов, оз. Тельбин — 49 из 19 родов, оз. Н. Тельбин — 65 из 16 родов, оз. Гарячка — 22 из 10 родов. Комплекс видов с высокой частотой встречаемости представлен на рис. 1.

Кроме представленных в табл. 1, эпифитные сообщества ДВ в водоемах, находящихся в условиях умеренной антропогенной нагрузки, включали характерные только для каждого из них. В оз. Бабьем обнаружено 27 таких видов, среди которых шесть впервые зарегистрированы на территории Украины: *Amphipleura pellucida* (Kütz.) Kütz (в), **Amphora indistincta* Levkov (в), *Caloneis lancettula* (P. Schulz) Lange-Bert. et Witkowski (в), *Cymbella* af. *proxima* Reimer (в), *C. tumidula* Grun. (в), *Epithemia goeppertiana* Hilse (о), *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rabenh. (в), *Fragilariforma nitzschoides* (Grun.) Lange-Bert. (в), *Gomphonema innocens* Reichardt (в), **G. minusculum* Krasske (в), **G. procerum* Reichardt et Lange-Bert. (в), *G. sarcophagus* Gregory (в), **Grunowia solgensis* (Cl.-Euler) M. Aboal (в), *Luticola ventricifusa* Lange-Bert. (в), *Na-*

² Автор благодарен старшему научному сотруднику Института эволюционной экологии НАН Украины И. Гончаренко за помощь в построении дендрограммы сходства видовой состава исследованных эпифитных Bacillariophyta.

1. Сезонная динамика видового состава эпифитных сообществ Bacillariophyta в исследованных лентических экосистемах киевской городской агломерации

Таксоны	Озеро / Сезон					
	Бабые	Тельбин	Вербное	Иордан-ское	Н. Тель-бин	Гарячка
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenb.	В О	В О	В Л О	В Л О	В Л	В
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	В О	В Л О	В Л О	О	О	
<i>Encyonema ventricosum</i> (Kütz.) Grun.	В О	В О	В О	В	В	
<i>Hippodonta</i> af. <i>capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert.	В	Л	В	В Л	В Л	
<i>Gomphonema micropus</i> Kütz.	В	Л	В Л	В	В	
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kütz.) J. B. Petersen	В	В О	В Л	В		В
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.		В Л	В Л О	В О	В Л	В
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.		В	В Л О	В Л	В Л	В
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D. M. Williams et F. E. Round		В	В Л О	В О	Л	В
<i>Encyonema caespitosum</i> (Kütz.) Brun	В О	В Л	В Л О	В Л		
<i>Gomphonema italicum</i> Kütz.	В О	В Л	В О	В		
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman et Archibald	В	В Л	В	В Л О		
<i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer	О	Л О	В О	В Л		
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabenh.) D. G. Mann in F. R. Round et al.	О	Л О	В О	В Л		
<i>Fragilaria distans</i> (Grun.) Bukht.	В	В	В Л	О		
* <i>Gomphonema parallelistriatum</i> Lange-Bert. et Reichardt	О	Л	В	В		
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	В	В	В О		В Л	
<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) Abol	Л	В Л	В		В	
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert.	О		О	Л	О	
<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grun.	О		О	В	В	

Продолжение табл. 1

Таксоны	Озеро / Сезон					
	Бабые	Тельбин	Вербное	Иордан-ское	Н. Тель-бин	Гарячка
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grun.) Grun.	В			В	Л	В
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Breb. ex Kütz.) Lange-Bert.		В	В Л	В	В Л	
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grun.) Grun.		В Л	В	В О	Л	
<i>Navicula tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory		В	О	В	В	
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bert.		В	В	В О	В	
<i>Fragilaria intermedia</i> (Grun.) Grun.		Л	В	В	Л	
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kütz.) F. E. Round et Bukht.		В Л		В	В Л	В
* <i>Gomphonema subclavatum</i> (Grun.) Grun.	В О	О	Л О			
<i>Rhopalodia gibba</i> Ehrenb.	В	О	О			
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	В	В		Л		
* <i>Nitzschia fossilis</i> (Grun.) Grun.	В	Л		О		
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.) D. M. Williams et F. E. Round	В	Л			Л	
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) F. E. Round	В	В			В	
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	В		В	В О		
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Breb.	О		О	Л		
<i>Gomphonema af. productum</i> (Grun.) Lange-Bert et Reichardt	В		В	В		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	В		В О		В	
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki	В О		В Л			В
* <i>Nitzschia af. subacicularis</i> Hust. in Schmidt et al.	В				Л	В

Продолжение табл. 1

Таксоны	Озеро / Сезон					
	Бабые	Тельбин	Вербное	Иордан-ское	Н. Тель-бин	Гарячка
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.		В Л	В Л О	О		
<i>Fragilaria radians</i> (Kütz.) D. M. Williams et F. E. Round		В О	В	В		
* <i>Gomphonema pala</i> Reichardt		В	В	В		
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.		В	Л	О		
<i>Achnanthes exigua</i> Grun. in Cleve et Grun.		Л		О	В	
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.		Л			В Л	В
<i>Halamphora veneta</i> (Kütz.) Levko			В Л О	Л	Л	
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grun.) F. E. Round et Basson			О	Л О	Л	
<i>Navicula menisculus</i> Schu- man			В	В	Л	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.			В	В	О	
* <i>Achnantheidium eutrophylum</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.			В	В	Л	
<i>Navicula veneta</i> Kütz.				В	В	В
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	О	В Л				
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Smith	Л	Л				
<i>Staurosirella pinnata</i> var. <i>in- tercedens</i> (Grun.) Hamilton	О	Л				
<i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh	О	В				
<i>Aneumastus stroesei</i> (Østrup) D. G. Mann et Stickle	В		Л			
<i>Fragilaria</i> af. <i>perminuta</i> (Grun.) Lange-Bert.	В		В			
<i>Cymbela affiniformis</i> Kram- mer	В О			Л О		
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	В			В		

Продолжение табл. 1

Таксоны	Озеро / Сезон					
	Бабые	Тельбин	Вербное	Иордан-ское	Н. Тель-бин	Гарячка
<i>Gomphonema trigonocephalum</i> Ehrenb.	В			В		
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenb.) Cleve	В			О		
<i>Gomphonema brebissonii</i> Kütz.	В			В		
<i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschk.	В				В Л	
<i>Navicula slesvicensis</i> Grun.	В				В	
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	В					В
<i>Melosira varians</i> C. Agardh		В Л		В О		
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh		В Л	В			
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.		О	В			
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenb.		Л	О			
<i>Gomphonema turgidum</i> Ehrenb.		Л	Л			
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bert.		В	О			
<i>Staurosira construens</i> (Ehrenb.) Grun.		Л		Л		
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W. Smith) Abol et P. C. Silva		В			В Л	
<i>Nitzschia amphibioides</i> Hust.		Л				В
<i>Encyonema vulgare</i> Krammer			В О	В О		
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) V. Heurck			В О	О		
<i>Cymbella helvetica</i> Kütz.			В	В		
* <i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bert. et Reichardt			В	В		
<i>Halamphora oligotrappenta</i> (Lange-Bert.) Levkov			О	Л		
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer			Л	В		

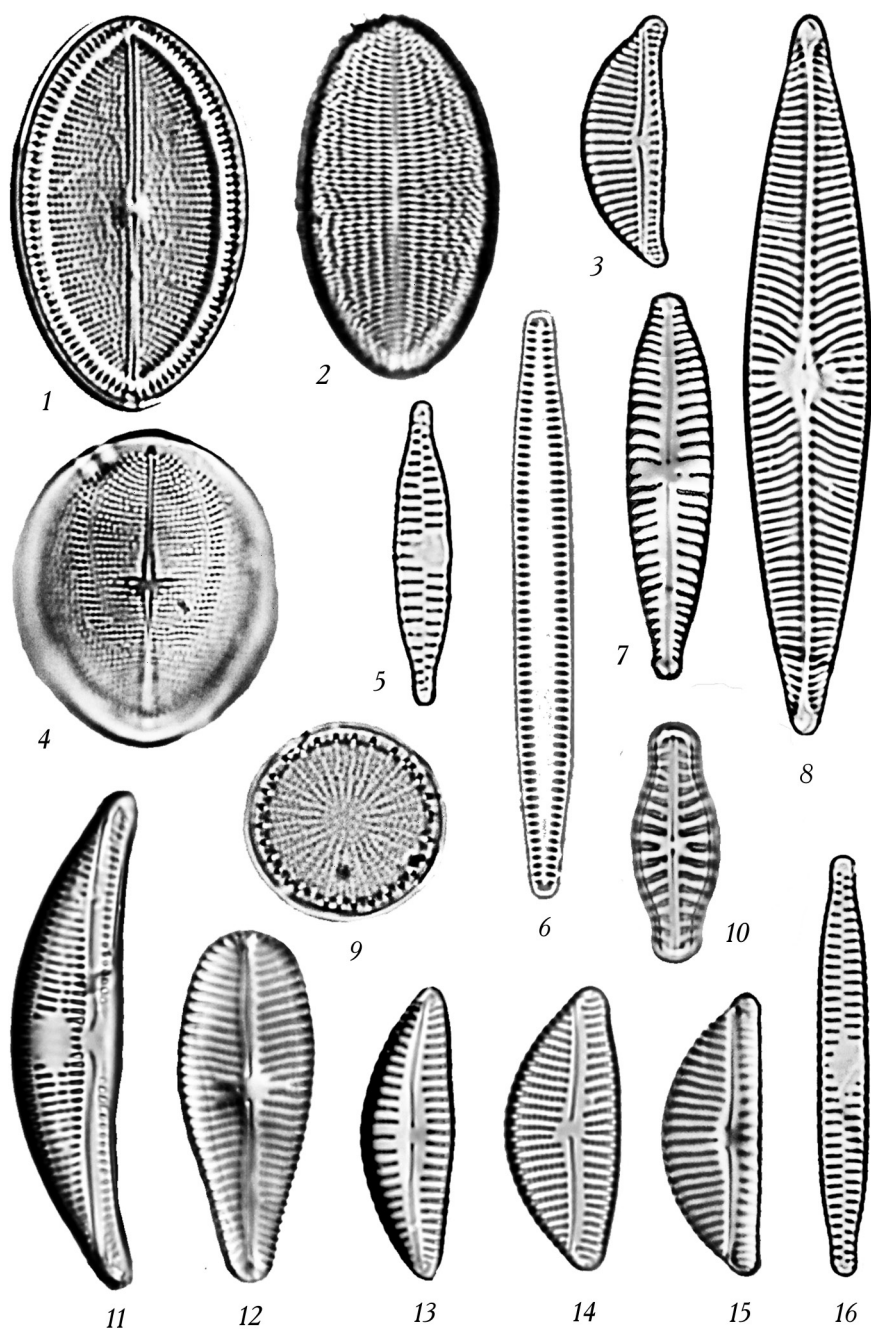
Продолжение табл. 1

Таксоны	Озеро / Сезон					
	Бабые	Тельбин	Вербное	Иордан-ское	Н. Тель-бин	Гарячка
<i>Fragilaria tenera</i> var. <i>nanana</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert. et Ulrich			В		В	
<i>Surirella brebisonii</i> Krammer			Л		Л	
<i>Navicula capitatoradiata</i> Lange-Bert.				Л	Л	
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenb.) D. M. Williams et F. E. Round				О	В	
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kütz.) Grun.				В		В
<i>Surirella minuta</i> Bréb. ex Kütz.					В Л	В
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grun.					В Л	В
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.					В	В
<i>Nitzschia communis</i> Rabenh.					В	В
<i>Nitzschia capitellata</i> Hust.					Л	В
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.					Л	В

П р и м е ч а н и е. в — весна (t воды 6—12°C), л — лето (t воды 18—21°C), о — осень (t воды 12—15°C); * новый для флоры Украины таксон.

vicula antonii Lange-Bert. (о), *N. libonensis* Schoeman (в), *N. oblonga* (Kütz.) Kütz. (о), *Nitzschia linearis* var. *tenuis* (W. Smith) Grun. (в), *N. subtilis* Grun. (в), *Pantocsekiella ocellata* (Pantocsek) K.T. Kiss et E. Acs (о), *Pinnularia brebissonii* (Kütz.) Rabenh. (в), *P. isselana* Krammer (в), **P. pulchra* Østrup (в), *P. perinterrupta* Krammer (в), *Planothidium haynaldii* (Scharschmidt) Lange-Bert. (в), *Sellaphora laevissima* (Kütz.) D.G. Mann (в), **Stauroneis acidoclinata* Lange-Bert. et Werum (в).

В оз. Тельбин зарегистрировано 12 видов ДВ, которые не встречались в других исследованных озерах: *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen (в), *Cymbella subcistula* Krammer (в), *Diatoma vulgare* Bory (в), *Fragilaria crotonensis* Kitton (о), *F. mesolepta* Rabenh. (в), *F. pararumpens* Lange-Bert. et al. (л), *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Kütz. (о), *G. pratense* Lange-Bert. et Reichardt (л), *Pinnularia viridiformis* Krammer (л), *Planothidium dubium* (Grun.) F. E. Round et Bukht. (л), *Pseudostaurosira subconstricta* (Grun.) Kulikov. et Genkal (во), *Ulnaria ulna* (л).



1. Виды Bacillariophyta с высокой частотой встречаемости в эпифитных сообществах изученных лентических экосистем киевской городской агломерации. 1, 2 — *Cocconeis lineata* Ehrenb., прикрепляющаяся (1) и контактирующая (2) створки; 3 — *Encyonema ventricosum* (Kütz.) Grun.; 4 — *Cocconeis pediculus* Ehrenb., прикрепляющаяся створка; 5 — *Fragilaria vaucheriae* (Kütz.) J.B. Petersen; 6 — *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et F.E. Round; 7 — *Gomphonema micropus* Kütz.; 8 — *Navicula radiosa* Kütz.; 9 — *Stephanodiscus hantzschii* Grun.; 10 — *Hippodonta* af. *capitata* (Ehrenb.) Lange-Bert.; 11 — *Amphipora copulata* (Kütz.) Schoeman et Archibald; 12 — *Gomphonema italicum* Kütz.; 13 — *Cymbella neoleptoceros* Krammer; 14 — *Encyonema caespitosum* (Kütz.) Brun. 15 — *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann. 16 — *Fragilaria distans* (Grun.) Bukht.

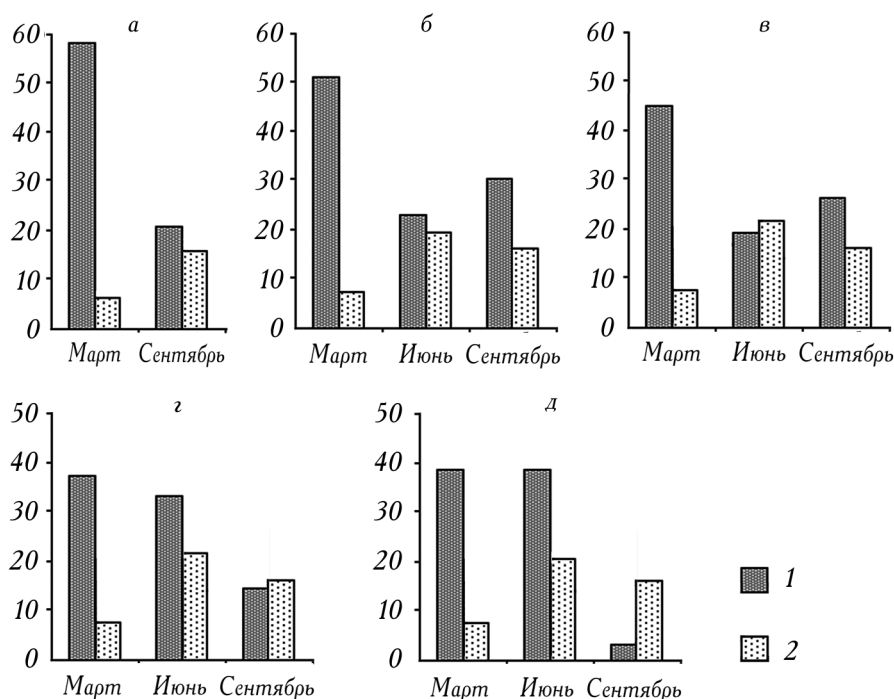
В эпифитоне оз. Вербного зарегистрировано 15 видов ДВ, которые не встречались в других исследованных озерах и среди которых один впервые зарегистрирован на территории Украины: *Achnanthydium jackii* Rabenh. (в), *Aneumastus tusculus* (Ehrenb.) D.G. Mann (в), *Cymbella hustedtii* Krasske (ло), *Cymbopleura inaequalis* (Ehrenb.) Krammer (о), *Craticula buderi* (Hust.) Lange-Bert. (л), *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kütz.) D.M. Williams et F.E. Round (в), *Eunotia lunaris* (Ehrenb.) Grun (о), *Fragilaria pararumpens* Lange-Bert. et al. (л), *F. tenera* (W. Smith) Lange-Bert. (о), *Gomphonema affine* Kütz. (в), *G. minutum* (C. Agardh) C. Agardh (в), **Nitzschia adamata* Hust. (в), *Placoneis abiscoensis* (Hust.) Lange-Bert. et al. (л), *Sellaphora pseudopupula* (Krasske) Lange-Bert. (в), *Staurosira venter* (Ehrenb.) Cleve et J.D. Mölder (л).

В эпифитоне оз. Иорданского обнаружено восемь таксонов ДВ, отсутствовавших в других озерах: *Caloneis molaris* (Grun.) Krammer (о), *Cymbella aspera* (Ehrenb.) Cleve (о), *Gomphonema truncatum* Ehrenb. (л), *Navicula cari* Ehrenb. (о), *N. digitoconvergens* Lange-Bert. (ло), *N. radiosafallax* Lange-Bert. (в), *Ulnaria capitata* (Ehrenb.) Compere (о), *U. ulna* var. *spatulifera* (Grun.) Aboal (о).

В водоемах с высокой антропогенной нагрузкой также отмечены комплексы эпифитных ДВ, характерные лишь для них. Так, в оз. Н. Тельбин зарегистрировано 19 таких видов, среди которых три найдены на территории Украины впервые: *Achnanthydium kranzii* (Lange-Bert.) F.E. Round et Bukht. (л), *Diploneis marginestrata* Hust. (л), *Fallacia pygmaea* (Kütz.) Stickle et D.G. Mann (л), *Gomphoneis olivaceum* (Hornemann) P.A. Dawson ex Ross et P.A. Sims (ло), *Martyana marty* (Heribaud) F.E. Round (л), *Navicula rhyngocephala* Hust. (вл), **Nitzschia acicularioides* Hust. (в), *N. acidoclinata* Lange-Bert. (в), **N. lacuum* Lange-Bert. (в), *N. agnita* Hust. (л), *N. gessneri* Hust. (в), *N. linearis* (C. Agardh) W. Smith (в), *N. microcephala* Grun. (л), *N. palea* (Kütz.) W. Smith (л), *N. paleacea* (Grun.) Grun. (л), **N. subrostratoides* Cholnoky (в), *Pseudostaurosira parasitica* var. *subconstricta* (Grun.) E. Morales (в), *Surirella bifrons* Ehrenb. (л), *Tryblionella apiculata* Gregory (в).

В эпифитоне ДВ оз. Горячка в весенний сезон обнаружен вид *Fistulifera pelliculosa* (Breb. ex Kütz.) Lange-Bert., который не был найден в других исследованных озерах. В летний и осенний периоды в этом озере ДВ отсутствовали.

В большинстве изученных озер в эпифитоне преобладали индикаторы β -мезосапробной зоны и присутствовали индикаторы олигосапробной и ксеносапробной зон, при этом последняя группа имела заметное видовое богатство только в оз. Бабьем в весенний период — 28%. Виды-индикаторы α -мезосапробной и полисапробной зон наиболее представлены в оз. Н. Тельбин: 43% весной и 65% летом. В эпифитоне оз. Горячка ДВ отмечены лишь в весенний период. Все обнаруженные в этом озере виды относятся к индикаторам α -мезосапробной и полисапробной зон, то есть, являются толерантными к значительному загрязнению водной среды. Летом и осенью ДВ в нем отсутствовали, что свидетельствует о чрезмерном загрязнении водной среды стоками Дарницкой ТЭЦ и ее непригодности для жизнедеятельности даже очень устойчивых к загрязнению видов.



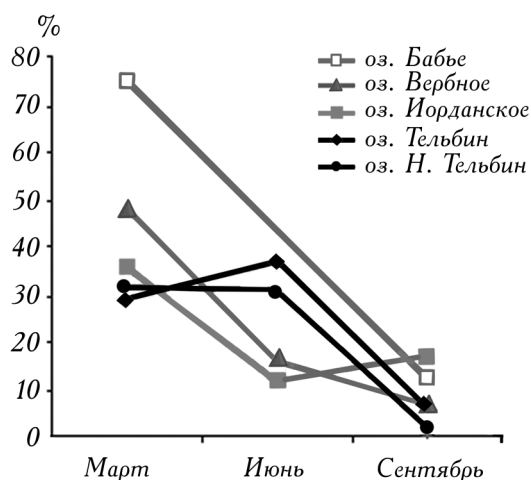
2. Сезонная динамика видового богатства эпифитных сообществ Bacillariophyta в лентических экосистемах киевской городской агломерации: а — оз. Бабье, б — оз. Вербное, в — оз. Иорданское, г — оз. Тельбин, д — оз. Н. Тельбин; 1 — количество видов; 2 — температура воды.

В целом, индикаторные характеристики эпифитных ДВ свидетельствуют о существенной антропогенной нагрузке на исследованные водные экосистемы в течение всего вегетационного периода, в особенности в летний и осенний сезоны. Лишь в озерах Бабьем и Вербном состав индикаторных видов указывает на умеренное загрязнение водной среды в весенний период, когда в этих озерах зафиксировано свыше 50% олигосапробионтов и ксеносапробионтов.

Видовое богатство ДВ в эпифитоне озер Бабьего, Вербного, Иорданского имеет обратную зависимость от температуры воды (рис. 2, а—в), что является общеизвестной закономерностью. В этих озерах максимальное видовое богатство отмечено ранней весной при температуре воды 6—7°C. В озерах Тельбин и Н. Тельбин видовое богатство ДВ при повышении температуры воды незначительно снижалось или не изменялось (см. рис. 2, г, д). Это, по нашему мнению, связано с наличием значительного количества биогенных веществ в водной среде, поступающих в водоемы вследствие функционирования большого города. Оз. Тельбин расположено на территории крупного жилого массива и используется как рекреационный водоем, а оз. Н. Тельбин — как технический. Наличие большого количества органических веществ в этих озерах подтверждает присутствие в них значительного количества α -мезосапробных и полисапробных видов на протяжении всего вегетационного периода: 30—32% в оз. Тельбин и 47—65% в оз. Н. Тельбин. Следует отме-

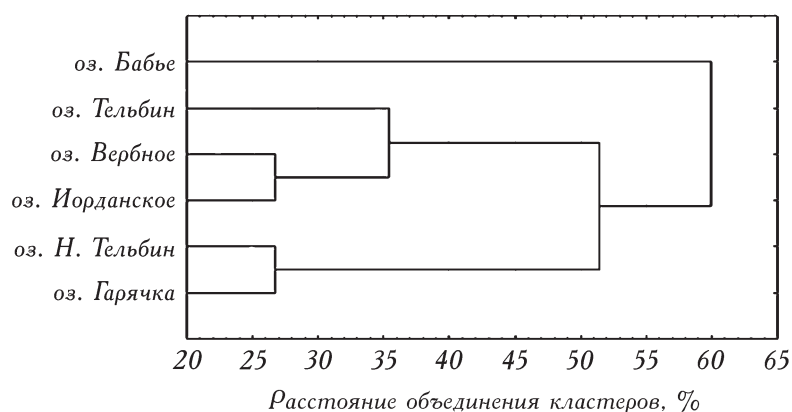
туть, что, несмотря на снижение температуры в осенний период, в оз. Н. Тельбин зарегистрированы лишь единичные виды ДВ, что свидетельствует о прекращении их вегетации вследствие критического загрязнения водной среды (см. рис. 2, *g*).

В исследованных озерах формировались эпифитные сообщества, включающие значительное количество специфических видов ДВ, которые встречались лишь в конкретный сезон. Сезонная специфичность видового разнообразия ДВ в наибольшей степени проявилась в весенний период. В озерах с умеренной антропогенной нагрузкой (Бабьем, Вербном, Иорданском) она составляла 40—80%. При повышении антропогенной нагрузки в летний и осенний период отмечено резкое снижение как общего количества, так и доли специфических видов (рис. 3).



3. Динамика количества специфических видов в эпифитных сообществах Bacillariophyta исследованных лентических экосистем киевской городской агломерации.

В условиях значительной антропогенной нагрузки (озера Тельбин и Н. Тельбин) при ее последующем повышении наблюдалось заметное увеличение доли специфических видов, что, по нашему мнению, может быть объяснено их устойчивостью к высокому загрязнению водной среды. То есть, резистентные к загрязнению водной среды виды ДВ начинали вегетацию и замещали в сообществах виды, не переносящие снижение качества воды.



4. Дендрограмма сходства видового состава эпифитных сообществ диатомовых водорослей в исследованных лентических экосистемах киевской городской агломерации.

Видовой состав эпифитных ДВ в исследованных лентических экосистемах имеет наибольшее сходство в озерах Вербном и Иорданском, Н. Тельбин и Горячка, что отразилось в двух самостоятельных кластерах дендрограммы сходства видовой состава сообществ (рис. 4). Наиболее своеобразным оказался видовой состав эпифитного сообщества ДВ оз. Бабьего.

Заключение

В исследованных на территории киевской городской агломерации лентических экосистемах развиваются эпифитные сообщества Bacillariophyta, таксономическое богатство которых в общей сложности составило 173 внутривидовых таксона, включая номенклатурный тип вида, из 45 родов.

Видовое богатство эпифитных сообществ Bacillariophyta имеет обратную зависимость от степени антропогенной нагрузки, определенной по соотношению индикаторных видов сапробности водной среды. Максимальное количество видов зарегистрировано в оз. Бабьем в весенний период. В озерах Н. Тельбин и Горячка, используемых в качестве технических водоемов, в осенний период диатомовые водоросли были представлены несколькими видами или отсутствовали, что свидетельствует о значительном загрязнении водной среды и ее непригодности для жизнедеятельности даже очень устойчивых к загрязнению видов.

В озерах Тельбин и Н.Тельбин отмечено нетипичное для сообществ диатомовых водорослей стабильно высокое видовое богатство в летний период, что, очевидно, связано с высоким содержанием биогенов вследствие их антропогенного поступления в водную среду.

Для сохранения биоразнообразия озер г. Киева и нормального функционирования их экосистем необходимо снижение антропогенной нагрузки. Озеро Бабье, где обнаружены редкие для флоры Европы виды диатомовых водорослей, необходимо включить в заповедный фонд Украины.

**

Вперше досліджено видовий склад і сезонну динаміку епіфітних угруповань Bacillariophyta шести гідрогенних озер, розташованих у межах кіївської міської агломерації. Обговорюється вплив антропогенного навантаження на угруповання диатомових водоростей в умовах мегаполісу. У вивчених угрупованнях зареєстровано рідкісні та нові для флори України види, для збереження яких необхідно введення водних об'єктів, де вони мешкають, у склад заповідного фонду України.

**

Species composition and its seasonal dynamics in epiphytic diatom communities of six hydrogenic lakes located in the territory of the Kyiv urban agglomeration were studied for the first time. The influence of anthropogenic load on the diatoms in megapolis is discussed. Among the studied diatoms there are rare in Europe and 17 species new for the flora of Ukraine. To preserve them it is necessary to include the water bodies, where they live, into the reserve fund of Ukraine.

**

1. *Батог С.В.* Еколого-гідрологічна характеристика водойм м. Києва: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — К., 2018. — 20 с.
2. *Бухтиярова Л. Н.* Bacillariophyta в биомониторинге речных экосистем. Современное состояние и перспективы использования // Альгология. — 1999. — Т. 9, № 3. — С. 89—103.
3. *Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др.* Водоросли. Справочник. — Киев: Наук. думка, 1989. — 608 с.
4. *Клоченко П.Д., Иванова І.Ю., Лілицька Г.Г.* Видовий склад фітопланктону заплавних озер м. Києва // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біол. — 2012. — № 3. — С. 35—41.
5. *Лилицкая Г.Г.* Bacillariophyta г. Киева (Украина). 1. Naviculales // Альгология. — 2016. — Т. 26, № 2. — С. 163—184.
6. *Оксиук О.П., Давыгов О.А.* Санитарно-биологическая характеристика водных экосистем по микрофитобентосу // Гидробиол. журн. — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 66—79.
7. *Тимченко В.М., Дараган С.В.* Сменяемость воды в водоемах Киева // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2014. — № 35. — С. 49—57.
8. *Топачевський О.В., Оксиук О.П.* Діатомові водорості — Bacillariophyta (Diatomeae). — К.: Вид-во АН Української РСР, 1960. — 411 с.
9. *Харченко Г.В.* Особенности видового состава эпифитных водорослей водоемов г. Киева // Альгология. — 2008. — Т. 18, № 2. — С. 173—182.
10. *Царенко П.М., Лилицкая Г.Г., Коваленко О.В., Герасимова О.В.* Водоросли некоторых водоемов рекреационной зоны г. Киева // Там же. — 2006. — Т. 16, № 4. — С. 479—488.
11. *Шевченко Т.Ф., Харченко Г.Д., Клоченко П.Д.* Ценологический анализ фитоэпифитона водоемов Киева // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 5. — С. 47—60.
12. *Щербак В.И., Семенюк Н.Е.* Разнообразие фитопланктона некоторых водоемов г. Киева // Альгология. — 2006. — Т. 16, № 4. — С. 467—478.
13. *Щербак В.И., Семенюк Н.С.* Фітопланктон водойм мегаполіса (на прикладі м. Києва) // Укр. ботан. журн. — 2011. — Т. 68, № 1. — С. 113—121.
14. *Bukhtiyarova L. N.* Classification of diatom algocoenoses as a useful tool in river biomonitoring // Use of algae for monitoring rivers. III / Ed. by J. Prygiel, B. A. Whitton, J. Bukowska. Proc. Internat. Symp. — Douai, 1999. — P. 114—121.
15. *Bukhtiyarova L. N.* Diatoms of Ukraine. Inland waters. — Kyiv, 1999. — 133 p.
16. *King L., Clarke G., Bennion H. et al.* Sampling littoral diatoms in lakes for ecological status assessments: a literature review. — Bristol: Environ. Agency, 2005. — 31 p.
17. *Krammer K.* The genus *Pinnularia*. Diatoms of Europe. Vol. 1. Ed. by H. Lange-Bertalot. — Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2000. — 703 p.
18. *Krammer K.* *Cymbella*. Diatoms of Europe. Vol. 3. Ed. by H. Lange-Bertalot. — Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2002. — 584 p.
19. *Krammer K.* *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afroscymbella*. Diatoms of Europe. Vol. 4. Ed. by H. Lange-Bertalot. — Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2003. — 530 p.

20. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 1: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2. — Stuttgart; New York: Fischer, 1986. — 876 s.
21. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2 — Jena: Gustav Fischer Verlag, 1988. — 536 s.
22. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 3: Centrales; Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2. — Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991. — 576 s.
23. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 4: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula (Lineolatae)* und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2. — Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991. — 437 s.
24. *Lange-Bertalot H.* *Navicula* sensu stricto. 10 genera separated from *Navicula* sensu lato. *Frustulia*. Diatoms of Europe. Vol. 2. Ed. by H. Lange-Bertalot. — Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2001. — 526 p.
25. *Levkov Z.* *Amphora* sensu lato. Diatoms of Europe. Vol. 5. Ed. by H. Lange-Bertalot. — Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2003. — 916 p.
26. *Potapova M., Charles D.F.* Choice of substrate in algae-based water-quality assessment // J. North Am. Benthol. Soc. — 2005. — Vol. 24, N 2. — P. 415—427.
27. *Round F. E.* Diatoms in river water monitoring studies // J. Appl. Phycol. — 1991. — Vol. 3, N 2. — P. 129—145.
28. *Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J.* A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Netherlands J. Aquatic Ecol. — 1994. — Vol. 28, N 1. — P. 117—133.
29. *Ward J.H.* Hierarchical grouping to optimize an objective function // J. Am. Statist. Ass. — 1963. — Vol. 58, N 301. — P. 236—244.