

# ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК (581.526.44:628.3) (285.3)

П.Д. КЛЮЧЕНКО, Т.Ф. ШЕВЧЕНКО, В.О. МЕДВЕДЬ, Г.В. ХАРЧЕНКО,  
З.Н. ГОРБУНОВА

Інститут гідробіології НАН України  
пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ УГРУПОВАНЬ ЕПІФІТНИХ ВОДОРОСТЕЙ**

---

Досліджено особливості формування структури угруповань фітоепіфітону повітряно-водних рослин у водоймах м. Києва. Показано, що основними чинниками, які визначають специфіку угруповань епіфітних водоростей, є величина рН та вміст органічної речовини, які регулюють, перш за все, розвиток представників відділу Streptophyta.

*Ключові слова:* фітоепіфітон, повітряно-водні рослини, хімічний склад води, водойми м. Києва

Розшифрування механізмів функціонування водних екосистем – одна із актуальних проблем гідробіології на сучасному етапі. Важливим напрямком її вирішення є з'ясування особливостей процесів, які зумовлюють структуру й функціонування угруповань водоростей. Разом з фітопланктоном і фітобентосом, важливу роль у гідроекосистемах, а саме в процесах утворення органічної речовини та формуванні якості води відіграє фітоепіфітон. Його структурні та функціональні характеристики тісно пов'язані між собою та залежать від впливу чинників навколишнього середовища. У той же час, ступінь вивченості фітоепіфітону значно нижчий, ніж фітопланктону та фітобентосу.

Метою наших досліджень було з'ясування особливостей формування структури угруповань водоростей, які вегетують в обростаннях повітряно-водних рослин у водоймах м. Києва.

### **Матеріал і методи досліджень**

Дослідження проводились влітку 2010 р. у різномісних водоймах м. Києва (заплавні озера – Вирлиця і Центральне, безстічне озеро – Голубе, озера-стариці історичного русла р. Почайни – Лугове, Йорданське і Вербне, а також Горіховатський ставок № 2). Відбір проб води здійснювали в заростях рогозу вузьколистого (*Typha angustifolia* L.), рогозу широколистого (*Typha latifolia* L.) й очерету звичайного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), а також на ділянках без вищих водяних рослин. Одночасно відбирали проби епіфітних водоростей відповідно до загальноприйнятої методики [10]. Кількість неорганічних сполук азоту й фосфору визначали колориметричним методом, розчиненого кисню – йодометричним методом, іонів  $\text{CO}_3^{2-}$  і диоксиду вуглецю – методом об'ємного аналізу, а вміст органічних сполук – методом перманганатної (ПО) і біхроматної (БО) окиснюваності [9]. Величину рН води оцінювали за допомогою рН-метра рН-150М, а освітленість – за допомогою люксметра Ю116.

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Раніше проведені нами дослідження засвідчили, що в озерах й ставках м. Києва видовий склад епіфітних водоростей, що розвиваються на вищих водяних рослинах, істотно відрізняється від видового складу водоростей, які вегетують в інших біотопах [11]. Зокрема, тільки в обростаннях вищих водяних рослин до числа провідних таксонів разом з іншими водоростями належали представники відділу Streptophyta, включаючи клас Zygnemataphyceae, порядок Desmidiiales, родини Desmidiaceae й Closteriaceae, роди *Cosmarium* Corda ex Ralfs, *Closterium*

Nitzsch ex Ralfs й *Staurastrum* Meyen. emend. Pal.-Mordv. У складі фітоепіфітону водойм м. Києва відділ Streptophyta посідав третє місце за кількістю видів після Bacillariophyta й Chlorophyta і був представлений 51 видом (53 внутрішньовидовими таксонами), що становило 16,9% загального числа знайдених видів. Класу Zygnematorphyceae належало третє місце після Bacillariophyceae й Chlorophyceae – 50 видів (52 внутрішньовидових таксона), або 16,6%. Серед провідних порядків Desmidiaceae посідали друге місце після Sphaeropleales і були представлені 48 видами (50 внутрішньовидовими таксонами), або 16,0%. Родинам Desmidiaceae й Closteriaceae належали відповідно перше й дев'яте рангові місця серед провідних родин, а родам *Cosmarium*, *Staurastrum* й *Closterium* відповідно перше, шосте й сьоме місця серед провідних родів. Частка стрептофітових водоростей у домінуючому комплексі становила 20,2%.

Важливо також відзначити, що значна подібність за флористичними спектрами, спектрами провідних родин і родів, а також за комплексом домінуючих видів встановлена між фітоепіфітоном водойм м. Києва й фітоепіфітоном дніпровських водосховищ, де водорості з відділу Streptophyta також відігравали важливу роль (15,2% загального числа знайдених видів).

Аналіз літературних даних [2, 4, 7, 8] свідчить про значну залежність розвитку стрептофітових водоростей від умов навколишнього середовища. Сприятливими для їхнього розвитку є підвищений вміст у воді органічних речовин, в першу чергу, гумусових, а також низькі значення рН середовища. Зокрема встановлено, що із зниженням рН частка десмідієвих і зигнемових водоростей збільшується й може досягати 98–100% загальної біомаси фітопланктону [1, 5]. Ця група організмів інтенсивно розвивається у водоймах з високим вмістом органічної речовини рослинного походження. Низька освітленість не лімітує їхнього розвитку. Водорості, що мешкають на слабоосвітлених ділянках водойм із високим вмістом органічних речовин, мають здатність засвоювати останні й лише в незначній мірі здійснюють фотосинтез [6]. Протягом наших досліджень освітленість на відкритих ділянках водойм коливалася в межах 30–45 клк, а в заростях повітряно-водних рослин – від 2,5 клк до 4 клк. Відомо також, що дефіцит мінеральних речовин у воді лімітує розвиток багатьох водоростей. Згідно даних А.Ф. Лукницької [7], Streptophyta – одна з небагатьох груп водоростей, яка знаходить собі оптимальні умови у водоймах, бідних на мінеральні речовини, але з достатнім вмістом органічних речовин, у першу чергу, гумусових.

Загальновідомо, що до числа основних екологічних факторів, які визначають структурно-функціональні характеристики угруповань водоростей, належить, перш за все, хімічний склад води. Його найважливішими компонентами, що впливають на розвиток гідробіонтів, є біогенні та органічні речовини. Проведені нами дослідження засвідчили, що водойми м. Києва характеризуються досить низьким вмістом неорганічних сполук азоту й фосфору. Так, влітку 2010 р. кількість амонійного азоту в більшості випадків не перевищувала значень 0,23 мг N/л, а нітритного азоту, за деяким винятком, не була більшою 0,011 мг N/л (рис. 1).

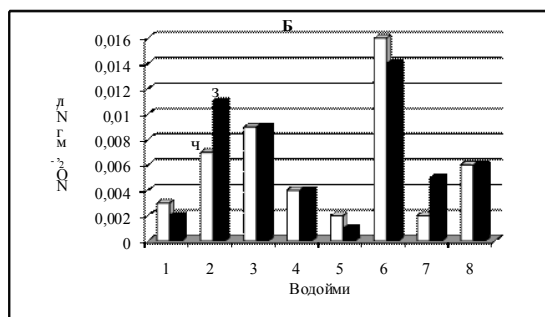
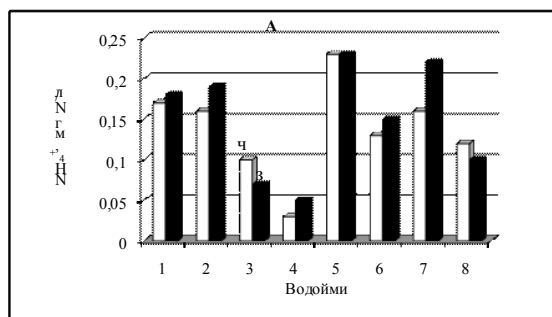


Рис. 1. Вміст амонійного (А) і нітритного (Б) азоту на різних ділянках деяких водойм м. Києва. Тут і на рис. 2–5: 1 – озеро Голубе, 2 – оз. Йорданське, 3 – Горіховатський ставок № 2, 4 – оз. Вербне, 5 – оз. Центральне, 6 – оз. Лугове, 7 – оз. Йорданське, 8 – оз. Вирлиця; ч – чистовод, з – зарості вищих водяних рослин (*Typha angustifolia* – водойми 1, 2, 3, *Typha latifolia* – водойма 4, *Phragmites australis* – водойми 5–8)

Щодо нітратів, то їхня кількість, як правило, знаходилась на рівні слідів (рис. 2).

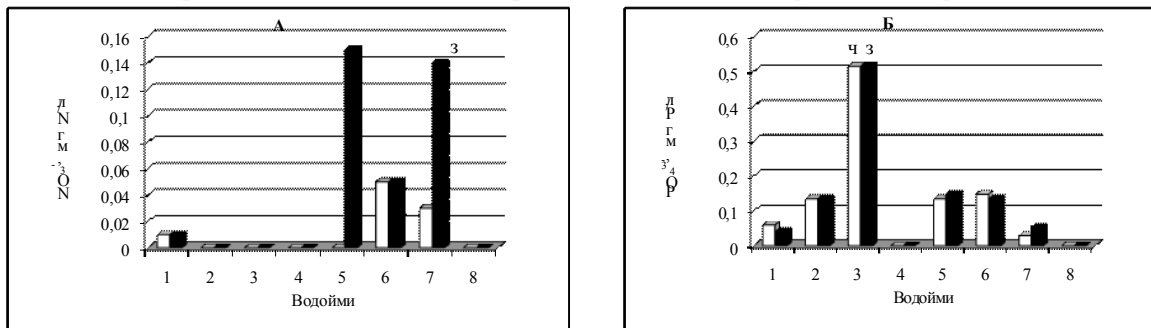


Рис. 2. Вміст нітратного азоту (А) і ортофосфатів (Б) на різних ділянках деяких водойм м. Києва

У більшості досліджених нами водних об'єктів вміст ортофосфатів не перевищував значень 0,150 мг Р/л, а в деяких – вони не були виявлені застосованими аналітичними методами (див. рис. 2). Важливо відзначити, що низькі концентрації неорганічних сполук азоту й фосфору у воді досліджуваних водойм були характерні як для відкритих акваторій (чистоводдя), так і для зарослих повітряно-водними рослинами.

У той же час результати проведених досліджень свідчать про те, що в заростях вивчених нами гелофітів хімічний склад води відрізнявся від такого на чистоводді за вмістом органічних сполук. Так, в усіх досліджених водоймах у заростях повітряно-водних рослин концентрація органічної речовини була вищою, ніж на ділянках без макрофітів. Про це, зокрема, свідчать величини перманганатної окиснюваності (рис. 3). Найбільш істотні відмінності між показниками ПО в заростях макрофітів і на чистоводді відмічені в озерах Вирлиця (11,8 та 9,8 мг О/л) і Вербне (14,4 та 13,2 мг О/л).

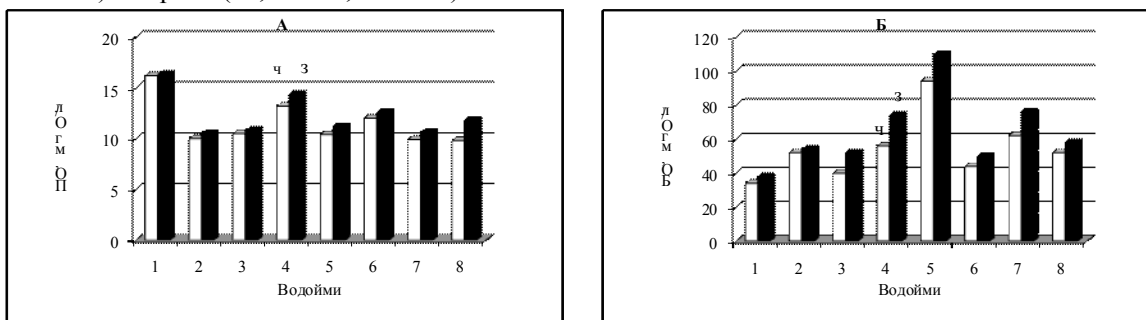


Рис. 3. Величини перманганатної (А) та біхроматної (Б) окиснюваності води на різних ділянках деяких водойм м. Києва

Значення біхроматної окиснюваності коливалися в більш широких межах: від 38 до 110 мг О/л у заростях вищих водяних рослин та від 34 до 94 мг О/л на чистоводді. Найбільш істотні відмінності між цими показниками зареєстровані в таких озерах як Вербне (74 та 56 мг О/л), Центральне (110 та 94 мг О/л), Йорданське (76 та 62 мг О/л) і в Горіховатському ставку №2 (52 та 40 мг О/л). При цьому варто зазначити, що й в інших обстежених водних об'єктах величини БО в заростях вищих водяних рослин також були вищими, ніж на відкритих акваторіях. Це свідчить про накопичення в заростях макрофітів більшої кількості органічних речовин, серед яких, ймовірно, можуть бути й гумусові речовини рослинного походження.

Про наявність більш високого вмісту органічних речовин у воді ділянок, що заросли вищими водяними рослинами, у порівнянні із чистоводдям свідчить і менша кількість

розчиненого кисню, який використовується в окисних процесах. На всіх станціях спостережень вміст розчиненого у воді кисню був помітно вищий на відкритих акваторіях, ніж у заростях макрофітів (рис. 4).

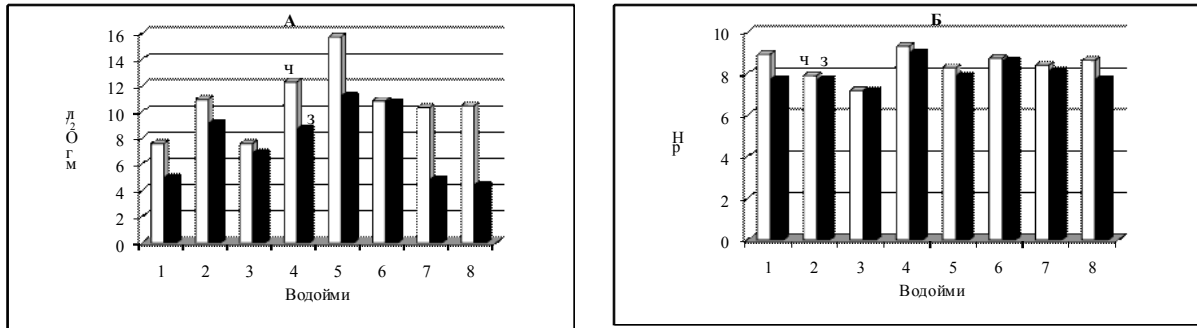


Рис. 4. Вміст розчиненого кисню (А) та рН води (Б) на різних ділянках деяких водойм м. Києва

Виявлена різниця й у значеннях рН води. Так, в усіх досліджених водоймах величина рН води в заростях вищих водяних рослин була нижчою порівняно з ділянками без макрофітів (див. рис. 4). Найбільш суттєві відмінності зареєстровані в оз. Голубому (7,74 у заростях *Typha angustifolia* й 8,94 на чистоводді) і в озері Вирлиця (7,74 у заростях *Phragmites australis* й 8,65 на чистоводді).

Відомо, що зміни величини рН пов'язані, перш за все, з карбонатною рівновагою [3]. Інтенсивний перебіг процесів фотосинтезу влітку супроводжується активною асиміляцією розчиненого у воді діоксиду вуглецю, що призводить до різкого зниження його вмісту у воді, а іноді й до повного зникнення. У цих умовах він може бути виділений з іонів  $\text{HCO}_3^-$  з утворенням іонів  $\text{CO}_3^{2-}$ . Концентрація останніх знаходиться у прямому зв'язку із рН, тобто, зі збільшенням концентрації іонів  $\text{CO}_3^{2-}$  збільшується й рН води.

Наші спостереження засвідчили, що в усіх випадках кількість іонів  $\text{CO}_3^{2-}$ , а відповідно, й величина рН, були вищими на ділянках водойм без макрофітів, де мав місце активний перебіг фотосинтетичних процесів за участю фітопланктону (рис. 5).

Про це свідчить і більш високий вміст розчиненого у воді кисню (див. рис. 4). У той же час, в умовах лімітування світлом (зарості макрофітів) міксотрофи переходять на живлення розчиненими органічними речовинами, що призводить до насичення води двоокисом вуглецю й, відповідно, до підкислення середовища (див. рис. 5).

Отже, у досліджених водоймах м. Києва в заростях вищих водяних рослин і на ділянках без макрофітів хімічний склад води істотно відрізнявся. В усіх обстежених водоймах у заростях значення рН води були нижчими, ніж на чистоводді, що, ймовірно, обумовлюється декількома причинами: по-перше, зміщенням карбонатної рівноваги, а по-друге, зміною складу органічних сполук, зокрема, збільшенням частки гумусових речовин, представлених, в основному, фульво- і гуміновими кислотами. Різним був і вміст розчиненого кисню. Так, на відкритих акваторіях він був помітно вищим, ніж у заростях макрофітів, де більша його кількість використовувалася на окисні процеси. Судячи зі значень перманганатної і біхроматної окиснюваності, вищезгадані ділянки водойм відрізнялися й за вмістом органічної речовини. Так, у заростях вищих водяних рослин в усіх обстежених водоймах він був вищим, ніж на ділянках без макрофітів. У той же час слід зазначити, що концентрація неорганічних сполук азоту й фосфору була досить низькою як у заростях, так і на чистоводді.

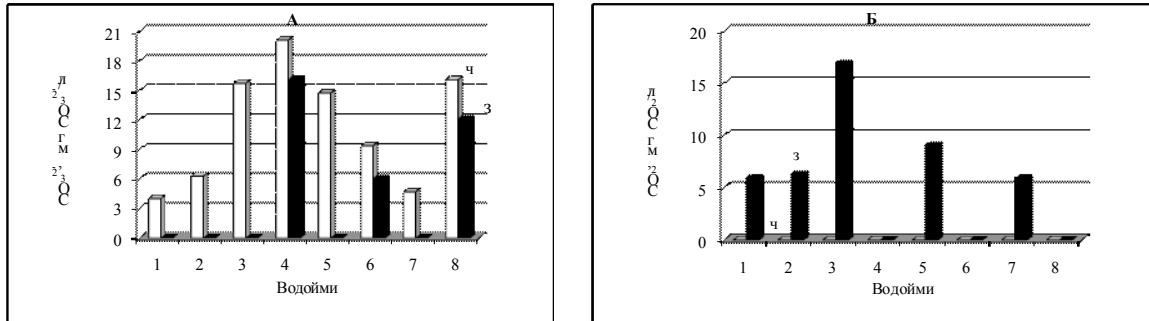


Рис. 5. Вміст у воді іонів  $\text{CO}_3^{2-}$  (А) та диоксиду вуглецю (Б) на різних ділянках деяких водойм м. Києва

Таким чином, можна зробити висновок про те, що структура угруповань епіфітних водоростей у значній мірі залежить від хімічного складу води в заростях вищих водяних рослин. Важливою особливістю Streptophyta у цьому випадку є їхня здатність вегетувати на ділянках водойм з низьким вмістом мінеральних речовин і в умовах слабкої освітленості (зарості повітряно-водних рослин). У цих умовах стрептофітові водорості здатні асимілювати розчинені органічні речовини.

### Висновки

У процесі життєдіяльності повітряно-водні рослини модифікують середовище свого існування. У їхніх заростях змінюється концентрація органічної речовини, значення рН, вміст розчиненого кисню й інші показники. Хімічний склад води в заростях гелофітів істотно впливає на формування структури угруповань фітоепіфітону. До його складу входять водорості, зокрема Streptophyta, які здатні в умовах слабкої освітленості асимілювати розчинену органічну речовину. При цьому низька концентрація неорганічних сполук азоту й фосфору не є лімітуючим чинником для їхнього розвитку.

1. Быкова С.Н. Динамика формирования микроперифитонных сообществ в закисленных водах / С.Н. Быкова // Диалоги о Науке. – 2009. – Вып. №2. – С. 118–122.
2. Водоросли. Справочник / СП. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк [и др.]. – Киев: Наук, думка, 1989. – 608 с.
3. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования / А.И. Денисова. – Киев: Наук, думка, 1979. – 292 с.
4. Жизнь растений. Т. 3. Водоросли, лишайники / [под ред. М.М. Голлербаха]. – М.: Просвещение, 1977. – 448 с.
5. Корнева Л.Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. биол. наук: спец. 03.00.16 "Экология" / Л.Г. Корнева. – Санкт-Петербург, 2009. – 48 с.
6. Кузьменко М.И. Миксотрофизм синезеленых водорослей и его экологическое значение / М.И. Кузьменко. – Киев: Наук, думка, 1981. – 212 с.
7. Лукницкая А.Ф. Водоросли болотных экосистем северо-запада России / А.Ф. Лукницкая // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: материалы III Междунар. науч. конф., (Нарочь, 17–22 сент. 2007 г.). – Минск: "Издательский центр БГУ", 2007. – С. 156–157.
8. Определитель пресноводных водорослей СССР. Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые. Chlorophyta: Conjugatorphyceae, Desmidiiales (2) / Г.М. Паламарь-Мордвинцева. – Л.: Наука, 1982. – 620 с.
9. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [под ред. А.Д. Семенова]. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
10. Топачевский А.В. Пресноводные водоросли Украинской ССР: учебное пособие / А.В. Топачевский, Н.П. Масюк. – Киев: Вища шк., 1984. – 334 с.
11. Харченко Г.В. Сравнительная характеристика фитоэпифитона водоемов г. Киева / Г.В. Харченко, Т.Ф. Шевченко, П.Д. Клоченко // Гидробиол. журн. – 2009. – 45, №3. – С. 15–23.

*П.Д. Клоченко, Т.Ф. Шевченко, В.А. Медведь, Г.В. Харченко, З.Н. Горбунова*  
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЭПИФИТНЫХ  
ВОДОРΟΣЛЕЙ

Исследованы особенности формирования структуры фитоэпифитона воздушно-водных растений в водоемах г. Киева. Показано, что основными факторами, определяющими структуру сообществ эпифитных водорослей, являются величина рН и содержание органического вещества, которые регулируют, прежде всего, развитие представителей отдела Streptophyta.

*P.D. Klochenko, T.F. Shevchenko, V.A. Medved, G.V. Kharchenko, Z.N. Gorbunova*

PECULIARITIES OF THE FORMATION OF THE STRUCTURE OF EPIPHYTON ALGAE  
COMMUNITIES

The peculiarities of the formation of the structure of phytoepiphyton of half-submerged plants were investigated. It has been found that the main factors influencing the structure of epiphyton algae communities are the values of pH and the content of organic matter regulating primarily the development of Streptophyta.

Рекомендує до друку  
В.З. Курант

Надійшла 23.09.2010