

баланс органічної речовини, є високий уміст біогенів, зокрема загального азоту. Гетеротрофна фаза переважає в озерах і у глибоких водосховищах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Бульон В.В. Зависимость годовой продукции фитопланктона от географической широты // Докл. Академии наук. – 2003. – Т. 389, № 2. – С. 267–270.

Горкавий В.К., Ярова В.В. Математична статистика. – К.: Професіонал, 2004. – 384 с.

Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. – К.: Логос, 2006. – 408 с.

Щербак В.І. Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – К., 2002. – С. 41–47.

Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. – Ruggell: Ganter Verlag, 2006. – 713 p.

Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2. Bacillariophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. – Ruggell: Ganter Verlag, 2009. – 413 p.

Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 3. Chlorophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. – Ruggell: Ganter Verlag, 2011. – 511 p.

УДК [556.114.6:581.526.325.2](282.247.32)

В.І. ЩЕРБАК, Н.В. МАЙСТРОВА

Інститут гідробіології НАН України,

Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна

РЕАКЦІЯ ДНІПРОВСЬКОГО ФІТОПЛАНКТОНУ НА ЗМІНУ БІОГЕННОГО РЕЖИМУ

Формування біорізноманіття, біопродуктивності, трофічний статус та якість водного середовища дніпровських водосховищ значною мірою визначаються реакцією фітопланктону на сучасний стан довкілля.

Проведений інформативний аналіз літературних джерел, а також власних багаторічних напрацювань із структурно-функціональної організації дніпровського фітопланктону, починаючи з 1977–1978 рр. до сьогодення, дозволив виявити основні екологічні чинники, що визначають реакцію фітопланктону на сучасний стан довкілля.

Для отримання репрезентативної оцінки впливу того чи іншого екологічного чинника на фітопланктон, позитивної чи негативної реакції на нього необхідно чітко дотримуватись наступного алгоритму дій:

– отримання достовірних характеристик конкретного екологічного чинника, бажано за багаторічний період;

– кількісні характеристики екологічного чинника мають бути визначені сертифікованими методами;

– вибір тих структурних чи функціональних показників фітопланктону, які можуть бути біологічним маркером, за зміною яких можна оцінити дію екологічного чинника;

– реакція фітопланктону повинна оцінюватись конкретною мірою (кількість таксонів видового чи надвидового рангу, величини чисельності, біомаси, інтенсивність первинної продукції тощо);

– потрібно аналізувати дані за багаторічний період, які мають статистичні підтвердження.

Вважаємо, що на сьогоднішній день одним з найважливіших екологічних чинників довкілля є сучасний стан багаторічної динаміки неорганічного азоту (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) і фосфору (PO_4^{3-}) та їхнього співвідношення $\sum\text{N}/\text{PO}_4^{3-}$.

Мета роботи – оцінити реакцію фітопланктону верхньокаскадних дніпровських водосховищ на зміни в багаторічній динаміці біогенного режиму води.

Методи і матеріали. Робота базується на аналізі та узагальненні багаторічних (вже частково опублікованих) даних з біогенного режиму й фітопланктону Київського і Канівського водосховищ (Щербак и др., 2015; Якушин и др., 2017; Щербак, 2018) та даних за останні роки.

Результати досліджень.

Аналіз порівняння даних багаторічної динаміки біогенних елементів з перших років існування Київського і Канівського водосховищ і впродовж 70–80-х рр. минулого століття з сучасними 2009–2016 рр., дозволила провести наступні узагальнення.

На сучасному етапі сукцесії в екосистемі Київського водосховища, порівняно з 1965–1985 рр. (Денисова, 1979; 1989), значно знизилася концентрація NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , а також сумарного вмісту всіх форм азоту ($\sum\text{N}$).

Аналогічна динаміка неорганічних форм азоту характерна і для «більш молодого» Канівського водосховища. Так, порівняно з 1981–1985 рр. (Денисова, 1989), загальний пул неорганічного азоту $\sum\text{N}$ у 2009–2011 рр. скоротився в 2,42 рази.

Встановлено, що, на відміну від неорганічного азоту, вміст PO_4^{3-} характеризувався високою сезонною й міжрічною динамікою з тенденцією до зростання в останні роки в Київському водосховищі (0,12–0,107 мг Р/дм³) та Канівському (0,046–0,058 мг Р/дм³). Очевидно, що встановлена тенденція до зростання вмісту неорганічного фосфору у верхньокаскадних водосховищах зумовлена комплексним антропогенним забрудненням фосфатами водозбірною басейну Дніпра, а також широким використанням поверхнево-активних речовин (зокрема, мийних засобів). У цілому, встановлений дисбаланс багаторічної динаміки пулів $\sum\text{N}$ і PO_4^{3-} призвів до значних змін їхнього співвідношення, що виступає провідним екологічним чинником, який визначає зміни не тільки інтенсивності вегетації фітопланктону, його таксономічного складу, але й структурної організації. Підтвердженням вищесказаного є те, що в Київському водосховищі в 1965–1985 рр. співвідношення $\sum\text{N}:\text{P}$ коливалось у межах від 19,8 до 67,7, складаючи у середньому 43,2, а в наш час – 1,9–42,3 і 5,7 відповідно.

Аналогічні дані отримали і для Канівського водосховища, в якому співвідношення впродовж вегетаційного сезону 2009–2011 рр. становило $32,3 \pm 2,6$ (зима), $21,5 \pm 1,8$ (весна), $6,6 \pm 0,4$ (літо) і $17,0 \pm 0,9$ (осінь).

Отже, упродовж останніх років в екосистемах верхньокаскадних водосховищ Дніпра сформувався суттєво відмінний гідрохімічний режим, ніж у 60–80-х рр. минулого століття. Особливо важливими є зміни у співвідношенні неорганічних форм азоту й фосфору. Це призвело до того, що за тенденції до зниження показників вмісту азоту та зростання вмісту фосфору, останній як важливий екологічний чинник, втрачає свою лімітуючу роль, яку він відігравав на перших етапах сукцесії дніпровського фітопланктону.

В цілому, загальною закономірністю реакції фітопланктону верхньокаскадних дніпровських водосховищ на зміни їхнього гідрохімічного режиму було:

- зростання абсолютних показників величин чисельності й біомаси фітопланктону, особливо порівняно з аналогічними даними за 90-і роки ХХ ст.;
- зміни структури планктонних водоростевих угруповань;
- зростання рясності синьозелених водоростей;

– поява у таксономічному різноманітті фітопланктону нехарактерних раніше водоростей.

Так, на сьогодні у Київському водосховищі в літній період максимальні біомаси коливалися у межах 4,37–27,36 г/м³. Їхню структуру (до 39–76%) формували Суапоргокауота з домінуванням типових представників «цвітіння» води – видів родів *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*.

За аналогічним сценарієм розвивався й фітопланктон Канівського водосховища: чисельність – до 52,57 млн. кл/дм³, біомаса – 9,47 г/м³.

Важливою особливістю розвитку фітопланктону в цих водосховищах було те, що на відміну від перших років їхнього існування, коли Chlorophyta найбільш масово розвивались у весняний період, в теперішній час представники родів *Chlamydomonas*, *Desmodesmus*, *Pediastrum*, *Coelastrum*, *Dictyosphaerium* виступають субдомінантами літнього фітопланктону.

Не менш цікавим є встановлений факт – інтенсифікація розвитку у фітопланктоні дрібноклітинних форм, які характеризуються високими продукційними показниками (A , мкг/клітину×добу; P/B ×добу⁻¹).

Відповідно, домінуючий комплекс літнього фітопланктону представлений значно більшим різноманіттям видів, ніж у перші роки існування водосховищ. А це є важливим адаптаційним механізмом стійкості фітопланктону до змін чинників довкілля, в першу чергу, це концентрації неорганічних форм азоту й фосфору та їхнє співвідношення.

Таким чином, встановлене зниження концентрацій неорганічних форм азоту, висока сезонна і багаторічна динаміка фосфору з тенденцією до його зростання зумовили суттєве збільшення кількісних показників чисельності й біомаси Суапоргокауота та наявність у якості субдомінантів літнього фітопланктону представників Chlorophyta.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днестра и методы его прогнозирования. – Киев: Наук. думка, 1979. – 292 с.

Денисова А.И. Гидрохимический режим водохранилищ // Гидрология и гидрохимия Днестра и его водохранилищ. – Киев: Наук. думка, 1989. – С. 116–165.

Щербак В.И. Отклик фитопланктона Киевского водохранилища на повышение летних температур // Гидробиол. журн. – 2018. – Т. 53, № 5. – С. 20–38.

Щербак В.И., Якушин В.М., Задорожная А.М., Семенюк Н.Е., Линчук М.И. Сезонная и межгодовая динамика фитопланктона, фитомикроэпифитона и биогенных элементов на речном участке Каневского водохранилища // Гидробиол. журн. – 2015. – Т. 51, № 5. – С. 52–66.

Якушин В.М., Щербак В.И., Семенюк Н.Е., Линчук М.И. Гидрохимическая характеристика Киевского водохранилища на современном этапе его существования // Гидробиол. журн. – 2017. – Т. 53, № 4. – С. 105–120.