

ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 574.583 (28) + 581.526.325

П.Д. КЛОЧЕНКО, д. б. н., проф., завідувач відділу,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: pklochenko@ukr.net
ORCID 0000-0003-4886-6746

Л.О. ГОРБАТЮК, к. т. н., ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: ludmila.horbatiuk@gmail.com
ORCID 0009-0004-0481-1027

Т.Ф. ШЕВЧЕНКО, к. б. н., ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: tf_shevchenko@ukr.net
ORCID 0000-0002-6436-4968

В.О. МЕДВЕДЬ, к. б. н., наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: vika_med@i.ua
ORCID 0000-0001-5737-6576

Г.В. ХАРЧЕНКО, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: harchenkogallina@gmail.com
ORCID 0000-0002-6102-2129

М.О. ПЛАТОНОВ, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: n.platonov73@gmail.com
ORCID 0009-0008-4075-4604

З.Н. ГОРБУНОВА, молод. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
ORCID 0000-0002-1041-4683

ПРОДУКЦІЙНО-ДЕСТРУКЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФІТОПЛАНКТОНУ ВОДОЙМ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ГОЛОСІВСЬКИЙ» (УКРАЇНА)

Вперше проведено порівняльне вивчення продукційно-деструкційних процесів у планктоні ставків Національного природного парку «Голосіївський» (НПП «Голосіївський»), які зазнають посиленого антропогенного навантаження через знаходження на території мегаполіса (м. Київ). Показано, що загалом біотичний баланс у біль-

шості досліджених водойм є позитивним. Найбільш продуктивними у системі Горіховатських та Китаївських ставків виявились перший та останній ставки, тоді як у внутрішньокаскадних ставках величина валової первинної продукції була значно меншою. Серед Дідорівських ставків найбільшою продуктивністю характеризувався останній ставок, тоді як у ставку № 3 деструкційні процеси переважали над продукційними, що є свідченням гетеротрофного характеру функціонування його екосистеми. Підвищений позитивний біотичний баланс у більшості досліджуваних водойм вказує на те, що вони збагачуються біогенними елементами завдяки їх надходженню ззовні. Наближення величини A/R до 1, що спостерігається у деяких ставках досліджуваних систем, є свідченням інтенсифікації процесів самоочищення. Виявлені зміни в продукційних процесах досліджуваних ставків тісно пов'язані з кількістю фотосинтетичних пігментів у товщі води, що підтверджено результатами кореляційного аналізу.

Ключові слова: продукція, деструкція, неорганічні та органічні речовини, фітопланктон, пігменти, біотичний баланс, самоочищення, ставки, Національний природний парк «Голосіївський».

Особлива увага до Національного природного парку «Голосіївський» (НПП «Голосіївський») зумовлена його винятковою важливістю, оскільки він з одного боку, є частиною навколишнього середовища для мешканців м. Києва, а з другого — зазнає сильного антропогенного навантаження, через те що знаходиться в межах мегаполіса. На території парку наявна ціла низка водойм, більшість з яких розташована неподалік багатопверхових житлових будинків, автомобільних доріг і зазнає посиленого рекреаційного навантаження. Тому належної уваги потребують як оцінка загального стану його водних екосистем, так і особливості функціонування їхньої автотрофної ланки, в першу чергу фітопланктону. Доречно зазначити, що це екологічне угруповання водоростей, на відміну від фітоепіфітону водойм парку [14, 15], дотепер є менш вивченим.

Дослідження первинної продукції планктону ставків НПП «Голосіївський» на сьогодні є важливим не тільки для пізнання біологічної продуктивності цих унікальних водойм, але й для з'ясування їхньої здатності до біологічного самоочищення, а також з погляду прогнозування можливих наслідків інтенсифікації антропогенного навантаження.

Відомо, що стан як малих, так і великих водойм значною мірою залежить від хімічного складу води, і, в першу чергу, від концентрації біогенних елементів. Будь-які зміни їхнього режиму супроводжуються змінами рівня біопродуктивності водойм, порушенням стійкості трофічних зв'язків і співвідношення продукційно-деструкційних процесів [4—6, 16, 17, 21].

Встановлено, що інтенсивність процесів новоутворення органічних речовин значною мірою залежить від кількості та складу рослинних пігментів у клітинах водоростей [1], тому визначення вмісту хлорофілу a в

Ц и т у в а н н я: Клоченко П.Д., Горбатюк Л.О., Шевченко Т.Ф., Медведь В.О., Харченко Г.В., Платонов М.О., Горбунова З.Н. Продукційно-деструкційні характеристики фітопланктону водойм Національного природного парку «Голосіївський» (Україна). *Гідробіол. журн.* 2025. Т. 61. № 3. С. 3—18.

планктоні служить однією з необхідних складових дослідження біологічної продуктивності водойм.

Отже, метою роботи було з'ясування особливостей перебігу продукційно-деструкційних процесів та змін кількості рослинних пігментів у планктоні ставків НПП «Голосіївський», які зазнають антропогенного забруднення та значного рекреаційного навантаження.

Матеріал і методика досліджень

Об'єктом досліджень слугували Горіховатські (на р. Горіховатка), Дідорівські (на Дідорівському струмку) і Китаївські (на Китаївському струмку) системи ставків, що розташовані у північній частині НПП «Голосіївський», 50°22'47"N 30°30'21"E. Кожна система являє собою каскад із чотирьох штучно створених і з'єднаних між собою водойм загальною площею відповідно 5,0, 10,3 і 4,3 га [13]. Карту-схему водойм парку наведено у роботі [2].

Спостереження за первинною продукцією і деструкцією органічних речовин проводили за допомогою методу склянок у кисневій модифікації [10] за умов їхнього інкубування в поверхневих горизонтах води протягом 24 год у двох повторностях. Проби фітопланктону відбирали за допомогою батометра Рутнера. Камеральне опрацювання альгологічного матеріалу проведено з використанням загальноприйнятих методик [9]. Вміст хлорофілу *a* та загальну кількість каротиноїдів визначали спектрофотометричним методом в ацетонових екстрактах і розраховували за відповідними формулами [12, 20].

Концентрацію неорганічних сполук азоту і фосфору визначали колориметричним методом, хлоридів — методом Мора, а сульфатів — об'ємним методом [8].

Статистичне опрацювання отриманих даних проведено за допомогою програми MS Excel 2010.

Результати досліджень та їх обговорення

Характеристика досліджуваних ставків за гідрохімічними показниками. Загальновідомо, що сполукам азоту і фосфору належить провідна роль у життєдіяльності біоти водойм. Від їхнього вмісту залежить рівень трофності і продуктивності водних екосистем. Серед неорганічних форм азоту найбільше значення у прісноводних екосистемах мають іони амонію і нітрат-іони, у меншій мірі — нітрит-іони. Результати проведених досліджень засвідчили, що концентрація амонійного азоту у ставках парку була невисокою. Так, у воді Горіховатських ставків вона знаходилась у межах 0,14—0,21 мг N/дм³, в Дідорівських ставках коливалась від 0,04 до 0,17 мг N/дм³, а в Китаївських ставках становила 0,23—0,32 мг N/дм³ (рис. 1).

Досліджувані ставки мало відрізнялись і за вмістом нітритного азоту. Так, його концентрація в Горіховатських ставках була в межах 0,002—0,007 мг N/дм³, в Дідорівських ставках коливалась від 0,007 до

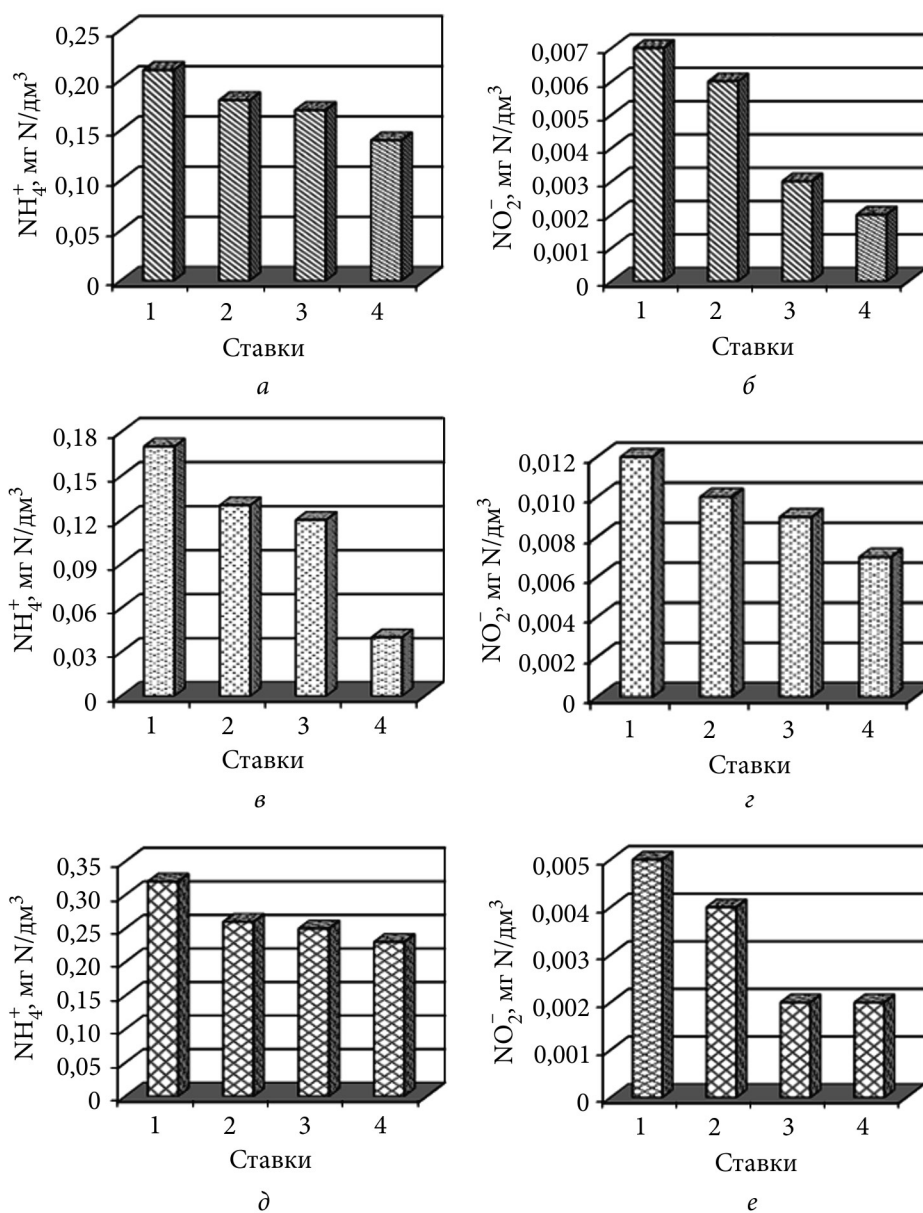


Рис. 1. Концентрація амонійного (а, в, д) та нітритного (б, г, е) азоту у воді Горіховатських (а, б), Дідорівських (в, г) і Китаївських (д, е) ставків НПП «Голосіївський»

0,012 мг N/дм³, а в Китаївських ставках становила 0,002—0,005 мг N/дм³ (див. рис. 1).

Варто зазначити, що концентрація нітратного азоту у водоймах парку в досліджуваний період знаходилась на межі аналітичного нуля незалежно від місць відбору проб води.

Найвищу концентрацію неорганічного фосфору зареєстровано у Горіховатських ставках, де вона коливалась в межах 0,154—0,220 мг/дм³. До-

силь подібними величинами вмісту цього елемента характеризувались і Китаївські ставки — 0,160—0,190 мг/дм³. Натомість концентрація неорганічного фосфору у воді Дідорівських ставків була помітно меншою — 0,063—0,107 мг/дм³ (рис. 2).

Одними з важливих показників якості природної води є вміст хлорид- та сульфат-іонів. Слід зауважити, що хоча хлориди і сульфати є одними з основних компонентів сольового складу води, проте їхній підвищений вміст може свідчити про забруднення природних водних об'єктів стічними водами (господарсько-побутовими або промисловими). Під час досліджень найвищою концентрацією хлоридів характеризувались Горіховатські ставки (132,2—248,6 мг/дм³), тоді як в Дідорівських і Китаївських ставках вона була значно нижчою — відповідно 22,8—53,2 мг/дм³ і 40,3—49,2 мг/дм³ (рис. 3). Важливо зазначити, що на відміну від хлорид-іонів, досліджувані водойми менше відрізнялися за вмістом сульфат-іонів. Так, у Горіховатських ставках їхня концентрація знаходилась у межах 26,4—88,8 мг/дм³, у Дідорівських вона становила 45,6—79,2 мг/дм³, а у Китаївських ставках коливалась від 36,0 до 45,6 мг/дм³ (див. рис. 3).

Пігменти фітопланктону. При вивченні первинної продукції поряд із вимірюванням швидкості фотосинтезу значна увага приділяється визначенню вмісту фотосинтетичних пігментів у планктоні. За концентрацією хлорофілу *a* можна оцінити біомасу фітопланктону і його продукцію, оскільки цей пігмент є невід'ємним елементом усіх рослинних організмів і відповідає за новоутворення органічних речовин при фотосинтезі. Визначення вмісту хлорофілу *a* в планктоні на сьогодні служить одним із необхідних складових дослідження біологічної продуктивності водойм. Цей метод отримав визнання і при оцінці ступеня евтрофікації та інтенсивності самоочищення забруднених вод.

Результати проведених спостережень засвідчили, що пігментні показники в досліджуваних водоймах зазнавали значних коливань. Так, концентрація хлорофілу *a* в Горіховатських ставках змінювалась від 36,3 до 137,7 мкг/дм³ (рис. 4). При цьому найбільший вміст зеленого пігменту зареєстровано в ставку № 1.

Концентрація основного фотосинтетичного пігменту у Дідорівських та Китаївських ставках була помітною меншою, але також зазнавала коливань. Так, у Дідорівських ставках вона змінювалась від 15,2 до 66,8 мкг/дм³, а в Китаївських ставках — від 17,6 до 38,5 мкг/дм³ (див. рис. 4).

Важливо зазначити, що в усіх трьох досліджуваних системах ставків спостерігалась одна й та сама закономірність — поступове зниження концентрації хлорофілу *a* від першого до третього ставка та помітне її підвищення у ставку № 4. Ймовірно, що така динаміка вмісту зеленого пігменту обумовлена особливостями розвитку в них планктонних водоростей.

Під час досліджень фітопланктон Горіховатських ставків був представлений 27 видами. Показники кількісного розвитку водоростей у тов-

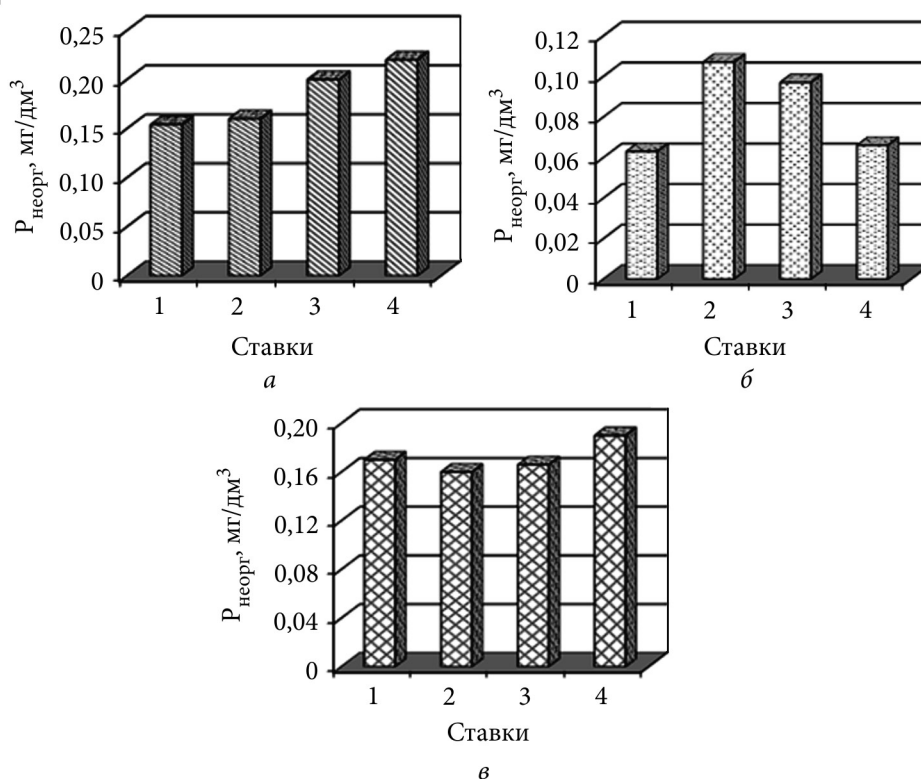


Рис. 2. Концентрація неорганічного фосфору у воді Горіховатських (а), Дідорівських (б) і Китаївських (в) ставків НПП «Голосіївський»

щі води становили: чисельність — 2208— 7130 тис. кл/дм³, а біомаса — 1,582—5,212 мг/дм³.

У планктоні Дідорівських ставків було виявлено 35 видів водоростей. Основу їх видового багатства, як і в попередньому випадку, складали представники відділу Chlorophyta (42,8%). Щодо чисельності фітопланктону, то у зазначених водоймах вона змінювалася від 1890 до 92 336 тис. кл/дм³, а біомаса знаходилась в межах 2,499—8,867 мг/дм³.

В Китаївських ставках у товщі води знайдено 30 видів водоростей. При цьому відділи Chlorophyta і Bacillariophyta характеризувались однаковою часткою у їхньому видовому багатстві — 36,7 %. Показники кількісного розвитку фітопланктону були наступними: чисельність — 20 364—32 692 тис. кл/дм³, а біомаса — 2,732—7,386 мг/дм³.

Під час гідробіологічних спостережень більш повну інформацію про стан водойм та перебіг в них продукційних процесів можна отримати шляхом залучення методів визначення загальних каротиноїдів, оскільки відносний вміст цих пігментів у планктоні віддзеркалює в певній мірі й фізіологічний стан фітопланктону. Так, протягом періоду досліджень вміст каротиноїдів у Горіховатських ставках становив 17,1—63,1 мкгSPU/дм³, у Дідорівських ставках він коливався в межах 7,8—

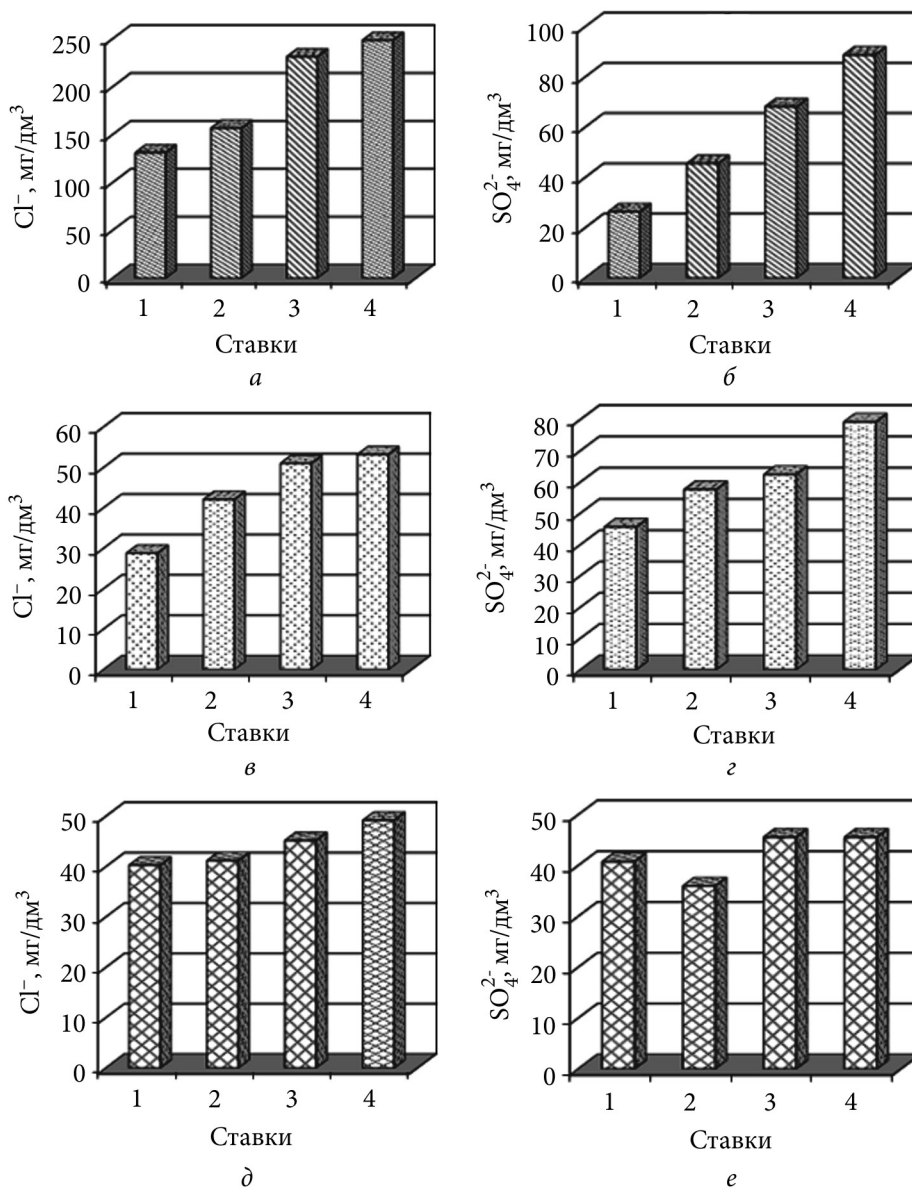


Рис. 3. Концентрація хлоридів (а, в, д) і сульфатів (б, з, е) у воді Горіховатських (а, б), Дідорівських (в, з) і Китаївських (д, е) ставків НПП «Голосіївський»

31,1 мкгSPU/дм³, а в Китаївських ставках змінювався від 16,2 до 27,5 мкгSPU/дм³ (див. рис. 4). Варто звернути увагу на подібність динаміки вмісту жовтих пігментів і змін концентрації хлорофілу *a* — поступове зниження концентрації досліджуваних пігментів від першого до третього ставка та помітне її підвищення у ставку № 4.

Відомо [3], що співвідношення вмісту загальних каротиноїдів до концентрації хлорофілу *a* (C_k/C_{chl}) може слугувати показником фізіологічно-

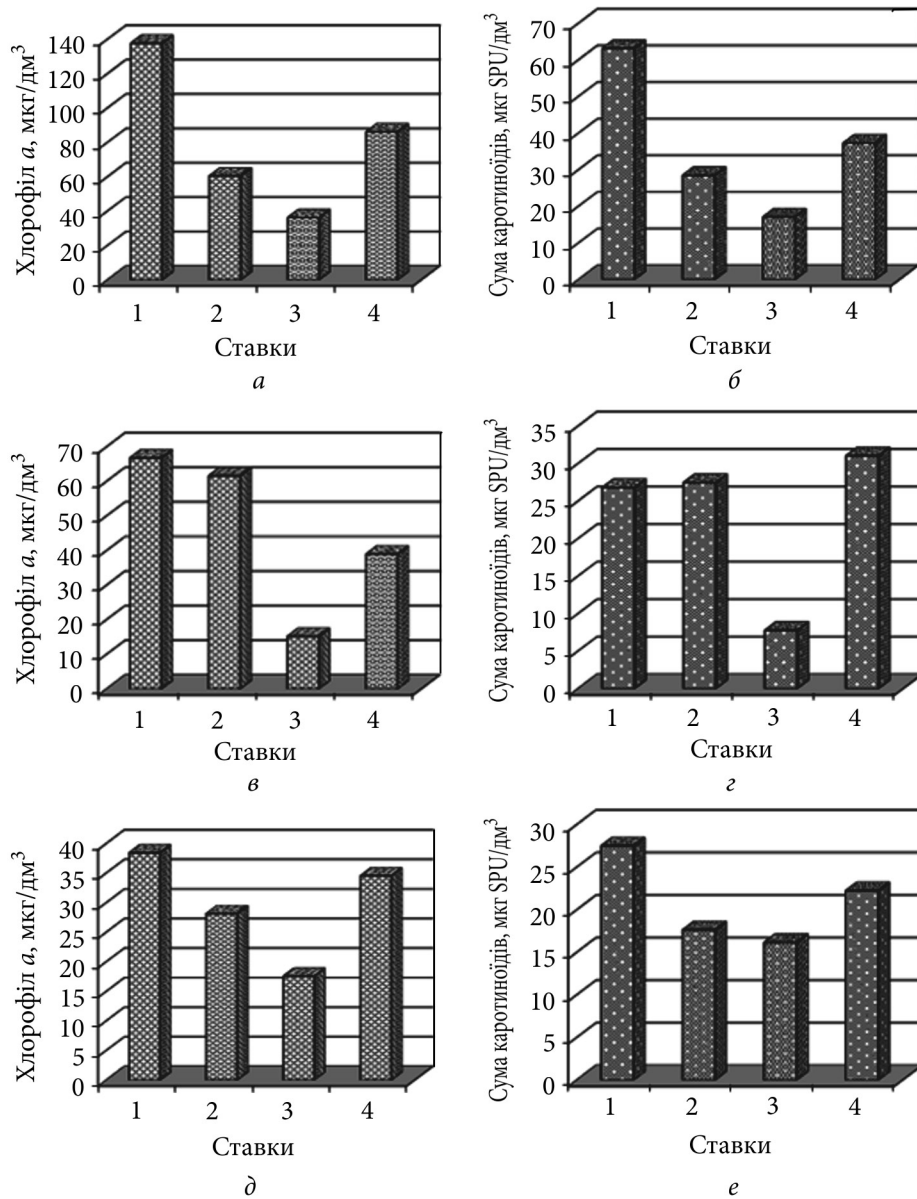


Рис. 4. Концентрація хлорофілу *a* (а, в, д) і каротиноїдів (б, г, е) у воді Горіховатських (а, б), Дідорівських (в, г) і Китаївських (д, е) ставків НПП «Голосіївський»

го стану клітин фітопланктону, оскільки каротиноїди більш стабільний компонент пігментної системи, ніж хлорофіл *a*. Тому при старінні популяцій планктонних водоростей, або ж за несприятливого впливу чинників навколишнього середовища, які спричиняють деструкцію хлорофілу *a*, величина співвідношення C_k/C_{chl} збільшується. Зазвичай його величина за різних умов коливається в широких межах, однак середнє зна-

чення для морського і прісноводного фітопланктону в основному знаходиться в діапазоні 0,28—0,40 [1].

Проведені дослідження показали, що величина співвідношення C_k/C_{chl} під час спостережень за розвитком фітопланктону у водоймах НПП «Голосіївський» була найбільшою у Китаївських ставках, де вона коливалась в межах 0,63—0,93 (рис. 5). Щодо інших систем досліджуваних водойм, то встановлено, що у Дідорівських ставках величина співвідношення C_k/C_{chl} змінювалася від 0,40 до 0,81 і була найбільшою у ставку № 4, а в Горіховатських ставках вона була практично однаковою і становила 0,43—0,47 (див. рис. 5).

Водночас із співвідношенням C_k/C_{chl} дослідники досить часто розраховують пігментний індекс (E_{430}/E_{665}), запропонований Маргалєффом [18, 19], в якості показника пігментного складу угруповань планктонних водоростей. Співвідношення E_{430}/E_{665} , на відміну від співвідношення $C_{кар}/C_{chl}$, віддзеркалює кількісне співвідношення між загальними каротиноїдами+хлорофіл *a* та хлорофілом *a*. Для нормально функціонуючого фітопланктону зазначений індекс зазвичай дорівнює 1,15—4,00 [1].

Згідно даних спостережень величина співвідношення E_{430}/E_{665} коливалась в наступних межах: у Горіховатських ставках — 2,23—3,03, у Дідорівських ставках — 2,47—2,76 і у Китаївських ставках — 2,92—4,00 (див. рис. 5). Як бачимо, характер змін пігментного індексу досить добре узгоджується з динамікою співвідношення C_k/C_{chl} ($r = 0,79$, $n = 24$, $p \leq 0,05$). Підвищені значення E_{430}/E_{665} і C_k/C_{chl} свідчать про зміни у фізіологічному стані фітопланктону, ймовірно, за рахунок вагомшого впливу забруднювальних речовин.

Продукційно-деструкційні процеси. Розрахунки валової первинної продукції (*A*) показали, що новоутворення органічних речовин внаслідок життєдіяльності фітопланктону відбувалось в усіх досліджених водоймах. Проте вони дещо відрізнялись за інтенсивністю перебігу фотосинтетичних процесів у товщі води. Так, у Горіховатських ставках величини первинної продукції коливались від 6,4 до 17,3 мг $O_2/дм^3 \cdot добу$. Найбільш продуктивними в досліджуваній системі водойм виявилися перший та останній ставки, відповідно 17,3 та 16,6 мг $O_2/дм^3 \cdot добу$ (рис. 6). Такий діапазон коливань величин первинної продукції, очевидно, пов'язаний зі специфікою розвитку фітопланктону за чисельністю і біомасою якого досліджувані ставки помітно відрізнялись. Зокрема, найбільші величини біомаси планктонних водоростей були притаманні ставкам № 1 і 4: відповідно — 5,212 і 4,101 мг/дм³.

Практично такими самими особливостями перебігу продукційних процесів у планктоні характеризувались і Китаївські ставки: швидкість новоутворення органічних речовин була найбільшою в першому і останньому ставку і становила відповідно 8,9 та 7,6 мг $O_2/дм^3 \cdot добу$ (див. рис. 6). Щодо інших водойм досліджуваної системи, то зазначений показник у них знаходився в межах 5,2—5,7 мг $O_2/дм^3 \cdot добу$. До того ж, як і у вищезгаданому каскаді водойм, найвищими значеннями біомаси характеризувались ставки № 1 і 4 — відповідно 7,386 та 4,031 мг/дм³.

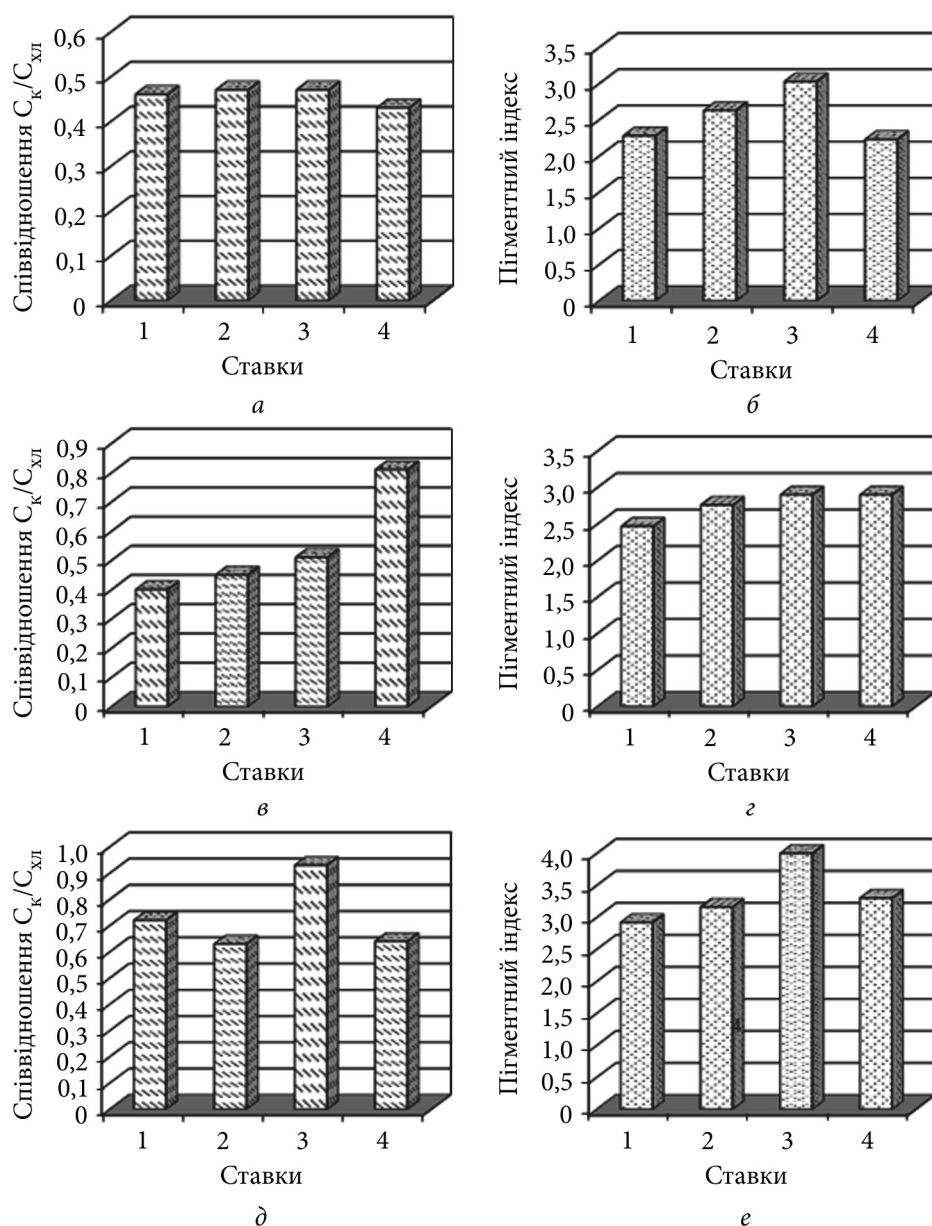


Рис. 5. Співвідношення C_k/C_{chl} (а, в, д) та пігментний індекс E_{430}/E_{665} (б, з, е) для фітопланктону Горіховатських (а, б), Дідорівських (в, з) і Китаївських (д, е) ставків НПП «Голосіївський»

Розглядаючи перебіг фотосинтетичних процесів у товщі води Дідорівських ставків варто відмітити, що інтенсивність синтезу органічних речовин була найнижчою у ставку № 3 ($2,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3 \cdot \text{добу}$), а найбільшою ($12,6 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3 \cdot \text{добу}$) — у ставку № 4 (див. рис. 6), де була зареєстрована і найбільша біомаса фітопланктону ($8,867 \text{ мг}/\text{дм}^3$). При цьому величини валової первинної продукції в перших двох ставках були на рівні 6,5 і

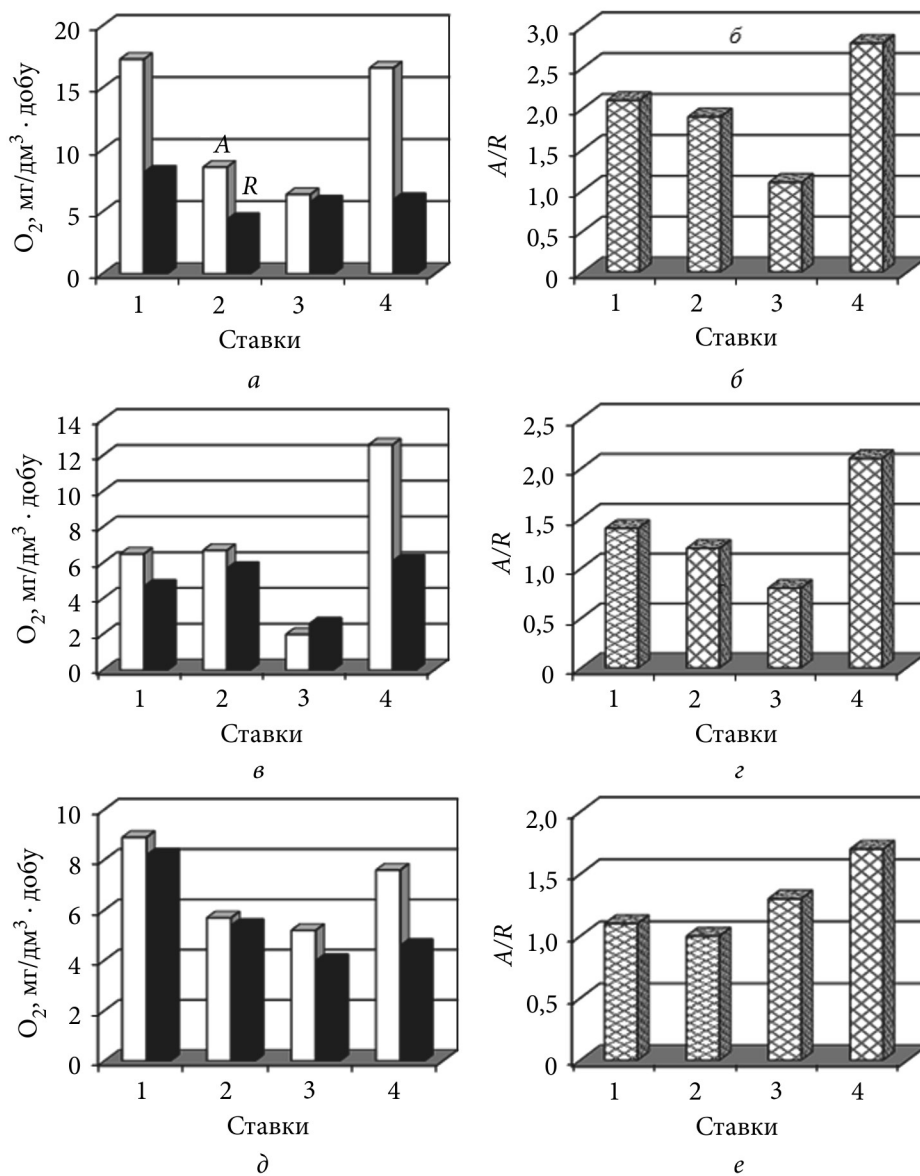


Рис. 6. Первинна продукція фітопланктону (A), деструкція органічних речовин (R) та їхнє співвідношення (A/R) у Горіховатських (а, б), Дідорівських (в, з) і Китаївських (д, е) ставках НПП «Голосіївський»

6,7 мг $O_2/\text{дм}^3 \cdot \text{добу}$, що узгоджується з даними В.І. Щербака [11], отриманими в літній період 2004 р. для ставка № 1.

Не викликає сумніву, що зазначені зміни в продукційних процесах досліджуваних водойм тісно пов'язані з кількістю фотосинтетичних пігментів. Так, проведений кореляційний аналіз залежності величин валової первинної продукції від концентрації хлорофілу *a* і загальних кароти-

ноїдів підтвердив наявність тісного зв'язку з високим коефіцієнтом кореляції (відповідно $r = 0,80$ і $r = 0,89$, $n = 24$, $p \leq 0,05$). Водночас, у досліджуваних екосистемах не було виявлено достовірного зв'язку між швидкістю утворення органічних речовин в одиниці об'єму води та вмістом неорганічного азоту і фосфору.

У гідробіологічних дослідженнях поряд з первинною продукцією досить важливою є оцінка швидкості споживання фітопланктоном кисню (R), який використовується для деструкції органічних речовин в процесі дихання водоростей. Визначення цього параметра в досліджуваних водоймах показало, що швидкість розкладу органічних речовин в планктоні Горіховатських ставків коливалась від 4,4 до 8,2 мг O_2 /дм³·добу (див. рис. 6). При цьому її максимальне значення було характерним для ставка № 1.

Оцінка швидкості споживання кисню в процесі розкладу органічних речовин в планктоні Китаївських ставків показала, що її величини знаходились в діапазоні 4,0—8,2 мг O_2 /дм³·добу. При цьому, як і в попередньому випадку, найбільшим значенням характеризувався ставок № 1 (див. рис. 6).

Визначення особливостей перебігу деструкційних процесів в Дідорівських ставках засвідчило, що розклад органічних речовин в них відбувався з меншою інтенсивністю. Так, найменша величина споживання кисню тут становила 2,6 мг O_2 /дм³·добу (ставка № 3), а найбільша — 6,1 мг O_2 /дм³·добу і була характерною для ставка № 4 (див. рис. 6).

Деструкція органічних речовин у досліджуваних водних екосистемах тісно пов'язана з первинною продукцією ($r = 0,70$, $n = 24$, $p \leq 0,05$). Це свідчить про високу швидкість включення новоутворених органічних речовин в біотичний кругообіг.

При вивченні біологічної продуктивності водойм, як і механізмів формування якості води, необхідно перш за все знати співвідношення швидкостей автотрофних (фотосинтетичних) і гетеротрофних (дихальних) процесів. Ідеально збалансована водна екосистема повинна характеризуватись рівністю процесів синтезу і деструкції органічних речовин. Проте відомо [1], що в оліготрофних водоймах баланс органічних речовин досить часто від'ємний, тобто $A/R < 1$. В евтрофних водоймах співвідношення A/R зазвичай біля 1 або трохи більше. Якщо співвідношення $A/R < 1$, то це означає, що у біотичних процесах значну участь приймають алохтонні органічні речовини, в планктоні зростає частка бактерій і їхня продукція стає практично однаковою з продукцією фітопланктону.

Аналіз співвідношення швидкостей продукції і деструкції органічних речовин у Горіховатських ставках показав, що в них спостерігається позитивний біотичний баланс, а величина A/R була найбільшою у ставку № 4 і дорівнювала 2,8 (див. рис. 6). Дещо меншою була вона у ставку № 1 (2,1) та ставку № 2 (1,9) і значно нижчою (1,1) у ставку № 3. Відомо [1], що позитивний біотичний баланс можливий тільки у тому випадку, коли біогенні елементи надходять у водойми ззовні в мінеральній формі.

Серед особливостей перебігу продукційно-деструкційних процесів у Китаївських ставках слід підкреслити, що співвідношення A/R в них пе-

реважно знаходилось в межах 1,0—1,3 і лише в ставку № 4 воно досягало значень 1,7 (див. рис. 6). З літературних джерел [1] відомо, що коли $A/R \approx 1$, то це свідчить про те, що стік з водозбірної площі не відіграє істотної ролі в біопродуктивності водойм, а кількість біогенних елементів, яка асимілюється фітопланктоном, практично еквівалентна їхній кількості, яка вивільняється в процесі мінералізації продуктів фотосинтезу планктону. Тобто елементи мінерального живлення в основному автохтонні.

Проведені дослідження показали, що більшість Дідорівських ставків теж можуть бути прикладом водойм з позитивним балансом органічних речовин (див. рис. 6). Виключення становив лише ставок № 3, де величина співвідношення A/R дорівнювала 0,8. Це свідчить про гетеротрофний характер функціонування його екосистеми. Внаслідок активного споживання кисню на деструкцію алохтонних органічних речовин тут відбувалось помітне зниження його концентрації (до 4,2 мг/дм³).

Відомо, що співвідношення продукції (A) і деструкції (R) використовується для оцінки ступеня забруднення водойм [1, 7]. Якщо співвідношення $A/R < 1$, то це означає, що у біотичних процесах водойм збільшується частка бактерій і активізуються гетеротрофні процеси, тобто збільшується швидкість окиснювальної мінералізації або деструкції органічних речовин в процесі дихання бактеріо- і фітопланктону. Коли співвідношення наближається до 1, що спостерігалось у Китаївських ставках № 1 і 2, а також у Горіховатському ставку № 3 і Дідорівському ставку № 2, то це є свідченням збільшення частки органічних речовин, які піддаються біологічному окисненню за рахунок підвищення рівня метаболізму гетеротрофів, що і спричиняє інтенсифікацію процесів самоочищення.

Підвищений позитивний баланс продукційно-деструкційних процесів у нижніх ставках кожної з досліджуваних систем водойм свідчить про те, що вони збагачуються біогенними елементами через надходження їх ззовні. Це сприяє посиленню продукції планктонних водоростей, які періодично відмирають і розкладаються. Наслідком зазначеного є відставання деструкції від продукції й, відповідно, зниження інтенсивності процесів самоочищення.

Висновки

Проведені дослідження довели, що загалом баланс продукційно-деструкційних процесів у більшості водойм НПП «Голосіївський» є позитивним, що свідчить про приріст вмісту органічних речовин. Найбільш продуктивними у системі Горіховатських та Китаївських ставків виявилися перший та останній ставки, тоді як у внутрішньокаскадних ставках величина валової первинної продукції була значно меншою. Серед Дідорівських ставків найбільшою величиною цього показника характеризувався ставок № 4. Підвищений позитивний біотичний баланс у зазначених ставках кожної із досліджуваних систем водойм свідчить про те, що вони збагачуються біогенними елементами завдяки їх надходженню ззовні.

Деструкційні процеси переважали над продукційними лише у Дідорівському ставку № 3. Це свідчить про гетеротрофний характер функціонування його екосистеми. Внаслідок активного споживання кисню на деструкцію алохтонних органічних речовин тут відбувалося помітне зниження його концентрації.

Наближення A/R до 1, що спостерігається у деяких ставках досліджуваних систем, є показником збільшення частки органічних речовин, які піддаються біологічному окисненню внаслідок активізації гетеротрофних процесів, що сприяє інтенсифікації процесів самоочищення.

Виявлені зміни в продукційних процесах досліджуваних водойм тісно пов'язані з кількістю фотосинтетичних пігментів фітопланктону, що підтверджують результати кореляційного аналізу.

Список використаної літератури

1. Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Ленинград : Наука, 1983. 150 с.
2. Горбатюк Л.О., Пасічна О.О., Клоченко П.Д. та ін. Вміст забруднювальних речовин та їх потенційна токсичність у водоймах Національного природного парку «Голосіївський» (Україна). *Гідробіол. журн.* 2024. Т. 60, № 6. С. 71—85.
3. Елизарова В.А. Состав и содержание растительных пигментов в водах Рыбинского водохранилища. *Там же.* 1973. Т. 9, № 2. С. 23—32.
4. Курейшевич А.В., Яровой О.О., Мантурова О.В. Вплив екстремально високих концентрацій неорганічного азоту на продукційні характеристики фітопланктону. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія.* 2017. № 3. С. 94—100.
5. Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ. Киев : Наук. думка, 1981. 278 с.
6. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ / Сиренко Л.А., Корелякова И.Л., Михайленко Л.Е. и др.; отв. ред. Кондратьева Н.В., АН УССР. Ин-т гидробиологии. Киев : Наук. думка, 1989. 232 с.
7. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості води поверхневих вод суші та естуаріїв України. Київ, 2001. 48 с.
8. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
9. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР: учеб. пособие. Киев : Вища шк., 1984. 334 с.
10. Хромов В.М., Семин В.А. Методы определения первичной продукции в водоемах. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1975. 124 с.
11. Щербак В.І. Структурно-функціональна організація фітопланктону деяких різнотипних водойм м. Києва. *Екологічний стан водойм м. Києва.* Київ : Фітосоціоцентр, 2005. С. 97—109.
12. Jeffrey S.W., Humphrey F.H. New spectrophotometric equations for determining chlorophyll *a*, *b*, *c*₁ and *c*₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanz.* 1975. Vol. 167, N 2. P. 191—194.
13. Klochenko P.D., Tsarenko P.M., Ivanova I.Yu. Peculiarities of phytoplankton species composition in water bodies of the Goloseyevo National Natural Park (Kiev). *Hydrobiol. J.* 2010. Vol. 46, N 3. P. 36—44.
14. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Gorbunova Z.N. Phytoepiphyton as indicator of the state of water bodies of the «Golosiivsky» National Nature Park (Ukraine). *Ibid.* 2022. Vol. 58, N 4. P. 30—41.
15. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Kharchenko G.V. Epiphyton algae of the water bodies of the «Golosiivsky» National Nature Park (Ukraine). *Ibid.* 2022. Vol. 58, N 3. P. 15—28.

16. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Nezbyrskaya I.N. et al. Phytoplankton production and decomposition characteristics in water bodies differing in the degree of their contamination by inorganic compounds of nitrogen and phosphorus. *Ibid.* 2019. Vol. 55, N 3. P. 31—47.
17. Kravtsova O.V. Intensity of phytoplankton primary production in urban water bodies of various types. *Ibid.* 2020. Vol. 57, N 2. P. 3—16.
18. Margaleff R. Correlations entre certains caracteres synthetiques des populations de phytoplankton. *Hydrobiologia.* 1961. Vol. 18, N 1—2. P. 155—164.
19. Margaleff R. Correspondence between the classic types of lakes and the structural and dynamic properties of their populations. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 1964. Vol. 15, pt. 1. P. 169—175.
20. Parsons T.R., Strickland J.D.H. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *J. Marine. Res.* 1963. Vol. 21, N 3. P. 155—163.
21. Shelyuk Yu.S. Regularities of the processes of production and decomposition in different aquatic ecosystems of the basins of the Prypyat and Teteriv rivers. *Hydrobiol. J.* 2025. Vol. 61, N 1. P. 3—12.

Надійшла 5.12.2024

P.D. Klochenko, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Head of Department,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: pklochenko@ukr.net
ORCID 0000-0003-4886-6746

L.O. Gorbatiuk, PhD (Tech.), Senior Researcher, Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: ludmila.horbatiuk@gmail.com
ORCID 0009-0004-0481-1027

T.F. Shevchenko, PhD (Biol.), Senior Researcher, Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: tf_shevchenko@ukr.net
ORCID 0000-0002-6436-4968

V.O. Medved', PhD (Biol.), Researcher, Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: vika_med@i.ua
ORCID 0000-0001-5737-6576

G.V. Kharchenko, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: harchenkogallina@gmail.com
ORCID 0009-0002-6102-2129

M.O. Platonov, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: n.platonov73@gmail.com
ORCID 0009-0008-4075-4604

Z.N. Gorbunova, Junior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
ORCID 0000-0002-1041-4683

PHYTOPLANKTON PRODUCTION AND DECOMPOSITION CHARACTERISTICS IN WATER BODIES OF THE «GOLOSIYIVSKY» NATIONAL NATURE PARK (UKRAINE)

For the first time, a comparative study of the production and decomposition processes in plankton of the ponds of the «Golosiivsky» National Nature Park (Ukraine), which are subjected to increased anthropogenic load to being located in the territory of megalopolis (Kyiv), was performed. It has been shown that in general the biotic balance in most of the studied water bodies is positive as evidenced by the increase in the content of organic compounds. The first and last ponds in the system of Gorikhovatka and Kytayev ponds were the most productive, while in the intracascade ponds the amount of the total primary production was much lower. Among the Didorivka ponds, the last pond was characterized by the highest productivity, while in pond N 3 the processes of decomposition prevailed over the processes of production, which is evidence of the heterotrophic pattern of its ecosystem functioning. The increased positive biotic balance in most of the studied water bodies indicated that they are enriched with nutrients due to external inputs. The approach of the *A/R* value to 1 observed in some ponds of the studied systems is evidence of the intensification of self-purification processes. The identified changes in the production processes of the studied ponds are closely related to the amount of photosynthetic pigments in the water column, which is confirmed by the results of the correlation analysis.

Keywords: *production, decomposition, inorganic and organic compounds, phytoplankton, pigments, biotic balance, self-purification processes, ponds, the «Golosiivsky» National Nature Park.*