

УДК 582.232 (282) (477)

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

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

Т.М. СЕРЕДА, к. б. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: seredatm@ukr.net
ORCID 0000-0003-2679-4008

РІЧНА ДИНАМІКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФІТОПЛАНКТОНУ Р. ІРПІНЬ (УКРАЇНА) ДО ПОЧАТКУ ВОЄННИХ ДІЙ¹

Досліджено річну динаміку та екологічну структуру фітопланктону р. Ірпінь (права притока Київського водосховища) в районі м. Ірпінь (50°31' N, 30°15' E). Всього ідентифіковано 121 вид водоростей із дев'яти відділів. Найбільшу кількість видів включали Chlorophyta (57) та Bacillariophyta (27). Протягом року видовий склад фітопланктону, а також його домінуючий комплекс, значно змінювались, що підтверджується досить низькими значеннями коефіцієнта флористичної подібності (в середньому відповідно 53 та 41 %). Кількісні показники його розвитку також значно варіювали. Найменшу кількість видів (25), чисельність і біомасу планктонних водоростей (в середньому 662 тис. кл/дм³ і 0,165 мг/дм³) виявлено взимку, а найбільшу кількість видів спостерігали влітку (83). При цьому найвищі кількісні показники (19480 тис. кл/дм³ і 5,143 мг/дм³) зареєстровано восени (у вересні). Встановлена достовірна пряма залежність між кількісними показниками фітопланктону і температурою води. В той же час річна динаміка розвитку планктонних водоростей залежала не тільки від температури води, а й від рівня трофності досліджуваного водотоку. Проведений біоіндикаційний аналіз засвідчив, що за такими показниками як частка видів — індикаторів трофічного стану, типу живлення та органічного забруднення, а також за біомасою фітопланктону води досліджуваної ділянки р. Ірпінь можуть бути охарактеризовані як евтрофні, що підтверджується і даними прямих

¹Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект від 01.08.2023 № 187/0077).

Ц и т у в а н н я: Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д., Середа Т.М. Річна динаміка та екологічні характеристики фітопланктону р. Ірпінь (Україна) до початку воєнних дій. *Гідробіол. журн.* 2024. Т. 60. № 1. С. 27—46.

гідрохімічних вимірювань. Хід річної динаміки фітопланктону характеризувався формуванням піку його чисельності та біомаси на початку осені, зумовленого інтенсивним розвитком синьозелених водоростей з домінуванням *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, який належить до збудників «цвітіння» води, що є типовим для евтрофних водойм. Отримана інформація щодо розвитку водоростей в р. Ірпінь у період, який передував початку воєнних дій, може бути використана для оцінки їхніх наслідків.

Ключові слова: фітопланктон, річна динаміка, екологічна структура, хімічний склад води, р. Ірпінь.

У сучасних умовах, коли антропогенний вплив на водні об'єкти досяг глобальних масштабів, особливої ваги набули дослідження, спрямовані на оцінку екологічного стану водойм і ступеню порушення їхніх екосистем за дії різних чинників (зміни морфометричних і гідрологічних параметрів, забруднення неорганічними та органічними речовинами тощо). На сьогодні належної уваги потребують загрози і ризики прісноводним екосистемам внаслідок проведення воєнних дій, які супроводжуються руйнуванням гідротехнічних споруд і затопленням значних територій, зокрема, і населених пунктів [14]. Прикладом може бути широко відомий факт затоплення долини р. Ірпінь, яка бере початок в Житомирській області і закінчується біля с. Козаровичі (Київська область), де води річки піднімаються насосною станцією до рівня Київського водосховища. В результаті підриву водоскиду на Козаровицькій дамбі була затоплена територія площею понад 2500 га [11]. Важливим аспектом екологічної драми в долині Ірпеня стало забруднення річкової води внаслідок надходження в неї агрохімікатів із меліоративних земель, а також відходів життєдіяльності і господарювання сільського населення та залишків палива, технічних мастил і боєприпасів [11, 13].

Екологічні наслідки затоплення долини річки Ірпінь можна буде оцінити, порівнявши актуальні дані спостережень з отриманими напередодні широкомасштабної агресії Росії. Тобто моніторинг водних об'єктів є найважливішим елементом менеджменту навіть у період війни.

Для характеристики стану водних об'єктів та виявлення змін, які відбуваються в їхніх екосистемах за дії різних чинників, досить важливим є вибір адекватних і надійних показників. Серед них варто відзначити видовий склад та кількісні показники розвитку гідробіонтів і, в першу чергу, планктонних водоростей — основи трофічної ланки різнотипних водних об'єктів. Фітопланктон досить чутливий до змін абіотичних і біотичних чинників середовища й чітко реагує на різнобічний антропогенний вплив [18, 20, 29]. Це обумовлює ефективність його використання для оцінки екологічного стану водних об'єктів [19, 22, 23].

Перші відомості щодо фітопланктону річки Ірпінь містяться в роботі Д.О. Радзимовського [8], а також у монографії В.В. Поліщука із співавторами [7]. В подальшому планктонні водорості р. Ірпінь досліджували в період з 1989 по 1999 рр. Основну увагу дослідники приділили вивченню видового складу фітопланктону, кількісним показникам його розвитку та комплексу домінуючих видів [3, 4, 5]. Низку кореляційних залежностей

встановлено в результаті дослідження динаміки біогенних елементів та органічних речовин у р. Ірпінь у зв'язку з розвитком фітопланктону [2, 36, 37].

Мета роботи полягала у вивченні річної динаміки розвитку планктонних водоростей в р. Ірпінь та їх екологічних характеристик у період, що передував початку воєнних дій, для отримання даних щодо оцінки їхніх наслідків.

Матеріал і методика досліджень

Дослідження проводили на річці Ірпінь (права притока Київського водосховища) в районі м. Ірпінь (50°31' N, 30°15' E). Згідно типології масивів поверхневих вод та гідрографічного районування України [15] ця ділянка річки відноситься до великих річок на низовині, що протікають в силікатних породах в межах екорегіону Східні рівнини.

Проби фітопланктону та води для хімічного аналізу відбирали кожний місяць протягом 2018 р. (у двох повторностях) за допомогою батометра Руттнера із поверхневого шару води (15—20 см). Альгологічні проби об'ємом 0,5 дм³ фіксували 40 % розчином формальдегіду (із кінцевою концентрацією 4 %) і концентрували методом седиментації. Чисельність водоростей визначали методом прямого підрахунку в камері Нажотта об'ємом 0,02 см³, а біомасу — стереометричним методом [12]. Чисельність водоростей наведено в тис. кл/дм³, а біомасу — в мг/дм³. До складу домінантів відносили види, внесок яких до загальної чисельності та біомаси фітопланктону у пробі, становив ≥ 10 %. Видовий склад водоростей, знайдених у різні пори року, порівнювали з використанням коефіцієнта флористичної подібності (КФП) Серенсена [6]. Екологічні характеристики водоростей-індикаторів наведено згідно [1, 35]. Екологічні групи визначали з урахуванням публікацій [17, 25, 27, 28].

Латинські назви і обсяг таксонів водоростей наведені у відповідності до класифікаційних систем [31—34].

Концентрацію неорганічних сполук азоту і фосфору визначали колориметричним методом, а розчинених органічних речовин — за біхроматною окиснюваністю (БО) [10]. Трофічний статус водотоку на досліджуваній ділянці оцінювали згідно методики [9].

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

Результати досліджень

Характеристика досліджуваної ділянки р. Ірпінь за гідрохімічними показниками. Серед багатьох абіотичних компонентів, що обумовлюють екологічний стан природних водних об'єктів (річки, озера, ставки тощо), основним є вміст органічних та біогенних речовин, які надходять у водойми і водотоки з поверхневим стоком, атмосферними опадами, промисловими, господарсько-побутовими та сільськогосподарськими стічними водами, а також накопичуються в них в результаті внутрішньоводоймних процесів.

Найбільш повно віддзеркалює гідрохімічний режим будь-яких водних об'єктів рівень азоту і фосфору. Надмірне надходження у водну товщу цих елементів є свідченням біогенного забруднення або так званої антропогенної евтрофікації.

Проведені гідрохімічні аналізи засвідчили, що концентрація амонійного азоту у воді р. Ірпінь на досліджуваній ділянці протягом усього періоду спостережень знаходилася в межах 0,10—0,90 мг N/дм³ (табл. 1). При цьому його найвища середня концентрація зареєстрована взимку, а найменша — влітку.

Найбільша концентрація нітратного азоту у воді також спостерігалася взимку і в середньому становила 1,20 мг N/дм³, тоді як влітку вона була у два рази меншою (0,61 мг N/дм³) (див. табл. 1). Такі зміни концентрації нітрат-іонів, як і іонів амонію, обумовлені, перш за все, внутрішньоводними процесами, коли ці елементи накопичуються у воді в холодний період внаслідок мінералізації органічних речовин. В теплу пору року за максимальної активізації біологічних процесів відбувається зниження їхньої кількості внаслідок активного споживання водоростями [16, 24].

Концентрація нітритів, які є проміжним продуктом у циклі азотовмісних сполук, в середньому коливалася від 0,015 до 0,026 мг N/дм³ (див. табл. 1).

Середня концентрація неорганічного фосфору у воді р. Ірпінь на досліджуваній ділянці взимку, навесні та восени знаходилася в межах 0,043—0,050 мг/дм³, тоді як влітку вона становила 0,108 мг/дм³ з максимальним значенням (0,195 мг/дм³) у серпні (див. табл. 1). Таке явище можна

Таблиця 1

Хімічні та фізичні показники води р. Ірпінь

Показники	Сезони			
	зима	весна	літо	осінь
NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	0,77–0,90 0,82	0,10–0,42 0,31	0,18–0,23 0,21	0,10–0,45 0,31
NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	0,012–0,024 0,018	0,012–0,018 0,015	0,009–0,042 0,025	0,014–0,040 0,026
NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	0,90–1,40 1,20	0,65–1,50 0,77	0,40–0,72 0,61	0,32–1,50 0,74
P _{неорг.} , мг/дм ³	0,037–0,060 0,045	0,010–0,100 0,043	0,040–0,195 0,108	0,038–0,072 0,050
БО, мг О/дм ³	19,0–36,0 26,0	18,0–52,0 35,4	25,0–41,0 33,3	30,0–40,0 34,7
Температура, °C	0,1–0,5 0,3	4,3–15,9 10,2	21,7–23,5 22,5	0,1–17,5 9,0

Примітка. Над рискою — граничні величини; під рискою — середні значення.

пояснити двома причинами — надходженням сполук цього елементу з водозбірної площі річкового басейну або їх потраплянням у воду з антропогенних джерел.

Сезонна динаміка загального вмісту органічних речовин, яка оцінюється величиною біхроматної окиснюваності (БО), характеризувалась наступними рисами: кількість зазначених хімічних сполук у воді була помітно більшою протягом вегетаційного періоду, ймовірно, за рахунок її збагачення органічними речовинами автохтонного походження (див. табл. 1).

Характеристика фітопланктону досліджуваної ділянки р. Ірпінь. Проведені дослідження показали, що фітопланктон р. Ірпінь характеризується значним *видовим багатством*. Загалом було знайдено 121 вид водоростей з дев'яти відділів. Найбільшу кількість видів включали Chlorophyta — 57 та Bacillariophyta — 27. Їхня частка становила відповідно 47,1 та 22,3 % загальної кількості видів. Euglenophyta (16 видів) та Cyanoprokaryota (11 видів) значно поступалися першим двом відділам. Їхня частка була нижчою — відповідно 13,2 та 9,1 %. Відділи Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Xanthophyta та Charophyta представлені 1—3 видами. Їхня частка коливалася в межах від 0,8 до 2,5 % загальної кількості видів (табл. 2).

Серед зелених водоростей переважали представники класу Chlorophyceae, порядку Sphaeropleales, родини Scenedesmaceae та родів *Acutodesmus* (E. Hegew.) P. Tsarenko, *Desmodesmus* (Chodat) An et al. і *Scenedesmus* Meyen.

Основу видового багатства діатомових водоростей становили представники класу Bacillariophyceae, порядків Fragilariales, Cymbellales, Navi-

Таблиця 2

Таксономічна структура фітопланктону р. Ірпінь

Відділи	Класи	Порядки	Родини	Роди	Види	Частка (%) загальної кількості видів
Cyanoprokaryota	2	3	6	8	11	9,1
Euglenophyta	1	1	1	4	16	13,2
Chrysophyta	1	2	2	2	3	2,5
Xanthophyta	1	2	2	2	2	1,7
Bacillariophyta	3	9	11	18	27	22,3
Dinophyta	1	1	1	1	1	0,8
Cryptophyta	1	1	1	1	3	2,5
Chlorophyta	2	5	11	37	57	47,1
Charophyta	1	1	1	1	1	0,8
Всього	13	25	36	74	121	100

culales та Bacillariales, родин Fragilariaceae, Cymbellaceae, Naviculaceae та Bacillariaceae, а також родів *Navicula* Bory та *Nitzschia* Hassal.

Евгленофітові водорості представлені класом Euglenophyceae, порядком Euglenales та родиною Euglenaceae, серед яких переважали роди *Euglena* Ehrenb. і *Trachelomonas* Ehrenb.

Представники синьозелених водоростей належать до двох класів Суанопхуцеє та Нормогоніопхуцеє. Найбільшу кількість видів включав порядок Chroococcales, родини Merismopediaceae і Microcystaceae та рід *Microcystis* Kütz. ex Lemmerm.

Динофітові, криптофітові, золотисті, жовтозелені та харофітові водорості включали незначну кількість видів. Серед них варто зазначити представників родів *Peridiniopsis* Lemmerm. (Dinophyta), *Cryptomonas* Ehrenb. (Cryptophyta), *Kephyrion* Pascher (Chrysophyta), *Goniocloris* Geitler (Xanthophyta) та *Cosmarium* Corda ex Ralfs (Charophyta).

До числа провідних родин, що містять 57,9 % загальної кількості видів планктонних водоростей р. Ірпінь, входили Scenedesmaceae (22 види), Euglenaceae (16), Oocystaceae (8), Fragilariaceae (8), Hydrodictiaceae (7), Selenastraceae (7) та Chlorellaceae (5).

До провідних родів, що визначають основу видового багатства фітопланктону р. Ірпінь (38,9 %), входили *Desmodesmus* (6 видів), *Euglena* (6), *Trachelomonas* (6), *Acutodesmus* (4), *Nitzschia* (4), *Navicula* (3), *Tetraedron* Kütz. (3), *Tetrastrum* Chodat (3), *Monoraphidium* Komárk.-Legn. (3) та *Microcystis* (3).

В залежності від сезону року *видовий склад* планктонних водоростей значно змінювався, що підтверджується досить низькими значеннями коефіцієнта флористичної подібності (в середньому 53 %). Найбільш суттєво відрізнявся видовий склад фітопланктону у зимовий період при порівнянні з іншими сезонами (КФП = 38—48 %). Навесні він був більш подібним до видового складу літнього та осіннього фітопланктону (КФП = 61 та 58 %, відповідно) і найбільш подібним — влітку при порівнянні з осіннім періодом (КФП = 71 %).

Розподіл *кількості видів* планктонних водоростей протягом року був дуже нерівномірним (рис. 1). Взимку кількість видів фітопланктону змінювалась від 12 до 14 і в середньому становила 13. Навесні кількість видів значно зросла (30—39) і в середньому становила 34. Влітку кількість видів знаходилась в межах 37—48 (в середньому — 42), а восени коливалась від 17 до 46 (в середньому — 36) і була найменшою у листопаді. У холодний період року (з листопада до квітня) за кількістю видів переважали представники діатомових водоростей, частка яких становила 42,8—55,5 %, а у теплий (з травня до жовтня) — зелені водорості (50,0—66,5 %) (рис. 2).

Розподіл *чисельності* фітопланктону протягом року також був дуже нерівномірним (див. рис. 1). Найнижчі показники спостерігали взимку — 485—775 тис. кл/дм³. Навесні чисельність фітопланктону була значно вищою і поступово зростала із березня (1265 тис. кл/дм³) до травня (2552 тис. кл/дм³). Значний підйом чисельності планктонних водоростей спостерігали влітку. У червні її значення становили 6280 тис. кл/дм³, у

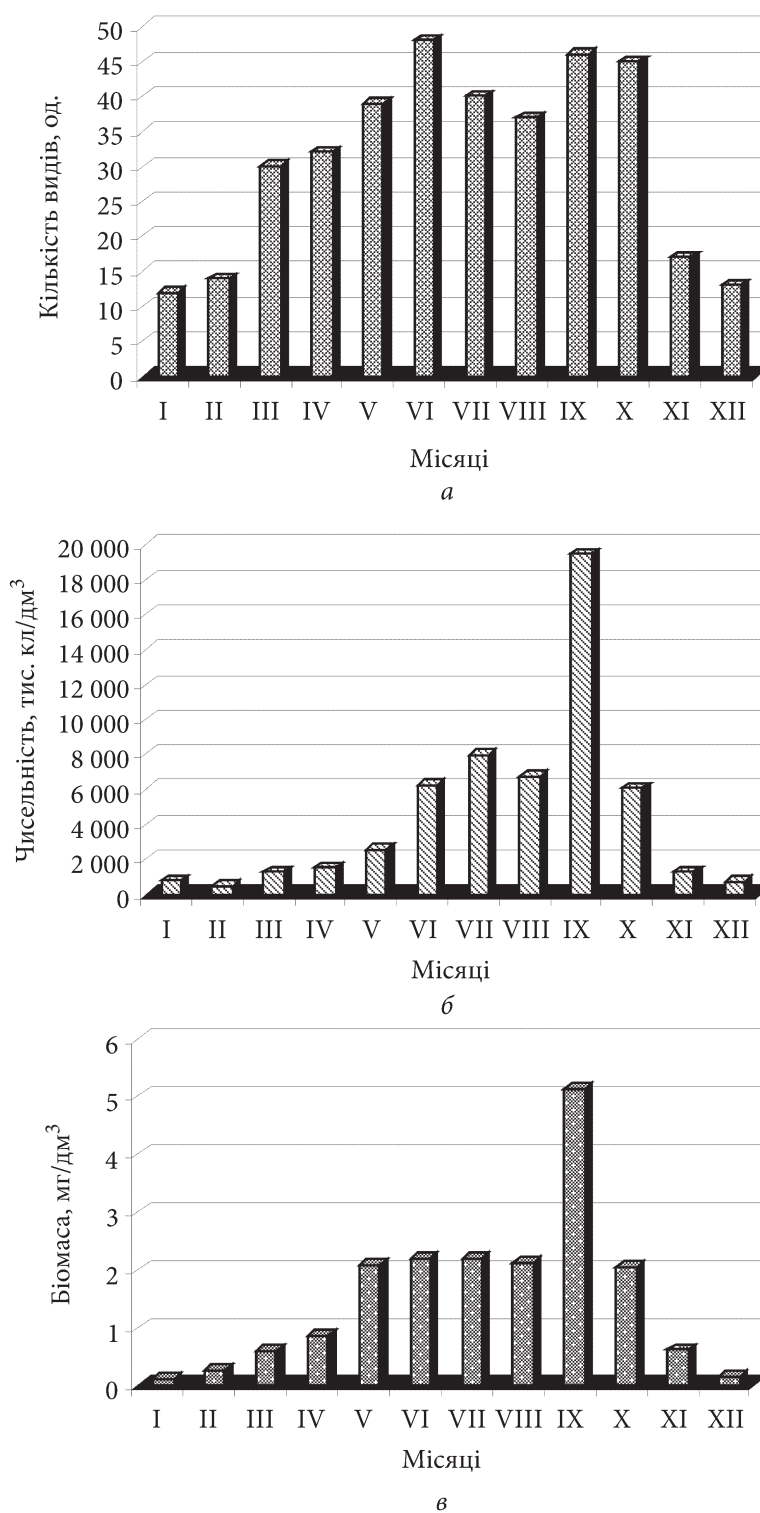


Рис. 1. Видове багатство (а), чисельність (б) та біомаса (в) фітопланктону р. Ірпінь

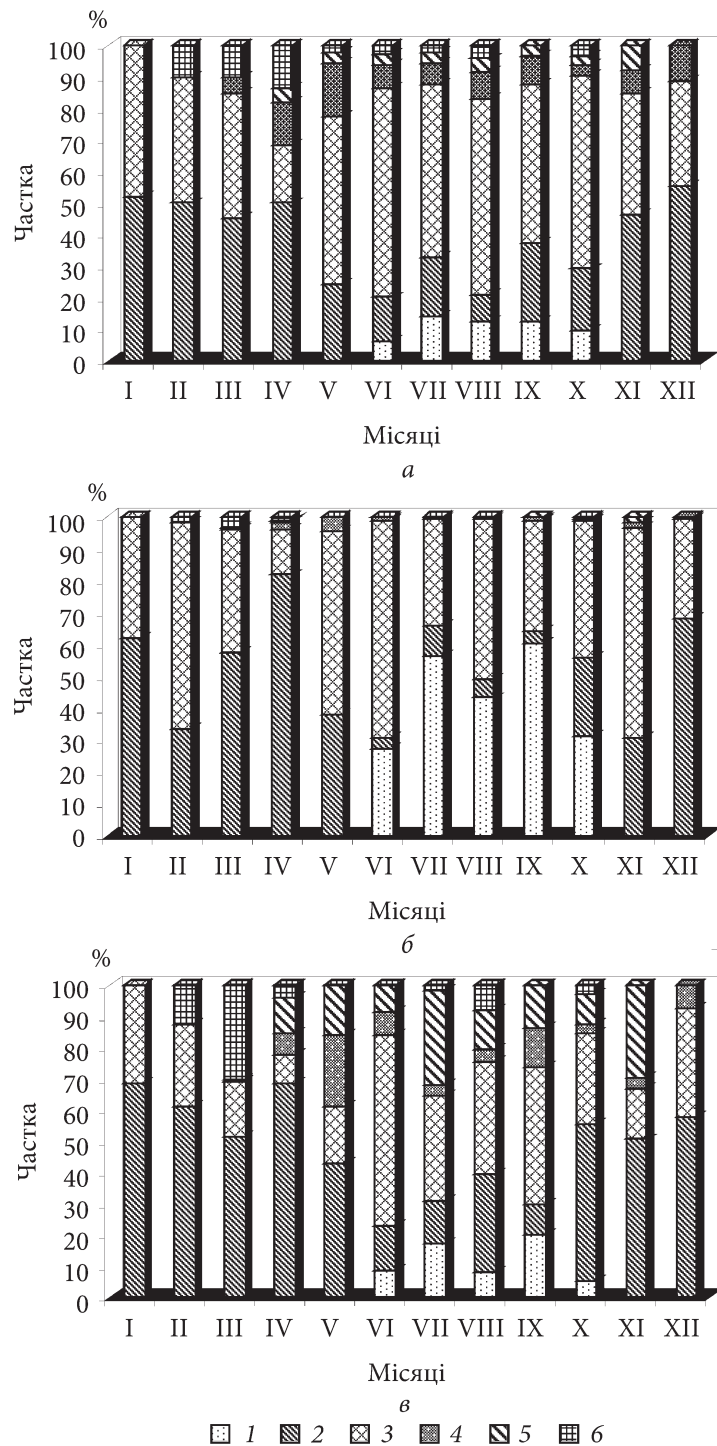


Рис. 2. Структура видового багатства (а), чисельності (б) та біомаси (в) фітопланктону р. Ірпінь: 1 — Cyanoprokaryota, 2 — Bacillariophyta, 3 — Chlorophyta, 4 — Euglenophyta, 5 — Dinophyta, 6 — інші

липні — 7992 тис. кл/дм³, а у серпні — 6750 тис. кл/дм³. Максимальну чисельність фітопланктону спостерігали восени (у вересні), коли її значення досягали 19480 тис. кл/дм³. Осінній пік чисельності фітопланктону був зумовлений інтенсивним розвитком синьозелених водоростей з домінуванням *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, що належить до збудників «цвітіння» води. У жовтні чисельність становила 6090 тис. кл/дм³, а у листопаді значно зменшилася до 1285 тис. кл/дм³. У зимовий період та на початку весни переважали діатомові водорості (57,7—81,9 %), а починаючи із травня — зелені (43,1—68,6 %) (див. рис. 2). Лише у липні та вересні провідна роль належала синьозеленим водоростям (56,2 та 60,5 %).

Динаміка біомаси фітопланктону протягом року була подібною до динаміки його чисельності. Найнижчі її показники зареєстровані у зимовий період — 0,100—0,250 мг/дм³ (див. рис. 1). Навесні біомаса фітопланктону була значно вищою і поступово зростала із березня (0,597 мг/дм³) до травня (2,094 мг/дм³). Влітку її значення становили 2,193—2,300 мг/дм³. Максимальна біомаса фітопланктону, зумовлена інтенсивним розвитком зелених (44,1 %) та синьозелених (20,0 %) водоростей зареєстрована восени (у вересні) — 5,143 мг/дм³. При цьому домінували *Aphanizomenon flos-aquae*, *Peridiniopsis quadridens* (F. Stein) Bourr., *Euglena caudata* Hübner та *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew. У жовтні біомаса фітопланктону становила 2,040 мг/дм³ і у листопаді значно зменшилася до 0,617 мг/дм³. У холодний період року (з жовтня до травня) за біомасою переважали діатомові водорості, частка яких становила 43,0—68,6 %, і лише влітку та у вересні — зелені водорості (34,0—61,0 %) (див. рис. 2).

Домінуючий комплекс фітопланктону, до складу якого входило 19 видів водоростей із шести відділів (Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta і Chlorophyta), суттєво змінювався протягом року (табл. 3). Найбільше відрізнявся видовий склад домінантів взимку при його порівнянні із весняним, літнім та осіннім періодом, а також навесні та влітку (КФП = 22—40 %). Навесні і восени, а також влітку та восени він був досить подібним (КФП = 59 % та 60 %, відповідно). В середньому значення КФП становило 41 %.

У холодний період року за чисельністю домінували переважно діатомові водорості. Частота домінування *Stephanodiscus hantzschii* Grunow становила 67 %, а *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen — 25 %. Влітку та у вересні і жовтні до складу домінантів за чисельністю входили синьозелені водорості — *Aphanizomenon flos-aquae* (частота домінування становила 42 %), *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. (17 %) та *Microcystis pulvereae* (Wood) Forti emend Elenkin (8 %). Зелені водорості домінували за чисельністю в усі сезони, але спорадично лише в окремі місяці (частота їх домінування не перевищувала 17 %) (табл. 3).

За біомасою протягом майже всього року домінували діатомові водорості. Частота домінування *Stephanodiscus hantzschii* становила 83 %, *Aulacoseira granulata* — 33 %, а *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm. — 25 %. Починаючи з квітня і до листопада до складу домінуючого комплексу входили

Домінуючі види фітопланктону р. Ірпінь

Таблиця 3

Таксони	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Cyanoprokaryota												
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	—	—	—	—	—	d	d	d	d	d	—	—
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	—	—	—	—	—	+	d	d	+	+	—	—
<i>Microcystis pulverea</i> (Wood) Forti emend Elenkin	—	—	—	—	—	—	+	d	—	—	—	—
Euglenophyta												
<i>Euglena caudata</i> Hübner	—	—	—	—	d	+	—	—	d	—	—	—
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenb.	—	—	—	+	d	+	+	+	+	+	+	—
Bacillariophyta												
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	d	d	—	—	—	d	+	—	+	+	—	d
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Sm.	—	d	—	d	+	—	—	—	—	—	d	—
<i>Stephanodiscus hantschii</i> Grunow	d	d	d	d	d	+	d	d	+	d	d	d
Dinophyta												
<i>Peridiniopsis quadridens</i> (F. Stein) Bourr.	—	—	+	d	d	d	d	d	d	d	d	—
Cryptophyta												
<i>Cryptomonas caudata</i> J. Schiller	—	—	d	+	—	—	—	—	—	—	—	—

Таксони	Продовження табл. 3											
	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenb.	—	d	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—
Chlorophyta												
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerh.) P. Tsarenko	—	—	—	—	+	d	+	+	+	+	—	—
<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	—	—	+	—	+	d	+	+	+	+	—	—
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G.S. West	—	—	+	—	—	+	+	d	+	+	d	—
<i>Crucigeniella irregularis</i> (Wille) P. Tsarenko et D.M. John	—	—	—	—	d	d	+	+	+	+	—	—
<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchn.) E. Hegew.	+	—	—	—	+	d	+	—	+	+	d	—
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.	—	+	+	+	d	+	d	d	+	+	+	+
<i>Pseudopediastrium boryanum</i> (Turp.) Menegh.	—	—	d	—	—	+	+	+	—	—	—	d
<i>Pediastrium duplex</i> Meyen	d	d	—	—	—	+	+	—	+	—	—	—

Пр і м і т к а. «d» — домінуючий вид; «+» — вид не входить до складу домінуючого комплексу; «—» — вид не знайдено.

ли динофітові водорості — *Peridiniopsis quadridens* (67 %). Криптофітові водорості домінували у лютому (*Cryptomonas ovata* Ehrenb.) і березні (*Cryptomonas caudata* J. Schiller). Частота їх домінування була низькою — 8 %. Влітку та у вересні до складу домінантів за біомасою входили синьо-зелені водорості — *Aphanizomenon flos-aquae* (33 %). Евгленофітові водорості входили до складу домінуючого комплексу у травні (*Euglena caudata* і *Trachelomonas volvocina* Ehrenb.) та у вересні (*Euglena caudata*). Частота їх домінування не перевищувала 17 %. Зелені водорості домінували за біомасою в усі сезони, але лише в окремі місяці (частота їх домінування не перевищувала 25 %) (див. табл. 3).

Проведений біоіндикаційний аналіз показав, що серед знайдених організмів 118 видів (98 % загальної кількості) є індикаторами умов навколишнього середовища, а саме: місцезростання — 118 видів, проточності та насичення води киснем — 76, температурного режиму — 29, активної реакції середовища — 51, солоності води — 83, типу живлення та відношення до концентрації азотовмісних органічних сполук — 18, трофічного статусу водойм — 20, органічного забруднення — 99 видів (за Р. Пантле та Г. Бук) та 22 видів (за Т. Ватанабе).

На досліджуваній ділянці р. Ірпінь за приуроченістю до місцезростання переважали планктонно-бентосні (*Acutodesmus acuminatus* (Lagerh.) P. Tsarenko, *Crucigeniella irregularis* (Wille) P. Tsarenko et D.M. John, *Desmodesmus abundans* (Kirchn.) E. Hegew. та ін.) та планктонні (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis pulvereae*, *Peridiniopsis quadridens* та ін.) організми. Їхня частка у загальній кількості видів — індикаторів місцезростання становила відповідно 49,3 та 34,7 %. Частка бентосних організмів (*Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Gomphoneis olivaceum* (Horn) Dawes ex R. Ross et P.A. Sims, *Nitzschia vermicularis* (Kütz.) Hantzsch та ін.) була значно нижчою — 16,0 %.

Представники повільно текучих вод із помірним насиченням киснем (*Monoraphidium irregulare* (G. Sm.) Komárk.-Legn., *Acutodesmus pectinatus* (Meyen) P. Tsarenko, *Desmodesmus intermedius* (Chodat) E. Hegew. та ін.) суттєво переважали серед видів — індикаторів проточності (84,9 %). Частка індикаторів стоячих вод становила 15,1 %, а представники швидко текучих вод взагалі не були виявлені.

Серед водоростей — індикаторів температурного режиму переважали представники помірно теплих вод — *Navicula cryptocephala* Kütz., *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. та ін. (41,2 %) і евритермні організми — *Phacus caudatus* Hübner, *Trachelomonas intermedia* P.A. Dang., *Trachelomonas volvocina* та ін. (41,2 %). Частка холодолюбних видів становила 15,8 %.

Серед видів — індикаторів активної реакції середовища найбільшою кількістю (50,0 %) представлені індиференти (*Coelastrum microporum* Nägeli, *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. et G.S. West, *Acutodesmus obliquus* (Turp.) P. Tsarenko та ін.). Суттєвим був і внесок алкаліфілів (38,9 %), серед яких найчастіше зустрічались *Asterionella formosa* Hass., *Aulacoseira*

granulata, *Nitzschia acicularis* та ін. Частка алкалібіонтів становила 8,3 %, а ацидофілів — 2,8 % (рис. 3).

Переважаючою групою серед індикаторів солоності води були індиференти (*Microcystis pulvereae*, *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek et Hindák, *Actinastrium hantzschii* Lagerh. та ін.), частка яких становила 88,1 %. Внесок галофілів, мезогалобів та олігогалобів був значно нижчим — відповідно 6,8 %, 3,4 % та 1,7 %.

Серед індикаторів трофічного рівня вод знайдені представники мезотрофних, мезо-евтрофних, евтрофних та гіпертрофних вод, а також види, що зустрічаються в широких межах трофності. Найбільшою виявилася частка індикаторів евтрофних (*Aulacoseira granulata*, *Nitzschia acicularis* та ін.) — 50,0 % і значно меншою — мезо-евтрофних (14,3 %), гіпертрофних (14,3 %) і мезотрофних (7,2 %) вод, а також видів, що зустрічаються в широких межах трофності (7,2 %) (рис. 4).

Система індикації типу живлення, розроблена Г. Ван Дамом із співавторами [35], базується на індикаторних властивостях діатомових водоростей, зокрема їхнього живлення та відношення до кількості у воді азотвмісних органічних сполук. Результати проведеного аналізу свідчать про те, що у товщі води досліджуваної ділянки р. Ірпінь найбільшою кількістю видів були представлені автотрофи, що витримують підвищену концентрацію азотвмісних органічних сполук у воді (76,9 %). Серед них найбільш часто зустрічались *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira italica* (Ehrenb.) Simonsen, *Asterionella formosa* та ін. Частка автотрофів, що витримують лише низьку концентрацію азотвмісних органічних сполук у воді (7,7 %), факультативних гетеротрофів,

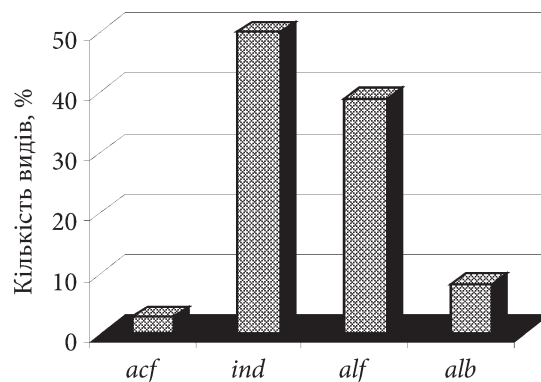


Рис. 3. Розподіл водоростей — індикаторів рН води: acf — ацидофіли; ind — індиференти; alf — алкаліфіли; alb — алкалібіонти

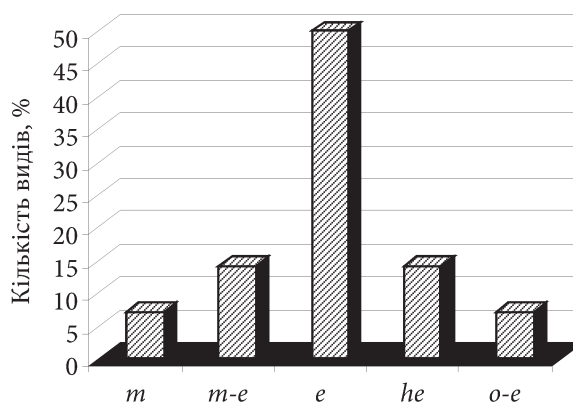


Рис. 4. Розподіл водоростей — індикаторів рівня трофності вод: t — мезотрофних; t-e — мезо-евтрофних; e — евтрофних; he — гіпертрофних; o-e — оліго-евтрофних

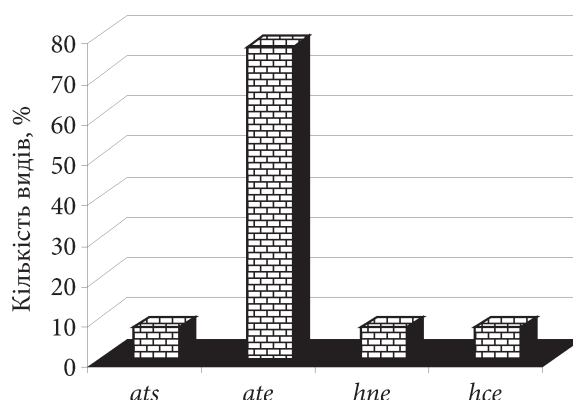


Рис. 5. Розподіл водоростей — індикаторів типу живлення і відношення до концентрації азотовмісних органічних сполук (АОС): *ats* — автотрофи, які витримують лише низькі концентрації АОС; *ate* — автотрофи, які витримують підвищені концентрації АОС; *hne* — факультативні гетеротрофи, яким необхідне періодичне підвищення концентрації АОС; *hce* — облігатні гетеротрофи, яким необхідні постійно підвищені концентрації АОС

що потребують періодичного підвищення концентрації азотовмісних органічних сполук (7,7 %), а також облігатних гетеротрофів, що потребують постійного підвищення концентрації азотовмісних органічних сполук у воді (7,7 %) була значно нижчою (рис. 5).

У системі індикації органічного забруднення, запропонованій Т. Ватанабе [38], види-індикатори розподіляються на три групи: сапроксени — мешканці чистих вод, еврисапроби — мешканці помірно забруднених вод і сапрофіли — мешканці забруднених вод. На досліджуваній ділянці річки переважали еврисапроби (80,0 %), представлені, зокрема, *Stephanodiscus hantzschii*, *Synedra acus* Kütz., *Aulacoseira granulata* та ін. Частка сапроксенів становила 13,3 %, а сапрофілів — 6,7 %.

Серед індикаторів органічного забруднення (за системою Р. Пантле та Г. Бук) [26] знайдені види водоростей, що належать до чотирьох основних груп: олігосапробіонтів, бета-мезосапробіонтів, альфа-мезосапробіонтів і полісапробіонтів. Найбільшою кількістю видів були представлені бета-мезосапробні організми — 71,4 %. Серед них найчастіше зустрічались *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Coelastrum sphaericum* Nägeli та ін. Частка олігосапробіонтів становила 14,3 %, альфа-мезосапробіонтів — 8,6 %, а полісапробіонтів — 5,7 % (рис. 6).

Таким чином, результати проведеного біоіндикаційного аналізу показали, що на досліджуваній ділянці р. Ірпінь найбільшою кількістю видів представлені планктонно-бентосні та планктонні організми. Серед видів — індикаторів проточності переважали мешканці повільно текучих вод, температурного режиму — представники помірно теплих вод та евритермні організми, активної реакції середовища та солоності — індіферентні організми. Індикатори типу живлення були представлені пере-

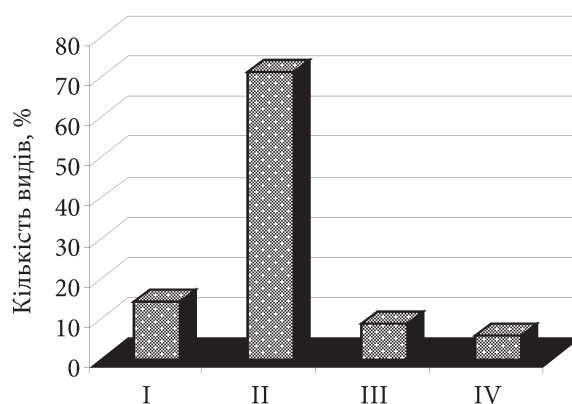


Рис. 6. Розподіл водоростей — індикаторів органічного забруднення (за П. Пантле і Г. Бук) між основними групами: I — α -сапробіонти (індекс сапробності $S = 0,5—1,5$); II — β -мезосапробіонти ($S = 1,5—2,5$); III — α -мезосапробіонти ($S = 2,5—3,5$); IV — ρ -сапробіонти ($S = 3,5—4,0$)

важно автотрофами, що витримують підвищену концентрацію азотовмісних органічних сполук у воді. Серед індикаторів органічного забруднення домінували бета-мезосапробіонти та еврисапроби, а серед індикаторів трофічного рівня — мешканці евтрофних вод.

Обговорення результатів досліджень

В залежності від сезону року видовий склад планктонних водоростей значно змінювався, що підтверджується досить низькими значеннями коефіцієнта флористичної подібності (в середньому 53 %).

Вегетацію зелених та діатомових водоростей спостерігали протягом усього року, еугленофітових — також майже увесь рік за виключенням січня та лютого. Представники *Cyano-prokaryota* зареєстровані влітку та у вересні і жовтні. Динофітові водорості зустрічалися навесні (у квітні і травні), а також протягом всього літнього та осіннього періодів. Представники *Cryptophyta* знайдені в усі сезони року, але тільки в окремі місяці. Вегетацію золотистих водоростей відмічали з березня по червень. Жовтозелені водорості траплялися з квітня по червень, а також у серпні і вересні. *Charophyta* знайдені лише у березні.

Кількісні показники розвитку фітопланктону протягом року також значно варіювали. Найменшу кількість видів (25), а також найнижчі значення чисельності та біомаси (в середньому 662 тис. кл/дм³ і 0,165 мг/дм³) фітопланктону реєстрували взимку. Навесні кількість видів планктонних водоростей (80), а також їхня чисельність і біомаса (в середньому 1767 тис. кл/дм³ і 1,180 мг/дм³) значно зросли. Найбільша кількість видів (83) відмічена в літній період, при цьому чисельність планктонних водоростей в середньому становила 7007 тис. кл/дм³, а біомаса — 2,239 мг/дм³. Восени кількість видів планктонних водоростей зменшилась до 63, проте найвищі значення чисельності і біомаси (в середньому 8952 тис. кл/дм³ і

2,600 мг/дм³) зареєстровані саме в цей період. Осінній пік чисельності фітопланктону був зумовлений інтенсивним розвитком синьозелених водоростей з домінуванням *Aphanizomenon flos-aquae*, що належить до збудників «цвітіння» води, а максимум біомаси фітопланктону — інтенсивним розвитком зелених та синьозелених водоростей.

Такий хід річної динаміки фітопланктону пояснюється в першу чергу впливом температури. Так, пряма достовірна залежність встановлена між температурою води та кількістю видів планктонних водоростей ($r = 0,86, p \leq 0,05, n = 24$), їхньою чисельністю ($r = 0,63, p \leq 0,05, n = 24$) та біомасою ($r = 0,70, p \leq 0,05, n = 24$).

В той же час формування піку чисельності та біомаси фітопланктону у вересні при зниженні температури води до 17,5°C пояснюється зростанням трофності водотоку. В результаті проведеного біоіндикаційного аналізу було встановлено, що серед водоростей — індикаторів трофічного статусу на досліджуваній ділянці річки переважали мешканці евтрофних вод, серед індикаторів типу живлення — автотрофи, що витримують підвищену концентрацію азотовмісних органічних сполук у воді, а серед показників органічного забруднення — бета-мезосапробіонти. Варто також зазначити, що влітку та у вересні біомаса фітопланктону варіювала від 2,193 до 5,143 мг/дм³, що відповідає евтрофному статусу вод [9]. При цьому дані прямих гідрохімічних вимірів підтверджують, що води на досліджуваній ділянці р. Ірпінь належать до евтрофного типу. Так, концентрація амонійного азоту взимку, навесні і восени в середньому змінювалась від 0,31 до 0,82 мг N/дм³, що відповідає евтрофному статусу вод і тільки влітку становила 0,21 мг N/дм³ (мезотрофні води). Середня концентрація нітритів протягом всього року змінювалась від 0,015 до 0,026 мг N/дм³, що також відповідає евтрофному статусу вод. Ще більш високою була концентрація нітратів — влітку вона в середньому становила 0,61 мг N/дм³, що відповідає евтрофному статусу вод, навесні та восени — 0,77 та 0,74 мг N/дм³ (евполітрофні води), а в зимовий період — 1,20 мг N/дм³ (політрофні води). Щодо концентрації неорганічного фосфору, то в зимовий період, навесні та восени вона була помірною — в середньому 0,043—0,050 мг/дм³ (мезотрофні води), а от влітку (у серпні) відбулося значне її підвищення до 0,195 мг/дм³ (евтрофні води), що очевидно і було поштовхом для масового розвитку синьозелених водоростей — збудників «цвітіння» води. Відомо [21], що реакція водоростей на підвищення концентрації біогенних речовин у воді спостерігається дещо згодом з деяким запізненням. Подібний хід динаміки фітопланктону спостерігали і в інших евтрофних водоймах [30].

Висновки

Всього за період досліджень у планктоні р. Ірпінь знайдено 121 вид водоростей з дев'яти відділів. Найбільшу кількість видів включали Chlorophyta та Bacillariophyta. Видовий склад планктонних водоростей, а також їх домінуючий комплекс помітно змінювались протягом року. Кількісні показники розвитку фітопланктону також значно варіювали. Най-

меншу кількість видів, чисельність і біомасу планктонних водоростей виявлено взимку, а найбільшу кількість видів спостерігали влітку. В той же час найбільші величини чисельності і біомаси водоростей зареєстровано восени (у вересні). Такий хід річної динаміки фітопланктону пояснюється в першу чергу впливом температури. Так, пряма достовірна залежність встановлена між та кількістю видів планктонних водоростей, їхньою чисельністю і біомасою та температурою води. Проте, у р. Ірпінь річна динаміка фітопланктону залежала не тільки від температури води, а й від рівня трофності водотоку.

Результати проведеного біоіндикаційного аналізу за такими показниками як частка видів — індикаторів трофічного стану, типу живлення та органічного забруднення, а також за біомасою фітопланктону свідчать про те, що води досліджуваної ділянки р. Ірпінь можуть бути охарактеризовані як евтрофні, що підтверджується і даними прямих гідрохімічних вимірювань за такими показниками як концентрація амонійного азоту, нітритів, нітратів і неорганічного фосфору та біхроматна окиснюваність. Хід річної динаміки фітопланктону характеризувався формуванням піку його чисельності та біомаси на початку осені, зумовленого інтенсивним розвитком синьозелених водоростей — збудників «цвітіння» води, що є типовим для евтрофних водоемів.

Інформація щодо розвитку гідробіонтів у період, який передував початку воєнних дій, може бути використана для оцінки їхніх наслідків та прийняття науково обґрунтованих та екологічно ефективних рішень та заходів щодо зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище.

Список використаної літератури

1. Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив : Pilies Studio, 2006. 498 с.
2. Ключенко П.Д. Динамика неорганических соединений азота в загрязненных малых реках в связи с развитием фитопланктона (на примере некоторых притоков Днестра). *Гидробиол. журн.* 1995. Т. 31, № 2. С. 95—102.
3. Ключенко П.Д. Сравнительная характеристика фитопланктона притоков Днестра (Украина). *Альгология.* 1996. Т. 6, № 3. С. 272—284.
4. Ключенко П.Д., Иванова И.Ю. Особенности видового разнообразия фитопланктона притоков Днестра. *Альгология.* 2009. Т. 19, № 4. С. 362—379.
5. Ключенко П.Д., Митківська Т.І. Фітопланктон приток Верхнього Дніпра. *Укр. ботан. журн.* 1993. Т. 50, № 2. С. 69—79.
6. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. Київ : Логос, 2006. 408 с.
7. Поліщук В.В., Трав'янюк В.С., Коненко Г.Д., Гарасевич І.Г. Гідробіологія і гідрохімія річок Правобережного Придніпров'я. Київ : Наук. думка, 1978. 270 с.
8. Радзимовський Д.А. Фитопланктон р. Ирпень до и после мелиорации // Вопросы рыбохозяйственного освоения и санитарно-биологического режима водоемов Украины. Киев : Наук. думка, 1970. С. 52—54.
9. 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.

10. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
11. Стародубцев В.М., Лади́ка М.М., У Жофань та ін. Героїчна оборона та екологічна драма в долині річки Ірпінь. *Міжнарод. наук. журн. «Грааль науки»*. 2022. № 23. С. 172—182.
12. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Киев : Вища шк., 1984. 333 с.
13. Afanasyev S.O. Impact of war on hydroecosystems of Ukraine: conclusion of the first year of the full-scale invasion of Russia (a review). *Hydrobiol. J.* 2023. Vol. 59, N 4. P. 3—16.
14. Bănăduc D., Simić V., Cianfaglione K. et al. Freshwater as a sustainable resource and generator of secondary resources in the 21st century: stressors, threats, risks, management and protection strategies, and conservation approaches. *Intern. J. Environ. Res. Publ. Health*. 2022. Vol. 19, N 24, art. no. 16570.
15. Grebin V.V., Mokin V.B., Kryzhanivskiy Y.M., Afanasyev S.A. Optimization of hydrographic and water-management regionalization of Ukraine according to world approaches and principles of the EU Water Framework Directive. *Hydrobiol. J.* 2016. Vol. 52, N 5. P. 81—92.
16. Klochenko P.D., Grubinko V.V., Gumenyuk G.B., Arsan O.M. Peculiarities of ammonium nitrogen assimilation in green and blue-green algae. *Hydrobiol. J.* 2003. Vol. 39, N 6. P. 102—108.
17. Klochenko, P.D., Shevchenko T.F., Kharchenko G.V. Structural organization of phytoplankton and phytoepiphyton of the lakes of Kiev. *Hydrobiol. J.* 2013. Vol. 49, N 4. P. 47—63.
18. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Kharchenko G.V. Structural and functional organization of phytoplankton in the thickets and in the sections free of vegetation in the lakes of Kiev. *Hydrobiol. J.* 2015. Vol. 51, N 3. P. 45—60.
19. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Lilitskaya G.G. Bioindication of the ecological state of water bodies of the Goloseyevo National Natural Park. *Hydrobiol. J.* 2018. Vol. 54, N 5. P. 17—27.
20. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Nezbryskaya 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. *Hydrobiol. J.* 2019. Vol. 55, N 3. P. 29—43.
21. Kureyshevich A.V. Response of phytoplankton of eutrophic reservoirs to the increase in the content of phosphorus and nitrogen in their waters. *Hydrobiol. J.* 2005. Vol. 41, N 6. P. 3—22.
22. Medved' V.O. Phytoplankton spectral pigment indices in the lakes of the city of Kyiv. *Hydrobiol. J.* 2023. Vol. 59, N 4. P. 30—46.
23. Medved' V.O., Kharchenko G.V. Pigment and quantitative indices of phytoplankton of megapolis lakes and assessment of their trophic status. *Hydrobiol. J.* 2022. Vol. 58, N 3. P. 54—67.
24. Nezbryskaya I.N., Kureyshevich A.V., Yarovoy A.A. et al. Peculiarities of the influence of high concentrations of ammonium on the functioning of some species of Cyanoprokaryota, Chlorophyta and Euglenophyta. *Hydrobiol. J.* 2019. Vol. 55, N 2. P. 69—82.
25. Oksiyuk O.P., Davydov O.A., Karpezo Yu.I. Ecological and morphological structure of microphytobenthos. *Hydrobiol. J.* 2009. Vol. 45, N 2. P. 13—23.
26. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas- und Wasserbach.* 1955. Vol. 96, N 18. S. 604.
27. Shevchenko T.F. Species composition of periphyton algae of the reservoirs of the Dnieper cascade. *Hydrobiol. J.* 2007. Vol. 43, N 5. P. 3—42.
28. Shevchenko T.F. Distribution of periphyton algae of the Dnieper reservoirs depending on the type of substratum. *Hydrobiol. J.* 2011. Vol. 47, N 3. P. 3—13.
29. Shevchenko T., Klochenko P., Nezbryska I. Response of phytoplankton to heavy pollution of water bodies. *Oceanol. Hydrobiol. St.* 2020. Vol. 49, N 3. P. 267—280.

30. Shcherbak V.I., Yakushyn V.M., Zadorozhnaya A.M. et al. Seasonal and interannual dynamics of phytoplankton, phytomicroepiphyton, and nutrients content in the river section of the Kanev Reservoir. *Hydrobiol. J.* 2016. Vol. 52, N 1. P. 49—61.
31. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, Rhodophyta. (Vol. 1). Ruggell: Gantner Verlag, 2006. 713 p.
32. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Bacillariophyta. (Vol. 2). Ruggell: Gantner Verlag, 2009. 413 p.
33. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Chlorophyta. (Vol. 3). Ruggell: Gantner Verlag, 2011. 511 p.
34. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Charophyta. (Vol. 4). Ruggell: Gantner Verlag, 2014. 703 p.
35. Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Nether. J. Aquat. Ecol.* 1994. Vol. 28, N 1. P. 117—133.
36. Vasilchuk T.A., Klochenko P.D. Dynamics of the content of nutrients and organic matter in some tributaries of the Dnieper River depending on the development of phytoplankton. *Hydrobiol. J.* 2001. Vol. 37, N 6. P. 111—121.
37. Vasilchuk T.A., Klochenko P.D. Composition of dissolved organic matter in some tributaries of the Dnieper River depending on the development of planktonic algae. *Hydrobiol. J.* 2004. Vol. 40, N 1. P. 92—103.
38. Watanabe T. Biological indicator for the assessment of organic water pollution. *Japan J. of Water Pollut. Res.* 1986. Vol. 19. P. 7—11.

Надійшла 07.10.2023

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

P.D. Klochenko, Doctor of Biology, 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

T.M. Sereda, PhD (Biol.), Senior researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: seredatm@ukr.net
ORCID 0000-0003-2679-4008

PHYTOPLANKTON ANNUAL DYNAMICS AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE IRPIN RIVER (UKRAINE) PRIOR TO HOSTILITIES

Phytoplankton annual dynamics and ecological structure were studied in the Irpin River (the right bank tributary of the Kyiv Reservoir) near the town of Irpin (50°31' N, 30°15' E). On the whole, 121 algal species of nine divisions were identified. Chlorophyta (57) and Bacillariophyta (27) included the largest number of species. During a year, phytoplankton species composition, and also the complex of dominant species, significantly varied. This is supported by rather low values of the Sorensen coefficient of community similarity (on the average 53 % and 41 %, respectively). The quantitative indices of its deve-

lopment also significantly varied. The lowest number of species (25), cell numbers, and biomass of plankton algae (on the average 662 thousand cells/dm³ and 0.165 mg/dm³) were registered in winter and the largest number of species (83) — in summertime. At the same time, the highest cell numbers and biomass (19 480 thousand cells/dm³ and 5.143 mg/dm³) were observed in autumn (in September). Direct significant correlations were established between phytoplankton quantitative indices and water temperature. However, it has been found that phytoplankton annual dynamics in the Irpin River depended not only on water temperature, but also on the trophic status of the watercourse. As a result of the performed bioindication analysis, it has been found that in terms of such indices as the contribution of species — indicators of the trophic status, nutrition type, and organic contamination, and also in terms of phytoplankton biomass, the waters of the studied section of the Irpin River can be characterized as eutrophic ones, which is supported by the data of direct hydrochemical measurements. The pattern of phytoplankton annual dynamics was characterized by the formation of the peak of its numbers and biomass in early autumn. The maximum quantitative indices of phytoplankton development were conditioned by intensive development of blue-green algae with a predominance of *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs belonging to water bloom forming species. Such pattern of phytoplankton annual dynamics is typical to eutrophic water bodies. The obtained information on the development of algae in the Irpin River in the period preceding the beginning of hostilities can be used to assess their consequences.

Keywords: *phytoplankton, annual dynamics, ecological structure, water chemical composition, the Irpin River*