

DOI: 10.32999/ksu2524-0838/2021-30-8
 УДК 574.583(282.247.32)

Мінаєва Г.М.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФІТОПЛАНКТОНУ ВОДОТОКІВ НИЖНЬОГО ДНІПРА

Херсонська гідробіологічна станція НАН України, м. Херсон, Україна
 e-mail: halinaminaeva@gmail.com

Антропогенне навантаження на річки, особливо ті, які протікають через міста, безумовно відбивається на видовому складі фітопланктону. Проведено дослідження річкової води біля міста Херсон. Особлива увага була приділена річці Вільовчина, до якої відбувається скид води з очисних споруд міста. Дослідження водотоків нижньої течії річки Дніпра 2016–2020 років показало, що угруповання водоростей планктону досить багаті за видовим складом і характеризуються полідомінантною структурою, а основними структуроутворюючими відділами є Chlorophyta, Bacillariophyta і Cyanophyta (у сумі 82% флористичного спектру).

У річках і рукавах річки Дніпро виявлено 145–261 ввт з 9 відділів. Флористичний спектр планктонних водоростей в них схожий і формується переважно зеленими (32%), діатомовими (30%) і синьозеленими (20%) водоростями; виключенням є річка Вільовчина, в якій третє місце за кількістю ввт займає відділ Euglenophyta (14%), а показники розвитку фітопланктону в 2,3 і 5,7 рази перевищують такі показники в решті досліджених водних об'єктів: 2,7 млн. кл/дм³ і 0,967 г/м³ проти 6,2 млн. кл/дм³ і 5,537 г/м³ за рахунок надходження алохтонної органіки зі стічними водами міських очисних споруд. Зазначене явище являє собою підтвердження антропогенного забруднення стічними водами притоки річки Дніпро. Домінуючий комплекс фітопланктону водотоків формується переважно діатомовими водоростями.

Первинна продукція водоростей у період польових досліджень в середньому складала 3,55 г O₂/м³×добу і в різних водотоках в 1,6–2,0 рази перевищувала деструкцію. Деструкційні процеси, аналогічно продукційним, найбільш інтенсивно проходили у річці Вільовчина, де в усі сезони п/п була не менше 6,19 г O₂ / м³×добу. Валова п/п у водотоках нижнього Дніпра становила в середньому за досліджуваний період 3,55 г O₂ / м³×добу і в 1,6–2,0 рази перевищувала деструкцію. Деструкція органічної речовини у досліджених водних об'єктах в середньому становила 2,06 г O₂ / м³×добу, чиста продукція – 1,49 г O₂ / м³×добу, що свідчить про накопичення органічної речовини в досліджених водотоках нижнього Дніпра протягом 2016–2020 рр. У річці Вільовчина в усі сезони валова п/п була не менше 6,19 г O₂ / м³×добу.

Ключові слова: нижній Дніпро, водотоки, структура фітопланктону, первинна продукція, деструкція органічної речовини.

Minaeva H.M.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF PHYTOPLANKTON OF LOWER DNIPRO WATERFLOWS

The study of waterflows in the lower currents of the Dnipro in 2016–2020 showed that groups of plankton algae are quite rich in species composition and characterized by polydominant structure, and Chlorophyta, Bacillariophyta and Cyanophyta (in the amount of 82%) are the main structure-forming divisions.

145–261 WWs from 9 divisions were found in rivers and tributaries. The floristic spectrum of planktonic algae there is similar and formed mainly by green (32%), diatoms (30%) and blue-green (20%) algae; The river Viryovchyna is an exception, in which the third place in terms of the number of WWs is occupied by the Euglenophyta division (14%), and the indicators of phytoplankton development are 2.3 and 5.7 times higher than the following indicators in the rest of the studied water bodies: 2.7 million. cells / dm³ and 0.967 g / m³ against 6.2 million cells / dm³ and 5.537 g / m³ due to the inflow of allochthonous organic matter with wastewater from urban treatment facilities. The dominant phytoplankton complex of waterflows is formed mainly by diatoms.

The primary production of algae, during the research period, averaged 3.55 g O₂ / m³ × day and in different waterflows was 1.6–2.0 times higher than the destruction. Destructive processes, similarly to the productive ones, took place most intensively in the river Viryovchyna, where in all seasons the p / p was not less than 6.19 g O₂ / m³ × day. Gross p / p in the lower Dnipro waterflows averaged 3.55 g O₂ / m³ × day during the study period and was 1.6–2.0 times higher than destruction.

The destruction of organic matter (OM) in the studied water bodies averaged 2.06 g O₂ / m³ × day, net production - 1.49 g O₂ / m³ × day, which indicates the accumulation of organic matter in the studied waterflows of the lower Dnipro during 2016-2020. In the river Viryovchyna, during all the seasons, the gross p / p was not less than 6.19 g O₂ / m³ × day.

Key words: lower Dnipro, waterflows, structure of phytoplankton, primary products, destruction of organic matter.

Рослинний планктон (разом з вищою водною рослинністю) – один із основних першопродуцентів органічної речовини (ОР) у водоймах різного типу. Фітопланктон є невід’ємним компонентом кормової бази для зоопланктону та іхтіофауни, а також біоіндикатором забруднень та порушення внутрішніх процесів водойм. Через енергетичні та трофічні зв’язки він формує структурно-функціональні особливості біоти на різноманітних рівнях її організації. Істотна його роль у трофічних зв’язках планктону, а також у фотосинтетичній аерації водної товщі, у формуванні якості води тощо. В евтрофних водоймах визначальним механізмом взаємовідносин між гідробіонтами першого і другого трофічних рівнів виступає структура фітопланктону. Її зміни призводять до перерозподілу внутрішньоводоймних потоків енергії та кругообігу речовин між фіто-, бактеріо- і зоопланктоном.

Фітопланктон руслової мережі нижнього Дніпра вивчений досить добре. Основний масив даних отримано в кінці 20-го – на початку 21-го століття. В різні роки дослідження були спрямовані на вивчення таксономічної структури, сезонної динаміки розвитку, якісних і кількісних характеристик рослинного планктону [5-7, 9, 11, 15, 25], продукційно-деструкційних процесів [10, 13, 24] та якості води за його показниками [8, 14].

Руслова мережа нижньої течії Дніпра, не зважаючи на послаблення антропогенного тиску в останні роки, залишається в зоні активної експлуатації природних ресурсів (незворотний забір води, рекреація тощо), крім того, доведеним є фактор глобального потепління, тому необхідний постійний моніторинг стану фітопланктону в цьому регіоні. В даній роботі представлено структурно-функціональні показники останніх років досліджень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Протягом 2016–2020 рр. нами досліджено основне русло Дніпра (поблизу Каховської греблі біля входу в Сабезький лиман і в районі м. Херсон), рукав р. Кошова, а також р. Вірьовчина. Альгологічні проби (всього 82 проби) об’ємом 1 дм³ відбирали батометром Рутнера і опрацьовували за загальновідомими в гідробіології методами [17, 18, 20, 26].

Водорості ідентифікували, використовуючи визначники серій «Визначник прісноводних водоростей УРСР», «Определитель пресноводных водорослей СССР» та інші несерійні видання. Видовий склад водоростей визначали за допомогою світлового мікроскопу BIOLAR SK 14 (Польща). Найменування видових і внутрішньовидових таксонів водоростей наведені згідно роботи [2].

Показники об'ємів клітин водоростей брали з робіт В.Г. Гринь [3] або розраховували заново стереометричним методом [20]. Біомасу фітопланктону визначали лічильно-об'ємним методом і подавали як середньозважену (г/м³). В домінуючий комплекс включали види, чисельність або біомаса яких складала не менше 10% властивих усьому угрупованню водоростей; вважали, що вид зустрічається часто, якщо він знайдений більше, ніж в 40% проб [12].

Первинну продукцію фітопланктону (п/п) (всього 55) вимірювали киснево-склянковим методом [1, 19].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В період 2016–2020 рр. у водотоках нижнього Дніпра (основне русло, рукав Кошова, р. Вірвовчина) виявлено від 145 до 261 виду і внутрішньовидового таксону водоростей, включно з номенклатурним типом виду (ввт). Найбільше – в Дніпрі біля м. Херсон (верхівка дельти), оскільки там протягом 4 років на трьох станціях відібрано найбільше проб (42 шт.) в біотопах з різними екологічними умовами (табл. 1). Найменше – в рукаві Кошова.

Таблиця 1

Показники якісного і кількісного розвитку фітопланктону в річках і рукавах нижнього Дніпра

Водотоки	ВВТ (n)	ПВБ	N, млн. кл/дм ³	B, г/м ³	Флористичний спектр (%)	Формування біомаси (%)
Дніпро (біля Сабецького лиману)	169 (9)	27	2,3	0,535	Сyan.– 22 Eugl.– 7 Dinoph.– 5 Bacil.– 28 Chlor.– 31	Сyan.– 27 Eugl.– 6 Dinoph.– 12 Bacil.– 27 Chlor.– 26
Дніпро (біля м. Херсон)	261 (9)	23	2,7	0,573	Сyan.– 18 Eugl.– 6 Dinoph.– 2 Bacil.– 29 Chlor.– 37	Сyan.– 18 Eugl.– 3 Dinoph.– 19 Bacil.– 36 Chlor.– 20
Рукав Кошова	145 (7)	24	2,7	1,937	Сyan.– 22 Eugl.– 8 Dinoph.– 4 Bacil.– 30 Chlor.– 30	Сyan.– 8 Eugl.– 2 Dinoph.– 3 Bacil.– 81 Chlor.– 5
Р. Вірвовчина	208 (9)	31	6,2	5,537	Сyan.– 12 Eugl.– 14 Dinoph.– 3 Bacil.– 26 Chlor.– 36	Сyan.– 4 Eugl.– 18 Dinoph.– 35 Bacil.– 27 Chlor.– 12

Примітки: 1. ВВТ – види і внутрішньовидові таксони водоростей, n – кількість відділів; 2. ПВБ –питоме видове багатство; 3. N – чисельність водоростей; B – біомаса водоростей; в

– енергетичний еквівалент біомаси; 4. Cyan.– синьозелені, Eugl.– евгленові, Dinoph.– дінофітові, Bacil.– діатомові, Chlor.– зелені водорості.

Різноманіття таксонів найвищого рангу майже на всіх станціях сягало 9 відділів, крім рукава Кошова. Альгофлору представляли відділи Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta, Streptophyta.

За середньою кількістю ввт, знайдених в одній пробі (ПВБ) найвищими показниками виділяються р. Вірвовчина, менше – в Дніпрі неподалік Каховської греблі (біля входу в Сабецький лиман), найбідніші проби – в рукаві р. Кошова і в р. Дніпро в районі м. Херсон. В пробах нараховували від 14 до 56 ввт. Середньовегетаційне ПВБ коливалось у вузькому діапазоні – 23–32 ввт, але доволі значними були міжсезонні коливання: в Дніпрі біля греблі і біля Херсону від 14 до 42 і від 14 до 35 ввт відповідно; у р. Вірвовчина – 25–46 ввт; найбільш широкий діапазон коливань відмічено в рукаві р. Кошова – 11–56 ввт. Як правило, мінімальна кількість видів реєструється в весняних пробах, максимальна – в літньо-осінніх.

За градієнтом частоти трапляння виділено 5 домінантних видів (40% і вище): *Hyaloraphydium contortum* Korsch. (76%), *Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew. (75%), *Oscillatoria limnetica* Lemm. (56%), *Kirchneriella irregularis* (G.Sm.) Korsch. (54%), *Cyclotella meneghiniana* Kütz. (42%). Більшість з них – Chlorophyta.

Флористичний спектр досліджених водотоків майже не відрізняється, в ньому домінують зелені 32% (коливання показника 30–37%), діатомові 30% (28–35%) і синьозелені 20% (18–22%) водорості, за винятком р. Вірвовчина, де значну роль в формуванні ФС відіграють евгленові (14%), тоді як в решті водотоків їх частка в середньому складає 6% (2–8%). Отже, основними структуроутворюючими відділами в водотоках нижнього Дніпра є зелені, діатомові і синьозелені водорості (82% ФС); в антропогенно забрудненій річці Вірвовчина на третьому місці за кількістю таксонів найнижчого рангу знаходяться евгленові.

Середні показники чисельності водоростей в трьох з чотирьох водотоків практично однакові і коливаються між 2,3 і 2,7 млн. кл/дм³. Чисельність в них формують здебільшого ціаніди – 78% (коливання в різних водотоках 70–87%), частка діатомей – 9% (6–16%), частка зелених – 10% (8–13%). Рясність фітопланктону в р. Вірвовчина в 2,4 рази більша ніж в інших водних об'єктах; як і в решті водотоків, переважають синьозелені (62%), значна частка належить також зеленим (17%) і діатомовим (15%). Серед синьозелених водоростей, що впливали на величину чисельності в досліджених річках найчастіше зустрічались мілкоклітинні класу хроококових: *Microcystis aeruginosa* Kütz., *M. aeruginosa* f. *viridis* (A. Br.) Elenk. emend. Kom., *Oscillatoria limnetica*, *O. gracilis* Böcher, *O. amphibia* Ag., *Merismopedia punctata* Meyen. та *Anabaenopsis raciborskii* Wołosz. з гормогонієвих.

Біомаса фітопланктону, як і чисельність, в річках пониззя Дніпра коливалась в вузькому діапазоні – 0,535–1,937 г/м³ за винятком р. Вірвовчина, що в 3–10 разів перевищувала таку в інших водотоках. Перше місце в формуванні біомаси в Дніпрі і рукаві Кошова належало діатомовим – 47% (коливання показника в різних водотоках 27–81%), на другому місці були синьозелені – 16% (8–27%), на третьому – зелені – 16% (5–26%). В р. Вірвовчина в період 2016–2020 рр. біомасу водоростей формували дінофітові і діатомові (в сумі 62%) з помітною часткою евгленових і зелених (відповідно 18 і 12%).

Навесні основу біомаси в більшості водотоків формували переважно діатомей: *Melosira varians* Ag., *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg., *S. hantzschii* Grun. in Cl. et Grun., *Aulacoseira granulata* (Ech.) Sim.; в р. Вірвовчина – евгленові: *Euglena granulata* (Klebs) Schmitz, *Anizonema acinus* Duj., *Phacus caudatus* Hübn., *Ph. longicauda* (Ech.) Duj.,

Katodinium vorticellum (Stein) Loeblich III і перифітонні діатомові: *Pinnularia gibba* Ehr., *Epithemia goeppertiana* Hilse. Влітку відмічено найбільше різноманіття таксонів всіх рівнів, які помітно впливали на величину біомаси водоростей в залежності від умов середовища: зелені – *Chlamydomonas monadina* Stein, динофітові – *Peridinium cinctum* (O.Mull.) Ehr., *Diplopsalis acuta* (Arstein) Entz., *P. bipes* Stein, *Sphaerodinium cinctum* (Ehr.) Wołosz., діатомові – *A. granulata*, синьозелені – *Anabaenopsis raciborskii*, *M. aeruginosa*, *Oscillatoria limosa*. Слід відмітити, що влітку 2019 р. на усіх досліджених біотопах зафіксовано значний розвиток динофітових водоростей, що трапляється доволі рідко. Зокрема, в р. Вірьовчина – *Peridinium cinctum*, біомаса якої сягала 6,821 г/м³ (94% від загальної). Восени біомасу фітопланктону формували здебільшого діатомові – *M. varians*, *Cyclotella planctonica* Brun., *S. hantzschii*, *A. granulata*, *Synedra ulna*, зелені – *Desmodesmus communis*, *Ch. monadina*, динофітові – *P. cinctum*, і подекуди синьозелені і евгленові – *A. raciborskii* і *Euglena caudata*.

Кількісні показники розвитку фітопланктону в річках і рукавах нижнього Дніпра в середньому складали 2,7 млн. кл/дм³ і 0,967 г/м³ (без врахування р. Вірьовчина). Таким чином, в водотоках нижнього Дніпра угруповання водоростей планктону досить багаті за видовим складом і характеризуються полідомінантною структурою. Домінуючий комплекс фітопланктону (по біомасі) формується переважно діатомеями.

Відомо, що фітопланктон продукує органічну речовину протягом усього вегетаційного періоду. В усіх водних об'єктах ДБГО інтенсивно розвиваються водорості, які в процесі відмирання і надходження в воду продуктів розкладу асимілюють біогенні і деякі органічні речовини. Інтенсивність фотосинтезу залежить від видового складу, чисельності та біомаси водоростей, а також визначається розмірами клітин і їх фізіологічним станом, світловим та температурним режимами [16, 21, 24]. Для виявлення закономірностей біотичної трансформації речовин і енергії в водних екосистемах важливою характеристикою є швидкість фотосинтезу, що дозволяє оцінити біопродуктивність планктонних водоростей, як першопродукта органічної речовини в водоймах. Найбільша фотосинтетична активність, як правило, відповідає періодам росту популяцій, а не максимальній біомасі [22]. Швидкість продукування органічної речовини різна при домінуванні тих чи інших систематичних груп водоростей [23].

У період вегетації (2016–2020 рр.) валова продукція в найбільш ретельно досліджених водотоках (Дніпро в районі м. Херсон, р. Вірьовчина і рукав Кошова) в 1,6–2,0 рази перевищувала деструкцію. Найбільш інтенсивно процес новоутворення ОР проходив у р. Вірьовчина (в 3,8 рази швидше, ніж у рукаві р. Кошова і в 2,1 рази швидше, ніж в основному руслі Дніпра) за рахунок надходження алохтонної органіки зі стічними водами міських очисних споруд. Валова п/п ву водотоках нижнього Дніпра становила в середньому за досліджений період 3,55 г О₂ / м³×добу; середньовегетаційні величини п/п у різних водотоках коливалась в межах 1,76–6,70 г О₂ / м³×добу (табл. 2). У р. Вірьовчина в усі сезони валова п/п була не менше 6,19 г О₂ / м³×добу.

В основному руслі Дніпра (район м. Херсон) відносно висока весняна біомаса водоростей обумовлена домінуванням крупної діатомової флори, продукційні характеристики якої нижчі, ніж мілкоклітинних синьозелених і зелених водоростей, що домінували влітку і восени. У водотоках, що знаходяться в межах м. Херсон (р. Вірьовчина і рукав Кошова) суттєву частку енергетичного балансу складає аллохтонна ОР, яка надходить з прилеглої території, а також вища водна рослинність (особливо в р. Вірьовчина). Це типова ситуація для мілководних замулених слабопроточних водойм, до яких належить р. Вірьовчина [4].

Таблиця 2

Продукційні характеристики та показники біомаси фітопланктону на деяких водних об'єктах Дніпровсько-Бузької гирлової області (2016–2020 рр.)

Водотоки	Сезон	Продукційні характеристики гО ₂ /м ³ × доб.			Біомаса, г/м ³
		A	R	P	
Дніпро (р-н Сабецького лиману)	весна	2,00	1,46	0,54	0,448
	літо	3,92	1,92	2,00	0,794
	осінь	1,60	0,64	0,96	0,363
Дніпро (р-н Херсона)	весна	2,13	0,54	1,59	0,846
	літо	5,97	2,74	3,23	0,490
	осінь	1,55	0,50	1,05	0,383
Рукав Кошова	весна	1,39	0,55	0,84	1,405
	літо	2,91	1,61	1,30	4,312
	осінь	0,99	0,45	0,54	0,094
Р. Вільовчина	весна	6,19	2,67	3,50	4,239
	літо	7,27	2,91	4,36	7,216
	осінь	6,65	2,37	4,28	5,158

Примітка: А – валова первинна продукція, R – деструкція ОР, Р – продукція фітопланктону.

Деструкція ОР в досліджених водних об'єктах в середньому становила 2,06 г О₂ / м³×добу, чиста продукція – 1,49 г О₂ / м³×добу, що свідчить про накопичення органічної речовини в досліджених водотоках нижнього Дніпра протягом 2016–2020 рр.

ВИСНОВКИ

За період 2016–2020 рр. у водотоках нижнього Дніпра (основне русло, рукав Кошова, р. Вільовчина) виявлено від 145 до 261 видів і внутрішньовидового таксону водоростей, включно з номенклатурним типом виду (ввт). Різноманіття таксонів найвищого рангу майже на всіх станціях сягало 9 відділів. Альгофлору представляли водорості відділів Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta, Streptophyta. Основними структуроутворюючими відділами у водотоках нижнього Дніпра є зелені, діатомові і синьо-зелені водорості (82% ФС); в антропогенно забрудненій річці Вільовчина на третьому місці за кількістю таксонів найнижчого рангу знаходяться евгленові.

В пробах нараховували від 14 до 56 ввт. Середньовегетаційне ПVB коливалось у вузькому діапазоні – 23–32 ввт. За градієнтом частоти трапляння виділено 5 доміантних видів, більшість з них – представники Chlorophyta.

Середні показники чисельності та біомаси водоростей у водотоках (крім р. Вільовчина) коливались між 2,3 і 2,7 млн. кл/дм³ та 0,535–1,937 г/м³. Чисельність в них формують здебільшого цианіди – 78% (коливання в різних водотоках 70–87%), біомасу – діатомові (47%), синьозелені і зелені (по 16%). Кількісні показники розвитку фітопланктону в річках і рукавах нижнього Дніпра в середньому складали 2,7 млн. кл/дм³ і 0,967 г/м³.

Серед водотоків нижнього Дніпра виділяється р. Вільовчина, в якій рясність фітопланктону в 2,4 рази, а біомаса в 3–10 разів перевищували такі в інших водотоках.

Валова п/п в водотоках нижнього Дніпра становила в середньому за досліджений період 3,55 г О₂ / м³×добу і в 1,6–2,0 рази перевищувала деструкцію. Деструкція ОР в досліджених водних об'єктах в середньому становила 2,06 г О₂ / м³×добу, чиста продукція

– 1,49 г O₂ / м³×добу, що свідчить про накопичення органічної речовини в досліджених водотоках нижнього Дніпра протягом 2016–2020 рр. У р. Вільовчина в усі сезони валова п/п була не менше 6,19 г O₂ / м³×добу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бульон ВВ. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Ленинград: Наука; 1983. 150 с.
2. Вассера СП, Царенко ПМ, редакторы. Разнообразие водорослей Украины. Альгология. 2000; 10(4):309 с.
3. Гринь ВГ. Об'ємно-вагова характеристика провідних видів фітопланктону нижнього Дніпра. У: Питання екології і ценології водних організмів Дніпра; 1963; Київ, Україна: Видавництво АН УРСР; 1963. С. 35-40.
4. Громова ЮФ, Афанасьев СА, Шевцова ЛВ. Структурная организация зоопланктона трансформированных малых рек. Гидробиол. журн. 2012; 5:20-29.
5. Минаева ГН. Разнообразие фитопланктона приморского района Днепра. Гидробиол. журн. 2006; 42(1):25-34.
6. Минаева ГН. Синезеленые водоросли в структуре фитопланктона в водных объектов Днепроовско-Бугской устьевой области. В: Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений; Херсон, Україна; 2012. С. 79–82.
7. Минаева ГН. Флора водорослей реки Веревчина. Наукові читання, присвячені Дню науки. 2018; 11:20-24.
8. Мінаєва ГМ. Екологічний стан і якість води водотоків нижнього Дніпра за показниками фітопланктону. Наукові читання присвячені Дню науки. 2009; 2:8-14.
9. Мінаєва ГМ. Особливості флор водних об'єктів Дніпровсько-Бузької гирлової області. Наукові читання присвячені Дню науки. 2011; 4:30-35.
10. Мінаєва ГМ. Продукційно-деструкційні процеси в антропогенно забруднених біотопах водотоків нижнього Дніпра. Наукові читання, присвячені Дню науки. 2014; 7:32-36.
11. Мінаєва ГМ. Фітопланктон антропогенно забрудненої річки. Природничий альманах. 2019; 26:111–121.
12. Одум Ю. Основы экологии. Москва: Мир; 1975. 740 с.
13. Полищук ВС. Первичная продукция фитопланктона. В: Днепроовско-Бугская эстуарная экосистема. Киев: Наукова думка, 1989: 90-103.
14. Полищук ВС, Мороз ТГ, Россова ЭЯ. и др. Санитарно-гидробиологический режим и качество воды. Днепроовско-Бугская эстуарная экосистема. Киев: Наукова думка, 1989: 202-218.
15. Полищук ВС, Томницкий ВА. Фитопланктон Нижнего Днепра. Гидробиол. журн. 1985; 20(1):8-12.
16. Пырина ИЛ. Зависимость первичной продукции от состава фитопланктона. В: Первичная продукция морей и внутренних водоемов; 1961; Минск. Минск, Беларусь: Издательство высшая и средняя школа; 1961. С. 308-313
17. Романенко ВД, редактор. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. Київ: ЛОГОС; 2006. 408 с.
18. Романенко ВД. Основы гидроэкологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Киев: Генеза; 2004. 664 с.
19. Романенко ВИ., Кузнецов СИ. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. Ленинград: Наука, 1974. 194 с.
20. Топачевский АВ, Масюк НП. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Киев: Высшая школа, 1984. 336 с.

21. Трифонова ИС. Закономерности изменения фитопланктонных сообществ при эвтрофировании озер [диссертация]. Санкт-Петербург, Россия; 1994. 77 с.
22. Щербак ВИ, Кузьменко МИ. Роль отдельных видов фитопланктона в формировании первичной продукции Киевского водохранилища. Водные ресурсы. 1984; 2:17-18.
23. Щербак ВИ. Продукционные характеристики доминирующих видов фитопланктона днепровских водохранилищ. Альгология. 1998; 8(3):286-294.
24. Щербак ВИ. Фотосинтетическая активность доминирующих видов днепровского фитопланктона. Гидробиол. журн. 1998; 34(5):1-22.
25. Щербак ВІ. Структурно-функціональна характеристика дніпровського фітопланктону [автореферат дисертації]. Київ, Україна; Інститут гідробіології НАН України; 2000. 32 с.
26. Щербак ВІ. Методи досліджень фітопланктону. У: Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем; 2002; Київ. Київ, Україна; 2002. С. 41-47.

REFERENCES

1. Bulon VV. Pervichnaya produktsiya planktona vnutrennih vodoemov. Leningrad: Nauka; 1983. 150 p. [in Russian].
2. Vassera SP, Tsarenko PM, editors. Raznoobrazie vodorosley Ukrainy. Algologia. 2000; 10(4):309 p. [in Russian].
3. Hryn VH. Ob'ємno-vahova kharakterystyka providnykh vydiv fitoplanktonu nyzhnoho Dnipra. In: Pytannia ekolohii i tsenolohii vodnykh orhanizmiv Dnipra; 1963; Kyiv. Kyiv, Ukraine: Vydavnytstvo AN URSR; 1963. P. 35-40. [in Ukrainian].
4. Gromova YuF, Afanasev SA, Shevtsova LV. Strukturnaya organizatsiya zooplanktona transformirovannykh malyykh rek. Hydrobiol. journ. 2012; 5:20-29. [in Russian].
5. Minaieva HM. Ekolohichni stan i yakist vody vodotokiv nyzhnoho Dnipra za pokaznykamy fitoplanktonu. Naukovi chytannia prysviacheni Dniu nauky. 2009; 2:8-14. [in Ukrainian].
6. Minaieva HM. Osoblyvosti flor vodnykh ob'єktiv Dniprovsko-Buzkoi hyrlovoi oblasti. Naukovi chytannia prysviacheni Dniu nauky. 2011; 4:30-35. [in Ukrainian].
7. Minaieva HM. Raznoobrazie fitoplanktona primorskogo rayona Dnepra. Hydrobiol. journ. 2006; 42(1):25-34. [in Russian].
8. Minaieva HM. Sinezeleniye vodorosli v strukture fitoplanktona v vodnykh ob'єktov Dneprovsko-Bugskoy ustevoy oblasti. In: Sovremennyye problemy gidrobiologii. Perspektivy, puti i metody resheniy; Ukraine; 2012. P. 79-82. [in Russian].
9. Minaieva HM. Flora vodorosley reki Verevchina. Naukovi chytannia, prysviacheni Dniu nauky. 2018; 11:20-24. [in Russian].
10. Minaieva HM. Fitoplankton antropohenno zabrudnenoї richky. Scientific Bulletin of Natural Sciences. 2019; 26:111–121. [in Ukrainian].
11. Minaieva HM. Produktsiino-destruktsiini protsesy v antropohenno zabrudnennykh biotopakh vodotokiv nyzhnoho Dnipra. Naukovi chytannia, prysviacheni Dniu nauky. 2014; 7:32-36. [in Ukrainian].
12. Polischuk VS, Tomnitskiy VA. Fitoplankton Nizhnego Dnepra. Hydrobiol. journ. 1985; 20(1):8-12. [in Russian].
13. Romanenko VD. Osnovy gidroekologii: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy. Kyiv: Geneza; 2004. 664 p. [in Russian].
14. Trifonova IS. Zakonomernosti izmeneniya fitoplanktonnykh soobschestv pri evtrofirovanii ozer [dissertation]. Saint Petersburg, Russia; 1994. 77 p. [in Russian].
15. Scherbak VI. Fotosinteticheskaya aktivnost dominiruyuschih vidov dneprovskogo fitoplanktona. Hydrobiol. journ. 1998; 34(5):1-22. [in Russian].

16. Pyrina IL. Zavisimost pervichnoy produktsii ot sostava fitoplanktona. In: Pervichnaya produktsiya morey i vnutrennih vodoemov; 1961; Minsk. Minsk, Belarus: Izdatelstvovo vysshaya i srednyaya shkola; 1961. P. 308-313 [in Russian].
17. Odum Yu. Osnovy ekologii. Moscow: Mir; 1975. 740 p. [in Russian].
18. Romanenko VD, editor. Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnevnykh vod. Kyiv: LOHOS; 2006. 408 p. [in Ukrainian].
19. Topachevskiy AV, Masyuk NP. Presnovodnyie vodorosli Ukrainskoy SSR. Kyiv: Vysshaya shkola, 1984. 336 p. [in Russian].
20. Romanenko VI., Kuznetsov SI. Ekologiya mikroorganizmov presnyih vodoemov. Laboratornoe rukovodstvo. Leningrad: Nauka, 1974. 194 p. [in Russian].
21. Polischuk VS. Pervichnaya produktsiya fitoplanktona. In: Dneprovsko-Bugskaya estuarnaya ekosistema. Kyiv: Naukova dumka, 1989: 90-103. [in Russian].
22. Polischuk VS, Moroz TG, Rossova EYa, et al. Sanitarno-gidrobiologicheskyy rezhim i kachestvo vodyi. In: Dneprovsko-Bugskaya estuarnaya ekosistema. Kyiv: Naukova dumka, 1989: 202-218. [in Russian].
23. Shcherbak VI. Metody doslidzhen fitoplanktonu. In: Metodychni osnovy hidrobiologichnykh doslidzhen vodnykh ekosystem; 2002; Kyiv. Kyiv, Ukraine; 2002. P. 41-47. [in Ukrainian].
24. Scherbak VI. Produktsionnyie harakteristiki dominiruyuschih vidov fitoplanktona dneprovskih vodohranilisch. Algologia. 1998; 8(3):286-294. [in Russian].
25. Scherbak VI, Kuzmenko MI. Rol otdelnyih vidov fitoplanktona v formirovanii pervichnoy produktsii Kievskogo vodohranilisha. Vodnyie resursyi. 1984; 2:17-18. [in Russian].
26. Shcherbak VI. Strukturno-funktsionalna kharakterystyka dniprovskoho fitoplanktonu [dissertation thesis]. Kyiv, Ukraine; Instytut hidrobiologii NAN Ukrainy; 2000. 32 p. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 25.03.2021.

The article was received 25 March 2021.