

САМООЧИЩЕННЯ ДНІПРОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЯК ПРОВІДНИЙ ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ РИБ

А. І. Дворецький, dvoretsk@list.ru, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпропетровськ

О. Ю. Зайченко, zaychenko07@yandex.ru, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, м. Дніпропетровськ

Л. А. Байдак, dvoretsk@list.ru, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, Дніпропетровськ

А. С. Кириленко, dvoretsk@list.ru, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпропетровськ

Мета. Дослідити процеси токсифікації та самоочищення, результат яких визначається за індексом токсичності (I_m) та зумовлює формування якості води Дніпровського водосховища, яке характеризується посиленням антропогенним тиском та є водоймою комплексного, у тому числі рибогосподарського, призначення. Оцінити роль окремих компонентів екосистеми водойми в покращенні якості води – середовища існування риб.

Методика. Використані методи біоіндикації (визначення чисельності та біомаси фітопланктону і гетеротрофного бактеріопланктону), біотестування (визначення I_m з використанням *Daphnia magna* як тест-об'єкту) і гідрохімії (визначення основних трофосапробіологічних показників якості води: вмісту біогенів, перманганатної окиснюваності (ПО), вмісту розчиненого у воді кисню), а також кореляційний аналіз параметрів.

Результати. Надано екологічну оцінку якості води верхньої, найбільш забрудненої частини Дніпровського водосховища за кожним із досліджених параметрів: на ділянках, до яких надходять агропромислові стоки, вода класифікується як «помірно забруднена» – «дуже брудна».

Показано, що в умовах антропогенної токсифікації адекватну оцінку якості води надає індекс токсичності як інтегральний показник процесів токсифікації й самоочищення.

Виявлено подвійну роль фітопланктону та гетеротрофного бактеріопланктону у формуванні якості води антропогенно навантаженого водосховища: за періодами розвитку мікрowodоростей. Протягом сезону ці компоненти беруть участь у процесах самоочищення чи токсифікації, що відображається на відповідній зміні індексу токсичності та коефіцієнтах кореляції. Установлено, що самоочищення водосховища, провідну роль в якому відіграє «цвітіння» фітопланктону, є основним чинником поліпшення якості води і, відповідно, формування екологічно безпечного середовища існування риб. Ця закономірність відображена у кореляційному зв'язку між гідробіологічними, гідрохімічними та токсикологічними показниками, який стає більш чи менш вираженим у залежності від періоду розвитку фітопланктону протягом сезону.

Наукова новизна. Оцінено внесок окремих компонентів екосистеми водойми в результат її токсифікації та самоочищення за коефіцієнтом кореляції відповідного параметру з індексом токсичності.

Практична значимість. Залежності, що пов'язують I_m з компонентами екосистеми, необхідні для розроблення моделей з управління якістю води та рибопродуктивністю.

Ключові слова: самоочищення, екологічно безпечне середовище, антропогенне навантаження, фітопланктон, бактеріопланктон, біоіндикація, біотестування.



ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Ефективність рибного господарства, важливого складника аграрного сектору економіки, невід’ємно пов’язана з якістю водного середовища. Погіршення останньої призводить до збіднення видового складу гідробіонтів, позначається на чисельності та біомасі водних біоресурсів [1–5].

Дніпровське водосховище, яке є водоймою комплексного призначення, у тому числі й рибогосподарського, знаходиться в центрі промислово навантаженого Придніпровського регіону і характеризується посиленням антропогенним тиском внаслідок функціонування потужних промислових, зокрема енергетичних, та аграрних виробництв, які часто застосовують технології з низьким рівнем екологічної безпеки. Це негативно впливає на водне середовище, біоресурси та екосистему в цілому [2, 5]. В результаті порушується рівновага між авто- і гетеротрофними організмами, погіршується якість води в Дніпровському водосховищі, що створює напружену екологічну ситуацію, яка веде до зниження біопродукційного потенціалу водойми, зокрема її рибопродуктивності. Адже водні організми в значній мірі залежні від властивостей середовища через більш високий рівень метаболізму у водних екосистемах, ніж у наземних [1, 3, 4, 6]. Рибогосподарський фонд водосховища є основним складником водних біоресурсів регіону, оскільки забезпечує переважну частину промислового вилову риби, який за останні два десятиліття зменшився з 0,9 до 0,5 тис. т на рік. Тому, з метою збільшення обсягів високоякісної рибної продукції необхідно управляти процесами формування якості води та взагалі функціонуванням штучних водних екосистем, до яких належить і Дніпровське водосховище.

При цьому водойму треба розглядати як екосистему, в якій відбуваються процеси забруднення й самоочищення. Самоочищення прісноводних водойм здійснюється завдяки біологічному кругообігу речовин, що включає процеси створення органічних речовин, їхню трансформацію й руйнування, здійснювані через трофічні (харчові) зв’язки бактеріального, тваринного й рослинного населення води [6–8]. Про важливість практично всіх основних груп гідробіонтів у процесах, що ведуть до очищення води і поліпшення її якості, наголошує концепція «поліфункціональної ролі біорізноманіття» [7].

Як правило, якість води оцінюється шляхом визначення фізико-хімічних показників і порівняння їх з нормативними характеристиками, які базуються на розроблених гранично допустимих концентраціях шкідливих речовин. Проте такий підхід не відображає комплексного впливу існуючих у воді токсичних сполук на живі організми, не дозволяє встановити активність їхньої дії залежно від температури, кисневого режиму тощо. З метою стандартизації стану водних об’єктів Директивою 2000/60 Європейського Парламенту рекомендовано залучити для оцінки якості води структурні зміни основних екологічних угруповань гідробіонтів, тобто індикаторних організмів, які відображають сукупний вплив навколишнього середовища на якість поверхневих вод [4]. Дійсно, оскільки вода є середовищем існування водних організмів, її якість можна оцінити тільки вивчаючи стан живих систем [6]. При цьому найбільш придатними є індикаторні організми бактеріо-, фіто- і зоопланктону [4]. В умовах антропогенної токсифікації співвідношення між величинами первинної продукції та деструкції органічної речовини як показник самоочищення водойми, що



використовується в гідроекології, виявляється недостатнім. Адекватну інформацію щодо якості води дає біотестування на гідробіонтах [9, 10], оскільки індекс токсичності є інтегральним показником, який підсумовує результат процесів токсифікації й самоочищення.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

З метою комплексної оцінки сучасної гідроекологічної ситуації Дніпровського водосховища як водойми рибогосподарського призначення визначено гідрохімічні, гідробіологічні та токсикологічні показники, вивчено основні закономірності процесів токсифікації та самоочищення, а також надано оцінку внеску компонентів екосистеми в покращення якості води – середовища існування риб.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Проби води відбирали протягом року з найбільш забрудненої верхньої частини Дніпровського водосховища, на біостанціонері о. Монастирський, у межах м. Дніпропетровськ (рис. 1). О. Монастирський є моніторинговою станцією, проби тут відбиралися в 2-й половині 2012 р. щодавно, а в 1-й половині – із частотою до 2 разів на тиждень. Ця точка є інтегральною для верхньої частини водойми, яка характеризується підвищеним антропогенним навантаженням за рахунок промислових та господарсько-побутових стічних вод. Відбір проб води, їх опрацювання, визначення основних трофо-сапробіологічних показників якості води, які серед гідрохімічних параметрів є найбільш суттєвими індикаторами антропогенного навантаження водойм, показників фітопланктону – провідної ланки водної екосистеми та гетеротрофного бактеріопланктону, а також біотестування із застосуванням *Daphnia magna* як тест-об'єкту, визначення гострої токсичності та якості води виконували за загальноприйнятими методиками [9–11]. Одержані дані піддавали статистичній обробці, зокрема здійснювали кореляційний аналіз параметрів, з використанням пакету програм *Excel*.

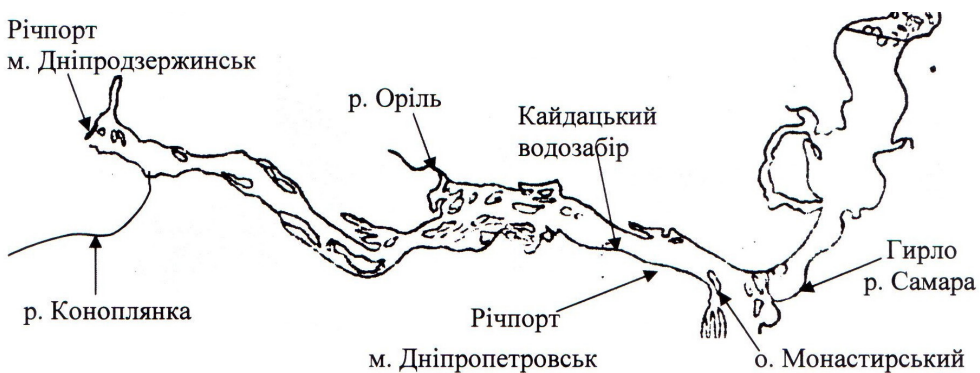


Рис. 1. Схема ділянки Запорізького водосховища

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В умовах антропогенного впливу на якість водного середовища реакція водних екосистем на дію негативних чинників відбувається шляхом компенсаторних структурно-функціональних перебудов біоти на різних рівнях її організації. В основі змін гідробіоценозів лежать механізми адаптації гідробіонтів



до комплексу шкідливих екологічних чинників, визначальними з яких є порушення гідрологічного режиму, хімічне та радіонуклідне забруднення води. Гідробіонтам притаманна екологічна реактивність: чим вищим є рівень організації живої системи, тим більш істотною є затримка реагування на дію екологічного чинника, тобто виділити норму й патологію на більш низьких рівнях організації живого легше [6]. Найбільш чутливі гідробіонти, наприклад організми-фільтратори, фітопланктон можуть слугувати індикаторами стану водойми. Водночас вони нерідко є організмами, які відіграють провідну роль у формуванні екологічно безпечного середовища існування [4].

У водних біоценозах особливості біоти зумовлюють швидкість та ефективність процесів самоочищення, умови формування фізико-хімічних властивостей води. Фітопланктон – найнижчий за ієрархією, але найважливіший компонент гідробіоценозу, первинна ланка трофічного ланцюга, що чутливо реагує на будь-які зміни зовнішніх чинників [5, 7, 12].

Трофічні умови Дніпровського водосховища формуються в основному під впливом стоку, що є джерелом як біогенів, так і хімічних та радіоактивних забруднювачів. Сезонна динаміка біомаси фітопланктону двовершинна, хоча на графіку чисельності першій пік не дуже виділяється внаслідок усереднення даних за місяць та 5–6-разової різниці розмірів організмів, які формують піки чисельності (рис. 2).

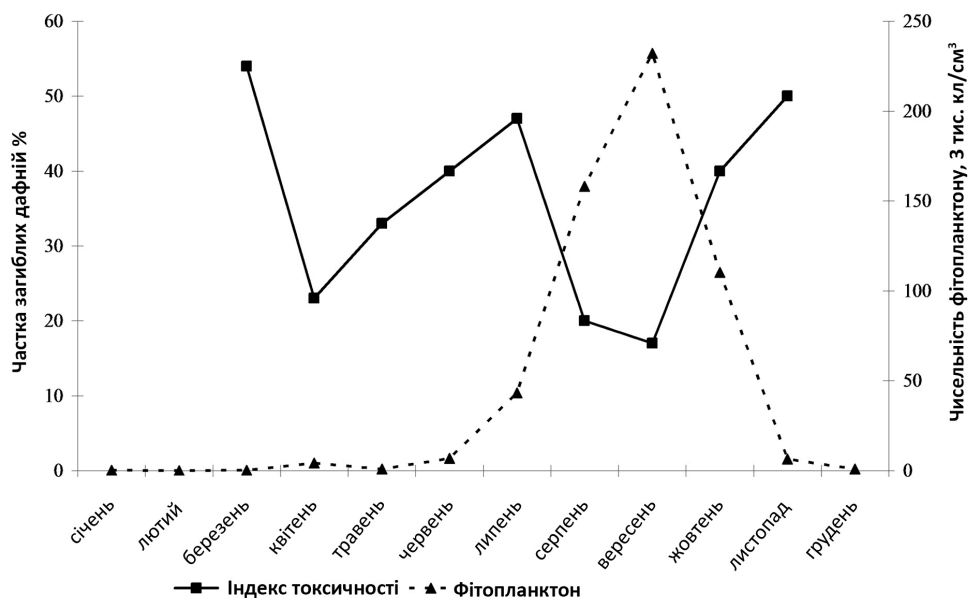


Рис. 2. Динаміка індексу токсичності та чисельності фітопланктону

Малий весняний пік, зумовлений розвитком діатомових водоростей, регулюється температурою води (у межах від 2 до 8°C) і повеневим надходженням біогенів. Він може бути дуже вузьким, як спалах – до 1 тижня. У 2012 р. він спостерігався в березні-квітні, був подовжений до 3 тижнів через квітневе похолодання. Максимум біомаси припав на 31 березня – до 22 мг/дм³. Другий пік, зумовлений розвитком синьозелених водоростей *Microcystis aeruginosa*, зареєстровано з липня до початку жовтня з максимумом біомаси – 75 мг/дм³. Сапробіологічний стан водосховища за кількісними



показниками фітопланктону належав до β -мезосапробної зони. Згідно з екологічною класифікацією [10], вода відповідала III класу 4 категорії якості (задовільна; слабо забруднена), а під час «цвітіння» – III класу 5 категорії (посередня; помірно забруднена). Фітопланктон як початкова автотрофна ланка та керівна група в планктонному співтоваристві, від якої залежать бактеріо- і зоопланктон, є ключовим чинником самоочищення водної екосистеми [7, 12]. Регуляція процесів самоочищення базується на взаємозв'язку бактерій і мікроводоростей.

Бактеріофлора відіграє визначну роль в підтриманні гомеостазу природного середовища: мікроорганізми є, з одного боку, універсальними та чутливими індикаторами якості водного середовища, з іншого – активними агентами самоочищення природних та стічних вод. Просторовий розподіл за акваторією Дніпровського водосховища бактерій-гетеротрофів як чутливих індикаторів присутності у воді лабільних органічних речовин є досить неоднорідним: сапробіологічні характеристики коливаються від β -олігосапробної до β'' -мезосапробної води. Вода за фарватером водосховища (0,1–1 тис. кл./см³) за екологічною класифікацією [10] належить до I класу I категорії (дуже чиста). Різка підвищення показників гетеротрофної бактеріофлори (5,0–8,0 тис. кл./см³) відмічається у воді приток: ці ділянки є слабо забрудненими – III клас 4 категорія якості. Динаміка кількості бактерій загалом повторює динаміку температури води, але з деяким запізненням, що можна пояснити екологічним законом реактивності бактеріофлори на температурний чинник (рис. 3). Відзначимо, що в червні спостерігалось деяке уповільнення розвитку гетеротрофної бактеріофлори, яке, можливо, пов'язане з початком «цвітіння» води – розвитку синьозелених мікроводоростей [5], фітотоксини яких здатні викликати алелопатичні реакції. У серпні – вересні, незважаючи на зниження температури води, відмічений інтенсивний розвиток бактеріофлори, що пояснюється масовим відмиранням фітопланктону та активною участю бактерій у процесах його розкладання, тобто в самоочищенні водойми.

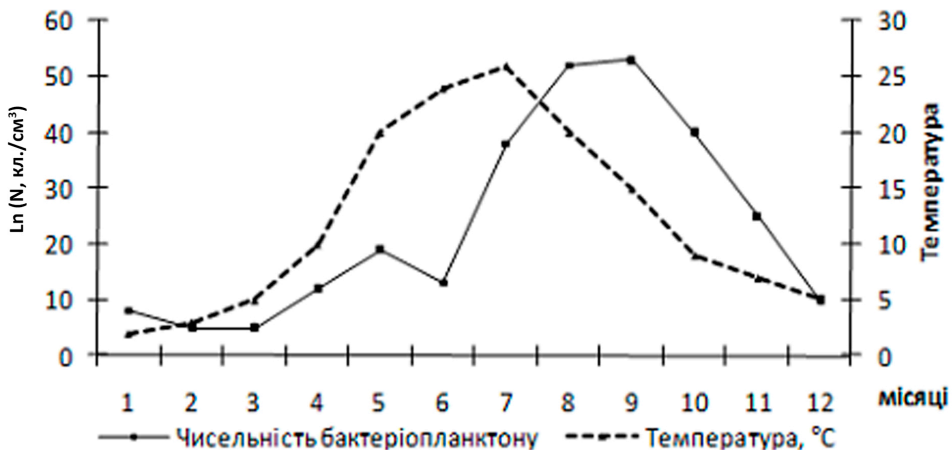


Рис. 3. Динаміка температури та чисельності гетеротрофних бактерій

За допомогою кореляційного аналізу досліджено взаємозв'язок між показниками бактеріо- і фітопланктону, який явно простежується в період масового розкладання останнього ($r = 0,65 - 0,76$), що підтверджує визначну роль бактеріопланктону в процесах самоочищення водойми (табл. 1). При цьому на



початку розвитку синьозелених мікроводоростей (червень-липень) роль бактерій-гетеротрофів знижується ($r = 0,47$), а в ранній весняний період коефіцієнт кореляції стає від'ємним ($r = -0,43$), що може свідчити про конкурентні стосунки між діатомовими водоростями й бактеріопланктоном.

Як показали дані багаторічного моніторингу й результати кореляційного аналізу, наведені в таблиці 1, «цвітіння» фітопланктону відіграє визначальну роль у самоочищенні водойми, за рахунок накопичення забруднень у масі мікроводоростей. Однак їхнє наступне розкладання викликає вторинне забруднення водного середовища. Таким чином, упродовж сезону виявлено 4 періоди розвитку фітопланктону: «цвітіння» діатомових водоростей, їх розкладання, «розквіт» синьозелених і період нагромадження й розкладання. Оскільки в ці періоди перебігають різні процеси, то взаємини між компонентами екосистеми й насамперед між учасниками каскадної реакції «фітопланктон – бактеріопланктон» теж можуть бути різними, що й відображають коефіцієнти кореляції. Цим пояснюється, часто досить значна різниця, між коефіцієнтами, розрахованими за певний період і за весь сезон. Таким чином, виявлено подвійну роль фітопланктону та гетеротрофного бактеріопланктону у формуванні якості води антропогенно навантаженого водосховища: в певні періоди розвитку мікроводоростей протягом сезону ці компоненти беруть участь у процесах самоочищення, чи токсифікації, що відображається на відповідній зміні індексу токсичності та коефіцієнтах кореляції.

Таблиця 1. Закономірності зв'язку між гідро-, мікробіологічними та токсикологічними показниками, 2012 р.

Показники, що корелюють*	Коефіцієнт кореляції між показниками				
	за сезон (03 – 11)	за періодами розвитку фітопланктону протягом сезону			
		03 – 04	04 – 05	06 – 07	08 – 11
МБ та ІТ	-0,26	0,70	-0,29	-0,41	-0,92
ФП (числ.) та ІТ	-0,31	-0,49	0,14	-0,61	-0,71
ФП (бм) та ІТ	-0,46	-0,59	-0,50	-0,67	-0,70
ФП (числ.) і МБ	0,40	-0,43	0,65	0,47	0,76
ФП (бм) і МБ	0,32	-0,42	0,66	0,49	0,64

Примітка* ІТ – індекс токсичності; ФП – фітопланктон (числ. – чисельність, бм – біомаса); МБ – мікробіологічний показник (кількість колоній).

Дослідження основних гідрохімічних показників, за якими визначають якість води, та які найбільше впливають на розвиток планктону, показало, що вода ділянок Дніпровського водосховища, до яких надходять агропромислові стоки, за середніми величинами вмісту амонійного, нітритного азоту, а також легкоокиснюваних органічних речовин, відповідно до екологічної класифікації [10], належить переважно до III – V класів 5 – 7 категорій (помірно забруднена – дуже брудна). В узагальненому вигляді можна визначити, що забрудненими є ділянки літоралі верхньої частини Дніпровського водоймища, куди потрапляють агропромислові стоки: припливи – р. Коноплянка, р. Самара, у меншій мірі р. Оріль (біогени, пестициди), стік заводу ім. Петровського, поверхневі зливи, міський зливостік (нафтопродукти, важкі метали). Інші ділянки належать до I – II класів 1 – 3 категорій (чиста – досить чиста). Порівняння динаміки гідрохімічних показників, наприклад, фосфатів, рівень яких обмежує розвиток фітопланктону, і розчиненого у воді кисню, вміст якого слугує своєрідним індикатором екологічного стану водойми, співвідношення процесів первинної



продукції та деструкції, дає інформативні результати (рис. 4), які свідчать про протилежність коливань цих показників.

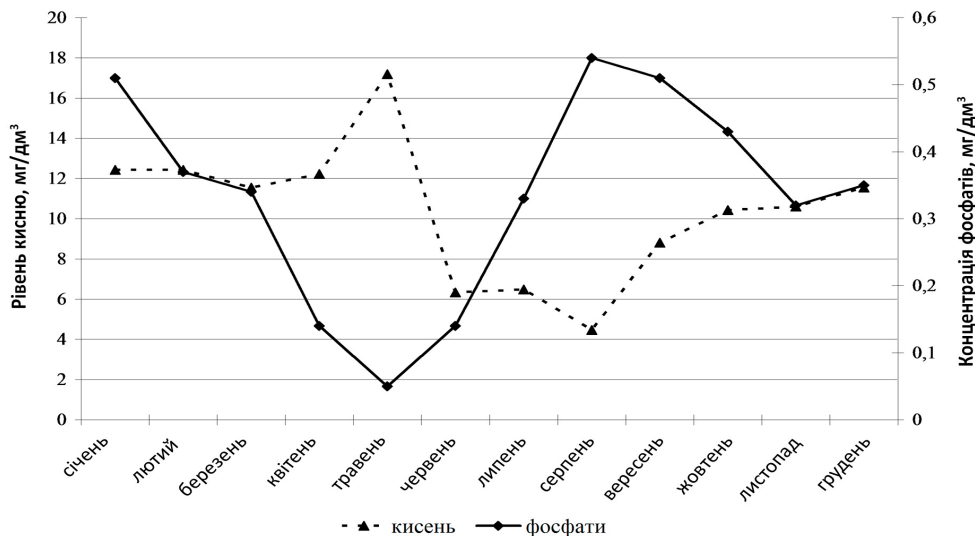


Рис. 4. Динаміка вмісту у воді розчиненого кисню та фосфатів

При цьому крива фосфатів, що зумовлена в першу чергу їх поглинанням гідробіонтами в процесі розвитку, а також повеневим надходженням біогенів і катаболічними реакціями, які переважають у разі накопичення водоростей, нагадує динаміку чисельності фітопланктону (рис. 2). На вміст кисню у воді теж впливає розвиток фітопланктону, зокрема процеси фотосинтезу та дихання; кисень витрачається на мікробне окиснення органіки, його рівень залежить також від температури води. Кисневий дефіцит улітку виникає не тільки через масове розкладання фітопланктону, але й внаслідок зниження розчинності кисню у воді в умовах підвищення її температури. Аналіз даних свідчить, що зв'язок між гідрохімічними індексами (для фосфатів і кисню $r = -0,43$ за рік і $r = -0,60$ за сезон з березня по листопад) опосередковується метаболізмом гідробіонтів, перш за все – мікроводоростей. Тому особливо високими були коефіцієнти кореляції величини біомаси фітопланктону з біогенами; фосфатами та амонійним азотом ($r = 0,95$) у періоди масового розвитку мікроводоростей.

Біотестування води є інтегральним методом визначення її загальної токсичності. З використанням найбільш зручного тест-об'єкту *Daphnia magna* було показано, що в зафіксованих раніше токсобних зонах, крім Самарської, вода залишається забрудненою (Коноплянська та Заводська зони): належить до III – V класів 5 – 7 категорій, помірно забруднена – дуже брудна [10]). Вода більшості ділянок водосховища є нетоксичною, що, ймовірно, свідчить про високу відновлювальну здатність екосистеми. Аналіз динаміки індексу токсичності (рис. 2) дозволяє підсумувати: «цвітіння» фітопланктону, яке забезпечує підвищений вміст у воді органічних речовин та біогенів, схильних до комплексоутворення, і кисню, необхідного для окиснювання та деструкції токсикантів, а також поглинання останніх масою водоростей і пов'язане з «цвітінням» посилення дії гетеротрофних бактерій, відіграють вирішальну роль у процесах самоочищення водойм в умовах слабкої проточності і можуть бути адаптивною реакцією на вплив токсикантів антропогенного походження. Це підтверджують і дані кореляційного аналізу: встановлено виражені залежності



між індексом токсичності та розвитком бактеріо- ($r = 0,70$ – у період «цвітіння» діатомових водоростей; $r = -0,92$ – у період масового розкладання синьозелених водоростей) і фітопланктону ($r = (-0,50) - (-0,70)$), тобто накопичення токсикантів фітомасою знижує I_T і навпаки; табл.1).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Одержані дані свідчать про значне локальне забруднення водойми та високу відновлювальну здатність екосистеми. Основним чинником, який впливає на формування процесів самоочищення водосховища є зв'язок між гідробіологічними, токсикологічними та гідрохімічними показниками, провідну роль в якому відіграє «цвітіння» фітопланктону. Таким чином, ланка первинної продукції антропогенно навантаженої екосистеми в умовах слабкої проточності відповідає за авторегулювання її самоочищення. Зв'язок біоти з елементами зовнішнього середовища є взаємозумовленим. Тому гідробіологічні процеси не тільки залежать від гідрохімічного режиму й токсикологічних умов водойми, але й впливають на них шляхом посилення процесів її евтрофікації (з подальшою токсифікацією) чи самоочищення, результат яких відображає інтегральний показник – індекс токсичності. Залежність індексу токсичності від гідрохімічних та гідробіологічних параметрів, виражена в математичних величинах, імовірно, відображає участь абіотичних та біотичних чинників у процесах евтрофікації, токсифікації та самоочищення водойми, а також ефективність і перспективи розвитку її самоочищувальної здатності. Величину коефіцієнта кореляції, що пов'язує індекс токсичності з компонентом екосистеми, можна вважати кількісною мірою внеску останнього в процес самоочищення води водойми. Виявлені залежності можна використовувати для розроблення моделей з управління якістю води та відтворенням водних живих ресурсів, у першу чергу, рибних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алабастер Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастер, Р. Ллойд. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 446 с.
2. Екологічний стан біоценозів Запорізького водосховища в сучасних умовах / [Федоненко О. В., Єсіпова Н. Б., Шарамок Т. С. та ін.]. — Дніпропетровськ : ДНУ, 2009. — 276 с.
3. Методические рекомендации по установлению предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / [Патин С. А., Лесников Л. А., Филенко О. Ф. и др.]. — М. : ВНИРО, 1986. — 88 с.
4. Методологічні аспекти розробки теоретичних основ та інформаційної системи біомоніторингу водойм рибогосподарського призначення / М. Ю. Євтушенко, М. І. Хижняк, П. Г. Шевченко [та ін.] // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : VI Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф. : тези доп. — Тернопіль : Вектор, 2013. — С. 121—123.
5. Сучасний гідроекологічний стан екосистеми Дніпровського водосховища / А. І. Дворецкий, А. С. Кириленко, А. С. Білоконь [та ін.] // Наук. записки Терноп. нац. пед. ун-ту. — 2005. — № 3 (26). — С. 135—136. — (Серія : Біологія, спец. випуск : Гідроекологія).
6. Хубларян М. Г. Качество воды / М. Г. Хубларян, Т. И. Моисеенко // Вестник



- Российской Академии наук. — 2009. — Т. 79, № 5. — С. 403—410.
7. Ostroumov S. A. Polyfunctional role of biodiversity in processes leading to water purification: current conceptualizations and concluding remarks / S. A. Ostroumov // *Hydrobiologia*. — 2002. — Vol. 469 (1–3). — P. 203—204.
 8. Митина Н. Н. Некоторые вопросы управления качеством природных вод в условиях перехода к устойчивому развитию / Н. Н. Митина, Л. А. Телитченко // *Вода: химия и экология*. — 2011. — № 7. — С. 2—10.
 9. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.]; за ред. В. Д. Романенка. — К. : ЛОГОС, 2006. — 408 с.
 10. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіук та ін.]. — К. : Символ-Г, 1998. — 28 с.
 11. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [под ред. А. Д. Семенова]. — Л. : Гидрометеиздат, 1977. — 542 с.
 12. Щербак В. І. Структурно-функціональна характеристика дніпровського фітопланктону : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.17 «Гідробіологія» / В. І. Щербак. — К., 2000. — 32 с.

REFERENCES

1. Alabaster, J., & Lloyd, R. (1984). *Criteria of water quality for fresh-water fishes*. Moscow: Light and Food Industry.
2. Fedonenko, O. V., Yesipova, N. B., Sharamok, T. S., Ananieva, T. V., Yakovenko, V. A., & Zhezherya, V. A. (2009). *Ecological State of Biocenoses of Zaporiz'ke Reservoir in Present Conditions*. Dnepropetrovsk: DNU.
3. Patin, S. A., Lesnikov, L. A., Filenko, O. F. et al. (1986). *Methodical Recommendations for Determination of Extremely Permissible Concentrations of Pollutants of Industrial Fishing Basins Water*. Moscow: VNIRO.
4. Yevtushenko, M. Yu., Khizhnyak, M. I., Shevchenko, P. G. et al. (2013). Methodology Aspects of Development of Theoretical Base and Information System of Biomonitoring for Water-Bodies of Fish-Farming Destination. *Procs. Contemporary Problems of Theoretical and Practical Ichthyology: VI Intern. Ichthyol. Sci.-Pract. Conf.* Ternopol: Vector, 121-123.
5. Dvoretzky, A. I., Kirilenko, A. S., Belokon', A. S. et al. (2005). Contemporary Hydroecological State of Dneprovskoye Reservoir. *Scient. Notations of Ternop. Nat. Ped. Univ. Biology Ser. Hydroecology Spec. Issue, 3 (26)*, 135-136.
6. Khublaryan, M. G., & Moiseenko, T. I. (2009). Water Quality. *Bulletin of Russian Academy of Sciences, 79 (5)*, 403-410.
7. Ostroumov, S. A. (2002). Polyfunctional Role of Biodiversity in Processes Leading to Water Purification: Current Conceptualizations and Concluding Remarks. *Hydrobiologia, 469 (1-3)*, 203-204.
8. Mitina, N. N., & Telitchenko, L. A. (2011). Some Items of Natural Water Quality Management in Conditions of Transition to Sustainable Development. *Water: Chemistry and Ecology, 7*, 2-10.
9. Arsan, O. M., Davydov, O. A., Diachenko, T. M. et al. (2006). *Methods of Hydroecological Investigations of Superficial Waters*. V. D. Romanenko (Ed.). Kiev: LOGOS.



10. Romanenko, V. D., Zhukinsky, V. M., Oksiyuk, O. P. et al. (1998). *Technique of Ecological Estimation of Superficial Water Quality by Corresponding Categories*. Kiev: Symbol-T.
11. Semyonov, A. D. (Ed.). (1977). *Guide for Chemical Analysis of Continental Superficial Waters*. Leningrad: Hydrometeoizdat.
12. Scherbak, V. I. (2000). Structural-functional characteristics of the Dnepr phytoplankton. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kiev.

САМООЧИЩЕНИЕ ДНЕПРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ВЕДУЩИЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ РЫБ

А. И. Дворецкий, dvoretsk@list.ru, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепропетровск

Е. Ю. Зайченко, zaychenko07@yandex.ru, Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепропетровск

Л. А. Байдак, dvoretsk@list.ru, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепропетровск

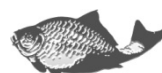
А. С. Кириленко, dvoretsk@list.ru, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепропетровск

Цель. Исследовать процессы токсификации и самоочищения, результат которых определяется по индексу токсичности (I_m) и обуславливает формирование качества воды Днепропетровского водохранилища, которое характеризуется значительным антропогенным воздействием и является водоемом комплексного, в том числе рыбохозяйственного, назначения, а также оценить роль отдельных компонентов экосистемы водоема в улучшении качества воды – среды обитания рыб.

Методика. Используются методы биоиндикации (определение численности и биомассы фитопланктона и гетеротрофного бактериопланктона), биотестирования (определение I_m с использованием *Daphnia magna* как тест-объекта) и гидрохимии (определение основных трофо-сапробиологических показателей качества воды: содержания биогенов, перманганатной окисляемости (ПО), растворённого в воде кислорода), корреляционный анализ параметров.

Результаты. Дана экологическая оценка качества воды верхней, наиболее загрязненной части Днепропетровского водохранилища по каждому из исследованных параметров: на участках, куда поступают агропромышленные стоки, вода классифицируется как «умеренно загрязненная» – «очень грязная». Показано, что в условиях антропогенной токсификации адекватную оценку качества воды дает индекс токсичности как интегральный показатель процессов токсификации и самоочищения. Выявлена двойная роль фитопланктона и гетеротрофного бактериопланктона в формировании качества воды антропогенно нагруженного водохранилища: по периодам развития микроводорослей на протяжении сезона эти компоненты принимают участие в процессах самоочищения или токсификации, что отображается на соответствующем изменении индекса токсичности и коэффициентах корреляции. Установлено, что самоочищение водохранилища, ведущую роль в котором играет «цветение» фитопланктона, является основным фактором улучшения качества воды водоема и, соответственно, формирования экологически безопасной среды существования рыб. Эта закономерность отображена в корреляционной связи между гидрохимическими, гидробиологическими и токсикологическими показателями, которая становится более или менее выраженной в зависимости от периода развития фитопланктона на протяжении сезона.

Научная новизна. Оценен вклад отдельных составляющих экосистемы водоема в результат его токсификации и самоочищения по коэффициенту корреляции соответствующего параметра с индексом токсичности.



Практическая значимость. Зависимости, которые связывают I_m с компонентами экосистемы, важны для разработки моделей по управлению качеством воды и рыбопродуктивностью.

Ключевые слова: самоочищение, экологически безопасная среда, антропогенная нагрузка, фитопланктон, бактериопланктон, биоиндикация, биотестирование.

SELF-PURIFICATION OF THE DNIPROVS'KE RESERVOIR AS A LEADING FORMING FACTOR FOR THE ECOLOGICALLY SAFE HABITAT OF FISHES

A. Dvoretzky, dvoretzk@list.ru, Dnipropetrovs'k State Agrarian-Economic University, Dnipropetrovs'k

O. Zaychenko, zaychenko07@yandex.ru, Oles Honchar Dnipropetrovs'k National University, Dnipropetrovs'k

L. Baydak, dvoretzk@list.ru, Dnipropetrovs'k State Agrarian-Economic University, Dnipropetrovs'k

A. Kyrylenko, dvoretzk@list.ru, Dnipropetrovs'k State Agrarian-Economic University, Dnipropetrovs'k

Purpose. To study the development of the water quality of the Dniprovs'ke reservoir, which is a water body of complex including fisheries importance and is characterized by an increased anthropogenic pressure as a result of the processes of the toxification and self-purification determined based on toxicity index (I_t).

Methodology. We used the methods of bioindication (determination of the number and biomass of phytoplankton and heterotrophic bacterioplankton), biotesting (I_t determination with the aid of *Daphnia magna*), hydrochemistry (determination of main trophic-saprobological parameters of water quality) as well as the correlation analysis of these parameters.

Findings. According to the 2012 data, tropho-saprobological, algological, microbiological parameters and toxicity index as an integral parameter were analyzed concerning to water quality. Regularities of dynamics and relationship of the indexes were studied. The environmental assessment of water quality of the most polluted upper part of the Dniprovs'ke reservoirs was carried out for each of the parameters studied: in areas where agro-industrial wastes enter, water is classified as «moderately polluted» – «very dirty». The data testify to strong local water pollution of the reservoir and a good renewable ability of the ecosystem. It was shown that in conditions of human toxification the adequate response concerning water quality gives the toxicity index as an integral indicator of toxification and self-purification processes. The dual role of phytoplankton and heterotrophic bacterioplankton in formation of water quality of the anthropogenically loaded reservoir was revealed: these components are involved in the processes of self-purification or toxification in accordance with periods of microalgae development during the season. This is displayed in corresponding changes of I_t and the correlation coefficient. It was found that the self-cleaning of the reservoir is a major factor of improvement of the reservoir water quality and, consequently, the formation of environmentally safe habitat for fish. This is the main regularity, which affects the formation of self-cleaning processes and is reflected through the relations between hydrochemical, toxicological and hydrobiological indexes, the leading role in which is played by phytoplankton «blooming».

Originality. For the first time we showed that the correlation coefficient of the parameter with I_t gives an estimate of the contribution of the corresponding component of the reservoir ecosystem to the result of its toxification and self-purification.

Practical value. The relationships, which relate I_t to ecosystem components, are important for the development of models for water quality and fish-productivity management.

Keywords: self-purification, ecologically safe habitat, anthropogenic pressure, phytoplankton, bacterioplankton, bioindication, biotesting.

