

**REVIEW ARTICLES**

УДК 504.45:639.31

М. Ю. Євтушенко, М. І. Хижняк

**ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДОЙМ РИБОГОСПОДАРСЬКОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ***Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: gidrobio@ukr.net*

Узагальнено вплив антропогенних чинників на якість води та біопродукційний потенціал водойм. Наведено форми токсичного впливу різних забруднювачів на організм риб, планктонні та бентосні угруповання, процеси утворення первинної продукції. Узагальнено вплив забруднень, інтенсифікаційних заходів на якість води, видове різноманіття, біопродукційний потенціал й екосистему в цілому. При дії малих концентрацій важких металів відзначається пригнічення утворення первинної продукції і трофічних зв'язків через загибель кормової бази та порушення рівноваги між авто- і гетеротрофними організмами, що у підсумку призводить до порушення біотичного кругообігу і дестабілізації водних екосистем.

Все викладене вище, вказує на нестабільний стан водних екосистем рибогосподарських водойм, розвиток в них несприятливих процесів та надходження у водне середовище забруднюючих токсичних речовин з водозбірних територій і утворення автохтонних токсикантів у самих водоймах внаслідок трансформації хімічних сполук, що негативно позначається на біо- та рибопродуктивності ставів, озер, малих водосховищ, річок та знижує якість рибної продукції. Такий стан потребує введення в дію нової системи відстежування змін якості водного середовища та розробки ефективних заходів для подолання його критично негативних змін.

Ключові слова: якість води, забруднення, рибничі стави, водні організми, біологічна продуктивність.

Н. Ю. Евтушенко, М. И. Хижняк

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЕМОВ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ***Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Героев Оборонь, 15, г. Киев, Украина, 03041; e-mail: gidrobio@ukr.net*

Дается обзор влияния антропогенных факторов на качество воды и биопродукционный потенциал водоемов. Приведены формы токсического воздействия различных загрязнителей на организм рыб, планктонные и бентосные сообщества, процессы образования первичной продукции. Выполнен обзор воздействия загрязнений, интенсификационных мероприятий на качество воды, видовое разнообразие, биопродукционный потенциал и экосистему в целом.

При действии малых концентраций тяжелых металлов отмечается угнетение образования первичной продукции и трофических связей из-за гибели кормовой базы

и нарушение равновесия между авто- и гетеротрофными организмами, что, в итоге, приводит к нарушению биотического круговорота и дестабилизации водных экосистем.

Все это указывает на нестабильное состояние водных экосистем рыбохозяйственных водоемов, развитие в них неблагоприятных процессов и поступления в водную среду загрязняющих токсичных веществ с водосборных территорий и образование автохтонных токсикантов в самых водоемах вследствие трансформации химических соединений, что отрицательно сказывается на био- и рыбопродуктивности прудов, озер, малых водохранилищ, рек и снижает качество рыбной продукции. Такое положение дел требует введения в действие новой системы отслеживания изменений качества водной среды и разработки эффективных мер для преодоления его критических негативных изменений.

Ключевые слова: качество воды, загрязнение, рыбопродуктивные пруды, водные организмы, биологическая продуктивность.

M. Y. Yevtushenko, M. I. Khyzhnyak

ECOLOGICAL CONDITION OF FISH PONDS

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

15 Heroyiv Oborony str., Kyiv-03041, Ukraine; e-mail: gidrobio@ukr.net

The impact of anthropogenic factors on water quality and biological productivity of the waters is generalized. The forms of toxic impact of different pollutants on fish organisms, planktonic and benthic groups, as well as processes of formation of primary production are adduced. The impact of pollution, intensification measures of water quality, species diversity, biological productivity, and ecosystems are summarized.

We found that at low concentrations of heavy metals there is inhibition of the formation of primary production and trophic relationships through death fodder and imbalance between the auto- and heterotrophic organisms, which eventually leads to disruption of biotic turnover and destabilization of aquatic ecosystems.

All the above indicates the unstable state of aquatic ecosystems of fishery ponds. The development of these adverse processes and the flow of pollutants into the aquatic environment of toxic substances from the catchment areas and the formation of autochthonous toxicants in the same waters as a result of transformation of chemical compounds would have a negative impact on fish and biological productivity of ponds, lakes and small reservoirs, rivers and reduces the quality of fish products. This situation requires the introduction of a new monitoring system of changes in the quality of the aquatic environment and development of effective measures to overcome its negative critical changes.

Key words: the quality of water, pollution, fish ponds, hydrobionts, biological productivity.

Вирощування високоякісної рибної продукції у водоймах різного типу вимагає дотримання не лише існуючих технологічних процесів, а й відповідної якості води для кожного виду риб та інших гідробіонтів, які визначають біопродукційний потенціал водойм. Між тим у останні роки фактично



неможливо виявити екосистеми водойм, які б у різній мірі не зазнавали природного чи антропогенного впливу. Так, за даними російських вчених, лише до рибогосподарських водойм, зокрема, надходить до 300 тисяч найменувань шкідливих речовин, з яких найбільш небезпечними є не менше 6 тисяч (Аршаниця, Перевозников, 2006). В основному це речовини промислового походження, а також синтезовані на основі новітніх досягнень хімічної науки. Багато з цих речовин є високотоксичними, стабільними у водному середовищі. Вони мають здатність акумулюватись у водних організмах й передаватись трофічним ланцюгом. Висока чутливість водних організмів до різних забруднювачів водного середовища обумовила більш жорсткі вимоги до якості води для їх утримання порівняно з санітарними нормами.

Однією з провідних умов, необхідних для існування водних організмів (живлення, ріст, розмноження), яка включає нормальну життєдіяльність (відсутність патологій, порушення обмінних процесів тощо) є якість води. Основними показниками якості води є задовільний гідрохімічний склад, який включає оптимальний рівень насичення води киснем, відсутність забруднюючих речовин у кількостях, що перевищують гранично припустимі концентрації. Несприятливі для процесів життєдіяльності величини цих показників пригнічують життєдіяльність окремих груп організмів, включаючи домінуючі форми серед продуцентів і консументів, обумовлюють появу у них токсикозів і захворювань, уповільнення темпу росту, порушення у відтворювальній системі, масову загибель та інші негативні наслідки.

Погіршення якості води проявляється не лише на організменному рівні. Пригнічуючи життєдіяльність організмів, їх відтворювальну здатність і ріст, незадовільне за якістю водне середовище має негативний вплив на чисельність популяцій окремих груп організмів (включаючи домінуючі). У цілому погіршення якості води суттєво відбивається на продукційних показниках окремих груп організмів і через них на продукційному потенціалі екосистеми. Порушення якості води в зарегульованих ріках досягли загрозливих масштабів. У цих водоймах створюються умови, які не лише порушують нормальний перебіг процесів життєдіяльності водних організмів, але й функціонування екосистеми в цілому.

Біопродуктивність водойм різного типу у значній мірі визначається якістю води. Водойми з високою якістю води характеризуються великим біорізноманіттям водних організмів, які їх населяють, стійкими внутрішньовидовими і міжвидовими відношеннями, наявністю великої кількості стенобіонтних видів, існування видів з різними життєвими циклами тощо. Щільність популяцій водних організмів у таких водоймах не піддається значним коливанням, а сезонна динаміка їх чисельності і біомаси підпорядкована відомим закономірностям, які пов'язані з життєвими циклами організмів та дією природних чинників водного середовища. Такий стан

структури і відповідного функціонування планктонних і бентосних угруповань можна охарактеризувати як екологічну стійкість водних екосистем.

Проте на сьогоднішній день важко знайти такі водойми, які характеризуються подібними показниками екологічної стійкості, оскільки більшість водойм піддається дії не лише природних, а й антропогенних чинників, під впливом яких змінюється можливість використання біоценозом енергії і екзогенних речовин водного середовища.

Під впливом забруднюючих речовин, зокрема, хімічного і теплового забруднення відбувається зниження концентрації розчиненого у воді кисню та її прозорості, падіння окисно-відновлювального потенціалу і зростання ступеню відновленості хімічних сполук, що призводить до порушення процесів самоочищення водойм, зміни характеру окисно-відновлюваного перетворення важких металів та посилення їх токсичності для водних організмів. Підвищення температури води та зниження в ній концентрації розчиненого кисню у значній мірі посилює токсичну дію важких металів, пестицидів, детергентів тощо. Всі ці та інші природні й антропогенні чинники призводять до негативних наслідків, пов'язаних зі зміною ростових і репродукційних характеристик водних тварин, які супроводжуються їх елімінацією з водних екосистем.

Одним із ключових питань в рибничій галузі є встановлення джерел забруднення, оскільки скидання стічних вод у водойми рибогосподарського призначення категорично заборонено або чітко регламентується водоохоронним законодавством України. Проте регламентація ступеню очищення та умов скидання стічних вод у рибничі водойми дуже часто не забезпечують бажаної якості води. Це обумовлюється багатокомпонентним складом стічних вод чи поверхневих стоків, між складовими частинами яких можуть відбуватися хімічні взаємодії, а також синергічні явища, за яких токсичність суміші речовин перевищує токсичність окремих складових її компонентів, навіть якщо вони скидаються в межах гранично допустимих концентрацій.

Так, в результаті рибогосподарської діяльності у водоймах рибогосподарського призначення спостерігається значне забруднення водного середовища сполуками органічного походження в першу чергу за рахунок неутілізованого фітопланктону зоопланктоном або рибним населенням. Така ситуація у водоймах складається за недотримання нормативів при внесенні до них органічних та мінеральних добрив, зокрема, біогенних елементів, які викликають інтенсивний розвиток фітопланктону.

Потужним джерелом органічного і біогенного забруднення водойм рибогосподарського призначення виступає завищення норм годівлі риб штучними кормами, особливо за високих щільностей посадки риб. Свідченням цього є результати досліджень В.Ф. Зайцева та Л.О. Киселевої (1981), якими



встановлено, що у період годівлі риб від літа й до осені в екосистемі водойм рибогосподарського призначення відбувається постійний процес накопичення органічних речовин за рахунок неутилізованого рибою корму (Зайцев, Киселева, 1981).

Погіршення екологічних умов вирощування риби в рибогосподарських водоймах пов'язано також з накопиченням в них органічної речовини за рахунок внесення в надлишку комбікормів або їх низької якості, які погано перетравлюються та недостатньо засвоюються організмом риб. Балансові розрахунки показали, що 71,0 % біогенів водойм рибогосподарського призначення надходить за рахунок кормів, органічних та мінеральних добрив. При цьому частка лише кормів становить 44% (Дубинина, Баскакова, 1991). Основним джерелом надходження фосфору є корми та добрива (81%). З річковим стоком в період заповнення ставів надходить 5,0% загального фосфору, з метаболітами риб – 11%. У донних відкладах щорічно накопичується близько 4-7 тонн загального азоту і 3-5 тонн загального фосфору. Встановлено, що саме забруднення води низькою якістю кормів викликає 10% загибелі риби (Исаева, Козиненко, 1991).

Проблеми забруднення води органічними залишками кормів найбільш гостро постають в індустриальних рибних господарствах, де застосовується вирощування полікультури чи монокультури риби у садках за високих щільностей посадки риби та їх інтенсивної годівлі виключно штучними кормосумішами. У садково-басейнових господарствах спостерігається високий ступінь забруднення води екскрементами риби, метаболітами та недоокисленими залишками кормів. Слід зазначити, що концентрація речовин у таких водоймах не регламентується нормативними актами. Існують лише орієнтовні показники оцінки припустимого рівня забруднення водойм-охолоджувачів енергетичних об'єктів органікою, які базуються на вимогах енергетиків щодо забезпечення безперебійної роботи охолоджуючих пристроїв теплоелектростанцій. Загальні ж природоохоронні нормативи припустимих норм якості води, які б враховували комплексну дію токсикантів та теплового навантаження за рахунок скидання підігрітих вод на екосистеми цих рибничих господарств, відсутні. Окрім цього, суттєвим джерелом органічного забруднення води таких господарств, є надходження до них великої кількості гормонів, які можуть міститися у екскрементах риби чи надходити з алохтонним стоком від тваринницьких ферм та комунально-побутових підприємств. Особливо небезпечними є естрогени, які відіграють важливу роль у диференціації статі, формуванні і розвитку гонад, гаметогенезі та в кінцевому результаті, в успішному розмноженні організмів і підтриманні чисельності популяцій і видів. Надходження до водного середовища гормонів та їх аналогів приводить до порушення процесів розмноження, інверсії статі, зниження чисельності і скорочення кількості видів.

Нерідко у в екосистемі ставу накопичення алохтонної органічної речовини перевищує рівень адаптаційних можливостей його біоценозу до органічного забруднення. У цей період реєструється відмирання водоростей та деструкція інших органічних речовин, що супроводжується значним зниженням концентрації розчиненого у воді кисню до 0,5-1,0 мг/дм³, який використовується на окиснення органіки, що викликає загибель риб.

Забруднення водойм рибогосподарського призначення органічними сполуками викликає різке погіршення екологічних умов розвитку природної кормової бази, наслідком чого є зміна кількісного та якісного складу відповідних біоценозів, а саме: загибель найменш стійких, але найбільш цінних у харчовому відношенні для риб видів водних безхребетних і заміна їх більш стійкими до дії забруднюючих речовин видами з невисокою кормовою цінністю. Такий перебіг процесів у водоймі суттєво уповільнює або навіть припиняє ріст риб (Зайцев, Киселева, 1981).

Факт виявлення частоті загибелі риб у водоймах у випадку відсутності речовин антропогенного походження показав, що виникнення аутогенних токсикозів пов'язано з утворенням в них за певних умов біологічно активних, або токсичних продуктів із органічних сполук, що попередньо таких властивостей не мали, а також накопиченням і розкладом у воді продуктів життєдіяльності водних організмів (Шестерин и др., 1984). Всі ці сполуки є органічним забрудненням, яке є одним з компонентів водного середовища.

Між тим встановлено, що поряд з інтенсифікацією біопродукційних процесів за рахунок додаткового надходження органічної речовини в процесі її деструкції у водоймах накопичуються також продукти їх трансформації, а саме: амоній, нітрити, сапонін, фосфорні сполуки, які суттєво змінюють якість води (Kolasa-Jaminska, 1988). При цьому максимальна кількість органічних і біогенних сполук при розкладанні фітопланктону, лучної та вищої водної рослинності спостерігається протягом першого місяця від початку деструкційних процесів. Саме накопичення продуктів трансформації органічних добрив – амонію, нітритів, нітратів і сапоніну за внесення до водойм коров'ячого гною і макухи олійних рослин в кількості 25000 і 2500 кг/га відповідно викликає порушення процесів розвитку риб (Sarkar, 1987).

Особливо гострого значення набуває проблема забруднення водойм рибогосподарського призначення, де широко застосовуються інтенсивні технології вирощування риби (використання мінеральних і органічних добрив, ущільнені посадки риби, годівля тощо). У першу чергу це стосується застосування органічних та мінеральних добрив з метою регуляції поживних режимів ставів, малих водосховищ, озер. Найбільш доступним і ефективним органічним добривом останнім часом вважають відходи харчової промисловості (зернова барда, пивна дробина) та традиційні – зелена рослинність, коров'ячий перегній, компости. Серед мінеральних добрив



найчастіше використовують азотно-фосфорні сполуки: суперфосфат простий, подвійний, фосфоритне борошно. Значну роль у водоймі відіграють і кальцієві добрива, оскільки вони активізують мінералізацію органічної речовини та процеси життєдіяльності нітрифікуючи бактерій, які збагачують воду азотними сполуками. Внесення мінеральних і органічних добрив сприяє значному зростанню біопродукційних процесів водойм. У першу чергу посилюються процеси фотосинтезу планктонних водоростей, які лежать в основі трофічної піраміди і є основним джерелом кисню водойм. Інтенсивний розвиток водоростей сприяє зростанню чисельності кормових планктонних безхребетних. Проте через деякий час відбувається старіння і відмирання недовикористаних зоопланктоном або рибами водоростей, які накопичуються на дні водойм. Наслідком цих заходів є підвищення рівня трофності водойм, що супроводжується зростанням чисельності та біомаси планктонних та бентосних організмів, а, відповідно, і біопродуктивності водойм (Попченко, 1991). При удобренні ставів концентрацію мінерального азоту у воді оліготрофних водойм підтримують на рівні 1,5-2,0 мг/дм³, фосфору – 0,2 мг/дм³, в мезотрофних - відповідно 0,8 і 0,2 мг/дм³, евтрофних – 0,6 і 0,1 мг/дм³ (Богданова, Глазичева, 1979).

Разом з інтенсифікацією біопродукційних процесів у водоймах при внесенні азотних і фосфорних добрив у воді зростає концентрація амонійних і фосфатних іонів (самі по собі вони не є токсичними для іхтіофауни, але здатні змінювати спрямування окисно-відновних процесів. Характерною особливістю є швидке осадження фосфат-іонів у придонні шари води та зв'язування їх з оксидами заліза, алюмінію та гуміновими кислотами за підкислення води (Kolasa-Jaminska, 1988). За нейтралізації і підлуження донних субстратів відбувається зворотній перехід зв'язаного фосфору у водну товщу. Це викликає коливання співвідношення між азотом і фосфором, яке визначає домінування у фітопланктоні певних груп водоростей. W. Smith (цит. за Лаврентьевої, 1985), проаналізувавши ситуацію в 12 озерах світу, виявив, що масовий розвиток синьо-зелених водоростей, які викликають «цвітіння» води, спостерігається в період, коли величина відношення азоту до фосфору має значення менше 25. При співвідношенні N:P більше 25 переважають зелені і діатомові. D.Schindler (цит. за Лаврентьевої, 1986), який також провів багаторічне експериментальне вивчення поживних режимів удобрюваних малих озер, відмічав домінування у фітопланктоні роду *Scenedesmus* за співвідношення N:P=30. Після зниження пропорції азоту і фосфору до 11 через незначний час у ньому почали переважати синьо-зелені азот фіксатори роду *Anabaena*.

Амонійні ж іони в умовах лужного середовища трансформуються в аміак, який є високотоксичним для риб і викликає розвиток судом та блокування дихальних центрів, що приводить до масової загибелі риб. За рН 11 більше 90% амонійного азоту переходить у форму вільного аміаку. У багатих поживними

речовинами коропових ставах водневий показник води у більшості випадків знаходиться у межах 7,5-9,0. За таких умов при температурі води 25 °С у вільний аміак переходить 35% амонійних іонів.

Поряд з амонійними сполуками, токсичними для риб можуть бути деякі види фосфорних добрив. Встановлено, що внесення у рибогосподарські водойми фосфорних добрив, виготовлених із природних апатитів, може спричинити забруднення їх важкими металами, які дуже часто є включеннями у ці природні мінерали. Так, при внесенні суперфосфату у кількості 90 кг/га діючої речовини, одночасно у водойми надходить близько 11,3 г/га міді, 55,8 г/га свинцю та 1 г/га кадмію.

Внесення у рибогосподарські водойми органічних добрив у вигляді гною, компосту, зеленої рослинної маси чи поживних залишків рослин у значних кількостях різко підвищує окисність води, знижує концентрацію розчиненого у воді кисню та викликає підкиснення водного середовища (Винберг, Ляхнович, 1965; Методические указания...,1988; Методические рекомендации...,1976). Адже процеси деструкції органічних речовин у цьому випадку вимагають наявності великої кількості розчиненого у воді кисню, а дефіцит його спричиняє перехід на анаеробне окиснення органіки та утворення таких токсичних проміжних метаболітів, як метан, кетони і альдегіди, а також вільні радикали (Шестерин, 2002). Сумісна дія дефіциту кисню та наявності недоокиснених органічних сполук погіршує умови життєдіяльності гідробіонтів, порушує стереотипні зв'язки риб з оточуючим середовищем та знижує якість рибної продукції.

Закономірним наслідком надлишкового надходження до водойм органічних сполук є задухи риб (Бессонов, Привезенцев,1987). Зазвичай в природних водоймах і у великих водосховищах це явище характерне для зимового періоду, коли надходження кисню у воду з нижніх шарів атмосфери практично відсутнє, особливо за сурових зим, а перебіг процесів фотосинтезу відбувається досить повільно, або припиняється зовсім.

В останні роки випадки явищ задухи частіше спостерігається і в літній період, що пов'язують як із забрудненням водойм, так і з інтенсифікацією процесів рибництва, наслідком якої, як вже відмічалось, є значне органічне забруднення водойм. Проте розвиток явищ задухи у ставах при внесенні рекомендованих доз, особливо, органічних добрив за невисоких концентрацій розчиненого у воді кисню викликало необхідність проведення досліджень щодо можливої токсичної дії органічних добрив на водні екосистеми.

Останнім часом все більше уваги приділяється питанням перебігу внутрішньоводоймних процесів у водоймах рибогосподарського призначення, особливо за проведення в них різних меліоративних заходів, спрямованих на підвищення біо- та рибопродуктивності водойм. Внесення у рибогосподарські водойми органічних і мінеральних добрив як раніше, так і зараз, розглядається



як один з основних заходів інтенсифікації рибництва і до останнього часу не розглядалося як можливе джерело забруднення токсичними речовинами. Між тим, встановлено, що доволі часто речовини, що спричиняють забруднення рибогосподарських водойм, надходять до них як домішки у складі нешкідливих субстанцій.

Проте, слід зазначити, що різна ступінь забруднення водойм має неоднаковий вплив на стан популяцій гідробіонтів, біопродукційний процес у водоймах і їх біопродуктивність. Деяке зростання рівня антропогенного навантаження на водойми супроводжується зміною структури біогідроценозів та функціональної характеристики водних організмів. Більшість з них реагує на зміну екологічних умов зовнішнього середовища шляхом залучення адаптаційних механізмів, спрямованих на узгодження інтенсивності та спрямованості метаболічних процесів відповідно характеру змінених умов їх існування (Абакумов, 1981). Цей процес супроводжується спрощенням екологічної структури угруповань гідробіонтів, або так званого екологічного регресу. Він виражається у зменшенні чисельності видів, спрощенні міжвидових відношень і просторової структури угруповань. Між тим, за таких екологічних умов відмічено значний ріст кількісних показників бентосних організмів, продукція яких досягає високих значень. При цьому у складі донної фауни відбувається зміна доміант за рахунок переважання олігохет і хірономід. Вищий рівень забруднення водойм призводить до суттєвого зниження обмінних процесів між угрупованнями гідробіонтів, зокрема, між бентосними організмами і оточуючим середовищем. Наслідком цих змін є значне зниження біологічної активності донних безхребетних, їх масова загибель і руйнація угруповань.

Незважаючи на реалізацію різних заходів щодо покращення екологічної ситуації на водоймах рибогосподарського і комплексного призначення, ситуація щодо їх забруднення токсичними речовинами залишається складною. Свідченням цього може бути суттєве зростання випадків масової загибелі риб.

У першу чергу це стосується таких пріоритетних токсикантів як важкі метали. Формально під визначення важкі метали підпадає більше 40 металів періодичної системи Д.І. Менделєєва з атомною масою понад 50 атомних одиниць. При цьому важливими ознаками віднесення елемента до групи важких металів є його висока токсичність для живих організмів у відносно низьких концентраціях та здатність до біоаккумуляції та магніфікації. Практично всі метали, що підпадають під визначення «важкі» (за винятком свинцю, ртуті, кадмію і вісмуту, біологічна роль яких на разі не визначена), входять до складу ферментів, коферментів, вітамінів, беруть активну участь у біологічних процесах. Іони металів є неодмінними компонентами природних вод. Багато з них утворюють досить міцні комплекси з органічними речовинами, які є однією з найважливіших форм міграції елементів у

природних водах. Більшість металорганічних комплексів утворюється по хелатному циклу, і є стійкими. Комплекси ж, утворювані ґрунтовими кислотами з солями заліза, алюмінію, титану, урану, ванадію, міді, молібдену, досить добре розчинні в умовах нейтральної, слабо кислої та слабо лужної реакції середовища. Ці сполуки здатні мігрувати на значні відстані. Особливо інтенсивні міграції властиві низькомінералізованим водам.

Джерелами забруднення важкими металами рибогосподарських водойм найчастіше можуть бути поверхневі стоки із сільськогосподарських угідь, де використовуються добрива і пестициди, до складу яких входять іони металів. Підвищення концентрації важких металів у водоймах часто пов'язане із їх закисненням. Зниження рН водного середовища сприяє переходу металів із зв'язаного стану в іонний і робить їх доступними для процесів сорбції живими організмами.

Комплексні дослідження забруднення рибничих ставів, розташованих на березі української ділянки р. Дунай, а також лиманів Ялпуг, Катлабух, Кугурлуй важкими металами, проведені М.Ф. Назаренком (1991), показали, що вода в них забруднена свинцем, миш'яком, міддю, кадмієм і ртуттю, концентрація яких перевищує ГПК для цих елементів на 1-2 порядки. Надто високий рівень у воді міді, особливо у травні та червні, автор пов'язує з інтенсивним внесенням у стави добрив (суперфосфату з вмістом у останньому 24 мг/кг міді), а також із обробкою місцевих виноградників мідним купоросом. Значні концентрації (перевищення фонового рівня у 2-5 разів) миш'яку, кадмію, свинцю та цинку виявлені у донних відкладах. Особливу увагу автор досліджень звертає на якість комбікормів для риб, які виробляються комбікормовими заводами України. Вміст Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, As у цих комбікормах на 1-3 порядки перевищує ДОК, встановлену для зерна. Рівень Hg і Zn вище ДОК у 2-7 разів.

Перебування у таких екологічних умовах різновікових груп коропа і білого товстолоба та годівля коропа комбікормами викликали накопичення у внутрішніх органах (печінці) і тканинах (м'язах) кадмію, свинцю, нікелю, хрому у кількостях, які перевищують ГПК у 2 і більше разів. Максимальні концентрації важких металів були зареєстровані у тканинах і органах плідників, що підриває процеси природного і штучного відтворення цих видів.

Іони важких металів також можуть інтенсивно акумулюватися гонадами риб, що пов'язано з фізіологічними особливостями цих організмів, вся діяльність яких зосереджена на накопиченні резервних речовин білкового і ліпідного походження, у той час як процеси екскреції в цих органах відбуваються досить повільно. У водоймах з високою концентрацією важких металів відбувається зниження видового складу іхтіофауни та її чисельності, причиною чого є неякісні статеві продукти плідників і також зниження виживаності личинок в ранньому онтогенезі (Горкин, 1990).



Поряд з прямою токсичною дією на організм важкі метали викликають небезпечні віддалені біологічні наслідки, здійснюючи мутагенну, ембріотоксичну, гонадотоксичну дію.

Накопичення важких металів у тканинах і органах риб та забруднення водойм іншими токсичними речовинами викликає зниження резистентності риб до дії несприятливих чинників середовища та, як наслідок, масове ураження їх інфекційними хворобами (краснуха), що супроводжується уповільненням темпу росту та розвитку особин і значним погіршенням якості рибної продукції. Крім того, іони важких металів за певних концентрацій у воді, мають негативний вплив на кормові організми водойм комплексного і рибогосподарського призначення.

Дослідженнями, проведеними А.І.Корабльовою (1988), встановлено, що такі метали, як кобальт, мідь, свинець, хром і цинк, які містяться у воді Запорізького водосховища в концентраціях 10, 41, 100 і 109 мкг/л відповідно, здатні знижувати чисельність, пригнічувати розвиток і навіть викликати загибель планктонних угруповань (у першу чергу фітопланктону). Відомо, що кобальт і мідь в концентраціях 10 мкг/л знижують відтворну здатність дафній. Мідь у концентрації 5 мкг/л викликає загибель 50% особин дафній через дві доби впливу. Цинк в концентрації 70 мкг/л має токсичний вплив на дафній, а в концентраціях 100-500 мкг/л спричиняє істотне зниження первинної продукції і є критичною для водойм в цілому (Грушко, 1979; Цыбань и др. 1986).

При дії малих концентрацій важких металів відзначається пригнічення утворення первинної продукції і трофічних зв'язків через загибель кормової бази та порушення рівноваги між авто- і гетеротрофними організмами, що у підсумку призводить до порушення біотичного кругообігу і дестабілізації водних екосистем.

Все викладене вище, вказує на нестабільний стан водних екосистем рибогосподарських водойм, розвиток в них несприятливих процесів та надходження у водне середовище забруднюючих токсичних речовин з водозбірних територій і утворення автохтонних токсикантів у самих водоймах внаслідок трансформації хімічних сполук, що негативно позначається на біо- та рибопродуктивності ставів, озер, малих водосховищ, річок та знижує якість рибної продукції. Такий стан потребує введення в дію нової системи відстежування змін якості водного середовища та розробки ефективних заходів для подолання його критично негативних змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Абакумов, В.А. (1985). Закономерности изменения водных биофакторов// Комплексный глобальный мониторинг морового океана; Тр. I Междунар. симпоз. Л.: Гидрометеиздат, Т. 2, 273-283.
- Аршаница, Н.М., Перевозников, М.А. (2006). Токсикозы рыб с основами патологии (справочная книга) СПб: ГосНИОРХ, 179 с.

- Бессонов, Н.М., Привезенцев Ю.А. (1987). Рыбохозяйственная гидрохимия. М.: Агропромиздат, 159.
- Богданова, Л.А., Глазичева, И.В. (1989). Особенности формирования качества водной среды в прудах с растительноядными рыбами/Растительноядные рыбы в промышленном рыбоводстве. Ташкент, 38-39.
- Винберг, Г.Г., Ляхнович, В.В. (1965). Удобрение прудов. – М.: Пищ. пром-ть, 272.
- Горкин, И.Н. (1990). Эколого-физиологические аспекты биоконцентрирования МЭ гидробионтами в природных условиях. Эколого-токсикологические аспекты и методы рыбохозяйственных исследований. Сб. науч. трудов ВНИРО. М, 20–34.
- Грушко, Я.М. (1979). Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. Справочник. Л.:Химия, 160.
- Дубровин, В.Н. (1984). Разработка биологических основ и методов повышения продуктивности рыбохозяйственных водоемов. Биологи МГУ – рыбному хозяйству. М, 184-192.
- Дубинина, В.Г., Баскакова, Т.Е. (1991). Биогенная нагрузка сточных вод рыбохозяйственных прудов. Вторая Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии (Санкт-Петербург, ноябрь 1991г). СПб, 167-168.
- Исаева, Н.М., Козиненко И.И. (1992). Влияние химических соединений на иммунный статус рыб в аквакультуре. Вопросы ихтиологии, т. 32, вып. 1, 157 – 167.
- Зайцев, В.Ф., Киселева Л.А. (1989). Эколого-биопродукционные процессы в прудовых экосистемах. Биологические науки, №1, 66-70.
- Кораблева, А.И. (1991). Оценка уровня загрязнения Запорожского водохранилища тяжелыми металлами и предложения по разработке природоохранных мероприятий. Днепропетровск: ДГУ, 52.
- Лаврентьева, Г.М., Авинская, Е.В. (1985). Реакция фитопланктона мезотрофного озера на введение биогенов. Сб. трудов ГосНИОРХ. Вып. 231, 3-9.
- Лаврентьева, Г.М. (1986). Реакция видового состава фитопланктона на введение в озера минеральных солей азота и фосфора. Сб. трудов ГосНИОРХ. Вып.252, 31.
- Методические рекомендации по совершенствованию метода комплексной интенсификации прудового рыбоводства УССР в зависимости от зонального положения хозяйств (1976). К, 70.
- Методические указания и практические рекомендации по теории и практике удобрения рыбоводных прудов (1988). Днепропетровск, 28.
- Назаренко, М.Ф. (1991). Тяжелые металлы в экосистеме рыбоводных прудов советского участка Дуная. Вторая Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии (Санкт-Петербург, ноябрь 1991г). СПб. т.2, 64-66.



Попченко, В.В. (1991). Экологические модификации зообентоса в условиях загрязнения водных экосистем. Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Тр. Междунар. Симпозиума. Л.: Гидрометеиздат, 144-151.

Шестерин, И.С. (1984). Экологические (аутогенные) токсикозы прудовых рыб. Болезни рыб и водная токсикология. М., вып. 40, 171 – 175.

Шестерин, И.С. (2002). Вещества аутогенного происхождения в прудах и их комбинированное влияние на рыб. Избр.тр. ВНИИПРХ. Дмитров. Книга 1, т. II, 499-504.

Цыбань, А.В., Вентуль, М.В., Панов, Г.В. (1986). Долгопериодные экологические исследования в импактных и фоновых районах Мирового Океана. Комплексный глобальный мониторинг мирового океана. Тр. III Междунар. симпоз. Л.: Гидрометеиздат. Т.108. Вып.2(5), 261-278.

Kolasa-Jaminska, B. (1988). Investigations on intersification of carp fingerling production. Physical and chemical properties of woter / B. Kolasa-Jaminska//Acta hydrobiol. 29. №3, 325-337.

Sarcar, S.K. (1987). Effects of cowoung and magua oil cake jn the reproduction of fish. Geobios. -14, №6, 269-272.

REFERENCES

Abakumov, V.A. (1985). Regularities of water biofactors changes. //A comprehensive global monitoring of the oceans; Th. I. Int. symposium. L: Gidrometeoizdat, T. 2, 273-283.

Arshanitsa, N.M., Perevoznikov, M.A. (2006). Fish toxicosis with the pathology basics (reference book). St. Petersburg.

Bessonov, N.M., Privezentsev, Y. A. (1987). Fisheries hydrochemistry. Moscow: Agropromizdat.

Bogdanova, L.A., Glazicheva, I.V. (1989). Features of water quality formation in ponds with herbivorous fish. Herbivorous fish in industrial fish farming. Tashkent.

-
- Winberg, G.G., Lyakhnovich, V.V. (1965). Manuring of ponds. Moscow: Food Industry.
- Gorkin, I.N (1990). Ecological and physiological aspects of bioconcentration ME by hydrobionts in nature. Ecological and toxicological aspects and methods of fishery research. Scientific Proc. Moscow.
- Grushko, Y.M. (1979). Hazardous inorganic compounds in industrial wastewaters. Reference book. Leningrad: Chemistry.
- Dubrovin, V.N. (1984). The development of biological basics and methods of increasing the productivity of fishery waters. Moscow.
- Dubinin, V.G., Baskakov, T.E. (1991). Nutrient load of wastewater of fishery ponds. Second All-the Soviet Union Conference on fisheries toxicology. St. Petersburg.
- Isayeva, N.M., Kozinenko, I.I. (1992). The influence of chemical compounds on the immune status of fish in aquaculture. Journal of Ichthyology. 32(1), 157-167.
- Zaitsev, V.F. Kiselev, L.A. (1989). Ecological and biological production processes in pond ecosystems. Biological Sciences, 1, 66-70.
- Korableva, A.I. (1991). Assessment of the level of contamination of Zaporozhye reservoir by heavy metals and proposals for the development of environmental measures. Dnepropetrovsk.
- Lavrentyev, G.M., Avinskaya, E.V. (1985). The reaction of phytoplankton of mesotrophic lake on the introduction of nutrients. Proceed. 231, 3-9 .



Lavrentiev, G.M. (1986). The reaction of the species composition of phytoplankton on introduction to lakes mineral salts of nitrogen and phosphorus. *Proceed.* 252, 31.

Guidelines to improve the method of complex intensification of pond fish culture in the USSR according to the zonal position of farms. (1976). Kiev.

Guidelines and practical advice on the theory and practice of fertilization of fish ponds. (1988). Dnepropetrovsk.

Nazarenko, M.F. (1991). Heavy metals in ecosystems of fish ponds of the Soviet section of the Danube. Second All-the Soviet Union Conference on Fisheries Toxicology. St. Petersburg.

Popchenko, V.V. (1991). Environmental modification of zoobenthos in conditions of species ecosystems pollution. Environmental modifications and criteria of environmental regulation. Leningrad: Gidrometeoizdat.

Shesterin, I.S. (1984). Environmental (autogenous) toxicosis of fish ponds. *Diseases of fish and aquatic toxicology.* 40, 171 - 175.

Shesterin, I.S. (2002). Autogenous origin of matter in the ponds and their combined effect on the fish. *Selected Works.* Dmitrov.

Tsyban, A.V., Ventull, M.V., Panov, G.V. (1986). The long-period environmental studies in the impact and the background regions of the World Ocean. *Comprehensive global monitoring the world's oceans.* Leningrad: Gidrometeoizdat. 108, 2 (5), 261-278.

Kolasa-Jaminska, B. (1988). Investigations on intersification of carp fingerling production. Physical and chemical properties of water. *Acta hydrobiol.* 29 (3), 325-337.

Sarcar, S.K. (1987). Effects of cowing and magua oil cake on the reproduction of fish. *Geobios.* 14(6), 269–272.

Поступила в редакцію 16.10.2013

Как цитировать:

Євтушенко, М.Ю., Хижняк, М.І. (2013). Екологічний стан водойм рибогосподарського призначення. *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого*, 3 (3), 222-237. **crossref** [http://dx.doi.org/10.7905/bbmspu.v0i3\(6\).544](http://dx.doi.org/10.7905/bbmspu.v0i3(6).544)

© Євтушенко, Хижняк, 2013

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).