УДК 574.04:54:504:577.3:57.013

[1]В. П. ГАНДЗЮРА, [2]В. Ф. КОВАЛЕНКО, [2]І. А. ЗЛАЦЬКІЙ, [2]М. С. ОСМАЛЕНИЙ, [2]О. В. ПЕЛІШЕНКО

[1]Національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини», кафедра екології та зоології
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601
[2]Інститут колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського НАН України, Лабораторія біомаркерів та біотестування
бул. Академіка Вернадського, 42, Київ, 03680

АДАПТАЦІЇ РИБ І РАКОПОДІБНИХ ДО ТОКСИЧНОГО ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

З’ясовані адаптаційні механізми риб і ракоподібних до залишкового токсичного забруднення міських стічних вод після їх біологічного очищення. Встановлено, що за несприятливих умов існування в популяціях гідробіонтів збільшуються показники плодючості на фоні зниження значень виживання. У риб в токсичному середовищі зростає інтенсивність метаболічних процесів за рахунок зменшення маси і розмірів тіла. Це сприяє підвищенню резистентності гідробіонтів до несприятливих умов водного середовища.

Ключові слова: адаптація, гідробіонти, біотестування вод, токсичність, плодючість, виживання, популяція

Одним з важливих напрямків біотестування є розробка ефективних біологічних методів оцінки якості води, оскільки останнім часом забруднення води набуло тривалого і комплексного характеру. В цих умовах багато організмів знайшли шляхи адаптуватися до підвищених концентрацій токсичних речовин у воді [1]. Це призвело до того, що оцінка стану водного середовища методами біотестування і біоіндикації здійснюється з великою похибкою, тому що не враховується адаптація організмів в умовах токсичності їх місць існування. Саме тому нашим завданням і було з'ясувати можливості та механізми адаптації гідробіонтів до токсичного забруднення води.

Будь яке безпосереднє переселення (перенесення, перевезення) людиною видів водних тварин можна назвати «інтродукція». Розрізняють інтродукцію навмисну і ненавмисну. До навмисної інтродукції можна віднести [2]: рибництво (водне господарство) – розведення риб в закритих водоймах, а також ставках та індустріальне рибництво (наприклад, вирощування тіляпії (*Tilapia zillii)* та канальних сомів (*Ictalurus punctatus*) у тепловодних водоймах; розведення для цілеспрямованого випуску риб в природні водойми (спортивне рибальство, комерційне рибництво, випуск риб з метою боротьби з заростанням тощо); випуск об'єктів декоративного акваріумного рибництва в природні водойми. Зокрема, яскравим прикладом є гуппі (*Poecilla reticulata*) в місцях скидання теплих стічних вод.

У прісноводній фауні водосховищ України вже більше десяти років відзначаються раніше суто акваріумні види безхребетних і риб, наприклад: прісноводна медуза (*Hydrozoa sp.*), понад 7 акваріумних видів молюсків (*Mollusca sp.)*, мішкожаберний сом (*Heteropneustes fossilis*), гуппі (*Poecilla reticulata*), мечоносці (*Xiphophorus hellerii*), золоті рибки (*Carassius auratus*) різних форм та інші види [1, 3, 4].

У Росії також є приклади такої інтродукції. Це в першу чергу гуппі, які пристосувалися до мешкання в річках біля ділянок скидання підігрітих вод і в теплих ставках-відстійниках у Москві, Твері, Ярославлі, Рибінську, Воронежі та інших містах [2].

Оскільки гуппі є широко використовуваним і стандартним об'єктом для біотестування водного середовища, нами був обраний цей вид з метою проведення серії досліджень з їх адаптації до змін токсичності природних середовищ існування [5, 6].

Ареал проживання гуппі – прісні та солонуваті водойми Венесуели, Гвіани, Бразилії. В Україні цей вид зустрічається в київському колекторі теплих стічних вод, очищених

Бортницькою станцією аерації. Відомо, що в моменти скидів токсичних відходів їх популяція скорочується майже наполовину, але риби швидко відновлюють свою чисельність [4, 7, 8].

Для оцінки токсичного стану стічних вод шляхом класичного біотестування було обрано об'єкт безхребетної фауни гідробіонтів дафнія (*Daphnia magna*) [9, 10].

Метою роботи було встановити загальні закономірності адаптації гідробіонтів до умов токсичного забруднення води. Завданням було визначити параметри і показники, які підтверджують адаптивні можливостям риб і ракоподібних; з'ясувати особливості динаміки показників виживання, плодючості риб та ракоподібних в контрольній і токсичній воді; дати оцінку адаптаційних можливостей організмів у наступних поколіннях.

Предметом дослідження була стічна вода після проходження водоочищення в м. Бортничі [11]. В якості контролю використовувалася контрольна (стандартна вода) в якій міститися чисті лінії гуппі та дафнії при культивуванні в лабораторії біомаркерів і біотестування вод ІКХХВ ім. Думанського НАН України [6, 12].

Матеріал і методи досліджень

У роботі використовували загальноприйняті та модифіковані методи іхтіотоксикологічних досліджень на рибах [9, 13, 14]. В експериментах з ракоподібними використовували модифіковані методи на основі ДСТУ [10].

Основні показники, за якими визначали токсичність води - це показник виживання, плодючості риб та ракоподібних [15-17]. Було оцінено морфологічні показники риб – розмір, маса і забарвлення тіла риб.

Риби гуппі *Poecilla reticulata* були представлені двома групами однорозмірних особин, одномісячного віку, в співвідношенні 1: 1 самці й самки:

Група А – контрольна група гуппі, чиста лінія риб культивувалася в умовах лабораторії біотестування ІКХХВ ім. Думанського НАН України.

Група Б – група особин гуппі, виловлених в стічних водах відвідного каналу Бортницької станції аерації.

Загальна кількість вибірки кожної групи склала по 100 особин. Обидві групи риб було поміщено в контрольну воду і воду з відвідного каналу. В якості контрольної води використовували дистильовану воду з додаванням мінеральних солей [6, 12].

Тривалість експерименту – один місяць. Упродовж всього періоду фіксували показники смертності і плодючості. Риб поміщали в аеровані акваріуми по 20л з розрахунку 2л води на одну рибу, раз в тиждень проводили заміну води. Температура води упродовж всього експерименту становила 22 °С. Годували риб сухими розтертими кормами з постійним складом білків і вуглеводів з дотриманням однакових пропорцій для кожної з груп. При виявленні летальних показників у окремих особин риб, їх відловлювали, щоб уникнути додаткового токсичного ефекту розкладання органіки. Самки, які за спостереженнями, повинні були дати потомство, відловлювали в окремі ємності до виходу сформованих мальків (несправжнє живонародження). При визначенні плодючості розрахунок вівся за кількістю приплоду. Всі умови навколишнього середовища, крім складу води, упродовж усього експерименту підтримувалися однаковими для обох досліджуваних груп риб.

Показники виживання і плодючості на дафнії (ювенільної форми) спостерігали в трьох типах води: в контрольній воді, у воді з відвідного каналу Бортницької станції аерації і у воді, розведеній на 75% контрольною водою і 25% водою з відвідного каналу. Вибірка склала по 20 особин для кожного типу води.

Тривалість експерименту три тижні. Кожну особину поміщали в окрему ємність з розрахунку 1 особина – 100 мл. Температура води Упродовж всього експерименту становила 22 °С. Корм у вигляді сухих дріжджів давали в однакових пропорціях кожні три дні, після періоду харчування (до 8 годин) відбувалася заміна досліджуваного середовища. При визначенні плодючості розрахунок вівся за сумою приплоду. Ювенільних і дорослих особин розсаджували окремо. Всі умови навколишнього середовища, крім складу води, Упродовж усього експерименту підтримувалися однаковими.

Хімічний аналіз стічної води з відвідного каналу Бортницької станції аерації проводили класичними методами аналітичної хімії та за допомогою методу мас-спектрометрії з

індуктивно-зв'язаною плазмою у відділі хімії, фізики та біології води ІКХХВ ім. Думанського НАН України [18]. Часткові результати аналізу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники стічної води з Бортницької станції аерації

Найменування показників	Результати вимірювань в стічній воді Бортницької станції аерації	Нормативні вимоги згідно ДСТУ 4808:2007	Рибо- господарські ГДК
Загальні показники			
Мутність, мг/дм^3	3,6	≤20	не визнач.
pH	7,15	6,9-7,5	не визнач.
Окислюваність перманганатна, мгО/дм^3	13	3,0	не визнач.
Загальна кислотність, мг-екв/дм^3	4,5	≤1,5	не визнач.
Неорганічні показники			
Амоній, мг/дм^3	2,1	0,5	0,05
Гідрокарбонати, мг/дм^3	274,5	400	не визнач.
Залізо (заг.), мг/дм^3	0,06	не визнач.	0,05
Калій, мг/дм^3	16	2—20	10
Марганець, мг/дм^3	0,025	0,05	0,01
Нітрати, мг/дм^3	75	50	40,0
Цинк, мг/дм^3	0,09	не визнач.	0,01
Амоній, мг/дм^3	2,1	0,5	0,05

При проведенні процедур біотестування проводили реєстрацію показників досліджуваної води: концентрація розчиненого кисню за допомогою киснеміра Ажа-101М, величини pH за допомогою портативного pH-метра pH-150M. Показники водного середовища відповідали оптимальним параметрам життєдіяльності водних організмів - рівень кисню відповідав 5-8 мг O_2/дм^3, величина pH знаходилась в межах 6,5-8,5. Температура води підтримувалася на рівні 21-23 ^{0}C за допомогою кліматичних камер і термообігрівачів, світловий режим відповідав зміні дня і ночі. Всі експерименти на тваринах відповідали етичним нормам та принципам, затверджених директивами ЄС 2010/63 / ЄС для експериментів з тваринами.

Всю статистичну обробку даних проводили з використанням стандартних статистичних методів [19] з використанням пакетів програми «Microsoft Excel».

Результати досліджень та їх обговорення

За фізико-хімічними параметрами, згідно ДСТУ 4808:2007 та рибогосподарським ГДК, були перевищені показники деяких елементів, які наведено в таблиці 1, що свідчить про токсичність стічної води Бортницької станції аерації, де було відібрано популяцію досліджуваних риб гуппі. В експериментах для зручності риби, які культивувалися в лабораторних умовах, позначені як група А; риби, що були виловлені в стічних водах, як група Б.

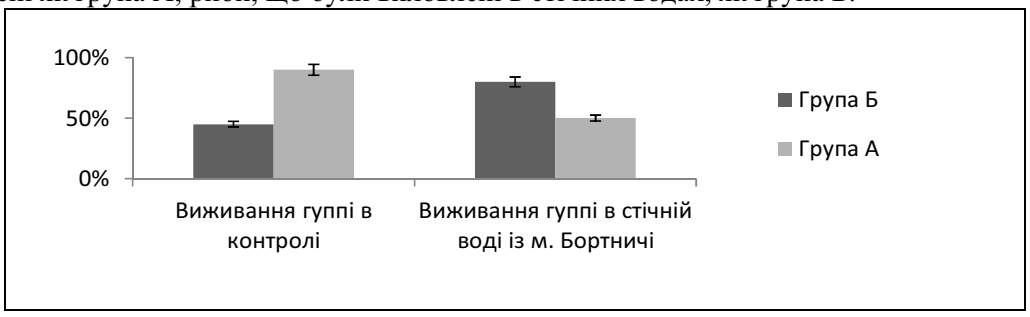

Рис. 1. Виживання гуппі групи А та групи Б в контрольній воді та стічній воді Бортницької станції аерації (n=100, p≤0,05)

Результати спостережень зміни значень показника виживаності риб представлені на рис. 1. Слід зазначити, що для риб групи А постійним середовищем існування є контрольна вода, в якій вони постійно культивувалися. Для риб групи Б, контрольна вода виявилася «токсичною». Група Б мала менші значення виживаності в контрольній воді, в порівнянні з групою А.

Значення показника виживання риб групи Б, у воді зі відвідного каналу Бортницької станції аерації, помітно вище, ніж у риб групи А. Вода зі стічного каналу є нормальним середовищем існування для риб групи Б. Це наштовхує на думку, що у гуппі групи Б виробилися адаптаційні механізми, здатні протистояти токсичному впливу, які проявляються в групі А.

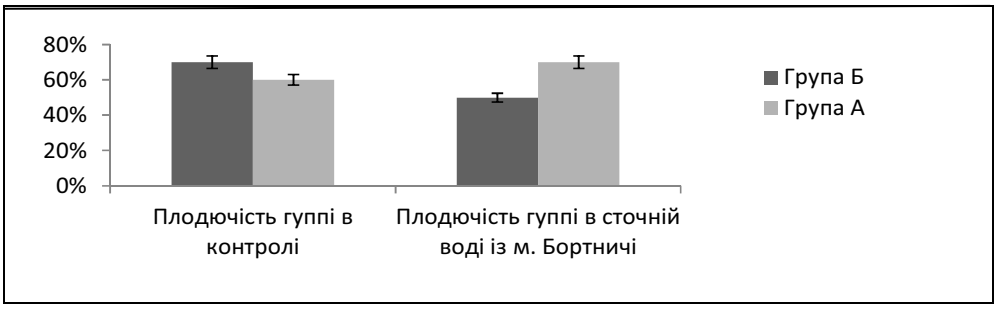

Рис. 2. Плодючісь гуппі групи А та групи Б в контрольній воді та стічній воді Бортницької станції аерації (n=100, p≤0,05).

Гуппі з групи Б, які вижили в контрольній воді, утримувалися приблизно 3 тижні до моменту, поки не почали давати приплід. Значення показника плодючості в контрольній воді групи Б, які вижили, дали більший відсоток плодючості в порівнянні з групою А в контрольній воді (рис. 2). У воді Бортницької станції аерації значення показника плодючості вище у риб групи А, які змогли вижити в стічній воді, ніж у риб групи Б.

Така реакція риб групи А і групи Б в токсичному середовищі для кожної з груп нами пояснюється як один з механізмів адаптації в умовах зміни навколишнього середовища існування (в тому числі за рахунок токсичного забруднення) [1, 13, 20]. Окремі риби, які вижили в несприятливих умовах для популяції в цілому, скоріш за все дадуть потомство, яке буде адаптоване до нових умов середовища, а більша кількість приплоду дає можливість відновити чисельність популяції в цілому. Причому така адаптація проявляється не тільки на фенотиповому рівні, а й, можливо, закріплюється в генотипі, якщо особини в популяції в подальшому будуть мешкати в одних і тих же умовах [16, 17, 20].

Таблиця 2

Середні значення маси і розміру тіла гуппі різних груп (розподіл самки / самці - 1: 1, n = 50, p≤0,05)

	Маса тіла, гр.		Розмір тіла, мм	
	Група А	Група Б	Група А	Група Б
Самки	3,100 ± 0,122	2,050± 0,114	295±14	155±12
Самці	2,450± 0,092	1,100± 0,054	245±11	110±9

Морфологічні показники у риб групи Б мали помітні відмінності від показників риб групи А (табл. 2). Розміри, маса тіла самок у групи Б риб були в середньому менші в 1,5 рази ніж у групи А, а у самців – більше, ніж у 2 рази. Що скоріш за все є фенотиповим пристосуванням, оскільки менші розміри тіла і маси збільшують метаболізм, що сприяє швидкому виведенню токсичних речовин з організму [17, 20, 21]. Так само слід зазначити, що колір тіла риб групи Б була менш яскравим, ніж у групи А. Це є ознакою адаптації до

природних умов існування (рослинність, грунт менш яскраві в річковій воді, що дає можливість краще маскуватися від хижаків) [8, 13, 21].

В експериментах з дафніями нами було проведено класичне біотестування, яке дало можливість порівняти виживання і плодючість дафній в контрольній воді і стічній воді Бортницької станції аерації; а також в 25%-му розведенні води з стічного каналу і 75%-му контролю, (рис. 3).

У контрольній воді значення показника виживання дафнії виявилося найбільшим; у стічній воді Бортницької станції аерації – найменше (відзначена хронічна токсичність), а в 25% розведенні води зі стічного каналу значення показника менше ніж у контролі, але в межах статистичної похибки.

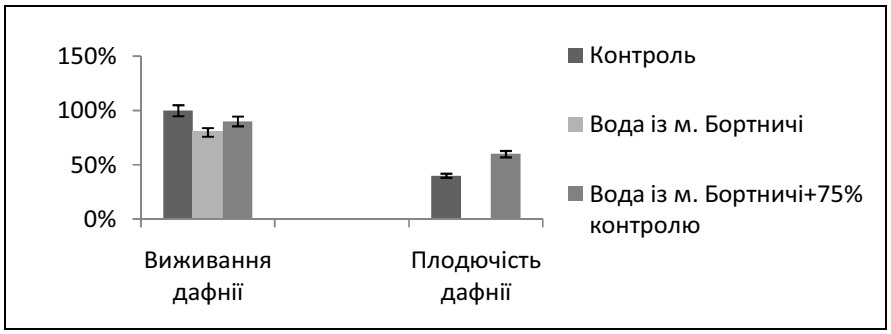

Рис. 3. Виживання і плодючість дафнії в різних групах води (n = 20, p≤0,05)

Максимальні значення показника плодючості відзначені у воді Бортницької станції аерації з розведенням у 25%. У контролі значення показника менші на 20%. У воді зі стічного каналу показник плодючості дорівнював 0 (вода виявилась занадто токсична для того, щоб дафнії могли розмножуватися).

Значення показника плодючості в контрольній воді з 25% розведенням води з Бортницької станції аерації було вище, ніж в контролі. Це свідчить про адаптацію дафній до змін умови середовища (збільшення токсичності) шляхом збільшення чисельності популяції особинами, які виявилися більш стійкими в умовах токсичного водного середовища. Ці результати корелюють з отриманими даними збільшення значення показника плодючості в експериментах з рибами в умовах токсичності водного середовища, що узгоджується з наявними в літературі даними [17, 20, 21].

Висновки

Адаптивні можливості гідробіонтів мають складний механізм і низку пристосувань до токсичного середовища. Нами встановлено закономірності між показниками виживаності, плодючості та морфологічними змінами у риб і ракоподібних в умовах токсичності стічної води очисного каналу м. Бортничі.

Найчутливішим до токсичного впливу у риб і ракоподібних виявився показник плодючості. В умовах токсичного забруднення води значення показника плодючості збільшується у риб і ракоподібних на фоні зниження значень показника виживаності. В умовах токсичного забруднення в природному середовищі це дозволяє підтримувати чисельність популяцій на достатньому рівні для нормального існування. Даний ефект є наслідком зміни в фенотипі, але може бути згодом закріплений в генотипі окремих особин і популяції в цілому, що потребує додаткових досліджень.

Виявлено морфологічні пристосування риб в умовах токсичного забруднення води: зменшення розмірів і маси тіла риб, що дозволяє їм активізувати метаболічні процеси і, відповідно, пришвидшити виведення з організму токсикантів.

1. *Kovalenko V.F.*, Zlatskii I.A., Goncharuk V.V. // J. of Water Chem. and Technol. — 2016 — Vol. 38, N 1. — P. 56—61
2. *Зотова Н.Ю.* // Проблемы инвазии и интродукции рыб в России / «Издательский дом 1 сентября», серия «Биология». — 2004 — N 38.
3. *Богуцкая Н.Г.*, Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2004. — 389 с.
4. *Беспозвоночные* и рыбы Днепра и его водохранилищ / [Л.Н.Зимбалевская, П.Г. Сухойван, М.И. Черногоренко и др.] ; под ред. Г.И. Щербак. — К. : Наукова думка, 1989. — 248 с.
5. *Биоиндикация* экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. М.: Наука, 2007. — 403 с.
6. *Goncharuk V.V.*, Syroeshkin A.V., Kovalenko V.F., Zlatskiy I.A. Formation of a test systems and selection of test criteria in natural waters bioassay // J. of Water Chem. and Technol. — 2016. — Vol. 38, No 6. — P. 349—352.
7. *Афанасьєв С.А.,* Гродзинський М.Д. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты. — К., АйБи, 2004. — 59 с.
8. *Озернюк Н.Д.* Механизмы адаптаций. — М., Наука. 1992.
9. *Константинов А.С.* Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1986. — 472 с.
10. *ДСТУ 4173-2003*. Якість води. Визначання гостроі летальноі токсичності на Daphnia magna та Ceriodaphnia affinis (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD).
11. *Нахшина Е.П.* Микроэлементы в водохранилищах Днепра. Киев: Наук, думка, 1993. — 160 с.
12. *Goncharuk V.V.*, Kovalenko V.F., Zlatskii I.A. Comparative analysis of drinking water quality of different origin based on the results of integrated bioassay // Journal of Water Chemistry and Technology. — 2012. V. 34, № 1. — P. 61—64.
13. *Протасов А.А.* Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии / — К.: Академпереодика, 2011. — 704 с.
14. *Биоиндикация* экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. – – М.: Наука, 2007. — 403 с.
15. *Крайнюкова А.Н.* Система интегральной токсикологической оценки природных и сточных вод // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2009. — № 1 (37). — С. 30—34.
16. *Грубінко В.В.* Наук. зап. Тернопіл. держ. пед. ун-ту ім.В.Гнатюка. Сер.: Біол. — 2002. — 16, № 4. — С. 36—39.
17. *Гандзюра В.П.* Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами Київ: ВГЛ “Обрії”, 2002. — 248 с.
18. *Reaction* cells and collision cells for ICP-MS: a tutorial review S. Tanner, V. Baranov, D. Bandura Spectrochimica Acta B 57, 2002, P. 1361—1452
19. *Лакин Г. Ф.* Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов- 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
20. *Гандзюра В.П.*, Грубінко В.В. Концепція шкодочинності в екології. Монографія. — Київ-Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. — 144 с.
21. *Гандзюра В.П.* Оцінка стану екосистем, якості середовища існування гідробіонтів та ступеня їх адаптованості / Гандзюра В.П., Гандзюра Л.О. // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. — 2010. — № 2 (43). — С. 71—75.

В. П. Гандзюра, В. Ф. Коваленко, И. А. Злацький, М. С. Осмалений, О. В. Пелишенко
Национальный университет имени Тараса Шевченко, УНЦ «Институт биологии и медицины»
Институт коллоидной химии и химии воды имени А. В. Думанского НАН Украины

АДАПТАЦИЯ РЫБ И РАКООБРАЗНЫХ К ТОКСИЧНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

В роботе установлены основные адаптационные механизмы рыб и ракообразных в условиях загрязнения воды токсикантами. Установлено, что при неблагоприятных условиях существования в популяциях гидробионтов увеличивается показатель плодовитости на фоне снижения значения показателя выживаемости. Уменьшение массы и размеров тела рыб приводит к увеличению скорости метаболических процессов в токсичной среде существования, что способствует повешению выведения из организма токсических веществ.

Предметом исследования были сточные воды после прохождения очистки воды в городе Бортничи. В качестве контроля использовалась контрольная (стандартная) вода, в которой

содержались чистые линии гуппи и дафнии, при культивировании в лаборатории биомаркеров и биотестирования воды.

Основными показателями для определения токсичности воды являлись выживаемость, плодовитость рыб и ракообразных. Были измерены морфологические параметры рыбы - размер, вес и цвет тела рыбы (*Poecilla reticulata*). Объект беспозвоночной фауны дафнии (*Daphnia magna*) был выбран для оценки токсического состояния сточных вод с помощью классического биотестирования.

В соответствии с физическими и химическими параметрами, согласно ДСТУ 4808: 2007 и ЛК 50 для рыб, были превышены показатели некоторых элементов, указывающие на токсичность сточных вод станции аэрации в городе Бортничи, где были отобраны гуппи.

Адаптивные возможности гидробионтов имеют сложный механизм и ряд приспособлений к токсической среде. Мы установили закономерности между показателями выживания, плодовитости и морфологических изменений у рыб и ракообразных в условиях токсичности сточных вод очистительного канала города Бортничи.

Наиболее чувствительными к токсическим воздействиям рыб и ракообразных были показатели плодовитости. При токсическом загрязнении воды значение показателя плодовитости увеличивается у рыб и ракообразных, на фоне снижения значений выживаемости. В условиях токсичного загрязнения в естественной среде обитания это позволяет поддерживать популяцию на достаточном уровне для нормального существования. Этот эффект является следствием изменения фенотипа, но впоследствии может быть закреплен в генотипе отдельных особей и популяций в целом, что требует дополнительных исследований.

Выявлены морфологические адаптации рыб в условиях токсичного загрязнения воды: уменьшение размера и веса тела рыб, что позволяет им увеличить интенсивность обменных процессов и, соответственно, ускорять вывод из организма токсикантов.

Ключевые слова: адаптация, гидробионты, биотестирование вод, токсичность, плодовитость, выживание, популяція

V. P. Gandzyura, V. F. Kovalenko, I. A. Zlatsky, M. S. Osmaliny, O. V. Pelyshenko
Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC «Institute of Biology and Medicine», Ukraine
Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry AV Dumanskogo of the National Academy of Sciences of Ukraine

ADAPTATION OF FISH AND CRUSTACEANS TO TOXIC AQUATIC ENVIRONMENT

The paper establishes the basic adaptation mechanisms of fish and crustaceans in water pollution toxicants. It was determined that under adverse conditions in populations of aquatic habitat value of fertility index increased due to lower survival index values. In toxic environment fish habitat increases metabolism, by reducing the weight and size of the body, thus contributing to acceleration the excretion of toxic substances.

The subject of the study was sewage water after passing water purification in Bortnichi town. Control (standard water) was used as control, which contained pure lines of guppies and daphnia when cultivated in the laboratory of biomarkers and biotesting of water.

The main indicators for determining the toxicity of water are the survival rate, the fertility of fish and crustaceans. The morphological parameters of fish were measured - the size, weight and color of the body of fish (*Poecilla reticulata*). The object of the invertebrate fauna of hydrophobic daphnia (*Daphnia magna*) was chosen to assess the toxic status of sewage by classical biotesting.

According to the physical and chemical parameters, in accordance with DSTU 4808: 2007 and the LC50 for fish, the indicators of some of the elements, indicating the toxicity of the waste water of the Bortnichi Aeration Station, were exceeded, where the population of the studied fishes was selected.

Adaptive possibilities of hydrobionts have a complex mechanism and a number of adaptations to the toxic environment. We have established regularities between the indicators of survival, fertility and morphological changes in fish and crustaceans in conditions of toxicity of sewage from the treatment channel of Bortnichi town.

The most sensitive to the toxic effects of fish and crustaceans was the fertility rate. In the context of toxic water pollution, the value of the fertility index increases in fish and crustaceans on the background of lowering the values of the survival rate. Under conditions of toxic pollution in the natural habitat, this allows maintaining the population of populations at a sufficient level for normal existence. This effect is a consequence of a change in the phenotype, but may subsequently be fixed in the genotype of individual individuals and populations as a whole, which requires additional research.

The morphological adaptations of fish in conditions of toxic pollution of water have been revealed: reduction of size and weight of fish bodies, which allows them to intensify metabolic processes and, accordingly, to accelerate the withdrawal from the body of toxicants.

Key words: adaptation, fish, hydrobionts, populations

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 15.03.2017

УДК 591.5.597.55

Л. О. ШЕВЧИК, І. М. ГРОД

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІХТІОФАУНИ ВОДОЙМ м. ТЕРНОПОЛЯ

В статті наведена порівняльна характеристика іхтіофаун водойм міста Тернополя, зокрема річки Серет та Тернопільського ставу. Детально проаналізовано таксономічну структуру, видовий склад іхтіофаун обох водойм. Аналіз оцінки різноманіття здійснено шляхом вивчення показників індексу Шенона, подібність яких пояснюється специфікою структури домінування видів.

Іхтіофауна району дослідження в основному представлена прісноводними місцевими видами, хоча є серед них і вселенці: ротань-головешка, колючка триголкова, карась сріблястий.

Охоронний статус всіх видів риб за оцінками МСОП належать до категорії Least Concern (LC), тобто всі вони знаходяться під невеликою загрозою.

Ключові слова: іхтіофауна, таксономічна структура, видове багатство, видове різноманіття, таксономічне різноманіття

У наш час завдяки суттєвим змінам природного стану як глобальних, так і регіональних природних екосистем, особливого значення набуває проблема інвентаризації та збереження біотичного різноманіття останніх. Іхтіофауна є важливим компонентом загального біологічного різноманіття країни, оскільки риби відіграють ключову роль у трофічному ланцюзі водних біоценозів, а також слугують чи не найкращими індикаторами екологічного стану водойм, чутливо реагуючи на погіршення умов існування або перевилов скороченням своєї чисельності, ареалів, частковим чи повним зникненням у водоймах.

Тому цій проблемі завжди приділялася пильна увага з боку дослідників. Наукові підвалини вивчення іхтіофауни України закладені у працях Ю. В. Мовчана, 1978, 1988, 2000, 2001 [11, 12]; В. І. Пінчука, 1985; В. А. Денщика, 1994 [7]; О. М. Волошкевича, 1999 [2]; А. І. Смірнова, 2001; С. А. Хуторної, 2001; А. Р. Болтачева, В. М. Юрахно, 2002 [1]; О. А. Дирипаско, 2002 [8]; А. Я. Щербухи, 1995.

Нині спостерігається значна активізація вивчення регіональних іхтіофаун. Підтвердженням цього є зростання уваги до іхтіофауни великих річок: Дніпра, Дністра та