

УДК 546.171/173:(591.1:597.551.2)

О.С. ПОТРОХОВ

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграду, 12, Київ 04210

ВИДОВА СПЕЦИФІЧНІСТЬ РЕЗИСТЕНТНОСТІ РИБ ДО ДІЇ СПОЛУК НЕОРГАНІЧНОГО АЗОТУ

Розглянута стійкість до токсичного впливу алохтонного азоту коропа, білого амура, білого і строкатого товстолобиків на різних етапах їх онтогенезу. Показано, що на личинковій стадії розвитку риби чутливіші до дії іонів амонію, а найстійкішими є дорослі особини. Серед досліджених видів білий амур найбільш чутливий до дії токсикантів, а резистентним видом є короп.

Ключові слова: коропові риби, алохтонний азот, онтогенез, адаптація

В останні роки особливо посилюється забруднення водойм сполуками неорганічного азоту [5]. Найбільш небезпечними для риб є аміак, іони амонію та нітрити. Одночасно сполуки азоту як біогенні речовини відіграють суттєву роль в життєдіяльності гідробіонтів [6].

Сполуки азоту проникають в організм через поверхню тіла, зябровий епітелій та кишечник риб. Прояви токсичної дії сполук неорганічного азоту суттєво змінюються на різних етапах онтогенезу риб та залежать від ступеня розвитку органів екскреції та дихання і екологічної ніши, яку вони займають. Крім того є сезонні коливання толерантності риб до азотистих сполук, оскільки процеси детоксикації та екскреції залежать від інтенсивності протікання метаболічних процесів, яка пов'язана з коливаннями температури води.

З метою вивчення ступені впливу неорганічних азотистих сполук на життєстійкість риб різних видів, які культивуються в риборівництві, на різних етапах їх онтогенезу, нами проведені модельні експерименти.

Матеріал і методи досліджень

Експерименти проводили на Білоцерківській експериментальній гідробіологічній станції Інституту гідробіології НАН України. Використано такі види риб: короп *Cyprinus carpio* (L.), білий амур *Stenopharyngodon idella* (Val.), білий товстолобик *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) та строкатий товстолобик *Aristichthys nobilis* (Rish.), їх ембріони, личинки, мальки, риби старших вікових груп.

Дослідження ікри, личинок та мальків риб на їх резистентність проводили в чашках Петрі (50 см³), в кристалізаторах (3–10 дм³) та акваріумах (80 дм³) з таким розрахунком, щоб співвідношення маси риб до діючих розчинів перевищувало 100–300 разів. Воду з відповідною концентрацією амонію (від 1,0 мг N/дм³ до 150,0 мг N/дм³) міняли 2 рази на добу.

Риб старших вікових груп утримували в забруднених сполуками неорганічного азоту водоймах протягом 10 років та в контрольних ставках. Останні мали такі гідрохімічні показники: сухий залишок – 341 мг/дм³; Cl⁻ – 48–53 мг/дм³; SO₄²⁻ – 48 мг/дм³; PO₄³⁻ – 0,006–0,053 мг P/дм³; NH₄⁺ – 0,01–0,19 мг N/дм³ в залежності від сезону року; NO₂⁻ – 0,003–0,32 мг N/дм³; NO₃⁻ – 0,10–0,52 мг N/дм³ [1]. Гідрохімічний склад дослідних ставків був таким: мінералізація – 1160–1256 мг/дм³; Cl⁻ – 245–387 мг/дм³; SO₄²⁻ – 24–144 мг/дм³; NH₄⁺ – 9,1–42,5 мг N/дм³; NO₂⁻ – 0,32–3,73 мг N/дм³; NO₃⁻ – 6,27–37,73 мг N/дм³.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження впливу підвищених концентрацій амонійного азоту проводились на ембріонах та личинках коропа і білого амура. Перший вид характеризується тривалішим розвитком ембріону в ікринці – до 4,5 діб. Його ікра покрита міцною, товстостінною, клейкою оболонкою. Оболонка ікринок коропа представлена первинною (радіальною) та вторинною оболонками

(хоріон) [7]. Після запліднення ікри утворюється невеликий за розміром перевітеліновий простір [4].

Ікра білого амура є неклеюкою, оболонка тільки зовнішня, хоріон відсутній. Ікра рослиноїдних риб розвивається пелагічно протягом 32–36 годин. Після запліднення відбувається значно більше, ніж у коропа, набрякання ікринок (у 3,5–4,0 рази) [3]. Великий об'єм перевітелінової рідини частково або повністю компенсує відсутність хоріону. Ця особливість зменшує потребу у вибіркового транспорту іонів та продуктів метаболізму зародків у зовнішнє середовище. Нетривалі терміни ембріогенезу також забезпечують низьке накопичення метаболітів в середині ікринки.

Друга суттєва відмінність між цими видами полягає в тому, що ембріони коропа за більш тривалий час перебування в ікринці утворюють у віці 2,5 доби кровоносну систему з форменими елементами крові. Передличинки коропа вилуплюються більш сформованими порівняно з рослиноїдними рибами [2]. Розвиток ікри білого амура проходить в товщі рухливого шару води зі стабільною температурою та високим вмістом розчинного кисню. Формені елементи крові у них з'являються лише на передличинкових стадіях розвитку у віці 1,5 доби [3].

Оскільки швидкість розвитку ембріону і загальна будова ікринки коропа та рослиноїдних риб суттєво відрізняються, то їх чутливість та реакція на дію зовнішніх чинників є відмінною.

Видові відмінності реакцій на вплив амонійного азоту починають проявлятися вже на ранніх стадіях розвитку риб. Як видно з даних рис. 1, криві залежності загибелі зародків коропа та білого амура за весь період ембріогенезу близькі між собою. Однак необхідно підкреслити, що термін токсичної дії іонів амонію відрізняється: якщо крива загибелі білого амура відповідає 32 год (час розвитку всього ембріогенезу в середині оболонки), то для коропа вона відповідає 72 год. Ембріони коропа надійніше захищені від дії чинників зовнішнього середовища, а оболонка ікри має меншу проникність для іонів амонію. Ікра білого амура в природних умовах не зазнає суттєвих впливів, а тому в процесі еволюції цього виду не виробилися відповідні захисні механізми.

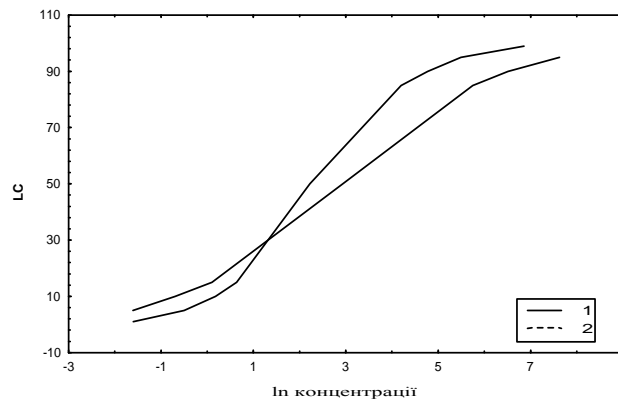


Рис. 1 Смертність ембріонів риб під впливом амонію за пробіт-аналізом

Примітки: 1 – ікра коропа, 72 год.; 2 – ікра білого амура, 32 год.

Вільні ембріони обох видів риб, навпаки, з втратою захисної оболонки та при наявності тільки ембріональних органів дихання та екскреції однаково реагують на підвищення вмісту амонійного азоту (рис. 2). У зв'язку з неповним розвитком та відсутністю повноцінних зябер, нирок та кровоносної системи у цих видів загибель передличинок риб при однакових концентраціях амонію не відрізняється. Цей етап розвитку риб зазнає найбільшого впливу токсичних речовин.

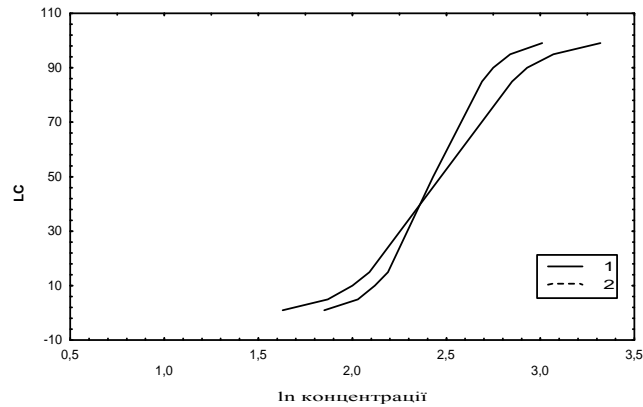


Рис. 2. Загибель 1-добових личинок риб під дією амонію за пробіт-аналізом (72 год.)

Примітки: 1 – короп; 2 – білий амур

Найзначніша відмінність відповіді на дію іонів амонію спостерігається між 30-добовими мальками коропа та білого амура. Як видно із даних на рис. 3, молодь коропа толерантніша до дії амонійного азоту порівняно з білим амуром. Причинами цього можуть бути як анатомічні відмінності структури зябрового апарата та шкіри риб, спектри живлення риб, так і можливості фізіолого-біохімічних механізмів протидії токсиканту. Однак характер розвитку амонійного токсикозу цих видів риб був подібним. В обох випадках концентраційнозалежна загибель риб має однакову спрямованість, відрізняються лише рівні вмісту токсиканту, які викликають 5%, 10, 50, 99% загибель мальків риб.

Риби доросліших груп коропів та білого і строкатого товстолобиків (від 2 до 10 років) в теплий сезон року не гинуть за доволі високого вмісту алохтонного азоту (до 45,0 мг N/дм³ за іонами амонію). Риби з забруднених водойм характеризувалися високими темпами росту, раннім розвитком генеративної системи та високими показниками плодючості. Негативні впливи на риб починав проявлятися з середини зими та на початку весни. Дослідження, проведені протягом багатьох років, показали, що, починаючи з лютого при концентраціях іонів амонію вище 10–12 мг N/ дм³ 10–15% від загального стада білого амура гине. Напередодні загибелі риби змінюють типову поведінку, активно рухаються, підходять до ополонок та заковтують повітря. Інтоксикація настільки суттєва, що загибель особин білого амура продовжується і у квітні після танення льоду. Риби перевертаються та активно заковтують повітря. При перенесенні їх в чисту воду зовнішні симптоми отруєння азотистими сполуками зникають лише через 3 доби і подальшої загибелі риб не відмічається.

Стійкішим до сполук азоту був білий товстолобик. Його загибель (до 15%) спостерігається з лютого до квітня при перевищенні вмісту амонію 15–25 мг N/ дм³. Однак у товстолобика були відсутні характерні ознаки отруєння. Причиною витривалості до негативного впливу токсикантів є характер зимівлі риб. Цей вид не залягає у зимувальні ями, а періодично переміщується по водоймі. Його зябровий апарат більш розвинений та сприяє виведенню з організму неорганічного азоту.

Найвитривалішим з рослиноїдних риб є строкатий товстолобик. Загибель риб цього виду починає спостерігатися лише при перевищенні вмісту сполук амонійного азоту 25 мг N/ дм³. Зовнішніх ознак токсикозу, як і для білого товстолобика, не спостерігали.

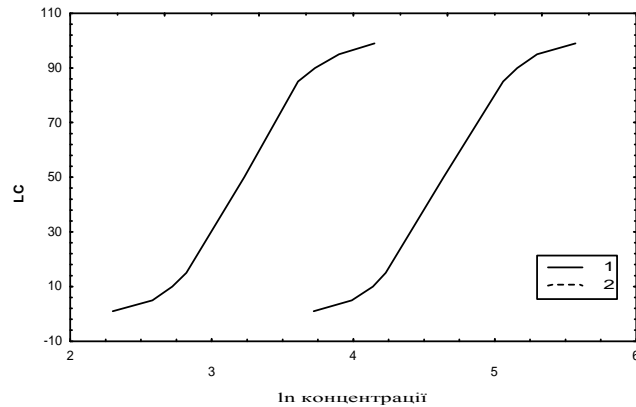


Рис. 3. Загибель 30-доб. мальків риби за дії іонів амонію, за пробіт-аналізом (72 год.)

Примітки: 1 – короп; 2 – білий амур

Адаптовані до амонійного азоту різновікові групи коропа багаторазово і успішно перезимовували при концентрації іонів амонію, вищій від 40,0 мг N/ дм³. Однак слід враховувати, що у воді, яка містила у великих кількостях сполуки неорганічного азоту, був підвищений вміст іонів кальцію, хлору та вища загальна мінералізація.

Різні відповіді риби на дію високих концентрацій неорганічного азоту пояснюються відмінностями в будові їх респіраторного апарату та характером зимівлі риби в ставках. Крім того існує різниця в їх раціоні живлення, питомий вміст білків в їх кормах (фіто-, зоопланктон, вища водяна рослинність, макрзообентос) потребує різної інтенсивності та здатності до засвоєння, метаболізму та, особливо, катаболізму білків. Це передбачає істотну різницю в активності та ємності систем зв'язування, детоксикації та екскреції кінцевих продуктів азотного обміну у них.

Висновки

Отже, у зв'язку з суттєвою несхожістю біології, анатомічній будові як ікри, личинок, мальків, так і дорослих риби, а також завдяки різній інтенсивності метаболізму, що визначається спектром живлення, різними способами зимівлі, суттєвими відмінностями екологічної пластичності та здатності до розвитку адаптивних і компенсаторних механізмів для різних видів коропових риби характерні значні різниці в толерантності до дії сполук азоту. Тому при визначенні негативного впливу токсикантів необхідно завжди враховувати межі та напрямки адаптивних змін у риби кожного виду окремо.

1. *Динаміка гідрохімічного режиму каскаду водойм дендропарку «Олександрія» (м. Біла Церква) при надходженні неорганічних форм азоту з джерельними водами / Ю. Г. Крот, Т. Я. Киризіт [та ін.] // Наукові записки Тернопільського пед. ун-ту. Сер. Біологія. – 2005. – № 1–2 (25). – С. 102–109.*
2. *Макеєва А. П. Эмбриология рыб / А. П. Макеєва. – М. : МГУ, 1992. – 216 с.*
3. *Соин С. Г. Морфо-экологические особенности развития белого амура и толстолобика / С. Г. Соин // Проблемы рыбохозяйственного использования растительоядных рыб в водоемах СССР. – Ашхабад : Изд-во АН ТССР, 1963. – С. 100–119.*
4. *Шерман І. М. Розведення і селекція риби / І. М. Шерман, М. В. Гринжевський, І. І. Грициняк. – Київ : БМТ, 1999. – 238 с.*
5. *Annual Report of Water Quality of Rivers of Lithuania. – Vilnius : Ministry of Environment of the Lithuanian Republic, 2002. – 32 p.*
6. *Camargo J. A. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment / J.A. Camargo, A. Alonso // Environ. Int. – 2006. – Vol. 32, № 6. – P. 831–849.*
7. *Wang S. C. Carp ovarian cystatin binds and agglutinates Spermatozoa via electrostatic interaction / S. C. Wang, F. L. Huang // Biology of reproduction. – 2002. – Vol. 66. – P. 1318–1327.*

А.С. Потрохов

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ВИДОВАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ РЕЗИСТЕНТНОСТИ РЫБ К ДЕЙСТВИЮ СОЕДИНЕНИЙ
НЕОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА

Рассмотрена устойчивость к токсическому влиянию аллохтонного азота карпа, белого амура, белого и пестрого толстолобиков на различных этапах их онтогенеза. Показано, что личиночные стадии развития рыб более подвержены действию ионов аммония, а самыми устойчивыми являются взрослые особи. Среди исследованных видов белый амур наиболее чувствительный к воздействию токсикантов, а резистентным видом является карп.

Ключевые слова: карповые рыбы, аллохтонный азот, онтогенез, адаптация

A.S. Potrokhov

Institute of hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

SPECIFIC DIFFERENCE OF A RESISTANCE OF FISHES TO ACTION OF INORGANIC
NITROGEN COMPOUNDS

Resistance to toxic influence allochthonous nitrogen of a carp, a grass carp, silver and bighead carps at various stages of their ontogenesis is considered. It is shown, that larval stages of development of fishes are more subject to action of ammonium, and the most resistant are adult individuals. Among the investigated species a grass carp the most responsive to toxic influence, and a more resistant species is a carp.

Keywords: Cyprinidae fishes, allochthonous nitrogen, ontogenesis, adaptation

Рекомендує до друку

Надійшла 01.02.2011

В.З. Курант