

УДК 546. 41: (574,64: 597,551. 2)

**В.Ф. Коваленко, Л.С. Кіппіс, О.В. Миролюбова**

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

## **ВПЛИВ КАЛЬЦІУ НА СТІЙКІСТЬ ОРГАНІЗМУ РИБ ДО ДІЇ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

Відомо, що дія багатьох токсикантів на гідробіонтів зменшується в більш жорсткій воді, яка містить підвищені концентрації іонів кальцію. Така залежність пояснюється дослідниками з різних позицій. На думку одних [6, 7], внаслідок активного комплексоутворення токсичних речовин зі сполуками кальцію, знижується їх розчинність, а це перешкоджає їх проникненню в організм гідробіонтів. Інші автори [4,5] підкреслюють, що кальцій сам може суттєво змінювати проникність клітинних мембран для різних речовин, в тому числі і токсичних. Принципово інше пояснення ролі кальцію в підвищенні токсикорезистентності організму водних тварин пов'язано з можливим впливом на внутрішньоклітинні біоенергетичні процеси, які впливають на адаптацію гідробіонтів до несприятливих дій факторів водного середовища.

З метою встановлення ролі кальцію в метаболічних механізмах підвищення резистентності організму риб до дії важких металів (мідь — 0,1 мг/л; цинк — 1,0 мг/л) і амонію (15 мгN/л) було поставлено низку дослідів з вимірюванням інтенсивності поглинання кисню, швидкості виведення вуглекислого газу і екскреції аміаку та розрахунком дихального і амонійного коефіцієнтів. Досліди проводились з різним рівнем кальцію в воді (60 і 150 мг/л) при сталій температурі 20°C і з тривалістю 20-25 діб.

Аналіз отриманих даних в умовах з концентрацією  $\text{Ca}^{2+}$  у воді 60 мг/л показав, що піддослідні риби (цьогорічки коропа) зазнавали токсичної дії. Це виражалось зниженням інтенсивності поглинання  $\text{O}_2$  в середньому на 22% і підвищенням швидкості виведення  $\text{CO}_2$  в середньому на 15% порівняно з контрольними значеннями. При цьому у тварин дослідної групи значно збільшувалась величина дихального коефіцієнту — з 0,8 до 1,5, що пов'язано зі зміною напрямку окисних процесів в їх організмі у бік вуглецевого типу і з підключенням анаеробного шляху енергозабезпечення. Як правило, ці характерні зміни метаболічних процесів у гідробіонтів відповідають впливу несприятливих факторів водного середовища і являється відповідною реакцією їх організму, яка спрямована на зниження токсичної дії. При цьому у дослідних риб спостерігається вірогідне збільшення швидкості екскреції аміаку в середньому в 1,5 рази, порівняно з контрольними даними, і внаслідок цього зростало значення амонійного коефіцієнту: у випадку з цинком — на 58,14% і при наявності міді у воді — на 76,74%. Отже, сублетальні концентрації важких металів у водному середовищі викликали у цьогорічок коропа інтенсифікацію витрат білку як окислювального субстрату, що є небажаним процесом для організму, які в кінцевому рахунку призводять до його виснаження.

Аналогічно змінювались показники газообміну у піддослідних риб при 60 мг $\text{Ca}^{2+}$ /л і наявності амонію у воді. Інтенсивність поглинання  $\text{O}_2$  вірогідно знижувалась на 21,98%, швидкість виведення  $\text{CO}_2$  збільшувалась на 7,06%, а значення дихального коефіцієнту — в 1,5 рази і перевищувало одиницю. Однак в цих умовах у цьогорічок коропа помітно скорочувалась екскреція аміаку — майже у 2 рази, що призводило до зменшення значення амонійного коефіцієнту на 34,07%, порівняно з контролем. Організм риб має труднощі з виведенням аміаку, що накопичується в тканинах і плазмі крові та викликає наростаючу інтоксикацію.

При підвищенні концентрації кальцію у водному середовищі до 150 мг/л в умовах наявності міді (0,1 мг/л) і цинку (1,0 мг/л) зареєстровано зменшення ступеня змін величини показників газообміну і екскреції аміаку у піддослідних риб. Так, інтенсивність поглинання  $\text{O}_2$  зменшувалась у середньому на 5-6%, а швидкість виведення  $\text{CO}_2$  підвищувалась на 3-4%. В даному випадку відхилення від контрольних значень мали невірогідний характер. Значення дихального коефіцієнту у цьогорічок коропа в цих умовах складало 0,85-0,91 (контроль — 0,80) і знаходилось в межах фізіологічної норми. Швидкість екскреції аміаку у риб при підвищенні рівню кальцію у воді мала тенденцію до нормалізації. Однак якщо при сублетальній концентрації цинку вона фактично не відрізнялась від контрольних значень, то при наявності міді у воді цей показник перевищував контроль на 19,92%, а величина амонійного коефіцієнту — на 32,56%. Ще більший відновлювальний ефект прослідковувався при збільшенні концентрації кальцію у воді в присутності підвищеної концентрації амонію. В цих умовах показники газообміну і азотистого обміну у піддослідних риб були близькі до контрольних значень. Це свідчить про те, що характер і направленість метаболічних процесів у коропа нормалізувались, зникало інгібування

виведення аміаку з організму. Отже, концентрація амонію 15 мгN/л в умовах підвищеної концентрації кальцію у воді не викликала помітного токсичного впливу на цюгорічок коропу.

На підставі вищезазначеного можна зробити висновок про те, що збільшення концентрації кальцію у воді до 150 мг/л підвищує стійкість організму піддослідних риб до токсичної дії сублетальних концентрацій амонію і важких металів. Відносно механізмів впливу кальцію на зниження токсичності цих речовин, то не виключаючи хімічного фактору — можливого активного комплексоутворення і зниження концентрацій розчинних токсичних речовин у воді, припускається і біологічний фактор. В цьому аспекті заслуговує уваги функція іонів кальцію в регуляції проникності кліткових мембран — його високий вміст в водному середовищі блокує надходження катіонів через зяброві мембрани у риб [9]. Це підтверджується даними [8] про те, що підвищення концентрації кальцію у воді викликає зниження швидкості акумуляції важких металів тканинами форелі.

Одним із пояснень ролі кальцію в підвищенні токсикорезистентності організму риб до амонію може служити його здатність активувати фермент глутамінсинтетазу [2,3], яка відповідає за синтез глутаміну, а він в свою чергу зв'язує і виводить із організму накопичений в його тканинах аміак. За аналогією можна припустити, що іони кальцію, активують синтез специфічних білків — металотіонеїнів, які здатні утворювати стійкі сполуки з важкими металами, нейтралізуючи їх токсичний вплив на організм риб.

Можна підкреслити, що підвищений рівень кальцію в водному середовищі (до 200 мг/л) при температурі 20°C в тканинах риб активує реакції трикарбованого циклу [1], які стимулюють окислювальні процеси в клітинах. Така дія є антагоністичною по відношенню до впливу деяких токсичних речовин, пригнічуючи поглинання кисню організмом і стимулюючи анаеробні процеси енергозабезпечення у риб.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Арсан О. М. Роль Са в регуляції процесів гликолізу і трикарбованого циклу в тканинах карпа при різному температурному режимі водної середовища // Гідробіол. журн. — 1986. — Т. 22, № 5. — С. 71-74.
2. Грубинко В. В. Механізм виведення аміаку у карпа, роль в ньому глутамінсинтетази і її властивості: Автореф. дис... канд. біол. наук. 03.00.04/МГПІ — М., 1988. — 17 с.
3. Грубинко В. В., Явоненко А. Ф., Арсан О. М. Механізм зв'язування екзогенного амонію у карпа // Докл. АН УРСР Б. — 1990. — № 5. — С. 70-72.
4. Лав Р. М. Хімічна біологія риб. — М.: Пищевая пром-сть, 1976. — 349 с.
5. Левицький Д. О. Кальцій і біологічні мембрани. — М.: Высш. шк., 1990. — 124 с.
6. Линник П. Н., Набиванец В. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. — Л.: Гидрометиздат, 1986. — 270 с.
7. Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология. — М.: Колос, 1971. — 171 с.
8. Bredtly R. W., Sprague J. B. The influence of pH, water hardness and alkalinity of zink to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) // Can. J. Fish. Sci. — 1985. — № 42. — P. 731-736.
9. Randall D. J., Perry S. F., Heming T. A. Gas transfer and acid-base regulation in salmonids // *Cjvh/Diochem. and Physiol.* — 1982. — В 73, №1. — P. 93-103.

УДК 591. 524. 12

**В.Ф. Коваленко, Н.О. Могилевич, О.В. Миролюбова**

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

## КІЛЬКІСНЕ СПІВВІДНОШЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОБМІНУ РЕЧОВИН — БІОЛОГІЧНИЙ ТЕСТ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ГІДРОБІОНТІВ

Функціональний стан гідробіонтів тісно пов'язаний зі складом і властивостями середовища їх проживання, яке забезпечує нормальний розвиток і функціонування організму як в природних, так і в штучних умовах. Погіршення якості водного середовища викликає негативну дію на життєдіяльність водних організмів, а при незворотності цих процесів призводить до їх загибелі. Тому як біологічний тест необхідно вибрати головні показники життєдіяльності організмів, які в максимальному ступені інтегрують їх спільний функціональний стан. Якщо абсолютні показники обміну речовин свідчать тільки про кількісні параметри протікання цих процесів, то їх співвідношення розкривають якісну характеристику. Для цих цілей можуть бути застосовані співвідношення абсолютних величин пластичного (P, дж) і функціонального (R, дж) обмінів до спільного показника енергії асимільованої їжі (A, дж) — P/A; R/A, а також співвідношення пластичного і функціонального обмінів між собою (P/R).