

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА РИБ ЗА РІЗНОЇ ВЕЛИЧИНИ ДОБОВОГО РАЦІОНУ

Н. І. Корево¹, В. П. Гандзюра²

¹ Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64, Київ, 01033, Україна

При проведенні еколого-токсикологічних експериментів на рибах вкрай недостатньо уваги приділяють впливу величини добового раціону на досліджені параметри: зазвичай використовують голодуючих риб [5, 6], або ж (значно рідше) всім піддослідним організмам дають однакову величину раціону. З іншого боку відома роль живлення у процесах адаптації [7]. Метою даної роботи було з'ясування впливу величини раціону на інтенсивність дихання, структуру енергетичного балансу при голодуванні та за різної величини добового раціону в умовах різної концентрації сполук важких металів у воді.

Досліди проводили на молоді золоті рибки *Carassius auratus auratus*, ряду Cypriniformes і гупі *Poecilia reticulata*. Концентрацію токсикантів задавали, виходячи з рибогосподарських ГДК і до рівнів, за яких спостерігалися істотні відхилення значень досліджуваних показників від контролю. Воду щодоби змінювали, додаючи відповідну кількість досліджуваного токсиканту. Риб годували трубочником і личинками хірономід. Визначали питому швидкість росту (g), валову ефективність трансформації раціону (K_1), рівень дихання. Температура в усіх акваріумах була $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$, їх об'єм складав 10 л. Використовували загальноприйняті методи, модифіковані урахуванням величини раціону [1].

Результат досліджень впливу величини раціону на рівень прояву токсичного ефекту (за ступенем пригнічення росту) суттєво проявляється при концентрації токсиканту, яка відповідає 1 ГДК (в той час як за умов живлення досхоchu питома швидкість росту за цієї концентрації була вищою, ніж у контролі. Істотне ж перевищення концентрації токсиканту призводило до пригнічення росту, причому вже практично незалежно від величини доступного раціону, що обумовлено пригніченням життєдіяльності за цих умов. Привертає увагу та обставина, що у діапазоні концентрацій 1... 100 мкг Cr^{6+} /л при живленні досхоchu (Смах) темп росту золоті рибки був вищим, ніж у контролі, в той час як за тих же концентрацій хрому за раціону, що складав 0,75 і 0,5 від величини максимального – спостерігалось пригнічення

Дослідження структури енергетичного балансу риб дозволило встановити причини цього. Виявилось, що вплив хрому за концентрації 1...100 мкг Cr^{6+} /л призводить до істотного зростання рівня стандартного обміну, що пов'язано зі зростанням енергетичних витрат організму у токсичному середовищі.

Рівень стандартного обміну був мінімальним у контролі. А саме його величина розглядається як мінімальні енергетичні витрати організму на підтримання своєї життєдіяльності. Тому величина зростання стандартного обміну може розглядатися як «плата» організму за підтримання життєдіяльності в токсичному середовищі. За концентрації свинцю 0,01 – 1,00 мг/л істотно зростають енерговитрати організму на підтримання своєї життєдіяльності. Зростання рівня стандартного обміну пропорційне концентрації токсиканта в певному діапазоні його значень. Подальше зростання концентрації токсиканта призводить до зниження рівня як стандартного, так і загального обміну, що пов'язано зі згасанням функціональної активності організму. Таким чином, цей рівень токсичності (за якого при надлишку їжі організм має темп росту, який або вищий, або ж істотно не відрізняється від контролю, проте істотно зростає рівень стандартного обміну, можна вважати верхньою межею забруднення, з яким організм ще може «впоратися» шляхом пожвавлення «відкачування» ентропії ціною суттєвого зростання власних енерговитрат за живлення досхоchu. При цьому будь-яке обмеження раціону призводить до істотного зниження значень біопродукційних показників.

Рівень стандартного обміну (при голодуванні) за вмісту свинцю у воді в діапазоні досліджених концентрацій (від 0,01 до 100,000 мг Pb^{2+} /л) в кілька разів перевищував рівень стандартного обміну в контролі. Максимальне перевищення було за концентрації 1,00 мг Pb^{2+} /л. За цих умов майже вся доступна організму енергія витрачається лише на підтримання життєдіяльності, а на накопичення енергії резервів вже не залишається.

У низці експериментів мали місце значно складніші картини впливу токсикантів, пояснити які можна впливом інгібуючої дії іонів кадмію й нікелю, та особливістю механізмів адаптацій до токсичного впливу [2-5], загальними закономірностями зміни відповідних показників у токсичному середовищі [3, 4]. Але чому спочатку значення різко зростають, а потім різко знижуються? Аналіз цих результатів з урахуванням дослідження енергетичного балансу дозволив розкрити механізм цих змін: зростання питомої швидкості росту, обумовлене вищим рівнем загального обміну, приводить і до зростання енерговитрат організму. Але ж у цих експериментах всі піддослідні риби отримували однакову кількість корму. Саме тому для риб, які росли повільніше, цієї кількості було вдосталь для покриття їх енергетичних витрат і на стандартний обмін (на підтримання життєдіяльності) і на прирости маси тіла. А для риб, які росли значно швидше, цієї кількості раціону не вистачало для забезпечення відповідного темпу росту, оскільки майже всі енергоресурси раціону йшли на покриття їх енергетичних витрат. Саме тому після швидкого росту у них і спостерігається різке його гальмування. Це стосується і ефективності трансформації раціону, адже при зростанні енерговитрат майже вся енергія раціону йде на їх покриття, не залишаючи енергоресурсів на накопичення в приростах біомаси, що призводить до різкого зниження ефективності трансформації раціону і темпів росту. На підставі дослідження енергетичного балансу піддослідних риб нами встановлено, що це зниження темпів росту обумовлено саме впливом величини раціону. Адже в усіх варіантах цього експерименту всі риби отримували однакову кількість корму. За швидкого темпу росту (контроль, 0,01, 0,001 мг Ni^{2+} /л) інтенсивність дихання була істотно вищою, ніж за високих концентрацій нікелю, тому у цих

варіантах експерименту риbam не вистачало цієї кількості корму, адже майже вся вона витрачалася на стандартний обмін, рівень якого був істотно вищий, ніж у варіантах з високим вмістом нікелю. Тому за таких умов весь доступний рибі раціон лише забезпечував їх енергетичні витрати на підтримання життєдіяльності, а на природи енергії вже не лишалося, що і призвело до різкого падіння темпу росту.

Встановлені нами особливості структури енергетичного балансу необхідно враховувати при проведенні еколого-токсикологічних досліджень. Зазвичай при цьому недостатньо надають уваги приділяють трофічному чиннику, практично ігнорується величина добового раціону та співвідношення складових енергетичного балансу. Наслідком цього часто є результати, тлумачення яких буде діаметрально протилежне реальній ситуації. Зокрема, максимальний темп росту спостерігався за концентрації хрому 0,1 мг/л. Але це, з одного боку, має місце лише за надлишку корму, а з іншого – абсолютно не враховує істотні порушення структури енергетичного балансу, викликані токсифікацією водного середовища. Будь-які обмеження раціону призводять до зворотних ефектів, оскільки рівень стандартного обміну за цієї концентрації хрому найвищий, що і призводить до найшвидшої втрати маси тіла за умов голодування і неефективного використання кормової бази за умов її обмеженості. Таким чином, одними з найінформативніших показників зміни токсичності водного середовища для риб є як окремі складові енергетичного балансу, так і його структура в цілому.

Література

1. Гандзюра В. П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. – К., ВГЛ „Обрії”, 2002. – 248 с.
2. Грубінко В. В. Адаптивні реакції риб до аміаку водного середовища: Автореф. дис. ... докт. біол. наук (03.00.17; 03.00.04). – К., Ін-т гідробіології НАН України, 1995. – 44 с.
3. Грубінко В. В. Лімітуючі стадії фізіолого-біохімічної дії токсикантів в організмі гідробіонтів / В. В. Грубінко // Другий з'їзд гідроекологічного товариства України (Київ, 27–31 жовтня 1997 р.): Тези доп. – К., 1997. – Т. 2. – С. 117–118.
4. Грубінко В. В. Системна оцінка метаболічних адаптацій у гідробіонтів / В. В. Грубінко // Наукові записки Тернопільського держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія, № 4(15). – Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2001. – С. 36-39.
5. Курант В. З. Роль білкового обміну в адаптації риб до дії іонів важких металів: Автореф. дис. ... докт. біол. наук (03.00.10 – іхтіологія) – К., Ін-т гідробіології НАН України, 2003. – 38 с.
6. Лукьяненко В. И. Биотестирование на рыбах / В. И. Лукьяненко Т. А. Карпович. Методические рекомендации – АН СССР, 1989. – 96 с.
7. Михеев В. Н. Пищевое поведение животных и принцип оптимальности / В. Н. Михеев // Экологическая энергетика животных. – Всесоюз. Совещ. (31 октября - 3 ноября 1988 г., г. Суздаль): Тезисы докл. – Пущино, 1988. – С. 112-113.