

організма кислородом. Возникають можливі негативні наслідки: зниження плавальної активності і апетиту, зниження процесів метаболізму і швидкості росту, внаслідок чого зменшується біомаса личинок. Зміни показників імунної системи у дорослої риби так само підтверджують негативний ефект тривалого впливу низьких концентрацій МСТМ і свідчать про можливе порушення імунної захисту організму.

Наші дані дозволяють прогнозувати можливі негативні наслідки успішного виживання найбільш чутливих видів риби як в ранньому онтогенезі, так і дорослих особин при тривалому впливі штучних хімічних факторів – комплексів важких металів – в низьких концентраціях.

УДК 574.55.574.64

В.П. Гандзюра

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ВЛИВ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛЛОВ НА СТРУКТУРУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ГІДРОБІОНТІВ

Подальший розвиток теорії функціонування гідроекосистем в умовах антропо-генного навантаження значною мірою залежить від успішного розв'язання проблеми взаємозв'язку між рівнем забруднення середовища, ступенем антропогенного навантаження і якістю середовища в цілому та продуктивністю біологічних систем, а також вирішення питання кількісної оцінки стану якості середовища для біосистем різного рівня організації (організмного, популяційного, біоценологічного). Важливим етапом розвитку цієї проблеми є з'ясування поняття «норми» і «патології» екосистем [4-5].

Забруднення екосистем негативно впливає на метаболічні процеси як безхребетних [3], так і хребетних тварин [8], рослин [9-10] тощо, що призводить до значного зниження їх продуктивності [4, 10]. Водночас слід підкреслити, що майже вся величезна за обсягом інформація, накопичена з біопродукційних параметрів найрізноманітніших організмів та їх популяцій, одержана без будь-якого урахування екоотоксикологічного стану і якості середовища в цілому [1-2, 4].

Необхідно відзначити, що діагностика екоотоксикологічної ситуації вимагає дотримання екосистемної парадигми, тобто панівної ідеї про захист і відновлення цілісності водних екосистем «Водна політика і водогосподарська діяльність повинні базуватися на екосистемному підході» — така рекомендація урядом країн Європейської економічної комісії (ЄЕК) ООН була прийнята старшими радниками урядів ЄЕК з проблем довкілля і водних ресурсів ще в березні 1992 р. і підтверджена в грудні 1996 р. в проекті «Основної (рамкової) Директиви ЄС по воді (4/12/96)» [6].

Враховуючи величезну кількість чинників, що впливають на якість середовища ми вважаємо одним з найперспективніших шляхів оцінки його якості за станом самих біологічних систем різного рівня. Цей підхід базується на розумінні якості середовища як ступеня його адекватності особливостям живої матерії. При цьому зміни стану середовища доцільно оцінювати за функцією відгуку біосистем. В цьому аспекті пріоритет, безперечно, належить продукційно-енергетичним параметрам живих систем, які можуть однаково успішно застосовуватися як до живих організмів будь-яких систематичних груп, їхніх популяцій та угруповань. Співвідношення окремих біопродукційних показників різномірних біосистем ґрунтується на структурі їхнього енергетичного балансу. Саме тому наші дослідження були присвячені вивченню біопродукційних параметрів і структури енергетичного балансу гідробіонтів за умов різних концентрацій солей важких металів у воді.

Матеріал та методи дослідження

Дослідження проведені на представниках різних груп рослинного і тваринного світу, включаючи личинок амфібій (*Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Elodea canadensis*, *Paramecium caudatum*, *Pelmatohydra oligactis*, *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Loach lucius*, *Silurus glanis*, *Brachydanio rerio*, *Poecilia reticulata*, *Carassius auratus auratus*, *Rutilus rutilus*, *Tilapia zilli*, *Percis fluviatilis*, *Rana ridibunda*, *Rana arvalis*). Вивчено вплив $K_2Cr_2O_7$, $PbNO_3$ та $NiSO_4$ за різних їх концентрацій у воді на швидкість росту, ефективність трансформації речовини та енергії, рівень дихання як окремих гідробіонтів, так і їх модельних популяцій. Тривалість кожної серії дослідів — від 28 діб до 3 місяця. Вплив токсикантів досліджували як при годуванні досхожу, так і при різних значеннях величини добового раціону (для тварин) та рівня освітлення (для рослин). Щоденно визначали масу тіла піддослідних гідробіонтів, при цьому кілька екземплярів з кожної серії дослідів висушували для встановлення величини сухого залишку в їх

тілі та визначення калорійності (за методом бікроматного окислення). Рівень дихання визначали в замкнених респірометрах, інтенсивність фотосинтезу — за методом світлих і темних склянок. На основі одержаних даних розраховували сьладові енергетичного балансу організмів і модельних популяцій. Статистична обробка результатів проведена загальноприйнятими методами, достовірність відмінностей встановлювали за t-критерієм Стьюдента

Результати та їх обговорення

Нами встановлено, що інтенсивність енергетичного потоку через біосистеми і ефективність трансформації ними енергії, а також структура їхнього енергетичного балансу значною мірою залежить від рівня солей важких металів у воді. Причому за певних значень концентрації важких металів у більшості випадків спостерігалась стимуляція біопродукційних процесів (швидкості росту і ефективності трансформації енергії). Подальше зростання концентрації важких металів призвело до закономірного їх пригнічення. За чутливістю до наявності солей важких металів у воді (що визначалося відносним відхиленням значень показника від контрольних) досліджені нами показники можна розташувати (у порядку зростання), рівень дихання — ефективність трансформації енергії — швидкість накопичення енергії. Для модельних популяцій досить показовим виявилось відношення енергії, накопиченої в біомасі на одиницю її потоку (величину добового раціону в енергетичних еквівалентах для тварин та ФАР для рослин). В більшості випадків воно було обернено пропорційне концентрації солей важких металів (в переважній більшості випадків відмінності виявилися статистично достовірними).

Загалом при вищих концентраціях важких металів у воді відзначалося зниження швидкості росту, ефектності трансформації енергії, зменшення потоку енергії через біосистему. На рівні лабораторних популяцій відмічається зменшення загальної біомаси, що викликається зниженням плодючості, збільшенням тривалості окремих періодів розвитку, та зменшенням як рівня поглинання енергії так і ефективності її трансформації.

Отже і на організменному, і на популяційному рівнях встановлені істотні зрушення як структури енергетичного балансу, так і величини потоку енергії через систему за умов наявності солей важких металів у воді.

Структура енергетичного балансу, як і величина потоку енергії через біосистеми може слугувати клькисною характеристикою співвідношення негенеропійного і ентропійного начала а відтак — і найадекватнішим параметром стану довкілля в умовах антропогенного навантаження за продукційно-енергетичними параметрами біосистем, що відкриває широкі можливості енергетичної характеристики середовища найрізноманітніших екосистем: біосфери в цілому. Причому на цьому рівні стан екосистем можна оцінювати в величинах ентропії, а, отже, одержувати найбільш загальну характеристику стану якості середовища в цілому. Проведені нами протягом останніх 15 років експериментальні дослідження на представниках різних груп тваринного і рослинного світу дозволили дійти висновку, що найповніше всім цим вимогам відповідають основні енергетичні параметри — інтенсивність енергетичного потоку через біосистеми та ефективність їх функціонування як трансформаторів енергії.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. — М.: Наука, 1989. — 152 с.
- 2 Биоэнергетика гидробионтов // Шульман Г.С., Финенко Г.А., Аллиевский В.С. (ред.), под ред. Шульмана Г.С., Финенко Г.А. — Киев: Наук. думка, 1990. — 248 с.
- 3 Биргер Т.И. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде. — Киев: Наук. думка, 1979. — 189 с.
- 4 Брагинский Л.И. Биопродукционные аспекты водной токсикологии // Гидробиол. журн. — 1988. — Т. 24, № 3. — С. 74-83.
- 5 Брагинский Л.И. Принципы классификации и некоторые механизмы структурно-функциональных перестроек пресноводных экосистем в условиях антропогенного пресса // Гидробиол. журн. — 1998. — Т. 34, № 6. — С. 72-94.
- 6 Жукінський В.М., Чернявська А.П., Оксюк О.І., Верниченко Г.А. Досягнення і завдання гідроекології у створенні водоохоронної нормативно-інструктивної бази. / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — Київ: Ніка-Центр, 2000. — Т. 1. — С. 22-27.
- 7 Ключенко П.Д., Медведь В.А. Влияние свинца и меди на некоторые показатели жизнедеятельности зеленых и синезеленых водорослей // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 6. — С. 52-62.
- 8 Малиарьская А.Я. Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного ентропирования водоемов. — Киев: Наук. думка, 1979. — 252 с.
- 9 Мусієнко М.М., Гандзюра В.П., Ігналюк О.А. Вплив свинцю на біо-продукційні параметри гідромакрофітів // Укр. бот. журн. — 1998. — № 6. — С. 609-614.
- 10 Хмар І.С. Фотосинтез ставів як показник їх екологічного стану. Автореф. дис. канд. біол. наук. — Київ, 1996. — 24 с.