

УДК 591.05: 597.556. 331.1(591.11:591.044)

## **АКТИВНІСТЬ АДЕНОЗИНТРИФОСФАТАЗИ ЯК ПОКАЗНИК АДАПТИВНОЇ ВІДПОВІДІ РИБ НА ДІЮ ПІДВИЩЕНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ**

**В.М. Марценюк**

Інститут гідробіології НАН України, пр-т Героїв Сталінграду, 12, Київ-210, 04210, Україна

Температура один із найважливіших абіотичних чинників як наземного, так і водного середовища. Її зміна впливає не лише на швидкість протікання хімічних реакцій, але й визначає загальний фізіологічний стан організму. Діапазон температур для різних форм життя порівняно широкий, але для гідробіонтів навіть незначні коливання цього показника можуть викликати значні зміни в метаболізмі.

Кліматичні зміни, які спостерігаються протягом останнього століття, змушують живі організми формувати компенсаторні механізми до дії несприятливого чинника. У першу чергу це проявляється у зміні ферментативної активності багатьох біохімічних реакцій, що протікають в організмі риб. Кореляція між температурою середовища і ферментативною активністю в різних тканинах організму регулюється, в деяких випадках, за законом Вант-Гоффа і Арреніуса, тобто із збільшенням активності вдвічі при підвищенні температури на 10°C. Проте, в більшості випадків, закон не дотримується, особливо у холонокровних тварин. Na, K-активуюча, Mg-залежна аденозинтрифосфатаза – фермент із групи транспортних аденозинтрифосфатаз, відіграє важливу роль у процесах адаптації до підвищеного температурного режиму водою.

Той факт, що ферменти є гетерогенними та кожен ізофермент показує характер протікання реакцій в певному конкретному органі, може бути одним із механізмів, який пойкилотермні тварини використовують для компенсації зміни температури. Тому важливим є вивчення і порівняння активності ферментів, що каталізують реакції у різних органах, зокрема у м'язах та зябрах.

Визначальною при подібній адаптації є також кількість енергії, що утворюється в процесі енергетичного обміну. За активністю АТФ-ази можна, великою мірою, судити про протікання даних біоенергетичних процесів.

Виходячи із вищезгаданого, метою нашої роботи було вивчення активності АТФ-ази м'язів та зябер коропа та окуня за дії підвищеного температурного режиму води.

Дослідження проведено у червні місяці на дворічках окуня річкового *Perca fluviatilis* L. та коропа звичайного *Cyprinus carpio* L. на Білоцерківській експериментальній гідробіологічній станції Інституту гідробіології НАН України. Риби були поміщені в експериментальні акваріуми об'ємом 75 л, наповнені водою із р. Рось, яка змінювалась 1 раз на 3 доби, та облаштовані системою нагрівання та аерації. У 5-тих експериментальних акваріумах вода протягом дня поступово нагрівалася до 24°C (контроль), 26, 28, 30°C та максимальної температури 34°C, а на ніч нагрівачі вимикались, що створювало середнє коливання температури у кожному акваріумі протягом природного фотоперіоду на 1, 2, 4, 6°C та 7–8°C відповідно. Вміст розчиненого кисню підтримувався в межах  $5,5 \pm 0,9$  мг/дм<sup>3</sup> (з підвищенням температури вміст кисню у воді дещо знижувався), рН –  $7,0 \pm 0,2$ . Період аклімації риб становив 14 діб, що є достатнім для формування адаптивної відповіді на дію стрес-чинника. Окуня під час експерименту годували мальком чебачка амурського та хірономідами, а коропа комбікормом для коропових риб.

Після 14-добової аклімації риб відбирали тканини печінки, зябер та м'язів, та в подальшому їх гомогенізували. У лабораторних умовах спектрофотометрично визначали

активність загальної АТФ-ази, оцінюючи наростання у реакційній суміші вмісту неорганічного фосфору, який виявляли за методом Фіске та Суббароу і перераховували на 1 мг білка. Вміст білка у м'язах та зябрах визначали за Лоурі.

Статистичну обробку даних проводили з використанням програм Statistica 10.0 та програми Excel із пакету Microsoft Office.

В результаті дослідження було встановлено, що у коропа із підвищенням температури (від 24 °С до 34 °С) спостерігається поступове незначне збільшення активності АТФ-ази у м'язах, що за максимальної температури сягнуло показника, який на 26% вищий від контрольного значення. У зябрах можна зауважити практично обернену закономірність: за температури 26°C активність ферменту спочатку стрімко зростає у 1,71 рази відносно контролю, а потім поступово знижувалася, та за температури 34 °С зменшилась порівняно з контрольним значенням у 1,64 рази.

Отримана закономірність відповідної активності АТФ-ази у м'язах коропа може свідчити про підвищену гідролізу функцію ферменту. Тобто, із підвищенням температури для забезпечення енантіостазу, організм риб затрачає більшу кількість енергії, яка вивільняється в процесі гідролізу АТФ до АДФ та АМФ. Тут безпосередню участь відіграє саме гідролазна АТФ-ази, тому із зміною температурного режиму відбуваються і відповідні зміни як і в активності даного ферменту, так і в біоенергетиці організму в цілому. У зябрах, вочевидь, температурний чинник стимулював активацію анаболічної гілки метаболізму, що і могло відобразитись на зниженні активності ферменту.

У окуня зміна активності АТФ-ази за згаданих умов носить коливальний характер. Спочатку, при підвищенні температури на 2°C та 4°C активність ферменту у м'язах почала поступово падати та мінімального значення набула за температури 28°C, а саме стала у 1,53 рази меншою від контролю. У подальшому спостерігалось зростання активності АТФ-ази, та за максимальної температури дорівнювала 0,021 нмоль/мг×хв., що є у 1,09 рази менше від контролю.

У зябрах окуня активність ферменту за температури 26°C спочатку зменшилась на 50%, та при подальшому підвищенні температури почала стрімко зростати. За температури 34°C вона набула значення, вищого за контроль у 1,70 рази.

Отримані показники активності вищезгаданого ферменту у м'язах окуня можуть свідчити про активацію анаболічних реакцій, спрямованих на протидію стрес-чиннику, а також про сповільнення гідролізу АТФ. Підвищення активності АТФ-ази у зябрах може бути результатом активації компенсаторного механізму, спрямованого на використання більшої кількості енергії для забезпечення нормальної життєдіяльності.