

Міністерство освіти України  
Інститут змісту і методів навчання  
Український державний лісотехнічний університет

ISBN 5-7763-2435-1



# НАУКОВИЙ ВІСНИК

СУЧАСНА ЕКОЛОГІЯ І ПРОБЛЕМИ  
СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Випуск 9.7

Львів - 1999



Український державний  
лісотехнічний університет



Міжнародний інститут освіти,  
культури та зв'язків з діаспорою  
Державного університету  
"Львівська політехніка"

# НАУКОВИЙ ВІСНИК

*СУЧАСНА ЕКОЛОГІЯ І ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ  
СУСПІЛЬСТВА*

**ЗБІРНИК НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ПРАЦЬ**

**Заснований в 1994 р.**

**Випуск 9.7**

Львів - 1999

ньому пошкоджуються кореневою губкою. Насадження захаращені відпадом і мають невисоку естетичну цінність - II, а інколи і III класу.

У свіжих і вологих суборах кращим супутником сосни виступає дуб звичайний, який сприяє мінералізації підстилки, підвищує вміст гумусу та мінеральних речовин і знижує кислотність ґрунту. Найкращі умови для сосни звичайної є свіжі субори, в яких вона формує фітоценози із розвинутою структурою - багатим трав'яним вкриттям та підліском і характеризуються високою естетичною цінністю (I клас).

#### **Література**

1. Корчагін А.А. Стрoение растительных сообществ и полевая геоботаника. - Л.: Наука, 1976.
2. Кучерявий В.А. Зеленая зона города. - Киев: Наукова думка, 1981.
3. Кучерявий В.А. Типологическая характеристика зеленой зоны города. - Львов, 1984.

УДК 577.471.48

#### **ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ МОЗКУ КОРОПА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Жиденко В.В.; Жиденко А.О. –*

*Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка*

#### **INDICATION OF THE ENERGETIC METABOLISM OF THE CARP BRAIN FOR MODELING THE ENVIRONMENT POLLUTION**

*V.V. Zhydenco; A.A. Zhydenco*

Under the effect the action of lead ions on common carp causes enhancing of metabolism towards catabolism. Hence, the change both in the intensity of ferments and direction of metabolism can be used for modeling the environment pollution. For this purpose can also use the levels of glucose and ketone bodies in carp's brain. Besides, these substrates are key indications of the energetic homeostasis of the carp brain.

Розвиток технологічних вдосконалень цивілізації передбачає посилення процесів забруднення. Головну роль у цьому відіграють стічні води промислових підприємств, які змінюють фізико-хімічні властивості води, кількість та якість кормових організмів, порушують біологічну рівновагу водоймищ і процеси самоочищення [1]. При забрудненні водних екосистем важкими металами відбувається біоконцентрація і передача їх по ланцюгах живлення, що призводить до накопичення у тканинах риб високих концентрацій важких металів [2]. Це, в свою чергу, призводить до потен-

ційної небезпеки для людини. Тому проблема якості води давно займає одне з головних місць в гідробіологічній науці, для її оцінки вживаються гідрохімічні показники, які мають суттєві недоліки [3]. У зв'язку з цим, велике значення набирають інтегральні методи оцінки токсичності водного середовища. Відомі методи біоіндикації, засновані, як правило, на морфологічних показниках гідробіонтів, констатують вже видимі зміни в організмах (ушкодження), які викликають летальний кінець. Більш важливою є біоіндикація на рівні відхилень, тобто початкових змін, які можуть бути адаптивними і безпечними для організму [4].

Метою цього дослідження стало виявлення ключових показників енергетичного метаболізму головного мозку коропа лускатого (*Cuprinus carpio L.*), які можна використати для оцінки стану та розвитку інтоксикацій в організмі риб, а також для моніторингу забруднень водного середовища катіонами свинцю.

Об'єктом досліджень були вибрані коропа дворічного віку. Досліди по вивченню впливу токсичних факторів проводили в 200 л акваріумах з відстояною водопровідною водою, в яку додавали 0,2 мг/л свинцю у вигляді нітратної солі  $Pb(NO_3)_2$ , що склало 2 ГДК.

Виділення мітохондрій, визначення ферментативної активності енергогенеруючих реакцій гліколізу і циклу Кребса: ЛДГ-азної активності в цитоплазматичній (цит.) фракції, СДГ-азної - у мітохондріальній (мх.), МДГ-азної - в обох та вміст макроергічних сполук проводили по загально-прийнятих методиках, які описані нами раніш [5].

Досліджування активності глюкозо-6-фосфатдегідрогенази проводили спектрофотометрично при довжині хвилі 340 нм [6].

Можливість утворення в організмі коропа глюкози з неуглеводних компонентів оцінювали за інтенсивністю реакцій глюконеогенезу. Активність глюкозо-6-фосфатази та фруктозо-1,6-дифосфатази, вміст глюкози визначали методами, які також описані нами раніш [7]. Вміст кетонів тіл визначали в мозку по методу [8], в нашій модифікації [9].

Хлорні екстракти лактату і пірувату визначали ферментативним методом [10].

Усі результати були статистично оброблені по Ойвіну І.А. [11]. Результати вважались достовірними при \* -  $P < 0,05$ .

Інтенсивність енергетичного метаболізму є найважливішим параметром, який визначає рівень функціональної активності мозку та розвиток адаптивних можливостей організму у випадку дії токсичних факторів. Про енергетичний стан мозку риб судять по якісному і кількісному складу макроергів. Дані табл. 1 показують зниження рівня АТР у 1,9 раз, відношення діючих мас аденілаткиназної реакції у 1,7 раз, відношення АТР до АДФ у 2,2 раз; відношення діючих мас АТР системи у 3,2 раз в тканині

головного мозку дослідних риб, порівняно з контрольними. Відносна постійність суми аденілатів, аденілатного енергетичного заряду і деяке збільшення рівня ADP і в 1,5 раз AMP, сприяє посиленню катаболічних реакцій і зниженню швидкості енергозатратних реакцій.

Табл. 1. Показники енергетичного стану мозку коропа в нормі і при інтоксикації катіонами свинцю;  $M \pm m$ ;  $n=9$  (мкмоль/г тканини)

Показники	Контроль	Pb <sup>2+</sup>
АТР	1,20 ± 0,40	0,65 ± 0,15*
ADP	0,81 ± 0,26	0,96 ± 0,20
AMP	0,71 ± 0,19	1,09 ± 0,35
AD	2,72	2,70
АЕЗ	0,59	0,42
ДМ <sub>ак</sub>	1,29	0,77
АТР/ADP	1,48	0,67
P <sub>i</sub>	3,96 ± 0,36	3,75 ± 0,33
$\frac{АТР}{ADP P_i}$	0,58	0,18

У зв'язку з тим, що макроергі - це лабільні сполуки і по їх концентрації неможливо описати повну картину функціонального стану мозку, нами була вивчена активність ферментів основних енергоутворюючих і енергозатратних процесів. До них відносяться: гліколіз, цикл Кребсу, пентозофосфатний шунт, глюконеогенез, а також вміст окремих метаболітів цих реакцій.

Як показали результати наших досліджень (рис.1), при дії катіонів свинцю відбувається збільшення активності цит. лактатдегідрогенази (ЛДГ) – в 1,6 раз; цит. малатдегідрогенази (МДГ) – у 1,8 раз; мх. МДГ – у 3 рази; мх. сукцинатдегідрогенази (СДГ) – в 1,7 раз, глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (Г-6-ФДГ) – у 1,5 раз. Наші дані погоджуються з відомим фактом, що свинець є токсичним стрес-фактором для гідробіонтів. Його дія призводить до формування в клітинах катаболічного стрес-синдрому, який полягає в деградації клітинних структур, скоріш всього білків [12], які можуть використовуватись на енергетичні витрати при формуванні адаптацій. Природно, що при цьому буде збільшуватися активність ферментів енергоутворюючих процесів: гліколіза, циклу Кребса, пентозофосфатного шунту.

Діаграми (рис.1-2) відображують загальну тенденцію до збільшення активності енергозабезпечуючих ферментів і зниження активності ферментів енергозатратних реакцій при дії катіонів свинцю. Так, рівень активності цитоплазматичних глюкозо-6-фосфатази (Г-6-Ф) зменшився у 69 разів, фруктозо-1,6-дифосфатази (Ф-1,6-ДФ) у 26 разів відносно контролю (рис. 2),

за рахунок чого зменшується використання глюкози тканинами мозку в

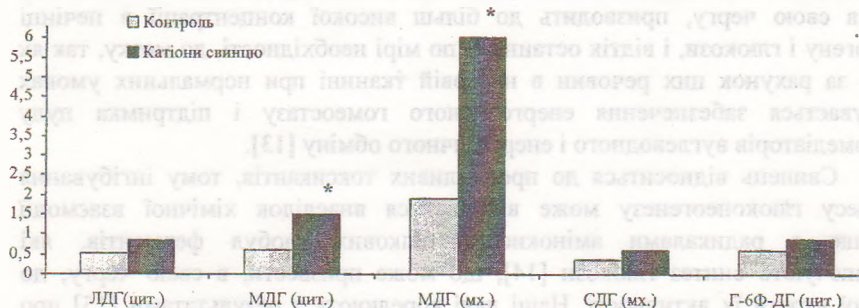


Рис. 1. Активність ферментів енергетичного обміну в мозку риб у нормі і при інтоксикації  $Pb^{2+}$ ;  $M \pm m$ ,  $n=9$

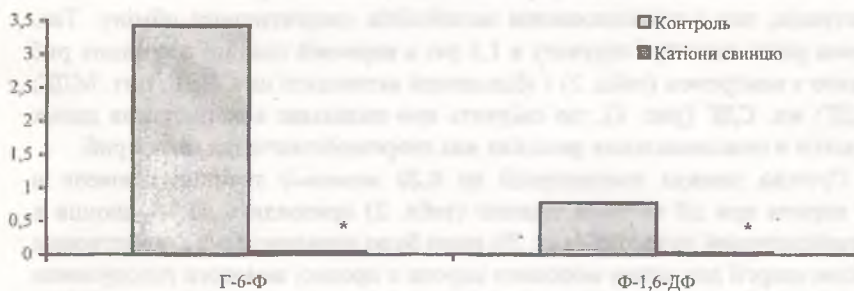


Рис. 2. Активність ферментів глікогеногенезу в мозку риб у нормі і при інтоксикації  $Pb^{2+}$ ;  $M \pm m$ ,  $n=9$

енергетичних цілях. Цей факт відображають дані таблиці 2, які показують зниження вмісту глюкози в нервовій тканині дослідних риб в 2,8 раз порівняно з контролем.

Табл. 2. Вміст деяких метаболітів енергетичного обміну в мозку коропа при дії  $Pb^{2+}$  ( $M \pm m$ ;  $n=9$ ).

Показники	Глюкоза	Лактат	Піруват	Кетонів тіла		
				Ацетон+аце-тоацетат	$\beta$ -окси-бутират	Су-ма
Контроль	0,55±0,06	2,55±0,32	0,18±0,02	0,57±0,01	0,08 ± 0,015	0,65
$Pb^{2+}$	0,20±0,06	1,96±0,08	0,14±0,02	0,43±0,03	0,30 ± 0,01*	0,73

У той же час відомо, що адаптаційний механізм підтримування рівня глюкози у мозку риб здійснюється тільки дякуючи реакціям глюконеогенезу, рівень активності яких достатньо високий у печінці, трохи нижче у мозку [7]. Це, в свою чергу, призводить до більш високої концентрації в печінці глікогену і глюкози, і відтік останньої, по мірі необхідності, до мозку, так як саме за рахунок цих речовин в нервовій тканині при нормальних умовах відбувається забезпечення енергетичного гомеостазу і підтримка пулу інтермедіаторів вуглеводного і енергетичного обміну [13].

Свинець відноситься до проникливих токсикантів, тому інгібування процесу глюконеогенезу може відбуватися внаслідок хімічної взаємодії свинцю з радикалами амінокислот білкових глобул ферментів, які забезпечують синтез глюкози [14], що може призвести, в свою чергу, до повної втрати їх активності. Наші дані корелюють з результатами [15] про зниження активності Г-6-Ф-ази в тканинах печінки, м'язах, зябрах і кишечнику риб. Таким чином, дія катіонів свинцю призводить до зрушення метаболічних реакцій у бік катаболізму, на шкоду анаболітичної направленості у мозку коропа.

Із зміною активності ферментів в тканинах риб змінюється як концентрація, так і співвідношення метаболітів енергетичного обміну. Так, зниження рівня лактату і пірувату в 1,3 раз в нервовій тканині дослідних риб порівняно з контролем (табл. 2) і збільшення активності цит. ЛДГ; цит. МДГ; мх. МДГ; мх. СДГ (рис. 1), що свідчить про подальше використання даних метаболітів в окислювальних реакціях для енергозабезпечення мозку риб.

Суттєва знижка концентрації до 0,20 мкмоль/г тканини глюкози в мозку коропа при дії катіонів свинцю (табл. 2) призводить до труднощів в енергозабезпеченні даного органу. Як нами було виявлено раніш, додатковим джерелом енергії для мозку молодого коропа в процесі зимового голодування [9], а також для мозку дворічних коропів при дії катіонів цинку і міді [16] є кетоніві тіла. Роль їх в енергетичному забезпеченні мозку коропа в умовах свинцевого отруєння може бути доведена збільшенням суми кетонових тіл на 11% у мозку дослідних риб, причому рівень 2-оксибутирату збільшується у 3,8 раз при деякому зниженні концентрації ацетоацетату і ацетону порівняно з контролем (табл. 2). Внаслідок синтезу кетонових тіл відбувається відтік ацетил-СоА з циклу трикарбонових кислот. У зв'язку з цим активація ферментів циклу Кребса і пентозофосфатного шунту не призводить до забезпечення макроергічними сполуками процесів глюконеогенезу, не збільшує вміст аденілатів (табл. 1), але сприяє росту рівня відновлених форм NADPH, забезпечуючи тим самим синтез кетонових тіл, при цьому відмічена зміна динаміки якісного складу кетонових тіл (табл. 2). Таким чином, в умовах гальмування глюконеогенезу у мозку риб утворюється визначений

### Український державний лісотехнічний університет

запас енергетичних субстратів, які забезпечують енергетичних гомеостаз і функційну здібність органу в умовах стресу, викликаного дією  $Pb^{2+}$ .

Таким чином, ключовим показником енергетичного гомеостазу головного мозку коропа лускатого служить концентрація глюкози – головного енергетичного субстрату, вміст якої не може бути нижче 0,2 мкмоль/г тканини мозку, а також вміст кетонів тіл в якості додаткового джерела енергії.

Крім того, зміна активності як самих ферментів [17], так і направленості метаболізму у бік катаболічних реакцій, можна використовувати в якості біоіндикаторів забруднення води.

#### **Література**

1. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова И.Г. Водная токсикология.- М.: Колос, 1971.- 257 с.
2. Das Krutibas, Nanda B., Nota A.K. Intake of lead from contaminated medium by *Heteropneustes fossilis* //Compar. Physiol. and Ecol.- 1985.- 10.- №3.- Р. 145-149.
3. Флеров Б.А. Биотестирование: терминология, задачи. Перспективы //Теор. Вопросы биотестирования.- Волгоград, 1983.- С.13-20.
4. Грубинко В.В., Жиденко А.А. Новые методы биотестирования аммиачного загрязнения водоёмов.- Чернигов, ЧЦ Укр, НТИ, 1993.- №28.- 93-4с.
5. Жиденко А.А., Явоненко Б.В., Явоненко А.Ф. Состояние энергогенерирующей системы в тканях у зимующей молоди карпа //Ред. "Гидробиол. журн." Деп. В ВИНТИ.- 1990.- №61-В90.- 27 с.
6. Biochemica information.- W.- Germany: Voehringer Mannheim GmbH, Biochemica, 1975.- Bd 1.- Р. 99-100.
7. Явоненко О.Ф., Грубинко В.В., Жиденко А.А. Динаміка вуглеводів у тканинах молоді коропа в процесі зимівлі //Рибне господарство, 1993.- 47.- С. 18-21.
8. Баев В.И., Булах Е.И. Способ определения кетонных тел в тканях //Материалы IV конференции выступлений по изобретению и рационализации в медицине.- Л.: Медицина, 1973.- С. 89-90.
9. Жиденко А.А., Грубинко В.В., Явоненко А.Ф. Роль кетонных тел в энергообеспечении пойкилотермных организмов в условиях зимнего голодания //Укр. Биохим. журн.- 1990.- 62, №5.- С. 72-76.
10. Методы биохимических исследований //Под ред. М.И. Прохоровой.- Л.: ЛГУ.- 1982.- 270 с.
11. Ойвин И.А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований.- Патол. физиол. и exper. Терапия, 1060, №4.- С. 76-85.
12. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология.- М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983.- 320 с.
13. Waltin U.I., Cowey C.V. Aspects of intermediary metabolism in Salmonid fish //Comp. Biochem. Physiol.- 1982.- 73, №1.- Р. 59-79.
14. Коновалов Ю.Д. Связывание кадмия и ртути белками и низкомолекулярными тиоловыми соединениями рыб //Гидробиол. журн.- 1994.- 29, №1.- С.42-57.
15. Gupta A. Environ. Biol. Fish.- 1984.- 10, №3.- Р. 221-224.
16. Жиденко А.А., Грубинко В.В., Смольский А.С., Явоненко А.Ф. Влияние абиотических факторов среды на образование кетонных тел у рыб //Гидробиол. журн.- 1994.- 30, №2.- С. 87-91.
17. Экклс Дж. Тормозные пути центральной нервной системы.- М.: Мир, 1971.- 168 С.