

4. *Кривобок М.Н.* Определение жира в теле рыб / Кривобок М.Н., Тараковская О.И. // Руководство по методике исследования физиологии рыб. — М. : Изд-во АН СССР, 1962. — С. 134—143.
5. *Львова С. П.* Фосфорилазная и глюкозо-6-фосфатазная активность в тканях крыс в онтогенезе / С.П. Львова // Укр. биохим. журн. — 1985. — Т. 57, № 1. — С. 36—41.
6. *Мехед О.Б.* Зміни активності катаболічних ферментів у печінці коропових риб при адаптації до дії гербіцидів / О.Б. Мехед // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: мат. V Міжн. наук. конф. — Дніпропетровськ : Ліра, 2009. — С. 116—118.
7. Ойвин И.А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований / И.А. Ойвин // Патол. физиол. и exper. терапия. — 1960. — № 4— С. 76—85.
8. *Сидоров В. С.* Биохимические изменения в печени и мышцах сеголеток карпа в период зимовки / В.С. Сидоров, П.А. Калиман, А.А. Яржомбек // Биохимия молоди рыб в зимовальный период. — Петрозаводск : Кар. фил. АН СССР, 1987. — С. 5—16.
9. *Щербина М.А.* Глюконеогенез, как один из источников энергетического обеспечения карпа *Cyprinus carpio* L. в период зимнего голодания / Щербина М.А., Мукосеева З.А. // Вопр. ихтиол. — 1978. — Т. 18, № 3. — С. 557—561.
10. *Biochemical information.*— W.Germany: Boehringer Mannheim GmbH / Biochemica, 1975.— Bd. 1, 2.— 167 p.
11. *Fiske C.* The colorimetric determination of phosphorus / Fiske C., Subarow V. // J. Biol. Chem. — 1925. — Vol. 66, N 1. — P. 375—400.

О.Б. Мехед, Б.В. Яковенко

Черниговский национальный педагогический университет им. Т.Г. Шевченко, Украина

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ НА МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТКАНЯХ БЕЛОГО АМУРА

Изучали изменения обмена углеводов, а также липазы и ферментов цикла Кребса в органах двухлеток белого амура (*Stenopharingodon idella* Val.) под действием гербицидов, что приводит к изменениям концентрации глюкозы и общих липидов в этих органах и влияет на жизнедеятельность рыб.

Ключевые слова: белый амур, гербициды, зенкор, раундап, общие липиды, глюкоза, ферменты цикла трикарбоновых кислот, липаза, глюконеогенез

О.В. Mekhed, B.V. Yakovenko

Chernihiv National Taras Shevchenko Pedagogical University, Ukraine

INFLUENCE OF WEED-KILLING CONTAMINATION OF WATER ENVIRONMENT ON METABOLIC PROCESSES IN FABRICS OF WHITE AMUR

Changes in different parts of the enzymatic activity of carbohydrate metabolism, as well as lipase and enzymes of the Krebs cycle in the bodies of two year old carp (*Stenopharingodon idella* Val.) under the action of herbicides, which leads to changes in concentrations of glucose and total lipids in these organs and affects the livelihoods of fish.

Key words: carp, herbicides, zenkor, roundup, lipids, glucose, citric acid cycle enzymes, lipase, gluconeogenes

УДК 597.2/.5[(575.826+577.121):543.383.2]001.53

М.О. МИРОНЮК

Інститут гідробіології НАН України

проспект Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

МЕТАБОЛІЧНА АДАПТАЦІЯ РИБ В УМОВАХ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Проаналізовано результати експериментальних досліджень впливу нафти та дизпалива на біохімічні показники у риб. Встановлено, що енергозабезпечення процесу адаптації риб до дії нафти у водному середовищі відбувається шляхом мобілізації функціональних резервів організму, а за умов впливу дизпалива — за рахунок збільшення енерговитрат та використання функціональних резервів організму риб на підтримання енергозабезпечення систем детоксикації.

Ключові слова: риба, енергозабезпечення, сукцинатдегідрогеназа, цитохромоксидаза, ферменти переамінування, піруват, лактат, співвідношення вільних НАД-пар, аденінові нуклеотиди, білок, глікоген, печінка, зябра, м'язи

Забруднення внутрішніх вод токсичними речовинами різної хімічної природи внаслідок антропогенного впливу створило вкрай напружену еколого-токсикологічну ситуацію для життєдіяльності риб. Серед великої кількості хімічних речовин найбільшу небезпеку для водних тварин становлять вуглеводні нафтового походження [1, 5]. Тому вивчення реакцій гідробіонтів, зокрема риб, до змін концентрацій нафтопродуктів у водному середовищі має надзвичайно важливе значення для розробки наукових основ управління біопродуктивністю водних екосистем.

Слід зазначити, що наявна у фаховій літературі [14, 15] інформація щодо впливу нафти та її похідних на риб не розкриває механізмів їх впливу на рівні фізіолого-біохімічних процесів, які забезпечують їх пристосування до змін умов навколишнього середовища. Особливо це стосується енергетичного обміну на основі якого формуються адаптивні процеси. В зв'язку з цим нами було проведено низку досліджень завданням яких було встановити особливості метаболічної адаптації риб до нафтового забруднення водного середовища. Окремі ланки цього дослідження та їх результати було опубліковано раніше [2, 4, 6–14], що вимагає певного узагальнення та систематизації отриманих даних. Тому в цій роботі ми узагальнили основні закономірності впливу нафти та дизпалива, на підставі аналізу фізіолого-біохімічних перетворень в організмі риб.

Матеріал і методи досліджень

Лабораторні досліди проведено в акваріальному комплексі Інституту гідробіології НАН України на коропах (*Cyprinus carpio* L.) дворічного віку масою 250–300 г. Під час експерименту риб утримували в акваріумах об'ємом 100 дм³ з відстояною водопровідною водою температурою 20±2°C.

Для моделювання нафтового забруднення в акваріуми вносили дизпаливо (ДП) та сиру нафту в концентраціях 0,25 мг/дм³; 0,1; 0,75; 1; 1,5 мг/дм³, що відповідали 5, 10, 15, 20 та 30 рибогосподарським гранично допустимим концентраціям (ГДК) [3]. З метою запобігання впливу на риб власних екзаметаболітів і для підтримання постійної концентрації ДП та сирової нафти, воду в акваріумах змінювали через два дні. Період аклімації риб становив 14 діб. Контролем служили величини досліджуваних показників у тканинах риб, що перебували у воді акваріумів без додавання ДП та сирової нафти.

Методи визначення основних біохімічних показників, розглянутих нами, наведені раніше [2, 4, 6 – 14].

Результати досліджень та їх обговорення

В результаті досліджень виявлено, що залежно від виду нафтопродукту та концентрації його у водному середовищі, енергозабезпечення пристосувальних процесів здійснюється різними шляхами. Істотні зміни величин досліджуваних показників за дії сирової нафти та дизпалива спостерігаються саме в печінці та зябрах, і меншою мірою – у м'язах риб.

При порівнянні дії нафти та дизпалива на показники білкового, вуглеводного та енергетичного обміну у риб стає очевидним той факт, що вони в різних тканинах змінюються в досить широких діапазонах, а деякі з цих показників мають протилежний характер змін в залежності від того чи це була нафта, чи дизпаливо.

Так, аналіз отриманих результатів щодо впливу сирової нафти на певні біохімічні показники у риб дозволив дійти висновку, що енергозабезпечення процесу адаптації риб до цього токсиканта у водному середовищі відбувається шляхом мобілізації функціональних резервів організму. Про це, наприклад, наочно свідчить зростання кількості пірувату і співвідношення вільних НАД-пар в зябрах риб [2], збільшення глікогену в печінці та зменшення утилізації його в м'язах [7], зниження активності сукцинатдегідрогенази (СДГ) та цитохромоксидази (ЦО) [6]. На підставі зниження активності амінотрансфераз [10, 11, 13] можна стверджувати про зростання транспорту амінокислот у клітини різних тканин для синтезу нових білків. Проаналізувавши вищесказане та беручи до уваги зростання вмісту аденілатів в тканинах (переважно в зябрах) риб [9], можна прогнозувати, що за цих умов в організмі риб зростатиме синтез ліпідів. Це може призвести до жирового переродження тканин організму, що може негативно позначатися на їх товарних якостях та зниженні рибопродуктивності.

Разом з тим, енергозабезпечення організму риб до дії дизпалива у водному середовищі здійснюється за рахунок збільшення енерговитрат та використання функціональних резервів організму риб на підтримання енергозабезпечення систем детоксикації. Такого висновку дійшли на основі аналізу змін активності сукцинатдегідрогенази (СДГ) та цитохромоксидази (ЦО) в тканинах

риб при додаванні у воду дизпалива в різних концентраціях [4, 8]. На підставі активування сукцинатдегідрогеназного окиснення в печінці риb можна стверджувати, що сукцинат може стимулювати окиснення жирних кислот, вуглеводів, а також активувати кисневе та безкисневе окиснення. Крім того, зростання активності СДГ в печінці риb може сприяти зростанню споживання кисню тканиною і покращувати тканинне дихання за рахунок посилення транспорту електронів в мітохондріях печінки, про що свідчить активація ЦО в цьому органі. Очевидно, висока активність ЦО є компенсаторною реакцією організму, яка спрямована на підтримання життєдіяльності риb шляхом забезпечення надходження кисню в організм риb за умов їхнього перебування в середовищі, де вміст дизпалива значно перевищує його фізіологічно допустимі концентрації, а також певною мірою запобігає виникненню гіпоксії або є сигналом її виникнення в організмі риb.

За впливу дизпалива на організм риb спостерігається енергетичний дефіцит в печінці риb, про що свідчить зниження вмісту аденілатів [9]. На підставі цього можна стверджувати про значні витрати енергії на процес адаптації риb за умов наявності дизпалива у водному середовищі. Крім того, згідно отриманих результатів в печінці та м'язах риb спостерігається накопичення глікогену, що є резервним енергетичним субстратом. Отже, можна передбачити першочергове використання ліпідів або білків для енергозабезпечення адаптації риb до дії дизпалива у водному середовищі. Припущення щодо переважного використання білків для адаптації риb за умов впливу дизпалива можна підтвердити збільшенням активності ферментів переамінування в тканинах риb [10, 11, 13].

Необхідно наголосити, що шляхи енергозабезпечення адаптації риb до наявності дизпалива у воді в досить широких межах (від 0,25 мг/дм³ до 1,5 мг/дм³) суттєво змінюється. Істотним підтвердженням цього є виявлені зміни величин субстратів вуглеводневого обміну – пірувату і лактату в тканинах коропа [4]. Слід також зазначити, що за дії дизпалива співвідношення вільних НАД-пар в печінці і зябрах риb зменшується, що свідчить про зниження окиснювальної здатності цих тканин. Цей факт свідчить про те, що основним шляхом енергозабезпечення процесів адаптації риb до таких умов є гліколіз, оскільки дизпаливо у вищевказаних концентраціях очевидно пригнічує функціонування іншого більш ефективного з точки зору генерування енергії – циклу трикарбонових кислот (ЦТК).

Разом з тим зниження співвідношення вільних НАД-пар може призвести до посилення процесів глюконеогенезу за рахунок кислот. Одночасно в печінці та зябрах риb зростатиме і катаболізм білків, про що свідчить посилення процесів переамінування [10, 11, 13]. Внаслідок цього не важко передбачити, що концентрація аміаку в тканинах зростатиме, що, можливо, підсилюватиме токсичну дію компонентів дизпалива на фоні виникнення амонійного токсикозу.

На підставі аналізу змін біохімічних показників у риb можна дійти висновку, що дизпаливо в певних концентраціях буде викликати нервово-паралітичну дію на риb. Виходячи з цього, наявність нафтопродуктів у воді може призвести до виснаження риb, а довготривале перебування їх в таких умовах може бути причиною їх загибелі.

Висновки

Встановлено, що енергетичний статус організму риb як інтегральної термодинамічної системи забезпечується за рахунок підтримання гомеостатичного співвідношення інтенсивності утилізації, перерозподілу і синтезу основних резервів енергетичних компонентів тканин. Комплексність та ефективність протікання процесу досягається залученням до активного обміну основних найбільш метаболічно активних органів: печінки, зябер та м'язів.

Здійснені дослідження дозволяють стверджувати, що токсичність нафтопродуктів для організму риb залежить від низки чинників, включно концентрації нафтопродукту у воді, його виду та особливостей реакції тканин.

1. Адаменко О.Я. Оцінка впливів освоєння нафтоконденсатних родовищ на навколишнє середовище / О.Я. Адаменко // Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ. – 2005. – № 3 (16). – С. 53–58.
2. Арсан О.М. Енергозабезпечення адаптації коропа до змін концентрації нафтопродуктів у водному середовищі / О.М. Арсан, М.О. Миронюк, Л.М. Кіх // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. – 2009. – № 1-2 (39). – С. 137–142.
3. Беспаятнов Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник / Беспаятнов Г.П., Кротов Ю.А. – Л.: Химия, 1985. – 304 с.
4. Вплив нафтопродуктів на активність сукцинатдегідрогенази в окремих тканинах коропа / М.О. Миронюк, О.М. Арсан, Н.М. Сікора, В.О. Хоменчук // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. – 2007 – № 1 (31). – С. 168–170.
5. Лукьяненко В. И. Поведение молодежи рыб и мизид в растворах токсикантов органического происхождения / В.И. Лукьяненко, С.А. Черкашин, П.А. Кандицкий // Гидробиол. журн. – 1987. – Т. 23, № 4. – С. 64–69.

6. *Миронюк* М. О. Влияние нефтепродуктов на активность сукцинатдегидрогеназы тканей карпа / Миронюк М.О., Арсан О.М. // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: мат. 2-й научн. конф. с участием стран СНГ, Петрозаводск, 11-14 сент. 2007. – Петрозаводск, 2007. – С. 98–99.
7. *Миронюк* М.О. Вміст глікогену в організмі коропа за дії сирої нафти водного середовища / М.О. Миронюк // Біологія: від молекули до біосфери : II Міжн. конф. молодих учених, Харків, 19 – 21 лист. 2007.. – Харків, 2007. – С. 47–48.
8. *Миронюк* М.О. Вплив дизельного палива на активність сукцинатдегидрогенази коропа / Миронюк М.О., Хоменчук В.О. // Pontus Euxinus: тез. V Межд. научн-практ. конф. молодых ученых по проблемам водных экосистем, Севастополь, 24-27 сент. 2007. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – С. 133–134.
9. *Миронюк* М. О. Особливості динаміки вмісту аденилових нуклеотидів в організмі риб при їх адаптації до дії нафтопродуктів водного середовища / М.О. Миронюк // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. – 2008. – № 3 (37). – С. 110–114.
10. *Миронюк* М.О. Процеси переамінування в організмі риб за дії нафтопродуктів водного середовища / М.О. Миронюк, О.М. Арсан, В.О. Хоменчук // Гидробиол. журн. – 2008. – Т. 44, № 2 – С. 88–95.
11. *Миронюк* М.О. Процеси переамінування в організмі риб за умов забруднення водного середовища нафтопродуктами / Миронюк М.О., Бияк В.Я. // Біологічні дослідження молодих вчених в Україні: VI Всеукр. конф. Київ, 21-22 вер. 2006. – К., 2006. – С. 54.
12. *Особливості* процесів адаптації риб до нафтового забруднення водного середовища / М.О. Миронюк, В.О. Хоменчук, Л.О. Горбатюк, О.М. Арсан // Гидробиол. журн. – 2009. – Т. 45, № 2. – С. 88–95.
13. *Процеси* переамінування в організмі коропа за дії похідних нафти у водному середовищі / М.О. Миронюк, О.М. Арсан, В.О. Хоменчук [та ін.] // Наук. записки Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. – 2006. – № 3-4 (30). – С. 136–140.
14. *Спринський* М.І. Регіональність забруднення нафтопродуктами і фенолами поверхневих вод басейну Дністра / Спринський М.І., Лебединець М.В. // Мир та безпека: мат. міжнар. конф.-форуму Єврорегіонів. Івано-Франківськ, 25-27 березня 2000. – Івано-Франківськ: Екор, 2000. – С. 85–95.
15. *Фоновые* уровни ароматических углеводородов в черноморских гидробионтах / О.Г. Мионов, Т.Л. Щекатурина, К.А. Писарева [и др.] // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 5. – С. 52–54.

М.А. Миронюк

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ РЫБ К УСЛОВИЯМ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Проанализированы результаты экспериментальных исследований влияния нефти и дизтоплива на биохимические показатели рыб. Установлено, что энергообеспечение процесса адаптации рыб к действию нефти в воде происходит путем мобилизации функциональных резервов организма, в то время как под влиянием дизтоплива – за счет возрастания энергозатрат и использование функциональных резервов организма рыб на поддержание энергообеспечения систем детоксикации.

Ключевые слова: рыба, энергообеспечение, сукцинатдегидрогеназа, цитохромоксидаза, ферменты переаминирования, пируват, лактат, соотношение свободных НАД-пар, адениновые нуклеотиды, белок, гликоген, печень, жабры, мышцы

М.О. Mironyuk

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

METABOLIC ADAPTATION OF FISH TO TERMS OF OIL CONTAMINATION OF WATER ENVIRONMENT

The results of experimental investigation the impact of the row oil and diesel fuel on the biochemical indices were studied. It has been found that under influence of the row oil energy-supply the process of adaptation of fish is hang of mobilization of function reserves of organism whereas under influence of the diesel fuel is for account of growth power inputs and use functional reserves of fish.

Key words: fish, succinatedehydrogenase, zitochromeoxidase, enzymes of transamination, piruvate, lactaet, correlation of free above-pair, adenine nucleotide, protein, glicogen, liver, branchiaes, muscles