

Б. З. Ляврин, Е. А. Рабченко, В. А. Хоменчук, В. З. Курант

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка, Украина

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ НЕПОЛЯРНЫХ ЛИПИДОВ В ТКАНЯХ КАРПА (CYPRINUS CARPIO L.)

Исследованы особенности содержания общих липидов, и их отдельных классов в печени, жабрах и мышцах карпа. Показано соотношение содержания моно-, ди-, и триацилглицеролов, неэтерифицированных жирных кислот, холестерина и фосфолипидов в исследуемых тканях.

Ключевые слова: карп, неполярные липиды, фосфолипиды, жабры, печень, мышцы.

B. Z. Lyavrin, O.O. Rabchenuk, V. O. Khomenchuk, V. Z. Kurant

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

FEATURES OF CONTENT OF NONPOLAR LIPIDS IN CARP TISSUES (CYPRINUS CARPIO L.)

The features of total lipids and individual classes of those lipids in the liver, gills and muscle of carp were researched. Displayed value content of mono-, di-, and triacylglycerol, no etherified fatty acids, cholesterol and phospholipids in the studied tissues.

Key words: carp, nonpolar lipids, phospholipids, gills, liver, muscle

Рекомендує до друку

Надійшла 08.02.2013

В.В. Грубінко

УДК 547.915: 639.215.2

Ю.І. СЕНИК, В.О. ХОМЕНЧУК, В.З. КУРАНТ, В.В. ГРУБІНКО

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса 2, Тернопіль, 46027

РОЛЬ ЛІПІДІВ ЗЯБЕР ЩУКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ТОКСИКОРЕЗИСТЕНТНОСТІ ДО ЙОНІВ ЦИНКУ

Досліджено зміни вмісту ліпідів у зябрах щуки за дії 0,5 та 2,0 рибогосподарських ГДК йонів цинку. Встановлено зміни вмісту неполярних ліпідів, фосфоліпідів та їх співвідношення у досліджуваній тканині аклімованих риб. На підставі одержаних даних встановлено концентраційнозалежні механізми адаптації ліпідного профілю клітин зябер щуки до дії йонів цинку.

Ключові слова: щука, неполярні ліпіди, фосфоліпіди, цинк

Однією з центральних проблем біології є розуміння механізмів забезпечення резистентності організму і його адаптації до чинників середовища. Адаптації забезпечуються комплексом змін, серед яких особливу роль відіграють біохімічні перетворення, що лежать в основі розвитку компенсаторних реакцій клітини [9].

Зябра риб відіграють провідну роль в регуляції гомеостазу йонів металів [20]. Надходження цинку до їх організму здійснюється по тих самих транспортних шляхах, що і кальцію [12]. Одним із адаптивних пристосувань до дії цинку при довготривалих експозиціях є синтез організмом риб таких ізоформ переносників кальцію, які характеризуються високим значенням K_m як по відношенню до йонів кальцію, так і цинку. Такі зміни не порушують транспорту кальцію в організм в зв'язку з високою його концентрацією у воді, а надходження цинку значно зменшується [19].

Відомо, що іншим механізмом регуляції надходження металів є структурна перебудова біліпідного шару клітинних мембран [22]. В цьому контексті значний інтерес становить вивчення змін ліпідного складу мембран зябер щуки (*Esox lucius* L.), як одного з найпоширеніших представників прісноводних промислових видів риби.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на дворічках щуки (*Esox lucius* L.) з середньою масою 300-350 г. Дослідних риби вилучували із ставків Тернопільського рибкомбінату (урочище Залісці). В експерименті риби утримували у відстояній водопровідній воді з вмістом Na^+ 18 мг·дм⁻³; K^+ 1 мг·дм⁻³; Cl^- 10 мг·дм⁻³; Ca^{2+} 50 мг·дм⁻³; Mg^{2+} 9 мг·дм⁻³; HCO_3^- 115 мг·дм⁻³; SO_4^{2-} 10 мг·дм⁻³; рН 7,7 – 7,9). Вміст кисню в воді акваріумів підтримували на рівні 7,0 – 8,0 мг/дм³. Перед дослідом риби аклімували 3 доби в басейнах об'ємом 2 м³. В експериментах риби утримували в лабораторних акваріумах об'ємом 200 дм³ з розрахунку 40 дм³ на одну особину. Риби під час аклімації не годували. Період утримування риби у токсичних умовах становив 14 діб, що є достатнім для формування адаптивної відповіді [9].

Досліджували ліпідний склад зябер риби за дії йонів цинку в концентрації 0,05 мг/дм³ і 0,2 мг/дм³ Zn^{2+} , що відповідали 0,5 та 2,0 (відповідно допороговий і сублетальний рівні) рибогосподарським ГДК [1]. Необхідні концентрації йонів металу у воді створювали внесенням $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ кваліфікації “х.ч.”.

Екстракція ліпідів. Безпосередньо перед дослідженням риби декапітували та здійснювали екстирпацію зябер. Після цього їх гомогенізували в охолоджену розчин такої складу: 0,22 М сахароза, 10⁻⁴ М ЕДТА та 0,01 М тріс-НСІ (рН 7,2) у співвідношенні 1:5. Використовували глюкозу “чда”, ЕДТА та тріс-НСІ (“Мерк”, Німеччина). Ліпіди екстрагували додаванням до гомогенату хлороформ-метанолової суміші у співвідношенні 2:1 за методом Фолча [21]. При цьому до однієї масової частини тканини додавали 20 частин екстрагуючої суміші і залишали на 12 год. для екстракції. Неліпідні домішки з екстракту видаляли відмиванням 1% розчином КСІ [8].

Дослідження вмісту неполярних ліпідів та їх окремих класів. Розділення неполярних ліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одновимірної тонкошарової хроматографії на пластинках “Sorbfil”. Рухомою фазою служила суміш гексану, диетилового ефіру і льодяної оцтової кислоти у відношенні 70:30:1 [8]. Виявлено такі класи ліпідів: фосфоліпіди (ФЛ), моноацилгліцероли (МАГ), диацилгліцероли (ДАГ), холестерол (ХЛ), неетерифіковані жирні кислоти (НЕЖК), триацилгліцероли (ТАГ). Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду, для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти [5]. Кількість неполярних ліпідів визначали біхроматним методом [8].

Дослідження вмісту фосфоліпідів та їх окремих фракцій. Розділення фосфоліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одновимірної тонкошарової хроматографії на пластинках “Sorbfil”. Фракції фосфоліпідів розганяли у суміші хлороформ-метанол-льодяна оцтова кислота-дистильована вода у співвідношенні 60:30:7:3. Виявлено такі фракції: лізофосфатидилхолін (ЛФХ), фосфатидилсерин (ФС), фосфатидилетаноламін (ФЕА), фосфатидилхолін (ФХ), сфінгомієлін (СМ) та фосфатидилінозитол (ФІ). Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду, для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти [5]. Кількість фосфоліпідів визначали за методом Васьковського [31].

Всі одержані дані оброблено статистично з використанням t-критерію Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення.

Відмічені дозозалежні зміни вмісту окремих класів неполярних ліпідів (рис. 1).

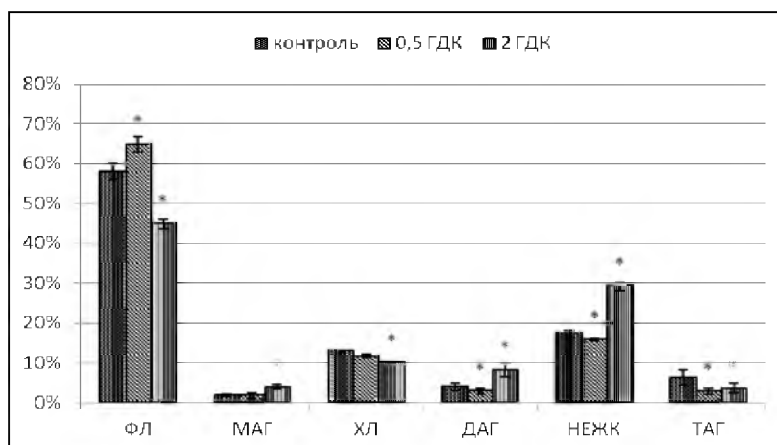


Рис. 1. Вміст ліпідів окремих класів в клітинах зябер щуки, аклімованої до йонів цинку ($M \pm m$, $n=5$)

За впливу допорогової кількості металу встановлено достовірне зростання у 1,12 раза вмісту фосфоліпідів. Опосередкованим підтвердженням активації синтезу цих сполук є зниження вмісту їх попередників – диацилгліцеролів [18] та продуктів їх деструкції – НЕЖК [29], відповідно, у 1,34 і 1,12 раза. Одержані дані узгоджуються з наявними в літературі твердженнями про інтенсивність синтезу фосфоліпідів як засобу захисту клітин організму від проникнення через мембрану токсикантів шляхом її ущільнення [4]. З іншого боку відомо, що транспорт металів через клітинні мембрани здійснюється за участю фосфоліпідів та залежить від їх складу і може моделюватися під впливом двохвалентних металів [2].

Зниження вмісту триацилгліцеролів у 2,23 раза можна розглядати як компенсаторну реакцію на вплив йонів цинку, бо згідно з даними [10] такі зміни обумовлені підвищеною активністю триацилгліцероліпази, оскільки в стрес-умовах ТАГ є універсальним джерелом енергії, необхідної для пом'якшуючої токсичної дії йонів металів. За впливу сублетальної концентрації йонів металу спостерігали зворотні зміни вмісту неполярних ліпідів, що може бути зумовлено посиленням ліполізу [29]. Підтвердженням цього є достовірне зниження кількості фосфоліпідів і триацилгліцеролів, відповідно у 1,29 і 1,77 раза, та загальна тенденція до збільшення вмісту продуктів їх ферментативної деструкції – моноацилгліцеролів, диацилгліцеролів та неетерифікованих жирних кислот [29].

Зниження у 1,27 раза ($p < 0,05$) кількості ХЛ, ймовірно, можна пов'язати із загальним зменшенням вмісту холін-вмісних ліпідів у складі клітин зябер риб [13]. Ці дані заслуговують на увагу у зв'язку з тим, що вільний холестерол разом з фосфоліпідами модулює проникність клітинних мембран, впливає на їх ультраструктуру та функціональну активність [32] і систему пасивного транспорту [17].

Зміни вмісту полярних ліпідів, аналогічно як і неполярних, носять дозозалежний характер.

За концентрації 0,5 ГДК йонів цинку відмічається загальна тенденція до накопичення фосфоліпідів. При цьому кількість фосфатидилхоліну та сфінгомеліну зросла у 1,20 і 1,24 раза відповідно (рис. 2). Такі зміни вмісту холін-вмісних фосфоліпідів, очевидно, є одним з механізмів адаптації зябер щуки до дії токсиканту, адже при цьому спостерігається стабілізація біліпідного шару та змінення його проникності [28].

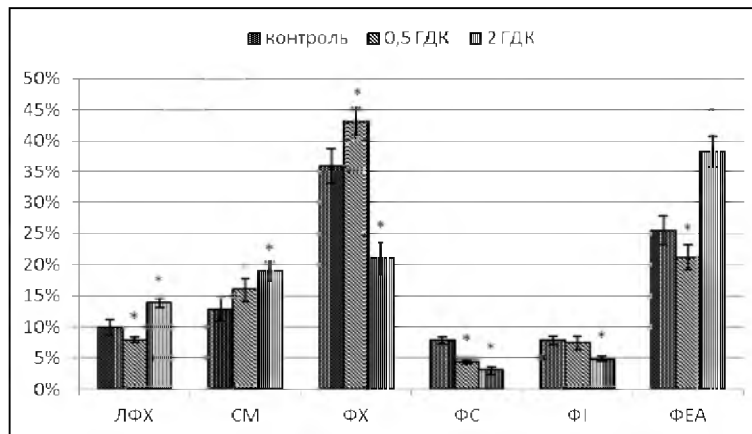


Рис. 2. Вміст окремих фракцій фосфоліпідів в зябрах щуки за дії йонів цинку ($M \pm m$, $n=5$)

На активацію синтезу ФХ та зниження інтенсивності його перетворення свідчить зменшення у 1,25 раза кількості лізофосфатидилхоліну [30]. Такі зміни вмісту фосфатидилхоліну можуть бути пов'язані з активацією його синтезу з фосфатидилетаноламіну за участю специфічних метилтрансфераз [24], підтвердженням чого є достовірне зниження у 1,21 раза вмісту цього ліпиду. Поряд зі зниженням вмісту ФЕА спостерігається зменшення у 1,22 раза ($p < 0,05$) кількості фосфатидилсерину, що викликано активацію його декарбоксілювання, і сприяє поповненню пулу фосфатидилетаноламіну [7].

За впливу сублетальної концентрації йонів цинку має місце достовірне зниження вмісту фосфатидилхоліну у мембранах зябер досліджуваних риб у 1,71 раза та накопичення лізофосфатидилхоліну у 1,40 раза ($p < 0,05$). Зміни їх вмісту свідчать про інтенсифікацію деструкції ФХ унаслідок активації фосфоліпази A_2 [26]. З іншого боку достовірне зниження вмісту основного фосфоліпиду зовнішнього біліпідного шару може бути обумовлене також активацією йонами цинку перетворення ФХ у СМ за участю керамідхолінфосфотрансферази [25]. При цьому кількість останнього зросла у 1,47 раза. Зростання вмісту цього ліпиду у складі мембрани сприяє збільшенню її мікров'язкості та, відповідно, зменшенню проникності для йонів металу [15].

Зростання у 1,34 раза ($p < 0,05$) вмісту фосфатидилетаноламіну у клітинах зябер може бути наслідком інгібування йонами цинку перетворення ФЕА у фосфатидилхолін шляхом метилювання [3]. Накопичення цього фосфоліпиду також може бути пов'язане з активацією його синтезу із ФС за участю фосфатидилсериндекарбоксілази [6]. Підтвердженням цього припущення є достовірне зниження у 2,62 раза кількості серин-вмісного фосфоліпиду.

Достовірне зниження у 1,62 раза вмісту фосфатидилінозитулу, ймовірно, обумовлено зростанням активності фосфоліпази A_2 , бо відомо, що ФІ є неспецифічним субстратом цього ферменту [27].

Одержані дані можна вважати свідченням формування компенсаторної реакції клітин зябер на дію токсиканту, бо активація фосфатидилінозитидної сигнальної системи проходить зі зростанням внутрішньоклітинної концентрації кальцію [14], що призвело б до подальшої активації Ca^{2+} -залежної фосфоліпази A_2 [16].

Для підтвердження вище наведених міркувань та оцінки значення змін фосфоліпідного спектру розраховували коефіцієнти відношення фракцій фосфоліпідів (рис. 3).

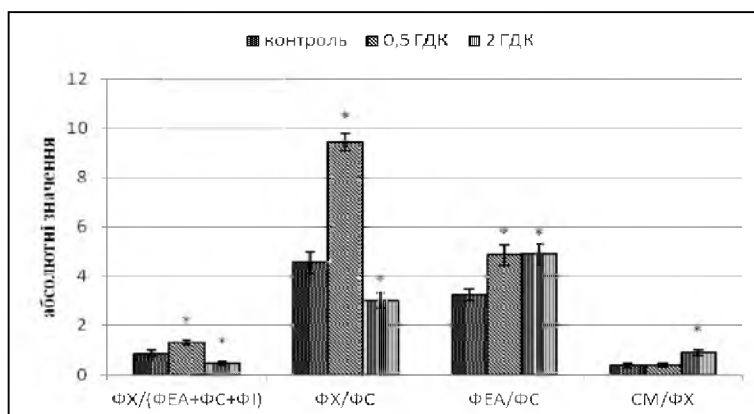


Рис. 3. Вплив йонів цинку на співвідношення фракцій фосфоліпідів в зябрах щуки ($M \pm m$, $n=5$)

За дії допорогової концентрації йонів цинку виявлено достовірне збільшення співвідношення $[ФХ/(ФЕА + ФІ + ФС)]$ у клітинах зябер у 1,36 раза, що свідчить про збільшення частки ліпідів у зовнішньому шарі мембран. Подібна асиметрія розміщення фосфоліпідів сприяє модуляції проникності біомембран [11].

Достовірне зростання показників $ФХ/ФС$ і $ФЕА/ФС$ у 2,08 і 1,51 раза відповідно підтверджують інтенсифікацію синтезу фосфатидилхоліну з його попередників – фосфатидилетаноламіну і фосфатидилсерину.

За впливу сублетальної концентрації металу відмічається достовірне зниження у 1,89 раза співвідношення $[ФХ/(ФЕА + ФІ + ФС)]$. Це свідчить про накопичення фосфоліпідів внутрішнього шару мембран, що сприяє збільшенню їх мікрів'язкості [23].

Зниження показника $ФХ/ФС$ у 1,49 раза та зростання співвідношення $ФЕА/ФС$ у 1,52 раза ($p < 0,05$) підтверджують інгібування синтезу фосфатидилхоліну та вказують на інтенсифікацію продукування фосфатидилетаноламіну за участю фосфатидилсериндекарбоксилази. Зростання співвідношення $СМ/ФХ$ у зябрах щуки у 2,50 раза підтверджує зростання каталітичної активності керамідхолінфосфотрансферази та вказує на перерозподіл фракцій фосфоліпідів зовнішнього шару мембрани.

Отже, адаптація ліпідів мембран клітин зябер щуки до токсиканту полягає у мобілізації пулу відповідних неполярних та полярних ліпідів з метою структурної зміни ліпідного бішару, напрямок якої залежить від вмісту йонів металу у воді.

Висновки

Йони цинку у підвищених концентраціях суттєво змінюють ліпідний обмін у клітинах зябер щуки, спрямовуючи його на забезпечення адаптації до дії цих йонів. За допорогових рівнів Zn^{2+} зміни ліпідного профілю спрямовані на зміну проникності мембран, а за дії сублетальної кількості йонів цинку – на збільшення в'язкості біліпідного шару та зменшення розкладання фосфатидилхоліну.

1. *Беспамятнов Г. П.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник / Г. П. Беспамятнов, Ю. А. Кротов – Л. : Химия, 1985. – 304 с.
2. *Биохимия человека* / [Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл]. – М. : Мир, 1993. – Т.1. – С. 248–251
3. *Васьковский В. Е.* Липиды /В. Е. Васьковский// Соросовский образовательный журн. – 1997. – № 3. – С. 27–32.
4. *Воробьев В. И.* Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В. И. Воробьев – М. : Пищевая пром.-сть, 1979. – 183 с.
5. *Кейтс М.* Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов / М. Кейтс. – М. : Мир, 1975. – 322 с.
6. *Климов А. Н.* Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения. Часть 1. / А. Н. Климов – С.-Пб. : Питер, 1999. – С. 55–56.
7. *Мецлер Д.* Биохимия. Химические реакции в живой клетке. Т. 2 / Д. Мецлер. – М. : Мир, 1980. – С. 555–558.

8. Прохорова М. И. Методы биохимического исследования / М. И. Прохорова. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1982. – 222 с.
9. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро. – М. : Мир, 1988. – 568 с.
10. Янович В. Г. Обмен липидов у животных в онтогенезе / В. Г. Янович, П. З. Лагодюк. – М. : Агропромиздат, 1991. – 316 с.
11. Baranska J. Biosynthesis and transport of phosphatidylserine in the cell / J. Baranska // *Adv. Lipids Rev.* – 1988. – Vol. 19, № 1. – P. 163–184.
12. Barron M. G. Calcium control of zinc uptake in rainbow trout / M. G. Barron, S. Albeke // *Aquat. Toxicol.* – 2000. – Vol. 50, № 3. – P. 257–264.
13. Brown D. A. Structure and function of sphingolipid and cholesterol rich membrane rafts / D. A. Brown, E. London // *J Biol Chem.* – 2000. – Vol. 275. – P. 17221–17224.
14. Courcelles D. de C. 1-Oleoyl-2-acetyl-glycerol (OAG) stimulates the formation of phosphatidylinositol 4-phosphate in intact human platelets / D. de C. de Courcelles, P. Roevens, H. van Belle // *Biochem. & Biophys. Res. Commun.* – 1984. – Vol. 123, № 2. – P. 589–595.
15. Effect of phospholipids on the catalytic subunits of the mitochondrial F_0F_1 -ATPase. / [D.M. Laird, J.W. Parce, R.I. Montgomery, C.C. Cunningham] // *J Biol Chem.* – 1986. – Vol. 261. – P. 14851–14856.
16. Enzymatic reduction of phospholipid and cholesterol hydroperoxides in artificial bilayers and lipoproteins / J. P. Thomas, P. G. Geiger, M. Maiorino [et al.] // *Biochim. Biophys. Acta.* – 1990. – Vol. 1045. – P. 252–260.
17. Gulik-Krzywicki T. Structural studies of the associations between biological membrane components / T. Gulik-Krzywicki // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1995. – Vol. 105, № 1. – P. 161–214.
18. Hazel J. R. Time course of thermal adaptation in plasma membranes of trout kidney / J. R. Hazel, R. Landrey-Scott // *Am. J. Physiol.* – 1988. – Vol. 255, № 4. – P. 622–634.
19. Hogstrand C. Ca^{2+} versus Zn^{2+} transport in the gills of freshwater rainbow trout and the cost of adaptation to waterborne Zn^{2+} / C. Hogstrand, S. D. Reid, C. M. Wood // *J. Exp. Biol.* – 1995. – Vol. 198. – P. 337–348.
20. Hogstrand C. Covariation in regulation of affinity for branchial zinc and calcium uptake in freshwater rainbow trout / C. Hogstrand, N. Webb, C. M. Wood // *J. Exp. Biol.* – 1998. – Vol. 201. – P. 1809–1815.
21. Hokin L. E. Studies on the characterization of the sodium-potassium transport adenosine triphosphatase IX. On the role of phospholipids in the enzyme / L. E. Hokin, T. D. Hexum // *Arch. Biochem Biophys.* – 1992. – Vol. 151, № 2. – P. 58–61.
22. Killian J. A. The "double life" of membrane lipids / J. A. Killian, G. van Meer // *EMBO Reports.* – 2001. – Vol. 21 – P. 91–95.
23. Kmiec Z. Cooperation of liver cells in health and disease / Z. Kmiec // *Adv. Anat. Embryol. Cell Biol.* – 2001. – Vol. 161. – P. 141–151.
24. Kodaki T. Phosphatidylethanolamine methylation pathway / T. Kodaki, S. Yamashita // *J. Biol. Chem.* – 1987. – Vol. 262. – P. 15428–15435.
25. Leslie J. M. Phospholipid composition of gold fish (*Carassius auratus* L.) liver and brain and temperature-dependence of phosphatidylcholine synthesis / J. M. Leslie, J. T. Buckley // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1986. – Vol. 53B, № 3. – P. 335–337.
26. Lindahl M. Zinc (Zn^{2+}) binds to and stimulates the activity of group I but not group II phospholipase A_2 / M. Lindahl, Ch. Tagesson // *Inflammation.* – 1996. – Vol. 20. – P. 599–611.
27. Mahadevappa V. G. The molecular species composition of individual diacylphospholipids in human platelets / V. G. Mahadevappa, B. J. Holub // *Biochim. Biophys Acta.* – 1982. – Vol. 713 – P. 73–79
28. Merrill A. H. J. Sphingolipid: metabolism and cell signalling. In: *Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes* / A. H. J. Merrill, C. C. Sweely. – Amsterdam : Elsevier Science, 1996. – P. 1–34
29. Metal ion and salt effects on the phospholipase A_2 , lysophospholipase, and transacylase activities of human cytosolic phospholipase A_2 / [J. L. Reynolds, L. L. Hughes, I. A. Louis] // *Biochim. Biophys. Acta.* – 1993. – Vol. 1167. – P. 272–280.
30. Mukherjee A. B. Phospholipase A_2 enzymes. Regulation and physiological role / A. B. Mukherjee, L. Miele, N. Pattabiraman // *Bioch. pharmacology.* – 1994. – Vol. 48, №1. – P. 1–10.
31. Vaskovsky V. E. A universal reagent for phospholipids analysis / V. E. Vaskovsky, E. V. Kastetsky, I. M. Vasedin // *J. Chromatogr.* – 1985. – Vol. 114. – P. 129–141.
32. Yeagle P. L. Cholesterol and the cell membrane / P. L. Yeagle // *J. Membrane Biol.* – 1985. – Vol. 822, № 3-4. – P. 267–287.

Ю.И. Сенник, В.Ф. Хоменчук, В.З. Курант, В.В. Грубинко

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка

РОЛЬ ЛИПИДОВ ЖАБЕР ЩУКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТОКСИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ К ИОНАМ ЦИНКА

Исследовали содержание липидов в жабрах щуки при действии ионов цинка в количестве 0,5 и 2,0 рыбохозяйственных ПДК. Установлены изменения содержания неполярных липидов, фосфолипидов и их соотношение в исследуемом органе рыб. На основании полученных результатов установлено дозозависимые механизмы адаптации липидного профиля клеток жабер щуки к действию ионов цинка.

Ключевые слова: щука, неполярные липиды, фосфолипиды, цинк

Yu.I. Senyk, V.O. Khomenchuk, V.Z. Kurant, V. V. Grubinko

Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, Ukraine

THE ROLE OF PIKE GILL LIPIDS IN ENSURING TOXICORESISTANCE TO ZINC IONS

There have been investigated lipid contents in pike gills under the influence of zinc in the quantities of 0,5 and 2,0 of fishery action levels (AL). Changes in the contents of non-polar lipids, phospholipids and their correlations in the fish organ under examination have been found out. Based on the obtained data there have been ascertained dose-dependent adaptation mechanisms of pike gill cells lipid profile to the influence of zinc ions.

Key words: pike, non-polar lipids, phospholipids, zinc

Рекомендує до друку

Надійшла 15.01.2013

О.Б. Столяр

УДК 597.556.31:591.11(262.5)

Е.Н. СКУРАТОВСКАЯ, И.И. ДОРОХОВА

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины
просп. Нахимова, 2, Севастополь, 99011

СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ НЕКОТОРЫХ БИОМАРКЕРОВ КРОВИ МОРСКОГО ЕРША *SCORPAENA PORCUS L.* ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

Исследована сезонная динамика активности некоторых антиоксидантных ферментов и уровня окислительной модификации белков в крови морского ерша *Scorpaena porcus L.* из прибрежных акваторий г. Севастополя. Выявлена высокая активность супероксиддисмутазы, глутатионредуктазы и глутатион-S-трансферазы летом и осенью, пероксидазы – зимой. Показано, что уровень окислительной модификации белков в сыворотке крови морского ерша в летне-осенний период выше, чем в зимне-весенний.

Ключевые слова: ферменты, антиоксидантная защита, белки, окислительная модификация, кровь, морской ерш

В современных исследованиях все больший интерес приобретает изучение показателей прооксидантно-антиоксидантного баланса, которые позволяют анализировать состояние организмов и опасность для них среды их обитания. Антропогенное воздействие на прибрежные районы негативно влияет на здоровье морских обитателей, в частности рыб, что приводит к различным патологиям. Параметры антиоксидантной системы и пероксидного