

Б. З. Ляврін, В. З. Курант, В. О. Хоменчук, В. В. Грубінко

Видові особливості ліпідного складу деяких тканин прісноводних риб Західного Поділля

(Представлено академіком НАН України В. Д. Романенком)

Показано міжвидові особливості ліпідного складу окремих тканин коропа, карася, окуня та щуки. Зміна співвідношення різних класів неполярних ліпідів розглядається як відповідь організму риб на дію факторів середовища.

Вміст та співвідношення окремих класів ліпідів у клітинах різних тканин риб є досить лабільною системою, яка відображає адаптивні зміни в організмі [1]. Вміст окремих класів ліпідів у тканинах риб також видоспецифічний і пов'язаний з біологічними особливостями та екологічними потребами виду [1–3]. Різний ліпідний склад тканин риб розглядають, з одного боку, як наслідок внутрішньопопуляційної мінливості, що важливо для оцінки популяційної динаміки та видоутворення [1], а з іншого — як результат екстремального пресу антропогенних факторів, насамперед забруднення водойм, що може служити основою для екомоніторингу [1, 4].

Результати детального вивчення білково-нуклеїнового обміну риб Західного Поділля [5] свідчать про певні міжвидові відмінності дослідженого метаболізму риб. Дослідження ліпідного складу тканин риб у зв'язку з умовами їх існування не проводилися.

Наша мета — встановлення особливостей ліпідного складу деяких тканин найпоширеніших прісноводних риб Західного Поділля — коропа *Cyprinus carpio* L., карася *Carassius gibelio* Bloch., окуня *Perca fluviatilis* L. та щуки *Esox lucius* L.

Матеріали та методи досліджень. Для досліджень брали особин коропа *Cyprinus carpio* L., карася *Carassius gibelio* Bloch., окуня *Perca fluviatilis* L. та щуки *Esox lucius* L. дворічного віку, масою 290–330 г, 150–230 г, 170–230 г та 200–350 г відповідно, з водойм Тернопільського рибокомбінату. Відбір риб проводили в осінній період.

Риб виловлювали безпосередньо перед дослідженням, транспортували в лабораторію, де відразу відбирали тканини.

Для біохімічного аналізу вмісту ліпідів та їх окремих класів були використані зябра, печінка та спинні м'язи. Тканину подрібнювали на холоді в скляних гомогенізаторах з наступним екстрагуванням загальних ліпідів з тканини хлороформ-метаноловою сумішшю у відношенні 2 : 1 за методом Фолча [6] (1 : 20, за масою). Залишали на 12 год для екстракції. Неліпідні домішки з екстракту видаляли шляхом відмивання 1% розчином KCl [7]. Кількість загальних ліпідів у тканині визначали ваговим методом після відгонки екстрагуючої суміші [8] і виражали в мг/г вологої тканини.

Розділення ліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії на пластинках "Sorbfil" (Росія) [9]. Перед роботою пластинки активували 30 хв при 105 °С у сушильній шафі. Отриманий хлороформний розчин ліпідів спочатку випарювали досуха, а потім розчиняли в 1 мл хлороформу. Одержані проби ліпідів наносили на пластинку мікродозатором у кількості 40 мкл розчину і повільно поміщали

їх в хроматографічні камери. Рухомою фазою служила суміш гексану, діетилового ефіру і льодяної оцтової кислоти у відношенні 70 : 30 : 1 [7]. Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду. Для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти [8]. Кількість неполярних ліпідів визначали біхроматним методом [7].

Результати досліджень були статистично опрацьовані з використанням стандартного пакета програм Microsoft Office 2013 та *t*-критерію Стьюдента для визначення достовірної різниці, $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані дані свідчать про видові відмінності вмісту загальних ліпідів у різних тканинах досліджених риб. Так, загальний вміст ліпідів (табл. 1) у клітинах зябер коропа значно перевищує їх вміст в аналогічних клітинах інших видів риб на 35%, дещо менший він у клітинах зябер щуки та окуня. Найнижчий вміст ліпідів виявлено в зябрах карася, що, ймовірно, спричинено характером живлення. Значна трофічна пластичність та швидке пристосування до кормового раціону дозволяють коропа накопичувати велику кількість ліпідів у печінці, які можуть бути використані як для енергетичних, так і для пластичних потреб [10]. Дещо нижчий вміст ліпідів у хижих видів риб спричинений більшими енерговитратами, порівняно з “мирними” видами, та активністю анаболічних процесів. Також значну роль в даному аспекті відіграє середовище існування, оскільки зябра, як контактний орган, піддаються прямому впливу водного середовища.

Накопичення загальних ліпідів печінкою має дещо інший характер, спостерігається зниження їх вмісту в ряді короп → щука → окунь → карась. Відомо, що печінка, як місце синтезу ліпідів, через системи транспорту забезпечує цими сполуками енергетичні та пластичні потреби всього організму [11]. Розподіл ліпідів у тканинах і органах різних видів і екологічних груп залежить від умов середовища, рухової активності, віку тощо [10]. Розміщення основних запасів жиру в м'язовій тканині характерне для хижих видів, зокрема щуки та окуня [12]. Проте міжвидовий аналіз показав практично однаковий вміст загальних ліпідів у м'язах щуки, карася та окуня та дещо вищий у м'язах коропа.

Отримані дані щодо вмісту фракцій нейтральних ліпідів в окремих тканинах риб також носять видоспецифічний характер (рис. 1). Так, вміст триацилгліцеролів (ТАГ) найвищий у клітинах печінки карася — 14,5% загальної кількості, найменшого ж значення він набуває в коропа — 7,5%. Відомо, що ТАГ є одним із чинників стабілізації клітинних мембран, і у стресових умовах вони є попередниками утворення діацилгліцеролів (ДАГ) і неетерифікованих жирних кислот (НЕЖК) [13].

Вміст НЕЖК відрізняється лише в клітинах гепатопанкреасу щуки (18%), в інших досліджених видів він знаходиться на одному рівні. ДАГ та моноацилгліцероли (МАГ) займають місце посередників у синтезі ТАГ і фосфоліпідів (ФЛ). Низький вміст цих ліпідів у тканинах печінки досліджених видів риб на фоні високого вмісту ФЛ свідчить про спрямування ліпідного метаболізму, а саме на синтез структурних ліпідів [14]. Вміст холестеролу

Таблиця 1. Вміст загальних ліпідів у тканинах досліджуваних видів риб, мг/г вологої тканини

Орган	Короп	Щука	Карась	Окунь
Печінка	58,89 ± 5,61	47,98 ± 2,45*	21,38 ± 2,30*	35,31 ± 2,30*
Зябра	23,14 ± 2,26	18,82 ± 1,21	16,64 ± 2,09*	18,72 ± 1,10
М'язи	20,46 ± 2,55	14,64 ± 2,23*	16,69 ± 1,65	16,91 ± 0,98

*Різниця порівняно із показниками коропа статистично достовірна, $p < 0,05$, $n = 9$.

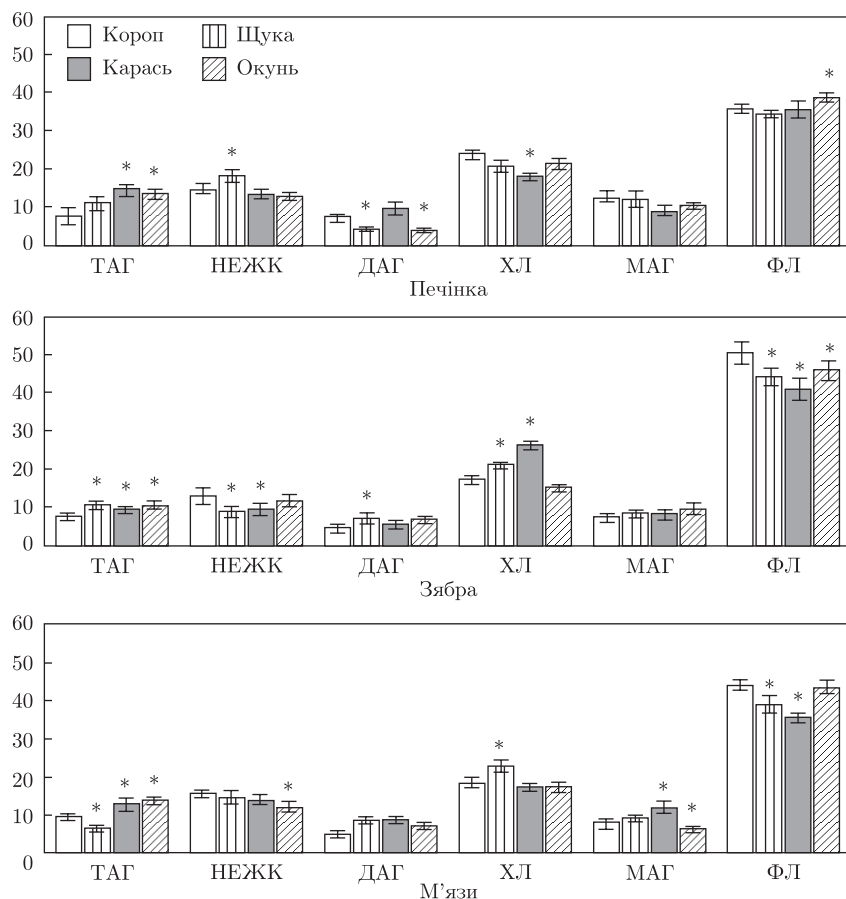


Рис. 1. Вміст окремих класів ліпідів у клітинах тканин печінки, зябер та м'язів досліджених видів риб (частка від загальної кількості, %)

(ХЛ) найвищий в печінці карася, дещо менший — в щуки та найнижчий — у коропа та окуня. Вміст НЕЖК не відрізняється в клітинах печінки досліджених фітофагів, проте переважає у щуки над таким в окуня на 30%.

Зябра, як неспецифічна тканина для запасання ліпідів, характеризується меншими відмінностями, ніж печінка. Вміст ТАГ у клітинах зябер досліджених видів риб практично однаковий, за винятком коропа, в зябрах якого він менший на 29%. Вміст НЕЖК, як продуктів ліполізу ТАГ, також знаходиться на одному рівні за винятком коропа, у зябрах якого він пропорційно вищий. Вміст ДАГ і МАГ, як посередників синтезу ТАГ і ФЛ, у зябрах досліджених видів достовірно не відрізняється і знаходиться на одному рівні. Вміст ФЛ в тканинах хижих риб також не відрізняється, проте є чітка відмінність між вмістом цих сполук у коропа та карася — 50,4 і 40,9% відповідно, що свідчить про відносну сталість складу структурних елементів клітини — біомембран, основними складовими яких є саме ФЛ. Найявні в літературі факти про те, що інтенсивність синтезу ФЛ, а відповідно і їх вміст в тканинах, може бути своєрідним захистом клітин організму від проникнення через їх мембрану токсикантів шляхом її ущільнення [15]. Низький вміст ФЛ у клітинах зябер карася може бути наслідком деструктивних змін в цій тканині. Концентрація вільного ХЛ, який поряд з ФЛ впливає на проникність мембран і забезпечує їх ультраструктуру і функціональну активність, зростає в клітинах зябер риб в ряді: окунь → коропа → щука → карась.

Співвідношення деяких класів нейтральних ліпідів у м'язовій тканині досліджених видів риб різні. Так, вміст ТАГ у м'язах карася та окуня достовірно не відрізняється, проте у коропа та щуки різниця у вмісті цих ліпідів становить 31,5%. Вміст НЕЖК знаходиться в межах 12,2–15,4% загальної кількості ліпідів. Вміст ДАГ і МАГ, як посередників синтезу ТАГ і ФЛ, у м'яцях риб не відрізняється і знаходиться на одному рівні, як і в інших досліджених тканинах. Спостерігається чітка відмінність у вмісті ФЛ у м'язах риб: найвищий і однаковий у коропа та окуня — 43,5%, дещо нижчий у щуки — 38,9%, найнижчий у карася — 35,4% загальної кількості ліпідів.

Отже, незважаючи на високу лабільність співвідношення окремих класів ліпідів, їх загальний вміст знаходиться на певному сталому рівні, що характерний для кожного виду риб. Дослідженнями встановлено міжвидові відмінності у співвідношенні фосфоліпідів, триацилгліцеролів, неетерифікованих вищих жирних кислот та холестеролу, що свідчить як про особливості екологічних потреб видів, так і про відмінності в адаптації до екстремального пресу антропогенних чинників, насамперед забруднення водою.

1. Грициняк І. І., Смолянінов К. Б., Янович В. Г. Обмін ліпідів у риб. – Львів: Тріада плюс, 2010. – 336 с.
2. Васьковський В. Е. Липиды // Сорос. образоват. журн. – 1997. – № 3. – 32 с.
3. Крепс Е. М. Липиды клеточных мембран. – Ленинград: Наука, 1981. – 339 с.
4. *The lipid handbook* / Ed. by F. D. Gunstone, J. L. Harwood, A. J. Dijkstra. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2007. – 792 p.
5. Бияк В. Я. Білково-нуклеїновий обмін в риб малих річок Західного Поділля: Автореф. дис. . . . канд. біол. наук: 03.00.10. – Тернопіль, 2013. – 20 с.
6. Орел Н. М. Биохимия липидов. – Минск: БГУ, 2007. – 37 с.
7. Прохорова М. И. Методы биохимического исследования. – Ленинград: Изд-во Ленинград. ун-та, 1982. – 222 с.
8. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение анализ и идентификация липидов. – Москва: Мир, 1975. – 322 с.
9. Копытов Ю. П. Новый вариант тонкослойной хроматографии липидов // Экология моря. – 1983. – № 12. – С. 76–80.
10. Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1962. – 443 p.
11. *Lipid metabolism and health* / Ed. R. G. Moffat, B. Stamford. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2006. – 376 p.
12. Лав Р. М. Химическая биология рыб. – Москва: Пищ. пром-сть, 1976. – 349 с.
13. Lewis R. N. A. H., McElhaneу R. N. Surface charge markedly attenuates the nonlamellar phase-forming properties of lipid bilayer membranes: calorimetric and ³¹P-nuclear magnetic resonance studies of mixtures of cationic, anionic, and zwitterionic lipids // Biophys. J. – 2000. – 79, No 3. – P. 1455–1464.
14. Katz B. Relationship of aquatic organisms to the letality of toxicants: a broad overview with emphasis on membrane permeability // Aquatic toxicology. – Philadelphia: American society for testing and materials, 1989. – P. 62–76.
15. Меерсон Ф. З. Основные закономерности индивидуальной адаптации // Физиология адаптационных процессов. – Москва: Наука, 1986. – С. 10–76.

Б. З. Ляврин, В. З. Курант, В. О. Хоменчук, В. В. Грубинко

Видовые особенности липидного состава некоторых тканей пресноводных рыб Западного Подолья

Показаны межвидовые особенности липидного состава отдельных тканей карпа, карася, окуня и щуки. Изменение соотношения различных классов неполярных липидов рассматривается как ответ организма рыб на действие факторов среды.

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

Species peculiarities of the lipid composition of some freshwater fish tissues of the Western Podillya

Aspectual features of individual lipids in the tissues of carp, crucian carp, perch, and pike are shown. Changing the ratios of different classes of non-polar lipids is considered as the response of fish to the action of environmental factors.