

# ЕКОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І БІОХІМІЯ ВОДНИХ ТВАРИН

---

УДК 577.115 : 597.5

**Б.З. ЛЯВРІН**, к. б. н., ст. лаборант,  
Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка,  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна,  
e-mail: bohdan.lyavrin@gmail.com

**В.О. ХОМЕНЧУК**, к. б. н., доц.,  
Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка,  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна,  
e-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua  
ORCID 0000-0003-0500-6754

**М.М. ГЛАДЮК**, к. пед. н., доц.,  
Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка,  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна,  
e-mail: nnglad@tnpu.edu.ua  
ORCID 0000-0002-1642-6079

**В.З. КУРАНТ**, д. б. н., проф.,  
Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка,  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна,  
e-mail: kurant@tnpu.edu.ua  
ORCID 0000-0002-3349-046X

## ОСОБЛИВОСТІ ЛІПІДНОГО СКЛАДУ М'ЯЗІВ РИБ ІЗ МАЛИХ РІЧОК ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

---

Досліджено фракційний склад ліпідів м'язів коропа звичайного *Syrpinus carpio* L., карася сріблястого *Carassius gibelio* Bloch., окуня звичайного *Perca fluviatilis* L. та щуки звичайної *Esox lucius* L. виловлених з річок Серет, Стрипа та Золота Липа. Показано, що фракційний склад ліпідів у м'язовій тканині риб залежить від екологічних умов. Встановлено, що найбільшого антропогенного впливу із досліджених водотоків зазнає р. Золота Липа. Так, у м'язовій тканині риб з цієї річки порівняно з річками Серет та Стрипа, відмічено меншу кількість загальних ліпідів, триацилгліцеролів, фосфоліпідів та, в цілому, вищі частки моноацилгліцеролів, неестерифікованих жирних кислот та лізофосфатидилхоліну. У м'язах представників усіх видів риб, за винятком карася з р. Золота Липа відмічено найвищі значення відношення холестерол/фосфоліпідів, що вказує на зростання мікров'язкості мембран та зниження їхньої проникності. Одержані показники загального вмісту ліпідів у м'язах риб та їхнього фракційного складу можуть бути використані для оцінки якості рибної продукції та стану водного середовища.

**Ключові слова:** малі річки, короп, карась, щука, окунь, м'язи, ліпіди.

---

Ц и т у в а н н я: Ляврін Б.З., Хоменчук В.О., Гладюк М.М., Курант В.З. Особливості ліпідного складу м'язів риб із малих річок Західного Поділля. *Гідробіол. журн.* 2020. Т. 56. № 5. С. 38—49.

В Україні малі річки є важливими джерелами водопостачання і формують понад 90 % водних ресурсів країни [12, 14]. Разом з тим вони є надзвичайно чутливими як до кліматичних змін, так і до антропогенного впливу. Тисячі малих річок і водотоків повністю або частково перестали існувати через природні та природно-антропогенні причини: зміни клімату, переформування русел, осушувальну меліорацію, забір води для господарських цілей, зведення водосховищ, вирубування лісів, розорювання земель [10].

Особливо гострою є проблема забруднення малих річок стічними водами промислових підприємств, сільськогосподарського виробництва та комунального господарства. У воду та донні відклади потрапляє велика кількість органічних речовин, сполук фосфору та азоту, пестицидів, важких металів, детергентів, хлоридів, сульфатів тощо [16]. Погіршення екологічного стану річок та якості води, в свою чергу, призводить до зниження біопродукційних характеристик водних об'єктів, об'ємів вилову риби та якості рибної продукції [4]. Зниження рибопродуктивності малих річок вимагає створення нових технологічних процесів вирощування та вилову водних ресурсів, постійного впровадження науково обґрунтованих природоохоронних і екологічних заходів з урахуванням видових особливостей іхтіофауни, а також стану водного середовища [17].

Фізико-хімічні параметри водного середовища впливають на фізіолого-біохімічні характеристики організму риб, що може бути використано для біоіндикації водних об'єктів [9]. Ліпіди відіграють важливу роль в процесах життєдіяльності риб. Вміст ліпідів та їхній фракційний склад у м'язах має першочергове значення для якості рибної продукції. Вміст та співвідношення окремих класів ліпідів у клітинах різних тканин риб є досить лабільною системою, яка відображає адаптивні зміни в їхньому організмі та залежить від умов середовища існування, рухової активності, віку тощо [2].

Метою нашої роботи було дослідження вмісту ліпідів та їхнього фракційного складу в м'язовій тканині найбільш поширених промислових видів риб — коропа, карася, щуки та окуня, виловлених з трьох малих річок Західного Поділля — Серету, Стрипи та Золотої Липи.

### Матеріал і методика досліджень

Для досліджень використовували особини коропа звичайного *Cyprinus carpio* L., карася сріблястого *Carassius gibelio* Bloch., окуня звичайного *Perca fluviatilis* L. та щуки звичайної *Esox lucius* L. дворічного віку, масою відповідно 290—330 г, 150—230, 170—230 та 200—350 г.

Річки, з яких відбирали риб, знаходяться в трьох зонах, відмінних за характером антропогенного впливу. Так, річка Золота Липа — урбановантажена зона, Серет — сільськогосподарсько навантажена зона, Стрипа — умовно чиста зона [15]. В наших дослідженнях у воді р. Золота Липа було виявлено найвищий вміст нітратів, нітритів, органічних речовин та мангану, а у донних відкладах цієї річки — високі кількості мангану, цин-

ку та купруму. Разом з тим, у р. Стрипа гідрохімічні умови були найсприятливішими [7].

В осінній період риб виловлювали безпосередньо перед експериментом, транспортували в лабораторію, де відразу відбирали тканини м'язів. Для дослідження вмісту ліпідів та їхніх окремих класів м'язи подрібнювали на холоді в скляних гомогенізаторах, з наступним екстрагуванням загальних ліпідів з тканини хлороформ-метаноловою сумішшю у відношенні 2:1 за методом Фолча [11].

Кількість загальних ліпідів у тканині визначали ваговим методом після відгонки екстрагуючої суміші [3] і виражали в мг/г вологої тканини. Розділення ліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії на пластинках Sorbfil. Отриманий хлороформний розчин ліпідів спочатку випарювали насухо, а потім розчиняли у 1 мл хлороформу. Одержані проби ліпідів наносили на пластинку мікродозатором в кількості 24 мкл розчину і повільно поміщали їх в хроматографічні камери. Рухомою фазою для розділення неполярних ліпідів була суміш гексану, диетилового ефіру і льодяної оцтової кислоти у відношенні 70 : 30 : 1, а для фосфоліпідів — система : хлороформ : метанол : льодяна оцтова кислота : вода у співвідношенні 60 : 30 : 7 : 3 [13].

Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду. Для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти [3].

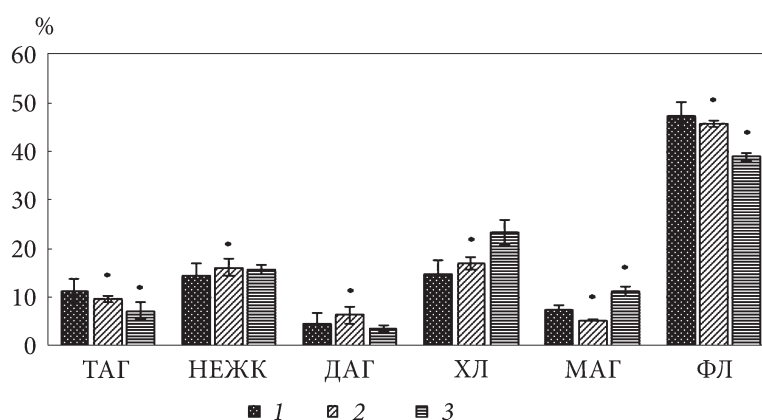
Було ідентифіковано такі фракції: триацилгліцероли (ТАГ), диацилгліцероли (ДАГ), неестерифіковані жирні кислоти (НЕЖК), холестерол (ХЛ), моноацилгліцероли (МАГ), лізофосфатидилхолін (ЛФХ), фосфатидилсерин (ФС), фосфатидилетаноламін (ФЕА), фосфатидилхолін (ФХ), фосфатидилінозитол (ФІ) та сфінгомієлін (СФМ). Кількість неполярних ліпідів визначали біхроматним методом [13]. Вміст фосфоліпідів у тканинах визначали за кількістю неорганічного фосфору за методом Васьковського [23].

Результати досліджень були статистично опрацьовані з використанням *t*-критерію Стьюдента для визначення достовірної різниці.

### Результати досліджень та їх обговорення

Кількість загальних ліпідів свідчить про активність анаболічних процесів і мобілізацію ліпідів як джерела енергії, або ж про їхнє використання в адаптивних перебудовах метаболізму і структурних компонентах клітини [5]. Аналіз видових особливостей показав практично рівний вміст загальних ліпідів у м'язах щуки, карася і окуня та дещо вищий — у м'язах коропа (табл. 1). Разом з тим найнижчі показники абсолютного вмісту загальних ліпідів спостерігались у досліджуваних видів риб, виловлених з р. Золота Липа. Очевидно це обумовлено несприятливими екологічними умовами у цій річці.

У зв'язку із варіабельністю загальної кількості ліпідів у м'язовій тканині риб, що мешкають у екологічно різних біотопах, виникає необ-



**Рис. 1.** Вміст неполярних ліпідів в м'язах коропа. Тут і на рис. 2—8: 1 — р. Серет; 2 — р. Стрипа; 3 — р. Золота Липа; вміст наведено у частках від загальної кількості, %;  $M \pm m$ ,  $n = 5$ ); \* — різниця порівняно із даними для представників із р. Серет статистично достовірні,  $p < 0,05$

хідність встановлення змін щодо співвідношення кількості основних класів нейтральних та фосфоровмісних ліпідів.

Частки фосфоліпідів у м'язовій тканині коропів із річок Серет, Стрипа і Золота Липа значимо відрізнялись і відповідно становили 47,4, 45,7 та 38,9 % сумарної кількості ліпідів (рис. 1). Аналіз відсоткового вмісту неполярних ліпідів показав, що найбільшим у м'язах коропа є вміст НЕЖК (від 14,5 % у р. Серет до 16,1 % у р. Стрипа) та ХЛ (від 14,7 % у р. Серет до 23,3 % у р. Золота Липа). При цьому вміст ХЛ зростає в ряду риб, виловлених з річок Серет → Стрипа → Золота Липа. Слід відмітити доволі високий вміст МАГ, НЕЖК та найнижчий вміст ТАГ у риб із р. Золота Липа, що вказує на активне використання ліпідів для енергетичного забезпечення пристосування коропа до несприятливих умов існування.

Найвищий відсотковий вміст ТАГ та порівняно невисока кількість НЕЖК, ДАГ та МАГ в тканинах м'язів коропа було відмічено для риб, ви-

Таблиця 1

**Вміст загальних ліпідів у м'язах риб із малих річок Західного Поділля**  
(мг/г сирової тканини,  $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Види риб	р. Серет	р. Стрипа	р. Золота Липа
Короп	25,43 ± 1,42	24,62 ± 2,18	11,33 ± 0,92*
Карась	21,32 ± 1,97	17,60 ± 1,18	11,17 ± 0,76*
Щука	18,19 ± 1,21	19,53 ± 1,28	6,20 ± 0,74*
Окунь	20,14 ± 1,92	22,14 ± 1,85	8,37 ± 0,76*

\* Тут і в табл. 2 різниця порівняно із даними для представників з р. Серет статистично достовірна,  $p < 0,05$ .

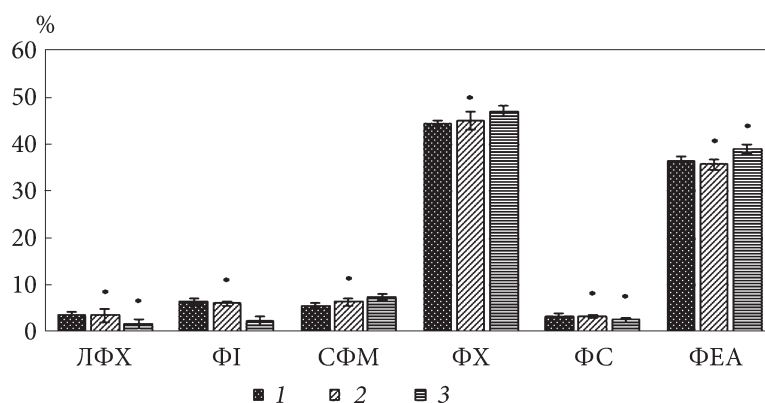


Рис. 2. Співвідношення класів фосфоліпідів в м'язах коропа

ловлених із р. Серет. Найменша кількість МАГ спостерігалась у коропів із р. Стрипа.

Стійкість мембран, пристосованих до несприятливих чинників, пов'язують з якісними і кількісними змінами вмісту у їхньому складі ФХ, ФЕА, ФС та інших класів фосфоровмісних ліпідів, що є основними структуроутворюючими елементами біомембран. Фосфоліпідний склад клітин м'язів риб впливає на фізико-хімічну структуру мембран та їхні функціональні властивості, такі як: проникність, в'язкість, рухливість білкових елементів, стабільність мембран, активність мембранних ензимів [1, 18].

Частки ФХ та ФЕА у м'язах коропа були найбільшими і становили відповідно близько 45—47 та 36—39 % загального вмісту фосфоліпідів, проте достовірної різниці між групами риб із досліджуваних річок встановлено не було (рис. 2). Найменшу кількість ЛФХ, ФІ та ФС було виявлено у м'язах риб із р. Золота Липа — 1,7, 2,3 та 2,5 %, а найбільший вміст даних фракцій був у м'язовій тканині риб, виловлених з р. Серет, — відповідно 3,6, 6,5 та 3,3 %. Слід відзначити, що частка СФМ була найбільшою у м'язах коропа з р. Золота Липа, а найменшою — у м'язовій тканині коропа з р. Серет.

У м'язовій тканині карасів, виловлених із річок Серет, Стрипа та Золота Липа, частки фосфоліпідів становили відповідно 37,1, 36,9 і 32,3 % загального вмісту ліпідів (рис. 3).

Аналіз отриманих даних щодо вмісту фракцій нейтральних ліпідів у тканинах м'язів карася досліджуваних водойм показав, що найбільшого антропогенного впливу зазнавала р. Золота Липа. Так як і в коропа, нижчим рівень ТАГ був у м'язах риб, виловлених з цього водотоку, тоді як вміст НЕЖК та МАГ був найвищим. Ймовірно має місце гідроліз ТАГ та ДАГ з утворенням НЕЖК і МАГ, які активно використовуються для енергетичних потреб організму риб. Вміст ХЛ у м'язах карася був доволі високим і становив 16,9, 19,3 і 15,2 % загального вмісту ліпідів відповідно

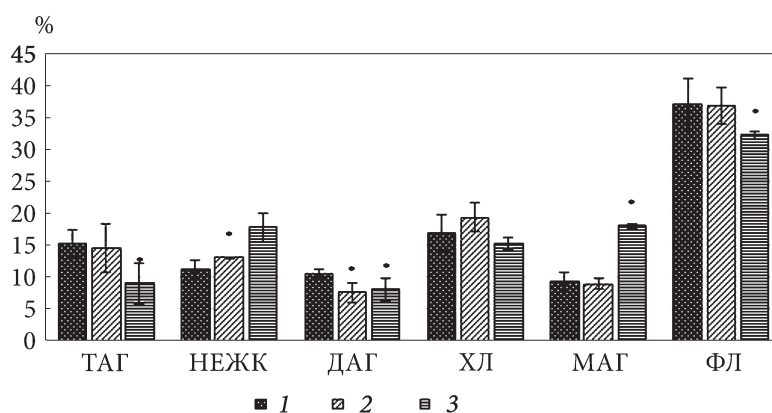


Рис. 3. Вміст неполярних ліпідів в м'язах карася

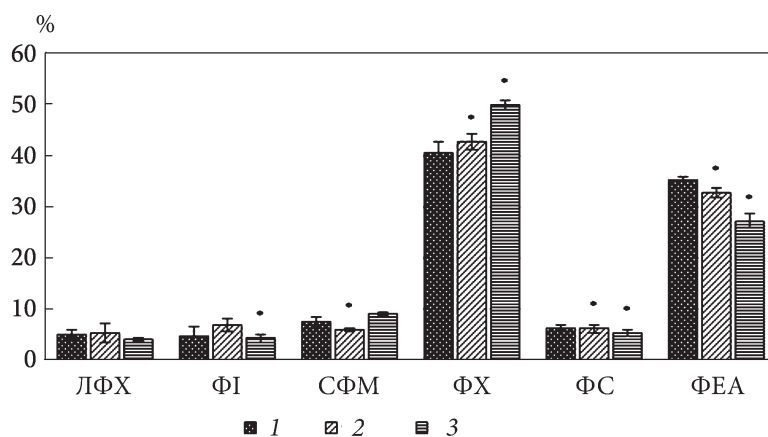


Рис. 4. Співвідношення класів фосфоліпідів в м'язах карася

для риб із річок Серет, Стрипа та Золота Липа. Проте значущих відмінностей щодо вмісту ХЛ у досліджуваних групах риб нами відмічено не було.

Аналіз фосфоліпідного складу м'язової тканини карася показав, що, як і у коропа, найвищими були частки ФХ та ФЕА (рис. 4). Так, відсотковий вміст ФХ у м'язах карася, виловленого із річок Серет, Стрипа та Золота Липа, становив відповідно 40,6, 42,6 і 49,8 %. Частки ФЕА була дещо нижчими — 35,2 % (р. Серет), 32,7 (р. Стрипа) та 27,2 % (р. Золота Липа). Найменша кількість ЛФХ відмічена у м'язах карася з р. Серет (4,11 %), а максимальна — у тканинах риб з р. Стрипа (5,5 %). Вміст ФС у м'язах карася зменшується в ряду риб із річок Серет, Стрипа та Золота Липа (від 6,5 до 5,5 %). Найнижчу кількість ФІ було відмічено для м'язів карася із р. Золота Липа — 4,3 %, а найвище — для даної тканини риб із р. Стрипа — 6,9 %. Разом з тим мінімальне значення вмісту СФМ спостерігалось для м'язової тканини карася із річки Стрипа — 6,0 %, а максимальне — для м'язів риб з р. Золота Липа — 9,0 % загальної кількості фосфоліпідів.

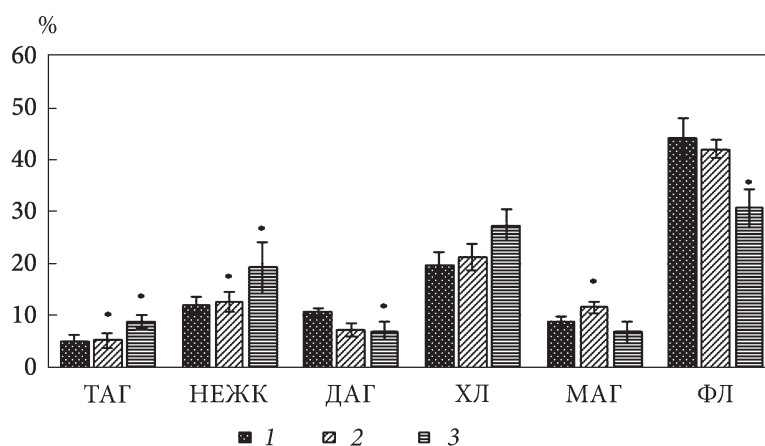


Рис. 5. Вміст неполярних ліпідів в м'язах щуки

Із літературних даних відомо, що характер розподілу ліпідів у тканинах і органах різних видів і екологічних груп залежить від умов середовища, рухової активності, віку тощо. Розміщення основних запасів жиру в м'язовій тканині характерне для хижих видів, зокрема щуки та окуня [6].

У м'язах щуки в ряду досліджуваних річок Серет, Стрипа та Золота Липа частки фосфоровмісних ліпідів зменшувались та становили відповідно 44,1, 42,0 і 30,7 % (рис. 5).

Якщо проаналізувати вміст неполярних ліпідів у м'язовій тканині щуки, то, на відміну від фосфоліпідів, було відмічено зростання кількості ХЛ, ТАГ та НЕЖК для вищезазначеної послідовності річок. Накопичення ТАГ є типовою реакцією на дію несприятливих чинників, у тому числі токсикантів, оскільки збільшення вмісту ТАГ співвідноситься з ущільненням і зменшенням плинності мембран, що свідчить про їхню участь у формуванні бар'єрів, які перешкоджають проникненню токсиканту у клітину [19].

Зростання кількості ХЛ, як правило, супроводжується зменшенням розрідженості клітинних ліпідів та їхньої вибіркової проникності, зниженням катіонної проникності мембрани, інгібуванням більшості ліполітичних ферментів [8].

Слід відмітити, що, як і в м'язовій тканині коропа та карася, доволі високі концентрації НЕЖК (19,3 %) та МАГ (6,8 %) спостерігались у *E. lucius* із р. Золота Липа, що говорить про несприятливі умови існування риб у цій водоймі.

Найвищим відсотковий вміст ДАГ було виявлено у щук із р. Серет, тоді як у представників двох інших досліджуваних груп він був нижчим і практично не відрізнявся (рис. 5).

Аналіз фракційного складу фосфоліпідів показав, що частка ФХ була найменшою у щук з р. Золота Липа (50,0 %), а найвищою — у риб з р. Стрипа (57,5 % загальної кількості; рис. 6). Разом з тим мінімальну кіль-

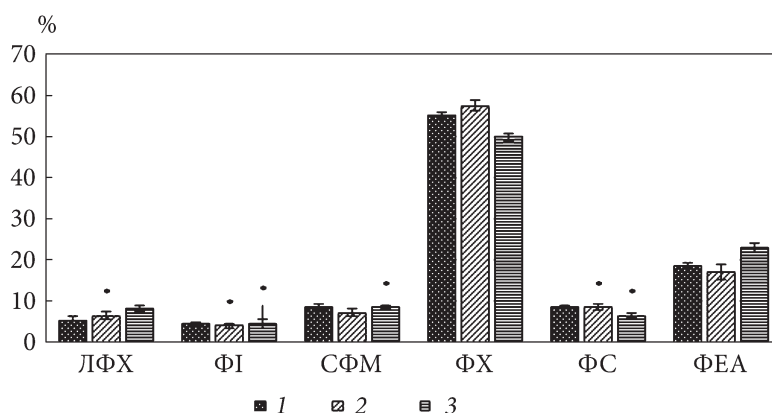


Рис. 6. Співвідношення класів фосфоліпідів в м'язах щуки

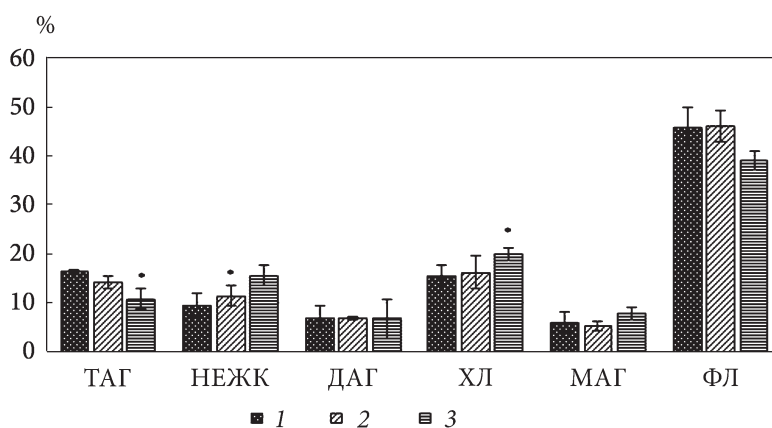


Рис. 7. Вміст неполярних ліпідів в м'язах окуня

кількість ЛФХ відмічено у тканинах риб з р. Серет, а максимальну — у м'язах щуки з р. Золота Липа. Найвищим відсотковий вміст ФЕА був у м'язах риб, вилонених з р. Золота Липа (23,0 %), а найнижчим — у м'язовій тканині щуки з р. Стрипа. Частки ФІ і СФМ у м'язовій тканині риб усіх груп значимо не відрізнялись і були у межах відповідно 3,8—4,4 % та 7,0—8,4 %. Як і в коропа, мінімальну кількість ФС було відмічено для м'язів риб із р. Золота Липа (6,4 % проти 8,4 % для риб двох інших груп).

Порівняльна характеристика фракційного розподілу ліпідів у м'язовій тканині окуня із досліджених водойм показала, що він має дещо схожий характер із таким коропа та карася (рис. 7). Так, було відмічене зниження відсоткового вмісту ТАГ та зростання частки НЕЖК в м'язах окуня у ряді річок Серет → Стрипа → Золота Липа. Очевидно, триацилгліцероли використовуються для синтезу фосфоліпідів та збільшення пулу неетерифікованих жирних кислот, які слугують для енергетичного



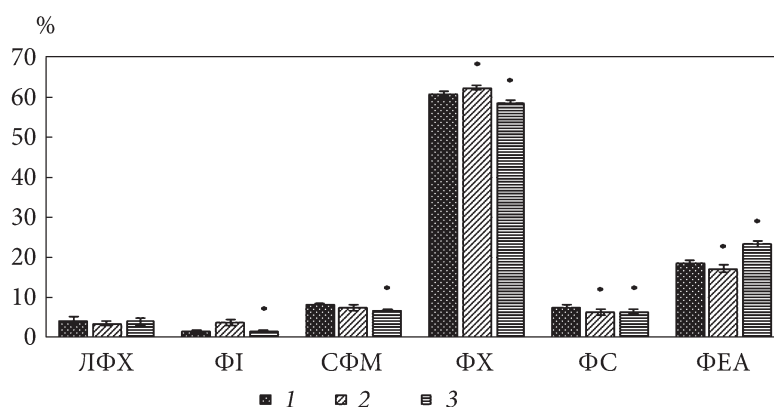


Рис. 8. Співвідношення класів фосфоліпідів в м'язах окуня

забезпечення адаптивних пристосувань до дії несприятливих, у тому числі токсичних чинників [20].

Слід зазначити, що у м'язовій тканині окуня вміст фосфоліпідів, в цілому, був найвищим серед досліджуваних видів риб і становив відповідно 45,7, 46,0 і 39,1% для риб з річок Серет, Стрипа та Золота Липа.

Характерною особливістю окуня є те, що відсоткові частки ДАГ і МАГ у його м'язовій тканині були приблизно однаковими для усіх досліджуваних річок і знаходились в межах від 5,3 до 6,9 %. Відсотковий вміст ХЛ у м'язах окуня зростав у ряду річок Серет → Стрипа → Золота Липа від 15,6 до 19,9 %.

Аналіз фосфоліпідного спектру м'язової тканини окуня показав, що вміст ФЕА в клітинах м'язів риб із річок Серет, Стрипа і Золота Липа становив відповідно 18,5, 17,0 і 23,4 % загального вмісту фосфоліпідів (рис. 8). Вміст даного класу фосфоліпідів безпосередньо залежить від вмісту ФХ, який є попередником у синтезі ФЕА. Так, частка ФХ у м'язах окуня з досліджуваних річок становила відповідно 60,7, 62,4 і 58,7 %. Відсотковий вміст СФМ та ФС у м'язовій тканині окуня зменшувався в ряду річок Серет — Стрипа — Золота Липа. Найменша частка ЛФХ була в м'язах окунів, виловлених з р. Стрипа (3,3 %). У м'язовій тканині риб із річок Серет і Золота Липа вміст цієї фракції ліпідів був практично однаковим (4,0 та 3,9 %), вміст ФІ також був однаковим і дорівнював 1,3 %, тоді як частка

Таблиця 2  
Відношення холестерол/фосфоліпіди в м'язах риб ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Річки	Короп	Карась	Щука	Окунь
Серет	0,31 ± 0,03	0,48 ± 0,13	0,46 ± 0,08	0,35 ± 0,07
Стрипа	0,37 ± 0,02	0,53 ± 0,09	0,51 ± 0,07	0,36 ± 0,09
Золота Липа	0,60 ± 0,06*	0,47 ± 0,02	0,91 ± 0,14*	0,51 ± 0,02*

цього фосфоліпиду у риб з р. Стрипи становила 3,5 % загальної кількості фосфоліпідів.

Важливим показником функціональної активності біологічних мембран є відношення холестерол/фосфоліпідів, зміна у якому істотно модулює фізико-хімічні і функціональні властивості клітинних мембран та забезпечує їхні фазові переходи з гелеподібного в рідкокристалічний стан [21].

Аналіз отриманих результатів показав, що значення відношення холестерол/фосфоліпідів у м'язах коропа і окуня було меншим, ніж у карася та щуки, виловлених з річок Серет та Стрипа (табл. 2). Максимальних значень показник відношення холестерол/фосфоліпідів досягав у м'язовій тканині коропа, щуки та окуня з р. Золота Липа.

Зростання частки холестеролу відносно фосфоліпідів робить мембрану клітини більш стійкою до зовнішнього стресу, збільшує її мікро-в'язкість і знижує проникність для води та іонів [22].

## Висновки

Проведені дослідження показали видові особливості вмісту та фракційного складу ліпідів у м'язовій тканині риб, що залежать від екологічних умов існування. Насамперед слід відмітити, що найбільш антропогенно трансформованим з досліджених водотоків є р. Золота Липа. Так, у м'язах риб, виловлених з цієї річки, порівняно з річками Серет та Стрипа, відмічено меншу кількість загальних ліпідів, триацилгліцеролів, фосфоліпідів та, в цілому, вищі частки моноацилгліцеролів, неестерифікованих жирних кислот та лізофосфатидилхоліну. У м'язах представників усіх досліджених видів риб, за винятком карася сріблястого, з р. Золота Липа, відмічено найвищі значення відношення холестерол/фосфоліпідів, що вказує на зростання мікро-в'язкості мембран та зниження їхньої проникності. Одержані показники загального вмісту ліпідів у м'язах риб та їхнього фракційного складу можуть бути використані для оцінки якості рибної продукції та стану водного середовища.

## Список використаної літератури

1. Генніс Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции. М., 1997. 624 с.
2. Грициняк І.І., Смолянінов К.Б., Янович В.Г. Обмін ліпідів у риб. Львів: Тріада плюс, 2010. 336 с.
3. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов. М.: Мир, 1975. 322 с.
4. Клименко М.О., Вознюк Н.М. Екологічний стан української частини євро-регіону «Буг». Рівне, 2007. 203 с.
5. Климов А.Н., Никульчева А.Н. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения. СПб., 1999. 512 с.
6. Лав Р.М. Химическая биология рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 349с.
7. Ляврін Б.З., Хоменчук В.О., Курант В.З. Особливості гідрохімічного стану малих річок Західного Поділля. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер.: Біол.* 2014. № 2. С. 38—44.

8. Мецлер Д. Биохимия: Химические реакции в живой клетке: у 3 т. М.: Мир, 1990. Т. 2. 608 с.
9. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.
10. Мольчак Я.О., Герасимчук З.В., Мисковець І.Я. Річки та їх басейни в умовах техногенезу. Луцьк, 2004. 336 с.
11. Орел Н.М. Биохимия липидов. Минск: БГУ, 2007. 37 с.
12. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: довідковий посібник. К.: Ніка-Центр, 2006. 320 с.
13. Прохорова М.И. Методы биохимических исследований: липидный и энергетический обмен. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. 272 с.
14. Свинко Й.М. Нарис про природу Тернопільської області: геологічне минуле, сучасний стан. Тернопіль, 2007. 192 с.
15. Скиба О.І. Закономірності формування вмісту та розподілу сполук фосфору у річках Тернопільщини у зв'язку із ступенем антропогенного навантаження: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Чернівці, 2017. 20 с.
16. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К., 2001. 264 с.
17. Стасишен М.С. Екологізбалансований розвиток рибогосподарського комплексу України. К., 2010. 323 с.
18. Gulik-Krzywicki T. Structural studies of the associations between biological membrane components. *Biochim. et Biophys. Acta*. 1975. Vol. 415. P. 1—28.
19. Katz B. Relationship of the physiology of aquatic organisms to the lethality of toxicants: A broad overview with emphasis on membrane permeability. *Aquat. Toxicol. (A.S.T.M.)*. 1979. P. 62—79.
20. Lewis R.N.A.H., McElhaney R.N. Surface charge markedly attenuates the nonlamellar phase-forming propensities of lipid bilayer membranes: calorimetric and <sup>31</sup>P-nuclear magnetic resonance studies of mixtures of cationic, anionic, and zwitterionic lipids. *Biophys. J.* 2000. Vol. 79, N 3. P. 1455—1464.
21. McMullen T.P.W., Lewis R.N.A.H., McElhaney R.N. Cholesterol-phospholipid interactions, the liquid-ordered phase and lipid rafts in model and biological membranes. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. 2004. Vol. 8, N 6. P. 459—468.
22. Ryg T., Pasenkiewicz-Gierula M., Vattulainen I., Karttunen M. Ordering effects of cholesterol and its analogues. *Biochim. et Biophys. Acta (BBA) - Biomembranes*. 2009. Vol. 1788, N 1. P. 97—121.
23. Vaskovsky V.E., Kostetsky E.Y., Vasendin I.M. A universal reagent for phospholipid analysis. *J. Chromatogr. A*. 1975. Vol. 114 (1) . P. 129—141.

Надійшла 06.10.2020

B.Z. Lyavrin, PhD (Biol.), Senior Engineer,  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 Maxyma Kryvonosa St., Ternopil, 46027, Ukraine,  
e-mail: bohdan.lyavrin@gmail.com

V.O. Khomenchuk, PhD (Biol.), Assistant Prof.,  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 Maxyma Kryvonosa St., Ternopil, 46027, Ukraine,  
e-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua  
ORCID 0000-0003-0500-6754

M.M. Gladyyuk, PhD in Pedagogics, Assistant Prof.,  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 Maxyma Kryvonosa St., Ternopil, 46027, Ukraine,  
e-mail: nnglad@tnpu.edu.ua  
ORCID 0000-0002-1642-6079

V.Z. Kurant, Dr. Sci. (Biol.), Prof.,  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 Maxyma Kryvonosa St., Ternopil, 46027, Ukraine,  
e-mail: kurant@tnpu.edu.ua  
ORCID 0000-0002-3349-046X

#### THE SPECIFIC OF THE LIPIDS COMPOSITION OF FISHES MUSCLES FROM THE SMALL RIVERS OF WESTERN PODILLYA

The fractional composition of the muscle lipids of the carp *Cyprinus carpio* L., the crucian carp *Carassius gibelio* Bloch., the perch *Perca fluviatilis* L. and the pike *Esox lucius* L. caught from the rivers Seret, Strypa and Zolota Lypa were investigated. It is shown, that the fractional composition of lipids in the muscle tissue of fish is determined by species, ecological conditions of existence. It was found, that the largest anthropogenic impact from the studied watercourses is experienced by the Zolota Lypa. Thus, in the muscle tissue of fish caught from this river, compared to the rivers Seret and Strypa, there are fewer total lipids, triacylglycerols, phospholipids and generally higher proportions of monoacylglycerols, unesterified fatty acids and lysophospholipids. In the muscles of representatives of all species of fish, except for crucian carp, the highest values of the cholesterol/phospholipids ratio were observed from the Zolota Lypa, which indicates an increase in the microviscosity of the membranes and a decrease in their permeability as a whole. Indicators of total lipid content in fish muscles and their fractional composition can be used to evaluate the quality of fish products and the aquatic environment.

**Keywords:** *small rivers, carp, crucian carp, pike, perch, muscles, lipids.*