

АНАЛІЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ЛІПІДІВ ГЕПАТОПАНКРЕАСУ ТА СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ПОМІСНИХ КОРОПІВ ПЕРШОГО ПОКОЛІННЯ

Б. О. Грішин, Grishnbo@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ
І. А. Особа, iryna_osoba@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ
І. І. Грициняк, info@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Проаналізувати особливості ліпідного обміну помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи за допомогою визначення жирнокислотного складу скелетних м'язів та гепатопанкреасу.

Методика. Проведено дослід з визначення вмісту жирних кислот у тканинах скелетних м'язів та гепатопанкреасу чотирьох груп риб: двох груп помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи та двох вихідних батьківських форм коропа.

Результати. Встановлено, що основна кількість жирних кислот, які є цінним енергетичним і пластичним матеріалом для організму риб, забезпечується за рахунок споживання природної кормової бази. Дослідження жирнокислотного складу скелетних м'язів дволіток коропів різного генезу показали, що існує певна специфічність стосовно накопичення різних класів насичених і ненасичених жирних кислот. Так, в досліджуваних групах коропів найнижчим був вміст пентадеканової (C15:0) та лауринової (C12:0) жирних кислот. Найвищої концентрації у всіх групах досягав вміст олеїнової жирної кислоти.

Серед усіх груп жирних кислот загальних ліпідів скелетних м'язів найнижчою кількістю відзначилася пальмітоолеїнова кислота (C16:1) родини $n = 7$, що становило 0,06–0,07 г/кг натуральної маси. Аналіз жирнокислотного складу гепатопанкреасу дослідних та контрольних груп показав, що існує тканинна специфічність накопичення жирних кислот. Так, порівняно із тканиною скелетних м'язів, спостерігається вірогідне зростання вмісту ЖК у гепатопанкреасі практично удвічі.

Індекс насиченості ліпідів у тканині скелетних м'язів досліджуваних груп коропа знаходився в межах 0,136–0,140, що не становило вірогідних міжгрупових різниць.

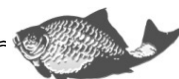
Загальна кількість насичених ЖК у скелетних м'язах усіх груп коропа знаходилася практично на однаковому рівні. Концентрація жирних кислот помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи була дещо вищою, порівняно з вихідними батьківськими формами.

Наукова новизна. Вперше проведено дослідження особливостей ліпідного обміну у помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи за допомогою визначення жирнокислотного складу скелетних м'язів та гепатопанкреасу.

Практична значимість. Вивчення фізіолого-біохімічних особливостей отриманих помісей коропа необхідне для підтвердження доцільності виведення останніх.

Ключові слова: ліпіди, ліпідний обмін, жирні кислоти, помісі коропа.

© Б. О. Грішин, І. А. Особа, І. І. Грициняк, 2020



**ANALYSIS OF LIPID METABOLISM IN THE ORGANISM OF MIXED-BRED
CARP OF FIRST GENERATION FROM CROSSING THE ANTONINO-ZOZULENTINSKY
AND LYUBINSKY INTRABREED TYPES OF UKRAINIAN FRAMED BREED**

B. Grishyn, Grishnbo@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

I. Osoba, iryna_osoba@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

I. Hrytsyniak, info@if.org.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To analyze the peculiarities of lipid metabolism of mixed-bred carp of the first generation from crossing the Antonino-Zozulentinsky and Lyubinsky intra-breed types of Ukrainian frame breed by determining the fatty acid composition of skeletal muscles and hepatopancreas.

Methodology. Experiments were performed to determine the content of fatty acids in skeletal muscle and hepatopancreatic tissues of four groups of fish: two groups of mixed-bred carp of the first generation from crossing Antonino-Zozulentinsky and Lyubinsky intrabreed types of Ukrainian frame breed and two original parental forms of carp.

Findings. It was found that the major amount of fatty acids, which are a valuable energy and plastic material for fish body, was provided by the consumption of natural feeds. Studies of the fatty acid composition of the skeletal muscles of age-1+ carp of different genesis showed that there was some specificity in the accumulation of different classes of saturated and unsaturated fatty acids. Thus, the lowest content in the studied groups of carp had pentadecanoic (C15:0) and lauric (C12:0) fatty acids. The highest concentration in all groups was the content of oleic fatty acid.

Among all groups of fatty acids of total skeletal muscle lipids, palmitoleic acid (C16:1) of the family n=7 was in the lowest amount, which was 0.06 - 0.07 g/kg of body weight. Analysis of the fatty acid composition of the hepatopancreas of the experimental and control groups showed that there was tissue specificity of fatty acid accumulation. Thus, compared to skeletal muscle tissue, there was a significant 2-fold increase in the content of fatty acids in the hepatopancreas.

The lipid saturation index in the skeletal muscle tissue of the studied groups of carp was in the range of 0.136-0.140, which was not a possible inter-group difference.

The total amount of saturated fatty acids in the skeletal muscles of all groups of carp was almost the same. The concentration of fatty acids of local carp of the first generation from crossing the Antonino-Zozulentinsky and Lyubinsky intrabreed types of Ukrainian frame breed was slightly higher compared to the original parental forms.

Originality. For the first time, a study of the peculiarities of lipid metabolism in mixed-bred carp of the first generation from crossing the Antonino-Zozulentinsky and Lyubinsky intra-breed types of Ukrainian frame breed by determining the fatty acid composition of skeletal muscle and hepatopancreas.

Practical value. The study of physiological and biochemical peculiarities of the obtained carp mixes is necessary to confirm the feasibility of their reproduction.

Key words: lipids, lipid metabolism, fatty acids, carp crossing.

**АНАЛИЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ ГЕПАТОПАНКРЕАСА
И СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ПОМЕСНЫХ КАРПОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Б. О. Гришин, info@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

И. А. Особа, iryna_osoba@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

И. И. Грициняк, info@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Проанализировать особенности липидного обмена помесных карпов первого поколения от скрещивания антонино-зозуленецкого и любеньского внутривидовых типов украинской рамчатой породы с помощью определения жирнокислотного состава скелетных мышц и гепатопанкреаса.



Методика. Проведені опыты по определению содержания жирных кислот в тканях скелетных мышц и гепатопанкреаса четырех групп рыб: двух групп помесных карпов первого поколения от скрещивания антонино-зозуленецкого и любеньского внутривидовых типов украинской рамчатой породы и двух исходных родительских форм карпа.

Результаты. Установлено, что основное количество жирных кислот, являющихся ценным энергетическим и пластическим материалом для организма рыб, обеспечивается за счет потребления естественной кормовой базы. Исследование жирнокислотного состава скелетных мышц двухлеток карпов различного генеза показали, что существует определенная специфика в отношении накопления различных классов насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Так, в исследуемых группах карпов низким было содержание пентадекановой (C15:0) и лауриновой (C12:0) жирных кислот. Самой высокой концентрации во всех группах достигало содержание олеиновой жирной кислоты.

Среди всех групп жирных кислот общих липидов скелетных мышц низким количеством характеризовалась пальмитоолеиновая кислота (C16:1) семейства $n = 7$, что составляло 0,06–0,07 г/кг натуральной массы. Анализ жирнокислотного состава гепатопанкреаса исследованных и контрольных групп показал, что существует тканевая специфичность накопления жирных кислот. Так, по сравнению с тканью скелетных мышц, наблюдалось достоверное возрастание содержания жирных кислот в гепатопанкреасе практически вдвое.

Индекс насыщенности липидов в ткани скелетных мышц исследуемых групп карпа находился в пределах 0,136–0,140, что не составляло возможных межгрупповых различий.

Общее количество насыщенных жирных кислот в скелетных мышцах всех групп карпа находилось практически на одинаковом уровне. Концентрация жирных кислот помесных карпов первого поколения от скрещивания антонино-зозуленецкого и любеньского внутривидовых типов украинской рамчатой породы, была несколько выше по сравнению с исходными родительскими формами.

Научная новизна. Впервые проведено исследование особенностей липидного обмена у помесных карпов первого поколения от скрещивания антонино-зозуленецкого и любеньского внутривидовых типов украинской рамчатой породы с помощью определения жирнокислотного состава скелетных мышц и гепатопанкреаса.

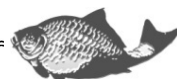
Практическая значимость. Изучение физиолого-биохимических особенностей полученных помесей карпа необходимо для подтверждения целесообразности воспроизводства последних.

Ключевые слова: липиды, липидный обмен, жирные кислоты, помеси карпа.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В умовах постійної інтенсифікації рибництва, а також внаслідок дії антропогенного навантаження погіршується як гідрохімічний, так і гідробіологічний стан вирощувальних ставів що, у свою чергу, призводить до зниження їх продуктивності. Одночасно, потреба регулярного наповнення ринку вимагає пришвидшених темпів вирощування риби [1]. Тому застосування прогресивних підходів та інтенсифікація рибогосподарської діяльності є важливими чинниками забезпечення зростання виробництва якісної рибної продукції. Реалізація цього безпосередньо залежить від високого рівня селекційних робіт, а також від використання на виробництві промислової гібридизації.

Важлива роль у забезпеченні нормального функціонування організму риб належить обміну ліпідів [2]. Потреба риб у ліпідах забезпечується шляхом синтезу їх в організмі, а також за рахунок ліпідів, які входять до складу природної



та штучної кормової бази [3–7]. Основні фізико-хімічні та біологічні властивості ліпідів визначає їх жирнокислотний склад [2–5].

Жирні кислоти характеризуються широким спектром біологічної дії, який визначається їх можливістю виступати вторинними месенджерами або модуляторами активності функціонально важливих білків [2]. Крім того, жирні кислоти виступають важливими біорегуляторами в організмі, а зміна їх профілю в ліпідах мембран може спричинити зміни в активності мембранозв'язаних ферментів, експресію рецепторів, мембранну проникність, порушити транспортні властивості біомембран та багато інших процесів [8]. Крім того, жирні кислоти виступають енергетичними субстратами, що важливо в забезпеченні нерестових міграцій і тривалого зимового голодування риб [2, 9]. В організмі риб основна маса жирних кислот перебуває в зв'язаному стані, тобто в етерифікованій формі, або у вигляді жирнокислотних радикалів [2, 10].

Синтез та розпад ліпідів в організмі генетично детерміновані. У риб синтез та депонування ліпідів відбувається в печінці [2–5]. Вміст ліпідів у скелетних м'язах коропа збільшується в процесі онтогенезу [2–5]. Якраз за рахунок збільшення чи зниження ступеня насиченості жирнокислотних радикалів відбувається адаптація риб до зміни температури навколишнього середовища, яка і визначає їх існування в межах ареалу виду [9].

Таким чином, кількісне співвідношення жирних кислот, особливо ненасичених, у тканинах риб в процесі онтогенезу та протягом різних періодів річного циклу, змінюється і залежить від виду, віку, статі, ступеня статевої зрілості, температури води, якості кормової бази, погодних умов та інших чинників ендогенного та екзогенного походження.

Дисбаланс чи нестача окремих жирних кислот в кормах або наявність в них токсичних продуктів, які утворюються при їх окисненні, здатні спричинити зниження рівня виживання та появу патологічних змін в організмі риб [10]. Крім того, жирнокислотний склад ліпідів у тканинах риб визначає харчові та біологічні якості їх м'яса [2–5].

Аналіз літературних та власних експериментальних даних наочно розкриває необхідність дослідження показників ліпідного обміну з метою оцінки та контролю механізмів функціонування та фізіологічних особливостей у вирощуваної риби.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

В організмі тварин постійно відбуваються процеси окиснення енергетичних субстратів, в результаті яких утворюються активні форми кисню. Основними енергетичними субстратами виступають жирні кислоти. Продукти перекисного окиснення поліненасичених жирних кислот часто слугують біомаркерами ушкодження тканин. Аналіз жирнокислотного складу тканин риб також відображає якість м'яса та характеризує якість природної кормової бази ставів, за рахунок якої і відбувається накопичення вищих жирних кислот тканинами організму риб [2–5, 7].

Широкий спектр дослідження рибогосподарських та фізіолого-біохімічних



особливостей об'єктів риборозведення створює можливості для обґрунтованого використання існуючих порід, що, в свою чергу, визначає актуальність створення їх помісей з покращеними характеристиками. Нами вперше виведено помісі коропів від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи, тому метою даної роботи був аналіз особливостей їхнього ліпідного обміну шляхом визначення жирнокислотного складу скелетних м'язів та гепатопанкреасу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У зразках скелетних м'язів та печінки риб визначали концентрацію загальних ліпідів, вищих жирних кислот загальних ліпідів і неетерифікованих жирних кислот. Концентрацію вищих жирних кислот загальних ліпідів у тканинах виявляли після додавання до них кислоти внутрішнього стандарту, екстракції ліпідів хлороформ-метанольною сумішшю (2 : 1), вивільнення ліпідів від хлороформу, гравіметричного визначення маси загальних ліпідів, омилення загальних ліпідів і метилювання отриманих ЖК метанолом за наявності каталізатора [11–13]. Вміст неетерифікованих ЖК визначали шляхом додавання до зразків кислоти внутрішнього стандарту, екстракції ліпідів хлороформ-метанольною сумішшю (2 : 1), звільнення ліпідів від хлороформу, розчинення їх у гексані, осадження вільних ЖК метилатом натрію, переведення натрієвих солей ЖК у вільний стан і метилювання їх метанолом за наявності ацетилхлориду [11–14]. Розділення метилових ефірів вищих жирних кислот загальних ліпідів і неетерифікованих жирних кислот виконували, використовуючи газорідний хроматограф.

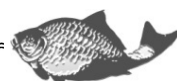
Одержані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою стандартного пакету статистичних програм «Microsoft EXCEL».

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вивчення жирнокислотного складу тканин помісних коропів першого покоління від схрещування антоніно-зозуленецького і любінського внутрішньопородного типів української рамчастої породи виконано вперше.

Дослідження жирнокислотного складу скелетних м'язів дволіток коропів різного генезу показали, що існує певна специфічність стосовно накопичення різних класів насичених і ненасичених жирних кислот. Так, в досліджуваних групах коропів найнижчим був вміст пентадеканової (C15:0) та лауринової (C12:0) жирних кислот. Найвищої концентрації у всіх групах досягав вміст олеїнової жирної кислоти, що відображено у нижченаведеній таблиці (табл. 1).

Концентрація жирних кислот помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи була дещо вищою, порівняно з вихідними батьківськими формами (див. табл. 1). Загальна кількість насичених ЖК у скелетних м'язах коропів любінського і антонінсько-зозуленецького внутрішньопородних типів української рамчастої породи знаходилася в межах 1,65 г/кг у ЛРК 1,63 г/кг у АЗРК, що практично співпадало з такою у помісних груп рамчастих коропів першого покоління (табл. 2).



Таблиця 1. Жирнокислотний склад загальних ліпідів скелетних м'язів дволіток помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи, г/кг натуральної маси ($M \pm m$; $n = 6$)

Table 1. The fatty acid composition of total lipids skeletal muscle of biennial carps from crossing of the antonino-zozulentinsky and lyubinsky intrinsic types of Ukrainian framed breed ($M \pm m$; $n = 6$)

Код ЖК* / Cod of FA*	ЛРК / LFC	АЗРК / AZFC	♂ЛРК×♀АЗРК / ♂LFC×♀AZFC	♂АЗРК×♀ЛРК / ♂AZFC×♀LFC
C _{12:0}	0,03±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003
C _{14:0}	0,06±0,003	0,05±0,003	0,08±0,003	0,07±0,003
C _{15:0}	0,01±0,003	0,01±0,003	0,01±0,003	0,01±0,003
C _{16:0}	0,98±0,015	0,97±0,018	0,99±0,013	0,99±0,013
C _{16:1}	0,07±0,003	0,06±0,003	0,08±0,003	0,08±0,003
C _{18:0}	0,22±0,015	0,23±0,017	0,25±0,015	0,24±0,015
C _{18:1}	5,32±0,104	5,29±0,101	5,36±0,104	5,38±0,104
C _{18:2}	1,19±0,046	1,20±0,044	1,22±0,043	1,21±0,043
C _{18:3}	0,68±0,023	0,67±0,024	0,72±0,025	0,70±0,025
C _{20:0}	0,35±0,015	0,34±0,021	0,37±0,012	0,37±0,012
C _{20:1}	0,98±0,032	0,99±0,038	1,02±0,038	1,01±0,038
C _{20:2}	0,52±0,015	0,50±0,018	0,53±0,015	0,53±0,015
C _{20:3}	0,38±0,020	0,36±0,021	0,40±0,015	0,40±0,015
C _{20:4}	0,45±0,038	0,43±0,032	0,48±0,032	0,48±0,032
C _{20:5}	0,59±0,029	0,57±0,029	0,62±0,032	0,61±0,032
C _{22:2}	0,12±0,012	0,12±0,009	0,12±0,009	0,12±0,009
C _{22:3}	0,17±0,012	0,16±0,012	0,19±0,015	0,19±0,015
C _{22:4}	0,28±0,022	0,26±0,022	0,30±0,017	0,30±0,017
C _{22:5}	0,54±0,010	0,52±0,009	0,56±0,009	0,56±0,009
C _{22:6}	0,87±0,026	0,84±0,026	0,90±0,020	0,90±0,020

Примітка. * — ЖК — жирні кислоти; ЛРК — любінський рамчастий короп; АЗРК — антонінсько-зозуленецький рамчастий короп; ♂ЛРК×♀АЗРК та ♂АЗРК×♀ЛРК — помісі ЛРК та АЗРК.

Notes. * — FA — fatty acids; LFC — lyubinsky framed carp; AZFC — antonino-zozulentinsky framed carp; ♂LFC×♀AZFC and ♂AZFC×♀LFC — hybrids of LFC and AZFC.



Загальна кількість насичених вищих ЖК загальних ліпідів скелетних м'язів з парною кількістю вуглецевих атомів в ланцюгу знаходилася практично на одному рівні в усіх досліджуваних групах риб, і домінувала над загальною концентрацією вищих ЖК з непарною кількістю вуглецевих атомів в ланцюгу у співвідношенні приблизно 99,4% : 0,6% (див. табл. 1 і табл. 2).

Таблиця 2. Концентрація жирних кислот загальних ліпідів скелетних м'язів дволіток помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи, г/кг натуральної маси (M ± m; n = 6)

Table 2. The concentration of fatty acid composition of total lipids skeletal muscle of biennial carps from crossing of the antonino-zozulentinsky and lyubinsky intrinsic types of Ukrainian framed breed (M ± m; n = 6)

Показник / Indices	ЛРК / LFC	АЗРК / AZFC	σЛРК×♀АЗРК / σЛFC×♀AZFC	σАЗРК×♀ЛРК / σAZFC×♀LFC
Загальна кількість насичених жирних кислот / The total amount of saturated fatty acids (FA)	1,65	1,63	1,68	1,67
Загальна кількість ЖК з парною кількістю вуглецевих атомів в ланцюгу / The total number of FA with an even number of carbon atoms in the chain	1,64	1,62	1,66	1,65
Загальна кількість ЖК з непарною кількістю вуглецевих атомів в ланцюгу / The total number of FA with an odd number of carbon atoms in the chain	0,01	0,01	0,01	0,01
Загальна кількість ненасичених ЖК / The total number of unsaturated FA	12,09	11,94	12,30	12,28
Загальна кількість мононенасичених ЖК / The total number of monounsaturated FA	6,40	6,34	6,42	6,42
Загальна кількість поліненасичених ЖК / The total number of polyunsaturated FA	5,69	5,60	5,80	5,78
Загальна кількість ЖК родини n = 7 / The total number of FA family n = 7	0,07	0,06	0,07	0,07
Загальна кількість ЖК родини n = 9 / The total number of FA family n = 9	6,85	6,78	6,87	6,87
Загальна кількість ЖК родини n = 6 / The total number of FA family n = 6	2,04	2,01	2,07	2,07
Загальна кількість ЖК родини n = 3 / The total number of FA family n = 3	3,13	3,09	3,22	3,22
ІНЛ / LSI	0,136	0,137	0,140	0,139
Загальна кількість ЖК (насичені + ненасичені) / Total LCD (saturated + unsaturated)	13,74	13,57	13,89	13,88



Загальна кількість ненасичених ЖК загальних ліпідів скелетних м'язів знаходилася в діапазоні 11,94–12,30 г/кг натуральної маси та зростала у наступній послідовності досліджуваних груп: АЗРК → ЛРК → ♂АЗРК×♀ЛРК → ♂ЛРК×♀АЗРК. Концентрація мононенасичених ЖК загальних ліпідів скелетних м'язів домінувала над концентрацією поліненасичених ЖК приблизно у співвідношенні 52% : 48%.

Серед усіх груп жирних кислот загальних ліпідів скелетних м'язів найнижчою кількістю відзначилася пальмітоолеїнова кислота (С16:1) родини $n = 7$, що становило 0,06–0,07 г/кг натуральної маси (табл. 2).

Загальна кількість ЖК загальних ліпідів скелетних м'язів родини $n = 9$ знаходилася в межах 6,78–6,87 г/кг натуральної маси і характеризувалася приблизно однаковою концентрацією як у вихідних батьківських форм коропа, так і у помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи.

Загальна кількість ЖК родини $n = 6$ становила 2,04 г/кг у ЛРК; 2,01 г/кг — у АЗРК та 2,07 г/кг — у помісних групах, що не становило вірогідних міжгрупових різниць. Кількість ЖК родини $n = 3$ варіювала у діапазоні 3,09–3,22 г/кг натуральної маси і була дещо вищою у помісних коропів, порівняно з вихідними групами коропів (див. табл. 2). Найвищим вміст ЖК загальних ліпідів скелетних м'язів родини $n = 3$ був у групах ♂ЛРК×♀АЗРК та ♂АЗРК×♀ЛРК, що може бути зумовленим впливом промислової гібридизації на формування їх фізіолого-біохімічних особливостей (див. табл. 2).

Індекс насиченості ліпідів у тканині скелетних м'язів досліджуваних груп коропа знаходився в межах 0,136–0,140, що не становило вірогідних міжгрупових різниць (див. табл. 2).

Загальна кількість вищих жирних кислот була дещо вищою у помісних групах коропів, порівняно з вихідними формами, що може бути зумовленим чинниками ендогенного та екзогенного характеру та її генетичною детермінованістю.

З наведених даних видно, що міжгрупові різниці в загальній кількості насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот у загальних ліпідах скелетних м'язів риб різного генезу не становлять вірогідних відмінностей, що, на нашу думку, зумовлено максимально наближеними гідрохімічними та гідробіологічними умовами вирощування та однаковим жирнокислотним складом раціону риб.

Аналіз жирнокислотного складу гепатопанкреасу дослідних та контрольних груп показав, що існує тканинна специфічність накопичення жирних кислот. Так, порівняно із тканиною скелетних м'язів, спостерігалось вірогідне зростання вмісту ЖК у гепатопанкреасі (табл. 3).

Загальна кількість насичених жирних кислот у гепатопанкреасі коропів досліджуваних груп риб знаходилася в межах 3,66–3,69 г/кг натуральної маси, і практично удвічі перевищувала таку у скелетних м'язах. У печінці дослідних і контрольних груп риб за вмістом насичених ЖК загальних ліпідів вірогідні різниці відсутні (див. табл. 3, табл. 4).



Таблиця 3. Жирнокислотний склад загальних ліпідів гепатопанкреасу дволіток помісних коропів першого покоління від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопородних типів української рамчастої породи, г/кг натуральної маси ($M \pm m$; $n = 6$)

Table 3. The fatty acid composition of total lipids of hepatopancreatic tissues of biennial carps from crossing of the antonino-zozulentinsky and lyubinsky intrinsic types of Ukrainian framed breed ($M \pm m$; $n = 6$)

Код ЖК* / Cod of FA*	ЛРК / LFC	АЗРК / AZFC	♂ЛРК×♀АЗРК / ♂LFC×♀AZFC	♂АЗРК×♀ЛРК / ♂AZFC×♀LFC
C _{12:0}	0,03±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003
C _{14:0}	0,12±0,003	0,12±0,006	0,13±0,003	0,13±0,003
C _{15:0}	0,03±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003
C _{16:0}	2,30±0,024	2,30±0,018	2,31±0,024	2,31±0,024
C _{16:1}	0,24±0,017	0,24±0,021	0,24±0,013	0,24±0,013
C _{18:0}	0,79±0,015	0,80±0,015	0,78±0,015	0,78±0,015
C _{18:1}	12,56±0,066	12,58±0,072	12,55±0,067	12,55±0,067
C _{18:2}	2,78±0,069	2,80±0,069	2,77±0,070	2,77±0,070
C _{18:3}	2,37±0,044	2,39±0,046	2,35±0,044	2,35±0,044
C _{20:0}	0,39±0,030	0,41±0,024	0,38±0,030	0,38±0,030
C _{20:1}	1,16±0,062	1,15±0,057	1,15±0,051	1,15±0,051
C _{20:2}	1,08±0,058	1,08±0,071	1,06±0,078	1,06±0,078
C _{20:3}	0,83±0,027	0,81±0,026	0,86±0,026	0,86±0,026
C _{20:4}	2,79±0,061	2,76±0,055	2,82±0,064	2,82±0,064
C _{20:5}	2,75±0,046	2,73±0,049	2,78±0,044	2,78±0,044
C _{22:2}	0,37±0,022	0,39±0,020	0,39±0,023	0,39±0,023
C _{22:3}	0,62±0,036	0,60±0,034	0,63±0,035	0,63±0,035
C _{22:4}	2,03±0,041	2,01±0,035	2,06±0,041	2,06±0,041
C _{22:5}	4,19±0,061	4,15±0,058	4,22±0,058	4,22±0,058
C _{22:6}	6,22±0,062	6,17±0,053	6,26±0,059	6,26±0,059

Примітка. * — ЖК — жирні кислоти; ЛРК — любінський рамчастий короп; АЗРК — антонінсько-зозуленецький рамчастий короп; ♂ЛРК×♀АЗРК та ♂АЗРК×♀ЛРК — помісі ЛРК та АЗРК.

Notes. * — FA — fatty acids; LFC — lyubinsky framed carp; AZFC — antonino-zozulentinsky framed carp; ♂LFC×♀AZFC and ♂AZFC×♀LFC — hybrids of LFC and AZFC.

Вміст пальмітолеїнової кислоти (родини $n = 7$) у гепатопанкреасі був найнижчим відносно інших класів ЖК у всіх досліджуваних груп риб.

Загальна кількість ЖК родини $n = 9$ у гепатопанкреасі знаходилася в межах 14,76–14,87 г/кг і характеризувалася приблизно однаковою концентрацією в усіх групах риб, перевищуючи таку у м'язах удвічі (див. табл. 4). Загальна кількість жирних кислот родини $n = 6$ знаходилася в межах 6,37–6,47 г/кг і не становила вірогідних міжгрупових різниць, проте спостерігалася зростання їх концентрації порівняно з такою у м'язах у три рази (див. табл. 4).



Загальна кількість жирних кислот родини $n = 3$ у тканині гепатопанкреасу варіювала у діапазоні 18,05–18,30 г/кг і була дещо вищою у помісних коропів, порівняно з вихідними групами антонінсько-зозуленецьких і любінських коропів. Найвищим її вміст спостерігався у помісній групі ♂АЗРК×♀ЛРК.

Таблиця.4. Концентрація жирних кислот загальних ліпідів у гепатопанкреасі дволіток корона, г/кг натуральної маси (M ± m; n = 6)

Table 4. The concentration of fatty acid composition of total lipids of hepatopancreatic tissues of biennial carps from crossing of the antonino-zozulentinsky and lyubinsky intrinsic types of Ukrainian framed breed (M ± m; n = 6)

Показник / Indices	ЛРК / LFC	АЗРК / AZFC	♂ЛРК×♀АЗРК / ♂LFC×♀AZFC	♂АЗРК×♀ЛРК / ♂AZFC×♀LFC
Загальна кількість насичених жирних кислот / The total amount of saturated fatty acids (FA)	3,66	3,69	3,66	3,67
Загальна кількість ЖК з парною кількістю вуглецевих атомів в ланцюгу / The total number of FA with an even number of carbon atoms in the chain	3,63	3,64	3,65	3,65
Загальна кількість ЖК з непарною кількістю вуглецевих атомів в ланцюгу / The total number of FA with an odd number of carbon atoms in the chain	0,03	0,03	0,03	0,03
Загальна кількість ненасичених ЖК / The total number of unsaturated FA	39,59	39,57	39,71	39,70
Загальна кількість мононенасичених ЖК / The total number of monounsaturated FA	13,96	13,97	13,99	13,98
Загальна кількість поліненасичених ЖК / The total number of polyunsaturated FA	19,44	19,43	19,58	19,55
Загальна кількість ЖК родини $n = 7$ / The total number of FA family $n = 7$	0,24	0,24	0,25	0,24
Загальна кількість ЖК родини $n = 9$ / The total number of FA family $n = 9$	14,78	14,76	14,87	14,86
Загальна кількість ЖК родини $n = 6$ / The total number of FA family $n = 6$	6,40	6,37	6,45	6,47
Загальна кількість ЖК родини $n = 3$ / The total number of FA family $n = 3$	18,18	18,05	18,28	18,30
ІНЛ / LSI	0,092	0,093	0,092	0,092
Загальна кількість ЖК (насичені + ненасичені) / Total LCD (saturated + unsaturated)	43,25	43,16	44,42	43,44

Сумарна кількість насичених і ненасичених вищих ЖК в гепатопанкреасі помісних коропів та вихідних коропів перебувала в межах 43,16–44,42 г/кг і перевищувала таку у тканині скелетних м'язів утричі.



ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Аналіз жирнокислотного складу гепатопанкреасу дослідних та контрольних груп відобразив тканинну специфічність накопичення жирних кислот у коропів. Так, порівняно із тканиною скелетних м'язів, спостерігалось вірогідне зростання вмісту ЖК у гепатопанкреасі, що, насамперед, зумовлено його метаболічною активністю. Однак, міжгрупові відмінності за вмістом жирних кислот у тканинах скелетних м'язів та гепатопанкреасу досліджуваних груп коропа не були вірогідними, що пояснюється максимально наближеними умовами вирощування та однаковим забезпеченням природною та штучною кормовою базою.

Індекс насиченості ліпідів у тканині скелетних м'язів досліджуваних груп коропа знаходився в межах 0,136–0,140, що не становило вірогідних міжгрупових різниць.

ЛІТЕРАТУРА

1. Організація селекційно-плеємної роботи в рибицтві / Гринжевський М. В. та ін. Київ : Рибка моя, 2006. 352 с.
2. Сидоров В. С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Ленинград : Наука, 1983. 240 с.
3. Cowey C. B., Sargent Y. R. Lipid nutrition in fish // *Biochem. Physiol.* 1977. Vol. 57. P. 269—273.
4. Metabolism of fatty acids in fish. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 / Farkas T. et al. // *Aquaculture.* 1978. Vol. 14, № 1. P. 57—65.
5. Янович В. Г., Лагодюк П. З. Обмен липидов у животных в онтогенезе. Москва : Агропромиздат, 1991. 316 с.
6. Блага О. М., Рівіс Й. Ф. Сезонна динаміка концентрації неестерифікованих жирних кислот (НЕЖК) в зообентосі ставів західного регіону України // *Біологія тварин.* 2006. Т. 8, № 1–2. С. 168—171.
7. Farkas T. The dynamics of fatty acids i the aquatic food chain, phytoplankton, zooplankton, fish // *Ann. Biol. Tihany.* 1970. Vol. 37, № 1. P. 165—176.
8. Когтева Г. С., Безуглов В. В. Ненасыщенные жирные кислоты как эндогенные биорегуляторы // *Биохимия.* 1998. Т. 63, вып. 1. С. 6—15.
9. Попова Е. М., Кошій І. В. Ліпіди як компонент адаптації риб до екологічного стресу // *Рибогосподарська наука України.* 2007. № 1. С. 49—56.
10. Winston G. W. Oxidant and antioxidant in aquatic animals // *Comp. Biochem. Physiol. C.* 1991. Vol. 100, №1–2. P. 173—176.
11. Ривис И. Ф., Скорохид И. В. Количественный метод определения некоторых высокомолекулярных жырних кислот в растениях, тканях и биологических жидкостях организма сельськохозяйственных животных // *Докл. ВАСХНИЛ.* 1981. № 8. С. 32—35.
12. Газохроматографічне визначення високомолекулярних неестерифікованих жирних кислот в біологічному матеріалі / Рівіс Й. Ф. та ін. // *Укр. біохім. журн.* 1997. Т. 69, № 1. С. 110—115.
13. Одночасне газохроматографічне визначення окремих естерифікованих і неестерифікованих високомолекулярних жирних кислот в біологічному матеріалі / Рівіс Й. Ф. та ін. // *Укр. біохім. журн.* 1997. Т. 69, № 2. С. 107—112.
14. Визначення органічних кислот у біологічному матеріалі методом газохроматографічного аналізу : методичні рекомендації / Немировський В. І. та ін. Львів, 1984. 40 с.



REFERENCES

1. Hrynzhovskyi, M. V., et al. (2006). *Orhanizatsiia selektsiino-pleminnoi roboty v rybnytstvi*. Kyiv: Rybka moia.
2. Sidorov, V. S. (1983). *Jekologicheskaja biohimija ryb*. Lipidy. Leningrad: Nauka.
3. Cowey, C. B., & Sargent, Y. R. (1977). Lipid nutrition in fish. *Biochem. Physiol.*, 57, 269-273.
4. Farkas, T., et al. (1978). Metabolism of fatty acids in fish. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. *Aquaculture*, 14, 1, 57-65.
5. Janovich, V. G., & Lagodjuk, P. Z. (1991). *Obmen lipidov u zhivotnyh v ontogeneze*. Moskva: Agropromizdat.
6. Blaha, O. M., & Ravis, Y. F. (2006). Sezonna dynamika kontsentratsii neeteryfikovanykh zhyrnykh kyslot (NEZhK) v zoobentosi staviv zakhidnoho rehionu Ukrainy. *Biologhiia tvaryn*, 8, 1-2, 168-171.
7. Farkas, T. (1970). The dynamics of fatty acids i the aquatic food chain, phytoplankton, zooplankton, fish. *Ann. Biol. Tihany*, 37, 1, 165-176.
8. Kogteva, G. S., & Bezuglov, V. V. (1998). Nenasyshhennye zhirne kisloty kak jendogennye bioreguljatory. *Biohimija*, 63, 1, 6-15.
9. Popova, E. M., & Koshchii, I. V. (2007). Lipidy yak komponent adaptatsii ryb do ekolohichnoho stresu. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 49-56.
10. Winston, G. W. (1991). Oxidant and antioxidant in aquatic animals. *Comp. Biochem. Physiol. C.*, 100, 1-2, 173-176.
11. Ravis, I. F., & Skorohid, I. V. (1981). Kolichestvennyj metod opredelenija nekotoryh vysokomolekuljarnykh zhyrnykh kyslot v rastenijah, tkanjah i biologicheskikh zhidkostjah organizma sel's'kohozjajstvennykh zhivotnyh. *Dokl. VASHNIL*, 8, 32-35.
12. Ravis, Y. F., Skorokhid, I. V., Danylyk, B. B., & Protsyk, Ya. M. (1997). Hazokhromatohrafichne vyznachennia vysokomolekuliarnykh neeteryfikovanykh zhyrnykh kyslot v biologichnomu materialy. *Ukr. biokhim. zhurn.*, 69, 1, 110-115.
13. Ravis, Y. F., Skorokhid, I. V., Danylyk, B. B., & Protsyk, Ya. M. (1997). Odnochasne hazokhromatohrafichne vyznachennia okremykh eteryfikovanykh i neeteryfikovanykh vysokomolekuliarnykh zhyrnykh kyslot v biologichnomu materialy. *Ukr. biokhim. zhurn.*, 69, 2, 107-112.
14. Nemyrovskiy, V. I., Tereshchuk, O. M., & Hnativ, V. I. (1984). *Vyznachennia orhanichnykh kyslot u biologichnomu materialy metodom hazokhromatohrafichnoho analizu: metodychni rekomendatsii*. Lviv.

