

# ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РИБ

УДК 639.3:577.115.3

## ВМІСТ НЕТЕРИФІКОВАНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ПЕЧІНЦІ КОРОПА ЗА ЗГОДОВУВАННІ ОЛІЙ ТА ФУЗІВ

М.М. Цап, Й.Ф. Рівіс

Інститут біології тварин УААН, м. Львів

*Підвищене надходження в організм коропа неетерифікованих форм лінолевої та ліноленової кислот з оліями та фузами сприяє ефективному перетворенню їх у печінці на більш високомолекулярні і ненасичені метаболіти родин відповідно n-6 (ейкозатриєнову та ейкозатетраєнову — арахідонову кислоту) і n-3 (ейкозапентаєнову, докозадієнову, докозатриєнову, докозапентаєнову та докозагексаєнову кислоти).*

Неетерифіковані жирні кислоти (НЕЖК), які надходять в організм риб, зазнають метаболічних перетворень у печінці [1, 2]. Вони надходять у печінку коропа в результаті процесу ліполізу ліпідів (в основному триацилгліцеролів, фосфоліпідів і ефірів холестеролу) природних (зообентосу) і штучних (стандартного гранульованого комбікорму) кормів [3, 4]. Однак досі нез'ясованим лишається питання впливу олій та фузів, які містять у своєму складі підвищену кількість лінолевої та ліноленової кислот, які є родоначальницями більш високомолекулярних і ненасичених жирних кислот родин відповідно n-6 і n-3, на обмінні процеси НЕЖК у печінці коропа.

Метою нашої роботи було вивчити особливості вмісту НЕЖК у печінці коропа за умов згодовування соняшникового фузу та ріпакової олії.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослід проведено на ставах Львівського відділення Інституту рибного господарства УААН. Для дослідів було відібрано три групи (по 31 голіві в кожній) дворічок любінського лускатого коропа (живою масою 319–321 г). Живу масу піддослідних риб визначали на початку та в кінці дослідів. Групи риб утримували в окремих, поряд розміщених ставах (площа кожного 0,04 га). Контрольну групу коропів утримували на основному раціоні (ОР), до якого входили природний (зообентос) і штучний (стандартний гра-

нульований комбікорм) корм. Кількість штучного корму на цю кількість коропів у групі становила 1 кг. У раціоні риб I та II дослідних груп також входили вищевказані природні та штучні корми. Однак I та II дослідні групи коропів отримували штучний корм, на який нанесли в кількості 5% відповідно соняшниковий фуз і ріпакову олію. Комбікорм згодовували щоденно, в одну і ту саму годину дня, протягом одного місяця. У кінці експерименту визначали ступінь його поїдання та наповнення ним кишечника. Щоденно вимірювали температуру води у піддослідних ставах, визначали гідрохімічний режим. У кінці дослідного періоду загальноприйнятим методом проводили визначення вгодованості риб. Для лабораторних досліджень після декапітації були відібрані зразки печінки. У ній, а також у кормах визначали вміст НЕЖК [5–7]. Для цього з екстрактів ліпідів виділяли неетерифіковані жирні кислоти. Метилування останніх проводили метанолом за наявності каталізатора хлористого ацетилю, газорідинну хроматографію їх метилових ефірів — на хроматографі "Chrom-5" (Чехія). Отримані числові дані обробляли за допомогою стандартного пакета статистичних програм *Microsoft EXCEL*.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що за період дослідів температура води у піддослідних ставах

коливалася в межах 17–24°C. Гідрохімічний режим ставів (рН, окиснюваність, вміст окремих аніонів і катіонів, загальна мінералізація) перебував у допустимих межах.

Проведеними дослідженнями встановлено, що нанесення на стандартний гранульований комбікорм жирних добавок призвело до різкого зростання в ньому вмісту НЕЖК. Зокрема, після нанесення соняшникового фузу та ріпакової олії вміст НЕЖК у комбікормі зріс відповідно до 2383 і 2926 проти 1269 г<sup>-3</sup>/кг у натуральному комбікормі. Причому значно зріс вміст окремих НЕЖК: пальмітинової відповідно до 190 і 175 проти 105 г<sup>-3</sup>/кг у натуральному комбікормі; стеаринової — до 46 і 39 проти 36; олеїнової — до 511 і 1248 проти 265; лінолевої — до 1541 і 1094 проти 788; ліноленової відповідно до 57 і 311 проти 49 г<sup>-3</sup>/кг у натуральному комбікормі.

Згодовування рибац контрольної групи натурального стандартного гранульованого комбікорму, а рибац дослідних груп цього самого комбікорму, але з додаванням соняшникового фузу та ріпакової олії, істотно вплинуло на ступінь його поїдання, наповнення кишечника кормом та на вміст НЕЖК у печінці.

Зокрема, коропа дослідних груп, які поїдали штучний корм з добавками, на відміну від коропів контрольної групи, повністю поїдали штучний корм. Крім того, у коропів дослідних груп, порівняно з коропами контрольної групи, кишечник виявився більш наповненим.

Здавалося б, що більше поїдання штучного корму призведе до різкого збільшення концентрації НЕЖК у печінці коропів дослідних груп, порівняно з коропами контрольної групи. Однак, у печінці рибац дослідних груп, порівняно з рибац контрольної групи, рівень НЕЖК майже не змінювався. При цьому рівень насичених НЕЖК у печінці коропів дослідних груп, знижувався (відповідно до 205 і 196 проти 295 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси). Зниження відбувалось з боку кислот як з парною (відповідно до 204 і 195 проти 293 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси), так і з непарною (відповідно до 1,1 і 1,0 проти 2,3 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси) кількістю вуглецевих атомів

у ланцюгу. Одночасно концентрація ненасичених НЕЖК у печінці рибац дослідних груп, порівняно з контрольною групою, дещо збільшувалась (відповідно до 280 і 2892 проти 2719 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси). Їхня концентрація збільшувалась в основному з боку поліненасичених НЕЖК (відповідно до 2647 і 2745 проти 2512 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси). Причому концентрація поліненасичених НЕЖК у печінці коропів I дослідної групи збільшувалась більше з боку кислот родини *n*-6 (140 проти 199 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси), ніж родини *n*-3 (2024 проти 1876 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси), а II дослідної групи — родини *n*-3 (2143 проти 1876 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси), ніж родини *n*-6 (507 проти 493 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси). Водночас кількість мононенасичених НЕЖК у печінці рибац I і II дослідних груп, порівняно з контрольною групою, зменшувалась (відповідно до 155 і 148 проти 207 г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси). Такі зміни концентрації насичених і ненасичених НЕЖК у печінці коропів I і II дослідних груп, порівняно з контролем, зумовлюють різке підвищення ненасиченості ліпідів. На це вказує індекс насиченості ліпідів (відношення насичених НЕЖК до ненасичених — ІНЛ), який у печінці коропів I і II дослідних груп становить однозначно 0,07 проти 0,11 у печінці коропів контрольної групи (таблиця).

З таблиці видно, що рівень насичених НЕЖК у печінці коропа дослідних груп, порівняно з контрольною, знижується з боку лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової та стеаринової кислот. Концентрація поліненасичених НЕЖК у печінці коропів I і II дослідних груп, які поїдали штучний корм з добавкою відповідно соняшникового фузу та ріпакової олії, порівняно з коропами контрольної групи, збільшується з боку ейкозатриєнової, ейкозатриєнової, ейкозатетраєнової (арахідонової), ейкозапентаєнової, докозатриєнової, докозатриєнової, докозатетраєнової, докозатетраєнової та докозагексаєнової кислот. Також видно, що кількість мононенасичених НЕЖК у печінці рибац дослідних груп, порівняно з контрольною, зменшується в основному за рахунок пальмітоолеїнової та олеїнової кислот.

Рівень НЕЖК у печінці піддослідних груп коропа,  
г<sup>-3</sup>/кг натуральної маси, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

НЕЖК та їх код	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Лауринова, 12:0	2,10±0,12	1,30±0,09**	1,20±0,09**
Міристинова, 14:0	13,30±0,36	10,90±0,55*	10,50±0,50*
Пентадеканова, 15:0	2,30±0,09	1,10±0,06***	1,00±0,06***
Пальмітинова, 16:0	224,20±8,47	150,30±8,10**	145,00±6,75**
Пальмітоолеїнова, 16:1	17,40±0,64	14,10±0,55 *	13,80±0,53*
Стеаринова, 18:0	53,30±2,84	41,30±1,53*	38,50±1,32**
Олеїнова, 18:1	101,60±4,89	78,80±1,47*	76,30±1,34**
Лінолева, 18:2	210,70±6,29	170,20±7,32*	163,40±5,78**
Ліноленова, 18:3	193,70±6,78	103,40±4,13***	100,60±3,21***
Ейкозаєнова, 20:1	88,10±2,43	61,60±3,43**	56,50±2,95**
Ейкозадиєнова, 20:2	78,60±0,78	57,80±3,59**	53,10±3,82**
Ейкозатриєнова, 20:3	55,70±2,17	73,60±3,14**	67,00±2,56*
Арахідонова, 20:4	226,90±7,92	283,40±7,35**	276,40±8,35*
Ейкозапентаєнова, 20:5	221,90±6,63	246,80±2,27*	252,30±2,21*
Докозаєнова, 22:1	—	—	1,20±0,09
Докозадиєнова, 22:2	32,20±1,33	38,10±0,68 *	41,20±1,04**
Докозатриєнова, 22:3	164,70±4,21	190,90±4,32*	205,70±3,75**
Докозатетраєнова, 22:4	202,80±4,31	257,60±8,78**	302,50±5,86***
Докозапентаєнова, 22:5	439,30±28,90	505,40±3,60*	529,50±4,69*
Докозагексаєнова, 22:6	685,50±8,62	720,00±5,08*	752,80±4,33**

\*  $P < 0,05-0,02$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Становить інтерес той факт, що в печінці коропів дослідних груп, порівняно з контрольною, зменшується вміст кислот-родоначалниць родин  $n-6$  і  $n-3$  (відповідно лінолевої та ліноленової кислот).

У печінці риб дослідних груп, на відміну від контрольної, вміст неетерифікованої форми ліноленової кислоти значно

зменшувався, ніж лінолевої. Це може вказувати на інтенсивніше її перетворення у більш довголанцюгові та ненасичені жирні кислоти [5]. Крім того, таке інтенсивне перетворення ліноленової кислоти у більш довголанцюгові та ненасичені жирні кислоти може свідчити також про більшу потребу організму коропа у цій кислоті, ніж у лінолевій [4].

Про інтенсивність перетворень неетерифікованих форм лінолевої та ліноленової кислот у печінці коропа свідчать такі дані. Відношення концентрації родоначальниці кислот родини *n-6* — неетерифікованої лінолевої кислоти до вмісту її більш довголанцюгових і ненасичених метаболітів у печінці коропів I і II дослідної груп становить відповідно 0,48 і 0,47 проти 0,74 у контрольній групі. Відношення вмісту родоначальниці кислот родини *n-3* — неетерифікованої ліноленової кислоти до рівня її більш довголанцюгових і ненасичених метаболітів у печінці риб I і II дослідної груп становить 0,05 проти 0,11 у печінці риб контрольної групи. Наведені вище числові дані можуть вказувати на те, що інтенсивність перетворення неетерифікованої форми ліноленової кислоти у печінці коропа є більшою, ніж інтенсивність перетворення в ній неетерифікованої форми лінолевої кислоти.

Відомо, що в організмі коропа лінолева та ліноленова кислоти, як і інші поліненасичені жирні кислоти, найбільш виражено беруть участь у формуванні плинності клітинних мембран [5, 1]. Крім того, у тканинах організму коропа із лінолевої та ліноленової кислот синтезуються відповідно різні класи біологічно активних речовин [5]. Вони відрізняються один від одного довжиною бічного вуглецевого ланцюга та біологічною активністю.

Обмінні процеси неетерифікованих форм лінолевої та ліноленової кислот у печінці коропів дослідних груп тісно

корелюють з їх вгодованістю. Так, коефіцієнт вгодованості риб I і II дослідної груп становив відповідно 2,77 і 2,83 проти 2,57 у риб контрольної групи. Це ще раз вказує на те, що організм коропа потребує кормів, які містять у своєму складі більшу кількість ліноленової кислоти, ніж лінолевої.

## ВИСНОВКИ

Незважаючи на підвищене надходження НЕЖК з кормом (в результаті нанесення на стандартний гранульований комбікорм соняшникового фузу та ріпакової олії), загальна їх концентрація у печінці коропів істотно не змінюється.

За умов згодовування соняшникового фузу або ріпакової олії у печінці коропів зменшується вміст неетерифікованих форм насичених і мононенасичених НЕЖК родин *n-7* і *n-9*.

Згодовування соняшникового фузу або ріпакової олії з підвищеною кількістю неетерифікованих форм відповідно лінолевої та ліноленової кислот, у печінці коропів зростає вміст більш високомолекулярних і ненасичених їхніх метаболітів родин відповідно *n-6* (ейкозатриєнову та ейкозатетраєнову — арахідонову кислоти) і *n-3* (ейкозапентаєнову, докозатриєнову, докозатриєнову, докозапентаєнову та докозагексаєнову кислоти).

Обмінні процеси неетерифікованих форм лінолевої та, особливо, ліноленової кислот у печінці дослідних риб тісно корелюють з їх вгодованістю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Остроумова И.Н.* Биологические основы кормления рыб. — Санкт-Петербург: ГосНИОРХ, — 2001. — 369 с.
2. Годівля риб: Підручник / І.М. Шерман, М.В. Гринжевський, Ю.О. Желтов та ін.; За ред. І.М. Шермана. — К.: Вища освіта, 2001. — 269 с.
3. *Сорвачев К.Ф.* Основы биохимии питания рыб. — М.: Легкая и пищевая пром. — 1982. — 248 с.
4. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб / І.М. Шерман, М.В. Гринжевський, Ю.О. Желтов, Ю.В. Пилипенко, М.І. Воліченко, І.І. Грициняк. — К.: Вища освіта, 2002, — 128 с.
5. *Rivis I.F., Danylic B.B., Procyk J.M.* Simultaneous determination of common, esterified and unesterified fatty acids // 10<sup>th</sup> International Symposium: Advances and application of chromatography in industry. — Bratislava, 1996. — P. 152–153.
6. *Рівіс Й.Ф., Данилик Б.Б.* Газохроматографічне визначення високомолекулярних неетерифікованих жирних кислот в біологічному матеріалі // Укр. біохім. журнал. — 1997. — Т. 69, № 1. — С. 79–83.
7. *Рівіс Й.Ф., Скорохід І.В., Данилик Б.Б., Процик Я.М.* Одночасне газохроматографічне визначення окремих етерифікованих і неетерифікованих високомолекулярних кислот у біологічному матеріалі // Укр. біохім. журнал. — 1997. — Т. 69, № 2. — С. 110–115.

**СОДЕРЖАНИЕ И ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ НЕЭТЕРИФИЦИРОВАННЫХ  
ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ПЕЧЕНИ КАРПА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ  
МАСЕЛ И ФУЗОВ**

*М.М. Цап, И.Ф. Ривис*

Повышенное поступление в организм карпа неэтерифицированных форм линолевой и линоленовой кислот с маслами и фузами способствует эффективному превращению их в печени в более высокомолекулярные и более ненасыщенные метаболиты семейств соответственно *n-6* (ейкозатриеновую и ейкозатетраеновую — арахидоновую кислоты) и *n-3* (ейкозапентаеновую, докозодиеновую, докозатриеновую, докозапентаеновую и докозагексаеновую кислоты).

**CONCENTRATION AND METABOLISM PROCESSES OF NONESTERIFIED  
FATTY ACIDS IN THE LIVER OF CARP UNDER CONDITIONS  
OF FEEDING OILS AND FUSAS**

*M. Tsap, Y. Ravis*

Increased intake of nonesterified forms of linoleic and linolenic acids in organism of carp along with oils and fusas contributes to more effective conversion of them in the liver into the more high-molecular and more unsaturated metabolites of *n-6* (eicosatrienic and eicosatetraenic arachidonic acids) and *n-3* (eicosapentaenic, docosadienic, docosatrienic, docosapentaenic and docosahexaenic acids) kind respectively.

**ДО УВАГИ АВТОРІВ**

**Статті до журналу надсилати за адресою:**

Україна, 03164 м. Київ, вул. Обухівська, 135,

Інститут рибного господарства УААН,  
редакція журналу “Рибогосподарська наука України”,  
тел. 423-74-65