

## ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ПЕЧІНКИ ТА РІСТ КОРОПІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ РІЗНИХ КІЛЬКОСТЕЙ ЦИНКУ В КОМБІКОРМІ

*М. І. Храбко, Й. Ф. Рівіс*

Інститут біології тварин НААН України

*Вміст цинку в печінці коропів дослідних груп, яким у складі комбікорму згодовували додаткові кількості цього мінерального елемента, був вищим. У печінці коропів дослідних груп, яким у складі комбікорму згодовували додаткові кількості цинку, за рахунок насичених і, особливо, поліненасичених жирних кислот є тенденція до зростання загального вмісту жирних кислот. При цьому рівень мононенасичених жирних кислот має тенденцію до зниження. У печінці коропів дослідних груп є тенденція до зростання відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6. Однак у печінці коропів дослідних груп є вища інтенсивність перетворень ліноленової і, особливо, лінолевої в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.*

У літературі є суперечливі дані щодо оптимального вмісту цинку в комбікормі для коропів [1, 2]. Одні автори вказують на те, що в одному кілограмі комбікорму для коропів повинно міститися 30 мг цинку, інші — 60 мг [3]. Цинк є незамінним мікроелементом у раціонах для коропів [3, 4]. Від цього мінерального елемента в тканинах коропів залежить активність цілої низки ферментів білкового, ліпідного та вуглеводного обмінів [5, 6]. У кінцевому випадку від нього залежить інтенсивність росту коропів [2, 4]. Перед нами стояло завдання вивчити вплив різних кількостей цинку в комбікормі на жирнокислотний склад печінки та ріст коропів.

**Матеріали і методи.** Провели тривалий дослід в умовах рибоводних ставків Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства УААН (сmt. Великий Любінь, Городоцького р-ну, Львівської області). Було сформовано три групи по 150 екземплярів дволіток коропів середньою живою масою 33 г. Кожна група коропів протягом 90 днів утримувалась в окремих ставках. Останні, площею 0,10 га кожний, мали незалежне водопостачання. Піддослідні коропи щоденно о 8<sup>00</sup> годині ранку отримували стандартний гранульований комбікорм рецепту № Р-К-20 у розрахунку 6 % від маси тіла. Причому коропам контрольної групи згодовували комбікорм, який містив у своєму складі 30 мг/кг цинку. Коропам першої та другої дослідних груп згодовували комбікорм, який містив у своєму складі відповідно 60 і 80 мг/кг цинку. Після декапітації останніх, для лабораторних досліджень відбирали зразки печінки. Підвищені кількості цинку в комбікормі створювалися за рахунок внесення перед гранулюванням до нього солі у вигляді сульфату цинку. У відібраних зразках ставкових вод, комбікорму, тканинах печінки ставкових риб визначався вміст цинку та жирнокислотний склад.

Жирнокислотний склад печінки визначався шляхом екстракції ліпідів сумішшю хлороформ-метанол-соляна кислота (200:100:1 за об'ємом). Звільнені від хлороформу ліпіди омиляли, а отримані жирні кислоти метилювали. Метиллові ефіри жирних кислот вводили у випаровувач газорідного хроматографічного апарату. Для досліджень метилових ефірів жирних кислот було використано газорідний хроматографічний апарат «Chrom-5» (Laboratorní přístroje, Praha), який має нержавіючу сталеву колонку довжиною 3700 мм із внутрішнім діаметром 3 мм. Колонку було заповнено Chromaton-N-AW, зерніням 60–80 меш, силанізованим HMDS (гексаметилдисілізаном), покритим

полідіетиленгліколь-адипінатом (нерухомою рідкою фазою) у кількості 10 %. Розхід газу-носія, хімічно чистого та осушеного азоту (рухома фаза) через колонку при вхідному тиску  $1,5 \times 10^5$  Па складав біля 65 мл/хв, горіння полум'я (25 мл/хв) і повітрям (380 мл/хв). Ізотермічний режим роботи набивної колонки з полярною рідкою фазою утримувався на  $196^\circ\text{C}$ , а випаровувача та детектора — на  $245^\circ\text{C}$ . Детектор використовувався полум'яно-іонізаційний (FID), як один із найбільш чутливих [7]. Ефективність колонки, визначена по Мак-Нейр і Бонеллі для загальноприйнятого середнього піка на хроматограмі — метилового ефіру пальмітинової кислоти — становила  $1790 \pm 120$  теоретичних тарілок.

Ідентифікація піків на хроматограмі проводилась методом розрахунку «вуглецевих чисел» [8], а також використанням хімічно чистих, стандартних, гексанових розчинів метилових ефірів жирних кислот. Розрахунок вмісту окремих жирних кислот за результатами газохроматографічного аналізу проводився за формулою [9, 10], яка включає в себе поправочні коефіцієнти для кожної досліджуваної жирної кислоти. Поправочні коефіцієнти знаходились як відношення площ піків (зокрема висот піків) гептадеканової (внутрішній стандарт) та досліджуваної кислот при концентрації 1:1 і ізотермічному режимі роботи газорідного хроматографічного апарату.

Отриманий цифровий матеріал оброблено методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. Зміни вважалися вірогідними при  $P < 0,05$ . Для розрахунків використано спеціальну комп'ютерну програму Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

**Результати та обговорення.** Проведеними дослідженнями встановлено, що впродовж літнього періоду середньомісячна температура води в піддослідних ставках коливалася в межах  $15\text{--}24^\circ\text{C}$ . Хімічний склад води в піддослідних ставках був у допустимих межах. Впродовж літнього періоду вміст цинку в ставкових водах коливався в межах  $12\text{--}16$  мкг/л. Чисельність природного корму (зообентосу) у піддослідних ставках впродовж літнього періоду знаходилась в межах  $80,2 \pm 2,51$  —  $360,2 \pm 4,88$  тис. екз./м<sup>2</sup> ґрунтового дна (на глибину до 10 см), а його біомаса —  $0,39 \pm 0,029$  —  $1,80 \pm 0,017$  г/м<sup>2</sup> ґрунтового дна (на глибину до 10 см). Вміст цинку в зообентосі ставів лежав у межах норми. Встановлено, що вміст цинку в печінці коропів першої та другої дослідних груп, яким у складі комбікорму згодовували додаткові кількості цього мінерального елемента, становив відповідно  $166,0 \pm 2,91$  і  $187,1 \pm 3,52$  проти  $125,4 \pm 2,74$  мг/кг натуральної маси в печінці коропів контрольної групи, які отримували комбікорм без добавок. Встановлено також, що в печінці коропів першої та другої дослідних груп, яким у складі комбікорму згодовували додаткові кількості цинку є тенденція до зростання вмісту жирних кислот (табл.). Як видно з таблиці це відбувається за рахунок насичених і, особливо, поліненасичених жирних кислот. При цьому рівень мононенасичених жирних кислот має тенденцію до зниження.

Тенденція до зростання вмісту насичених жирних кислот у печінці коропів першої та другої дослідних груп, порівняно з печінкою коропів контрольної групи, спостерігається з боку кислот з парною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу (відповідно до 3,10 і 3,11 проти 3,09 г/кг натуральної маси), а поліненасичених — з боку кислот родин n-3 (відповідно до 14,96 і 15,28 проти 14,60) і n-6 (відповідно до 7,76 і 7,84 проти 7,64 г/кг натуральної маси).

У печінці коропів першої та другої дослідних груп, порівняно з печінкою коропів контрольної групи, є тенденція до зростання відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 (табл). Однак треба наголосити на наступному. У печінці коропів першої та другої дослідних груп, яким у складі комбікорму згодовували додаткові кількості цинку, порівняно з печінкою коропів контрольної групи, які поїдали комбікорм без добавок, є вища інтенсивність перетворень ліноленової (відповідно 0,16 і 0,15 проти 0,17) і, особливо, лінолевої (відповідно 0,62 і 0,59 проти 0,66) кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

Тенденція до зниження рівня мононенасичених жирних кислот у печінці коропів першої та другої дослідних груп спостерігається з боку кислот родин n-7 (відповідно до 0,17 і 0,16 проти 0,18 г/кг натуральної маси) і n-9 (відповідно до 10,25 і 10,21 проти 10,31 г/кг натуральної маси). Зростання вмісту поліненасичених жирних кислот у печінці коропів дослідних груп, можливо, зумовлене елонгаційною та десатуруючою дією згодовуваного цинку на наявні в ній жирні кислоти.

Таблиця

**Вміст вищих жирних кислот у печінці піддослідних коропів, г/кг натуральної маси, (M±m, n=3)**

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (OP)	1-а дослідна група (OP+60 мг/кг цинку)	2-а дослідна група (OP+80 мг/кг цинку)
Лауринова, 12:0	0,02±0,003	0,02±0,003	0,02±0,003
Міристинова, 14:0	0,09±0,003	0,09±0,003	0,09±0,003
Пентадеканова, 15:0	0,02±0,003	0,02±0,003	0,02±0,003
Пальмітинова, 16:0	2,04±0,046	2,05±0,051	2,05±0,057
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,18±0,005	0,17±0,005	0,16±0,005*
Стеаринова, 18:0	0,76±0,037	0,76±0,038	0,77±0,038
Олеїнова, 18:1	9,42±0,103	9,34±0,095	9,27±0,092
Лінолева, 18:2	3,03±0,071	2,96±0,067	2,90±0,068
Ліноленова, 18:3	2,15±0,040	2,08±0,043	2,00±0,046
Арахінова, 20:0	0,18±0,008	0,18±0,006	0,18±0,008
Ейкозаснова, 20:1	0,89±0,240	0,91±0,021	0,94±0,018
Ейкозациєнова, 20:2	0,89±0,017	0,92±0,015	0,94±0,018
Ейкозатриєнова, 20:3	0,92±0,020	0,96±0,015	1,00±0,018*
Арахідонова, 20:4	2,35±0,042	2,44±0,051	2,50±0,041
Ейкозапентаєнова, 20:5	2,16±0,052	2,24±0,052	2,31±0,056
Докозациєнова, 22:2	0,45±0,011	0,48±0,011	0,50±0,008*
Докозатриєнова, 22:3	0,53±0,014	0,56±0,015	0,58±0,018
Докозатетраєнова, 22:4	1,76±0,044	1,82±0,044	1,86±0,042
Докозапентаєнова, 22:5	3,42±0,074	3,54±0,029	3,63±0,036
Докозагексаєнова, 22:6	4,58±0,158	4,72±0,140	4,90±0,056
Загальний вміст ВЖК	35,84	36,26	36,62
в т. ч. насичені	3,11	3,12	3,13
мононенасичені	10,49	10,42	10,37
поліненасичені	22,24	22,72	23,12
n-3/n-6	1,91	1,92	1,94

Збільшення концентрації насичених жирних кислот у печінці коропів дослідних груп, можливо, викликане як компенсація на зростання вмісту поліненасичених жирних кислот. У печінці коропів другої дослідної групи, порівняно з печінкою коропів контрольної групи, вірогідно зростає вміст поліненасичених жирних кислот родини n-6 — ейкозатриєнової та докозациєнової кислот, але зменшується — мононенасиченої жирної кислоти родини n-7 — пальмітоолеїнової.

Отримані дані вказують на те, що додатково згодовуваний з кормом цинк насамперед впливає на вміст у печінці коропів тих довголанцюгових жирних кислот, які у великих кількостях (у вигляді лінолевої кислоти) надходять в їх організм з штучним кормом — комбікормом. Цинк у меншій мірі впливає на вміст у печінці коропів довголанцюгових жирних кислот ліноленового ряду, які у великих кількостях надходять в їх організм у готовому вигляді з природним кормом — зообентосом.

У кінці досліду жива маса коропів першої та другої дослідних груп, які у складі комбікорму отримували підвищені кількості цинку, була відповідно на 12,6 і 16,5 % більшою, ніж у коропів контрольної групи, які в складі комбікорму отримували мінімальну кількість цинку. Відповідно на стільки ж були вищими абсолютний та середньодобовий прирости живої маси коропів дослідних груп, порівняно з коропами контрольної групи. У кінці досліду в коропів першої та другої дослідних груп, порівняно з

коропами контрольної групи, відповідно на 11,9 і 12,4 % був вищим також коефіцієнт вгодованості.

Наведене вище вказує на те, що згодовуваний в складі комбікорму цинк проявляє анаболічну дію на організм коропів. Він стимулює обмінні процеси в організмі коропів і тим самим підвищує інтенсивність їх росту та вгодованості. Це може вказувати на те, що згодовуваний цинк підвищує засвоєння поживних речовин корму та їх трансформацію в складові компоненти скелетних м'язів коропів. Встановлено що на один грам приросту маси тіла коропів першої та другої дослідних груп витрачено відповідно 3,56 і 3,44 г корму, тоді як контрольної — 4,05.

## В И С Н О В К И

1. Вміст цинку в печінці коропів першої та другої дослідних груп, яким у складі комбікорму згодовували додаткові кількості цього мінерального елемента, становив відповідно  $166,0 \pm 2,91$  і  $187,1 \pm 3,52$  проти  $125,4 \pm 2,74$  мг/кг натуральної маси в печінці коропів контрольної групи, які отримували комбікорм без добавок.

2. У печінці коропів першої та другої дослідних груп є тенденція до зростання відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 (відповідно до 1,92 і 1,94 проти 1,91). Однак у печінці коропів дослідних груп є вища інтенсивність перетворень ліноленової і, особливо, лінолевої в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

3. Жива маса коропів дослідних груп була на 12,6–16,5 % вищою. На стільки ж відсотків у них були вищими абсолютний та середньодобовий прирости живої маси.

**Перспективи подальших досліджень.** Вивчення жирнокислотного складу печінки та ріст коропів за згодовування різних кількостей цинку в комбікормі

## TOTAL LIPID ACID COMPOSITION IN THE LIVER AND GROWTH OF CARPS UNDER FEEDING DIFFERENT QUALITES OF ZINK IN RATION

*M. I. Khrabko, J. F. Rivis*

### S U M M A R Y

Zinc content in the liver of carps of research groups, which were fed additional amount of mineral elements, was higher. In the liver of carps of research groups, given fodder with additional amount of zinc, due to intense, especially polyunsaturated fatty acids have a tendency to increase the content of fatty acids. The level of monounsaturated fatty acids tends to decrease. In the liver of carps of research groups there was a tendency to increase ratio of polyunsaturated fatty acid family of n-3 polyunsaturated fatty acids to n-6 family. However, in carp's liver of research groups' intensity of transformations of linolenic acid is higher, and, especially, in the linolic acid, in to their more long chains and more unsaturated derivatives.

## ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЕЧЕНИ И РОСТ КАРПОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЗНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЦИНКА В КОМБИКОРМ

*М. И. Храбко, Й. Ф. Ривис*

### А Н Н О Т А Ц И Я

Содержание цинка в печени карпов опытных групп, которым в составе комбикорма скармливали дополнительные количества этого минерального элемента, было выше. В печени карпов опытных групп, которым в составе комбикорма скармливали

дополнительные количества цинка, за счет насыщенных и, особенно, полиненасыщенных жирных кислот проявляется тенденция к росту общего содержания жирных кислот. При этом уровень мононенасыщенных жирных кислот имеет тенденцию к снижению. В печени карпов опытных групп, выявлена тенденция к увеличению отношения полиненасыщенных жирных кислот семейства n-3 к полиненасыщенным жирным кислотам семейства n-6. Однако в печени карпов опытных групп установлена высокая интенсивность преобразований линоленовой и, особенно, линолевой в их более длинноцепочечные и более ненасыщенные производные.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Бетман Ш. А.* Микроэлементы в организме рыб и птиц / Ш. А. Бетман, А. Э. Ильзинь. — Рига : Зинатне, 1968. — С. 5–18.
2. *Воробьев В. И.* Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В. И. Воробьев. — М. : Пищевая пром-сть, 1979. — 184 с.
3. *Хоменчук В. О.* Особливості субклітинного розподілу важких металів в деяких тканинах коропа при дії їх підвищених концентрацій / В. О. Хоменчук // Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. Володимира Гнатюка. — 2001. — 2 (13). — С. 59–63. — (Серія «Біологія»).
4. *Войнар А. И.* Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А. И. Войнар. — М. : Пищевая пром-сть, 1986. — 264 с.
5. Пат. 28798 України, МПК А 23 К 1/00; А 01 К 61/00. Спосіб підвищення продуктивності та якості продукції ставкових риби / Й. Ф. Рівіс, І. І. Грициняк, М. М. Цап, О. М. Блага ; заявник і патентовласник Інститут біології тварин УААН. — № U 2007 08246; заявл. 19.07.2007 ; опубл. 25.12.2007, Бюл. № 21. — 6 с.
6. *Остроумова Н. И.* Биологические основы кормления рыб / Н. И. Остроумова. — Санкт-Петербург : ИП Комплекс, 2001. — 372 с
7. *Уден П. К.* Детектирование в количественной газовой хроматографии / П. К. Уден // Количественный анализ хроматографическими методами. — М. : Мир, 1990. — С. 84–128.
8. *Ackman R. G.* Gas liquid chromatography of fatty acids and esters / R. G. Ackman // Methods in enzymology. — New York : Acad. Press, 1969. — Vol. 14, № 1. — P. 329–381.
9. *Ривис И. Ф.* Количественный метод определения отдельных высокомолекулярных жирных кислот в растениях, тканях и биологических жидкостях организма сельскохозяйственных животных / И. Ф. Ривис, И. В. Скороход // Доклады ВАСХНИЛ. — 1981. — № 8. — С. 32–35.
10. *Рівіс Й. Ф.* Газохроматографічне визначення високомолекулярних неетерифікованих жирних кислот в біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, І. В. Скорохід, Б. Б. Данилик [та ін.] // Український біохімічний журнал.

**Рецензент:** старший науковий співробітник лабораторії імунології, кандидат ветеринарних наук Н. З. Огородник