

УДК 597.554.3.636.085.55.546.47

ВМІСТ РІЗНИХ ФОРМ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ТКАНИНАХ ПЕЧІНКИ ТА РІСТ КОРОПІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ РІЗНИХ КІЛЬКОСТЕЙ ЦИНКУ

М.І. Храбко, Й.Ф. Рівіс, І.І. Грициняк

Інститут біології тварин НААНУ, м. Львів
Інститут рибного господарства НААНУ, м. Київ

Представлено результати дослідження вмісту неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот у печінці та ріст коропів залежно від різних кількостей цинку в комбікормі.

Цинк у невеликих кількостях є незамінним у раціонах для коропів [1, 4]. Одні дані вказують на те, що в 1 кг комбікорму для коропів повинно міститися 30 мг цинку, інші — 60 мг. Від цього мінерального елемента в тканинах коропів залежить активність цілої низки ферментів білкового, ліпідного та вуглеводного обмінів [3, 5]. Він суттєво впливає на обмінні процеси жирних кислот [2, 4]. Це пов'язано з тим, що цинк активує 2-, 3-, 4- та 5-ту десатурази, які несуть відповідальність за кількість подвійних зв'язків у молекулі поліненасичених жирних кислот [5, 6]. У кінцевому результаті від цинку залежить інтенсивність росту коропів [2, 4].

Треба відзначити, що жирні кислоти у тканинах коропів знаходяться в етерифікованій (в ефірному зв'язку зі спиртами — гліцерилем і холестеролом), неетерифікованій та аніонній (зв'язані з катіонами) формах [8, 12]. Рівень неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах коропів залежить від інтенсивності процесів їх обміну (етерифікації, окиснення, зв'язування з катіонами) [9, 11], а аніонних — від вмісту в них катіонів [8, 12]. У літературі відсутні дані щодо впливу різних кількостей цинку в комбікормі на вміст різних форм жирних кислот у тканинах коропів. Вміст неетерифікованих форм довголанцюгових жирних кислот (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку,

зменшується. Однак більша кількість аніонних насичених жирних кислот у печінці коропів дослідних груп зумовлена більшим вмістом у їх складі насичених жирних кислот з парним і непарним числом атомів вуглецю в ланцюгу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проведені на ставах Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААНУ. На початку літнього періоду вирощування риб було сформовано три групи дворічок коропів. Кожна група вирощувалася в ставках з незалежним водопостачанням. Кожен ставок мав площу 0,10 га. У ставках періодично визначався хімічний склад води (в тому числі вміст досліджуваного цинку). Щільність посадки коропів у ставках становила 1500 екз./га. Перед посадкою коропів у ставки була визначена маса їх тіла. Коропи кожної групи щоденно о 8.00 год ранку отримували стандартний гранульований комбікорм у розрахунку 6% маси тіла. Перша група коропів була контрольною та отримувала наведений вище комбікорм, який містив у своєму складі 30 мг/кг цинку. Друга група коропів отримувала в складі комбікорму 60 мг/кг цинку, а третя — 80 мг/кг. Дослід тривав 90 днів. У кінці досліду була визначена маса тіла коропів із кожної групи. Після декапітації останніх для лабораторних досліджень були відібрані зразки печінки.

Підвищені кількості цинку в комбі-кормі створювалися за рахунок внесення перед гранулюванням до нього його солі у вигляді сульфату. У відібраних зразках ставкових вод, комбікорму, печінці коропів визначали вміст цинку. Крім того, у відібраних зразках печінки коропів визначали вміст неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот.

Вміст цинку у ставкових водах, комбікормі та печінці коропів визначали загальноприйнятим методом [10]. Також загальноприйнятими методами у печінці визначали і рівень неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот [11, 12]. Отриманий цифровий матеріал обробляли методом варіаційної статистики з використанням критерію Ст'юдента.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що в печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, порівняно з печінкою коропів контрольної групи, які споживали комбікорм без добавок, є більша концентрація цього важкого металу (у 1-й та 2-й дослідних групах відповідно $166,0 \pm 2,91$ і $187,1 \pm 3,52$ проти $125,4 \pm 2,74$ мг/кг натуральної маси в контролі). Разом з тим у печінці коропів дослідних груп, змінюється вміст неетерифікованих і аніонних форм жирних кислот. Це впливає на енергетичну [14, 15], функціонально-метаболічну [3, 4, 16] та біологічно цінність [6, 9] жирних кислот для організму коропів.

Нами встановлено, що різні кількості цинку в комбікормі впливають на загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у печінці коропів. Так, загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, є дозозалежно меншим, ніж у печінці коропів, які отримували комбікорм без добавок (табл. 1).

Зменшення загального вмісту неетерифікованих форм жирних кислот у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, може вказувати на зниження забезпеченості їх організму легкодоступною енергією [1, 6]. Зниження рівня неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот

у печінці коропів може вказувати також на зменшення її забезпеченості структурними [6, 8] та біологічно активними [15, 16] компонентами.

Менша концентрація неетерифікованих форм насичених жирних кислот у печінці коропів дослідних груп порівняно з печінкою коропів контрольної групи (табл. 1) зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот з парним (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 146,75 і 142,88 проти $145,55 \text{ г}^{-3}/\text{кг}$ натуральної маси) і непарним (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 0,60 і 0,56 проти $0,70 \text{ г}^{-3}/\text{кг}$ натуральної маси) числом вуглецевих атомів у ланцюгу.

Як видно із наведеної вище таблиці, менша кількість неетерифікованих форм мононенасичених жирних кислот у печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, порівняно з печінкою коропів які отримували комбікорм без добавок, зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот родин n-7 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 8,43 і 8,26 проти $8,66 \text{ г}^{-3}/\text{кг}$ натуральної маси) і n-9 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 494,19 і 490,36 проти 504,90), а поліненасичених жирних кислот — родин n-3 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 689,40 і 676,89 проти 707,04) і n-6 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 351,80 і 343,58 проти $362,64 \text{ г}^{-3}/\text{кг}$ натуральної маси). Відношення неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини n-3 до неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому дещо зростає (див. табл. 1).

Одночасно в печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку порівняно з печінкою коропів контрольної групи, які отримували комбікорм без добавок, не змінюється інтенсивність перетворень неетерифікованої форми ліноленової кислоти в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні (у коропів контрольної, 1-ї та 2-ї дослідних груп становить однозначно 0,17). При цьому в печінці коропів 1-ї та, особливо, 2-ї дослідних груп дещо зростає інтенсивність перетво-

Таблиця 1. Вміст неетерифікованих форм жирних кислот у печінці коропів, г⁻³/кг натуральної маси, $M \pm m$, $n=3$

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (ОР)	1-ша дослідна група (ОР+60 мг/кг цинку)	2-га дослідна група (ОР+80 мг/кг цинку)
Лауринова, 12:0	0,70±0,057	0,63±0,033	0,63±0,033
Міристинова, 14:0	4,36±0,120	4,23±0,145	4,16±0,145
Пентадеканова, 15:0	0,70±0,057	0,60±0,057	0,56±0,066
Пальмітинова, 16:0	100,93±1,880	98,60±2,136	96,80±2,369
Пальмітоолеїнова, 16:1	8,66±0,145	8,43±0,145	8,26±0,120
Стеаринова, 18:0	37,20±1,011	35,13±0,751	33,36±0,808*
Олеїнова, 18:1	466,10±4,970	457,46±3,472	455,30±3,550
Лінолева, 18:2	147,90±2,145	144,91±1,721	142,46±1,489
Ліноленова, 18:3	104,53±1,682	100,56±1,220	98,20±0,945*
Арахінова, 20:0	8,36±0,120	8,16±0,120	7,93±0,133
Ейкозаєнова, 20:1	38,80±0,871	36,73±0,961	35,06±0,751*
Ейкозациєнова, 20:2	40,56±0,731	39,26±1,036	38,53±1,169
Ейкозатриєнова, 20:3	45,26±1,387	43,13±1,131	41,90±0,737
Арахідонова, 20:4	107,56±2,588	104,60±2,052	101,86±2,010
Ейкозопентаєнова, 20:5	104,33±1,502	101,70±1,761	98,50±1,589*
Докозациєнова, 22:2	21,36±0,674	19,90±0,513	18,83±0,463
Докозатриєнова, 22:3	26,16±1,129	23,63±0,801	22,36±0,835*
Докозатетраєнова, 22:4	83,43±1,074	81,50±0,964	80,90±0,930
Докозопентаєнова, 22:5	167,96±2,061	165,25±1,963	163,10±1,871
Докозагексаєнова, 22:6	220,63±2,166	216,76±1,991	213,83±2,152
Загальний вміст НЕЖК	1735,50	1691,17	1662,53
у т. ч. насичені	152,25	147,35	143,44
мононенасичені	513,56	502,62	498,62
поліненасичені	1069,68	1041,20	1020,47
n-3/n-6	1,94	1,96	1,97

рень неетерифікованої форми лінолевої кислоти в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні (відповідно до 0,70 і 0,71 проти 0,69). Наведене вище може вказувати на те, що не змінюється перетворення ліноленової кислоти, оскільки велика кількість її більш довголанцюгових і більш ненасичених похідних надходить в організм коропів з таким природним кормом ставків, як зообентос. Зростає перетворення лінолевої кислоти в більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні за такою причиною. Лінолева кислота (родоначальниця більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родини n-6) сама у великих кількостях надходить в організм коропів з таким штучним кормом, як комбікорм.

Неетерифіковані форми жирних кислот у тканинах коропів мають здатність зв'язувати важкі метали [11, 15]. Причому неетерифіковані форми довголанцюгових жирних кислот (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у тканинах коропів мають максимальну здатність зв'язувати важкі метали, насамперед двовалентні [2, 4].

Нами встановлено, що згодовувані додаткові кількості цинку мають вплив на вміст наведених вище жирних кислот у тканинах коропів. Так, вміст неетерифікованих форм довголанцюгових жирних кислот у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку порівняно з печінкою коропів, які отримували комбікорм без добавок, менший (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних

груп відповідно до 1578,68 і 1552,12 про-ти 1620,15 г⁻³/кг натуральної маси).

З табл. 1 видно, що тільки в печінці коропів 2-ї дослідної групи, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку порівняно з печінкою коропів контрольної групи, які отримували комбікорм без добавок, вірогідно зменшується вміст таких неетерифікованих форм жирних кислот, як стеаринова, ліноленова, ейкозаєнова, ейкозапентаєнова та докозатриєнова.

Наведене вище вказує на те, що в печінці коропів проходить зв'язування неетерифікованих форм жирних кислот з катіонами, зокрема з важкими металами, серед яких є цинк. При цьому утворюються аніонні форми жирних кислот. Нами

встановлено, що згодовувані додаткові кількості цинку впливають на загальний вміст аніонних форм жирних кислот у печінці коропів. Так, загальний вміст аніонних форм жирних кислот у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, є більшим, ніж у печінці коропів, яким згодовували комбікорм без добавок (табл. 2).

Найвищий рівень аніонних форм жирних кислот виявлено у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку.

Більша кількість аніонних насичених жирних кислот у печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, порівняно з печінкою коропів контрольної

Таблиця 2. Вміст аніонних форм жирних кислот у печінці коропів, г⁻³/кг натуральної маси, $M \pm t$, $n=3$

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (OP)	1-ша дослідна група (OP+60 мг/кг цинку)	2-га дослідна група (OP+80 мг/кг цинку)
Лауринова, 12:0	0,60±0,057	0,70±0,057	0,76±0,066
Міристинова, 14:0	3,83±0,145	4,10±0,115	4,33±0,088*
Пентадеканова, 15:0	0,50±0,052	0,60±0,051	0,73±0,033**
Пальмітинова, 16:0	94,83±1,928	97,63±1,647	99,30±1,820
Пальмітоолеїнова, 16:1	7,73±0,145	7,93±0,120	8,16±0,120
Стеаринова, 18:0	28,10±1,53	29,101±1,619	29,66±1,501
Олеїнова, 18:1	413,86±3,822	419,36±2,697	421,53±2,384
Лінолева, 18:2	132,56±2,730	134,46±2,562	136,56±2,634
Ліноленова, 18:3	89,10±1,770	90,69±1,652	92,20±1,212
Арахінова, 20:0	7,76±0,145	7,96±0,145	8,13±0,120
Ейкозаєнова, 20:1	31,13±1,223	32,30±1,078	33,56±0,717
Ейкозадієнова, 20:2	33,83±1,214	34,76±1,217	36,16±1,049
Ейкозатриєнова, 20:3	36,60±0,964	34,63±0,780	35,36±0,783
Арахідонова, 20:4	90,23±1,386	92,30±1,652	93,83±1,474
Ейкозапентаєнова, 20:5	88,73±1,675	89,70±1,558	91,03±1,299
Докозадієнова, 22:2	16,96±0,939	17,56±1,049	18,30±0,930
Докозатриєнова, 22:3	18,50±1,044	19,30±1,101	20,21±1,040
Докозатетраєнова, 22:4	75,16±1,604	76,53±1,550	77,83±1,530
Докозапентаєнова, 22:5	115,93±3,027	117,93±2,738	119,93±2,810
Докозагексаєнова, 22:6	189,43±4,260	194,03±4,641	197,96±3,474
Загальна концентрація аніонних форм жирних кислот	1475,37	1501,57	1525,53
у т. ч. насичені	135,62	140,09	142,91
мононенасичені	452,72	459,59	463,25
поліненасичені	887,03	901,89	919,37
n-3/n-6	1,86	1,87	1,87

групи, яким згодовували комбікорм без добавок, зумовлена більшим вмістом у їх складі насичених жирних кислот (див. табл. 2) з парним (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 139,49 і 142,18 проти 135,12 г⁻³/кг натуральної маси) і непарним (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 0,60 і 0,73 проти 0,50 г⁻³/кг натуральної маси) числом атомів вуглецю в ланцюгу. Вона зумовлена також більшим вмістом у їх складі аніонних мононенасичених жирних кислот (див. табл. 2) родин n-7 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 7,93 і 8,16 проти 7,73 г⁻³/кг натуральної маси) і n-9 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 451,66 і 455,09 проти 444,99 г⁻³/кг натуральної маси).

У печінці коропів дослідних груп, також є більша концентрація аніонних поліненасичених жирних кислот (див. табл. 2) родин n-3 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 588,18 і 599,16 проти 576,85 г⁻³/кг натуральної маси) і n-6 (у коропів 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно до 313,71 і 320,21 проти 310,18 г⁻³/кг натуральної маси). Відношення аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-3 до аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому дещо зростає (див. табл. 2). Найбільше зростає вміст аніонних форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку.

Одночасно в печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували різні кількості цинку, порівняно з печінкою коропів контрольної групи, яким згодовували комбікорм без добавок, не змінюється інтенсивність перетворень аніонних форм лінолевої (у коропів контрольної, 1-ї та 2-ї дослідних груп відповідно 0,75, 0,75 і 0,74) та ліноленової (у коропів контрольної, 1-ї та 2-ї дослідних груп одночасно 0,18) у їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

З табл. 2 видно, що тільки в печінці коропів 2-ї дослідної групи, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку порівняно з печінкою коропів контрольної групи, яким згодовували комбікорм без добавок, вірогідно зростає

вміст таких аніонних форм жирних кислот, як міристинова та пентадеканова.

Отже, у печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку порівняно з печінкою коропів, яким згодовували комбікорм без добавок, зменшується загальний вміст неетерифікованих форм насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. При цьому у печінці коропів дослідних груп зменшується інтенсивність перетворень неетерифікованої форми лінолевої кислоти в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. Одночасно у печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, порівняно з печінкою коропів, яким згодовували комбікорм без добавок, збільшується загальна концентрація аніонних форм насичених жирних кислот з парним та непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. Найінтенсивніше зменшується вміст неетерифікованих форм насичених, мононенасичених і поліненасичених вищих жирних кислот і, навпаки, збільшується концентрація аніонних форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у печінці коропів, яким у складі комбікорму згодовували найбільшу кількість цинку.

Протягом літнього періоду (90 днів) жива маса коропів контрольної, першої та другої дослідних груп зросла відповідно в 19,3, 21,0 і 21,8 раза. Однак у кінці дослідження 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, яким згодовували комбікорм без добавок.

ВИСНОВКИ

У печінці коропів дослідних груп, які в складі комбікорму отримували додаткові кількості цинку, є більша концентрація цього важкого металу.

Так, загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували

вали додаткові кількості цинку, є дозозалежно меншим, ніж у печінці коропів, які отримували комбікорм без добавок. Найвищий рівень аніонних форм жирних кислот виявлено у печінці коропів, які в складі комбікорму отримували найбільшу кількість цинку.

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, яким згодовували комбікорм без добавок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бетман Ш.А., Ильзинь А.Э. Микроэлементы в организме рыб и птиц. — Рига: Зинатне, 1968. — С. 518.
2. Воробьев В.И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве. — М.: Пищевая пром-сть, 1979. — 184 с.
3. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. — М.: Пищевая пром-сть, 1986. — 264 с.
4. Остроумова Н.И. Биологические основы кормления рыб. — С.-Петербург: ИП Комплекс, 2001. — 372 с.
5. Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. — 248 с.
6. Цап М.М. Вміст неетерифікованих жирних кислот у печінці коропа за згодовування олій та фузів / М. М. Цап, Й. Ф. Рівіс // Рибогосподарська наука України. — 2008. — № 2. — С. 61–65.
7. Ноздрюхина Л.Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / Ноздрюхина Л. Р. — М.: Наука, 1977. — 184 с.
8. Остроумова И.Н., Комарова Г.В. Рост карпа и распределение липидов в его тканях в условиях теплых вод при различных рационах питания // Гидробиол. журнал. — 1979. — № 6. — С. 66–71.
9. Ленинджер А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки / А. Ленинджер; Пер. с англ.; Под ред. А.А. Баева и Я.М. Варшавского. — М.: Мир, 1974. — 957 с.
10. Алексин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши / О.А. Алексин, А.Д. Семенов, В.А. Скопенцов. — Л.: Гидрометеиздат, 1993. — 270 с.
11. Рівіс Й.Ф. Газохроматографічне визначення високомолекулярних неетерифікованих жирних кислот в біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Б. Б. Данилик // Український біохімічний журнал. — 1997. — Т. 69, № 1. — С. 79–83.
12. Рівіс Й.Ф. Метод визначення аніонних високомолекулярних жирних кислот у біологічному матеріалі / Й.Ф. Рівіс, Б.Б. Данилик, Я.М. Процик // Вісник аграрної науки. — 1996. — № 8. — С. 46–47.
13. Bryan G. Zinc regulation in the lobster *Homarus vulgaris*. I. Tissue zinc and copper concentrations / Bryan G. // J. Mar. Biol. Ass. U.K. — 1964. — 44. — P. 549–563.
14. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке / Д. Мецлер; Пер. с англ.; Под ред. А.Е. Браунштейна, Л.М. Гиодмана, Е.С. Северина. — М.: Мир, 1980. — Т. 1. — 408 с.
15. Чайковська Г.Б. Роль ліпідів в адаптації мозку риб до дії важких металів: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.04 / Г.Б. Чайковська. — Чернівці, 2005. — 20 с.
16. Wekell J.C., Shearer K.D. and Gauglitz Jr.E.J. Zinc supplementation of trout diets: tissue indicators of body zinc status. — Prog. Fish Cult. — 1986. — Vol. 48. — P. 205–212.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ И РОСТ КАРПОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЗНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЦИНКА

М.И. Храбко, И.Ф. Ривис, И.И. Грициняк

Представлены результаты исследования содержания неэтерификованной и анионной форм жирных кислот в печени и рост карпов в зависимости от различных количеств цинка в комбикорме.

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

M. Khrabko, J. Rivis, I. Gricinyak

In the article presents the results of research content of nonesterified and anionic forms of fatty acids content in the liver and carp's growth depending on different amounts of zinc in ration.