

ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ

УДК 639.3:577.1

ВПЛИВ РІЗНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ МІДІ ТА ЦИНКУ У ВОДІ НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ПЕЧІНКИ КОРОПІВ

Н.Є. Янович

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького

У статті наведено дані стосовно вмісту неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот, а також жирних кислот загальних ліпідів у печінці коропів за 1 ГДК та 2 ГДК міді та цинку у воді.

Ключові слова: мідь, цинк, короп, печінка, жирні кислоти, ліпіди у водному середовищі.

У результаті антропогенної діяльності у водному середовищі рибицьких ставів можуть міститися підвищені кількості важких металів [1,2]. Останні, залежно від валентності, концентрації та фізіологічного значення, впливають на перебіг обмінних процесів в організмі ставових риб [3-5]. Насамперед, вони входять до складу багатьох ферментів [6]. Зокрема, цинк входить до складу антиоксидантного ензиму супероксиддисмутази [7], впливає на активність Δ^3 -, Δ^4 -, Δ^5 - і Δ^6 -десатураз [8]; мідь впливає на активність Δ^9 - десатурази [9]. Вказані десатурази беруть участь у метаболізмі жирних кислот в організмі риб. Крім того, важкі метали, насамперед двовалентні (цинк, мідь, свинець, кадмій), здатні утворювати з жирними кислотами солі (мила). Питання впливу важких металів на жирнокислотний склад тканин прісноводних видів риб у літературі висвітлено недостатньо.

Метою проведеної роботи було дослідити вміст неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот, а також жирних кислот загальних ліпідів у печінці коропа за різної концентрації міді та цинку у воді.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослід проведено з використанням трьох груп дворічок коропа, по чотири особини у кожній групі, середньою живою масою 320 г. Риби всіх груп утримувались в акваріумах, з розрахунку 40 літрів води на одну особину, впродовж 21 дня, без доступу поживних речовин. Акваріуми, в яких утримувались риби усіх груп, наповнювали відстояною водопровідною водою. Коропи контрольної групи утримувалися у воді без добавок міді та цинку. Рибам 1-ї та 2-ї дослідних груп до води акваріумів додавали сульфати міді та цинку. Концентрацію міді та цинку у воді акваріуму 1-ї дослідної групи доводили до однієї ГДК (відповідно до 1 і 10 г⁻³/л), а для 2-ї дослідної групи – двох ГДК (відповідно до 2 і 20 г⁻³/л). Вміст кисню у воді акваріумів становив 7,0–8,0 мг/л, вуглекислого газу – 2,1–2,7 мг/л. Водневий показник у воді акваріумів був у



межах від 7,6 до 7,9. Температура води в акваріумах підтримувалась на рівні 18–20°C. Воду в акваріумах усіх груп риб змінювали кожні дві доби.

Після закінчення дослідів відбирали зразки печінки риб усіх груп для вивчення концентрації міді, цинку, неетерифікованих жирних кислот, аніонних жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів.

Концентрацію міді та цинку у відібраних зразках печінки визначали методом спектрофотометрії [10]. Концентрацію неетерифікованих жирних кислот, аніонних жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів у зразках печінки визначали газохроматографічним методом [11]. Одержані цифрові дані опрацьовували статистично з використанням програми MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Проведені дослідження показали, що за однієї гранично допустимої концентрації у воді, порівняно з природним вмістом, мідь нагромаджується в печінці коропа більшою мірою (P<0,05), ніж цинк (P<0,1) (табл. 1). Подібна залежність спостерігається також за концентрації міді та цинку у воді 2 ГДК.

Таблиця 1. Вміст цинку та міді у печінці коропів за різної їх концентрації у воді акваріуму, г⁻³/кг натуральної маси (M±m, n=4)

Контроль	1 ГДК Cu та Zn у воді	2 ГДК Cu та Zn у воді
	Вміст цинку у печінці	
196,07±5,023	212,27±3,469	214,50±3,156*
	Вміст міді у печінці	
6,25±0,066	7,32±0,362*	10,31±0,778**

Примітка: тут і далі * – P<0,02-0,05; ** – P<0,01;*** – P<0,001.

Зростання вмісту міді та цинку у печінці коропа приводить до зміни в ній концентрації неетерифікованих жирних кислот, аніонних жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів (табл. 2, 3, 4).

Зокрема, за однієї ГДК цинку та міді у воді акваріуму у печінці коропа 1-ї дослідної групи, порівняно з рибами контрольної групи, спостерігалась тенденція до зростання загального вмісту високоактивних у метаболічному відношенні неетерифікованих жирних кислот (див. табл. 2). З таблиці видно, що тенденція до зростання загального вмісту неетерифікованих жирних кислот в їх печінці проходить за рахунок насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Тенденція до зростання загального вмісту неетерифікованих жирних кислот у печінці коропа 1-ї дослідної групи зумовлена більшою концентрацією в їх складі насичених жирних кислот з парною (234,8 проти 222,0 г⁻³/кг натуральної маси) і непарною (1,8 проти 1,7) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин ω-7 (14,8 проти 14,1) і ω-9 (846,1 проти 798,9) та поліненасичених жирних кислот родин ω-3 (956,3 проти 906,8) і ω-6 (588,8 проти 554,7 г⁻³/кг натуральної маси). При цьому не змінюється відношення неетерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до неетерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω-6 (табл. 2).



Одночасно не змінюється інтенсивність перетворень неетерифікованих лінолевої (0,37 проти 0,38) та ліноленової (0,16 проти 0,16) кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

Таблиця 2. Вміст неетерифікованих жирних кислот у печінці коропа за різної концентрації цинку та міді у воді акваріуму, г⁻³/кг натуральної маси (M±m, n=4)

Неетерифіковані жирні кислоти та їх код	Контроль	1 ГДК цинку та міді у воді	2 ГДК цинку та міді у воді
Капринова, 10:0	1,1±0,05	1,2±0,05	0,9±0,03*
Лауринова, 12:0	1,6±0,05	1,7±0,05	1,3±0,04*
Міристинова, 14:0	9,0±0,24	9,4±0,19	8,1±0,23
Пентадеканова, 15:0	1,7±0,03	1,8±0,03	1,5±0,06
Пальмітинова, 16:0	127,5±3,75	133,7±3,34	111,4±4,89
Пальмітоолеїнова, 16:1	14,1±0,44	14,8±0,47	12,3±0,42*
Стеаринова, 18:0	32,2±0,92	33,9±1,03	30,2±0,76
Олеїнова, 18:1	731,3±31,12	774,5±19,98	637,6±21,48
Лінолева, 18:2	151,5±9,79	159,2±7,41	132,7±4,55*
Ліноленова, 18:3	122,1±5,40	132,2±5,59	102,7±4,22*
Арахінова, 20:0	50,6±2,07	54,9±2,72	44,3±1,08
Ейкозаєнова, 20:1	67,6±2,76	71,5±3,03	56,6±2,82
Ейкозациєнова, 20:2	61,8±2,99	66,7±2,26	50,4±2,13*
Ейкозатриєнова, 20:3	47,3±1,27	50,2±1,58	42,1±0,98*
Ейкозатетраєнова (арахідонова), 20:4	151,6±5,23	159,1±5,88	133,9±3,91
Ейкозапентаєнова, 20:5	192,1±5,33	202,7±5,48	173,1±4,27*
Докозациєнова, 22:2	24,2±0,83	26,0±0,81	21,3±0,58*
Докозатриєнова, 22:3	38,2±0,98	40,1±0,78	34,9±0,82
Докозатетраєнова, 22:4	118,4±4,49	127,6±4,13	101,4±3,61*
Докозапентаєнова, 22:5	232,6±7,46	245,7±7,51	207,0±5,34*
Докозагексаєнова, 22:6	321,8±7,72	335,7±8,40	288,2±7,52*
Загальний вміст жирних кислот	2492,8	2642,5	2192,1
У т. ч. - насичені	223,7	236,6	197,8
- мононенасичені	807,5	860,9	706,5
- поліненасичені	1461,6	1545,0	1287,8
ω-3/ω-6	1,63	1,62	1,67

За 2 ГДК цинку та міді у воді акваріуму у печінці коропів, порівняно з коропами контрольної групи, зменшується загальний вміст високоактивних у метаболічному відношенні неетерифікованих жирних кислот. Зменшення загального вмісту неетерифікованих жирних кислот в їх печінці відбувається за рахунок насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Зменшення загального вмісту неетерифікованих жирних кислот у печінці коропів 2-ї дослідної групи зумовлено меншою концентрацією в їх складі



насичених жирних кислот з парною (196,2 проти 222,0 г⁻³/кг натуральної маси) і непарною (1,5 проти 1,7) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, моновенасичених жирних кислот родин ω-7 (12,3 проти 14,1) і ω-9 (706,5 проти 807,5,0) та поліненасичених жирних кислот родин ω-3 (805,9 проти 806,8) і ω-6 (481,9 проти 554,7 г⁻³/кг натуральної маси). При цьому зростає відношення неетерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до неетерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω-6. Разом з тим, не змінюється ефективність перетворення неетерифікованих лінолевої (0,38 проти 0,38) та ліноленової (0,15 проти 0,16) кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

Отже, у печінці коропів, які утримувались в акваріумі з 2 ГДК цинку та міді у воді, порівняно з коропами контрольної групи, вірогідно зменшується вміст неетерифікованих насичених жирних кислот - капринової та лауринової, моновенасиченої жирної кислоти - пальмітоолеїнової, і поліненасичених жирних кислот - лінолевої, ліноленової, ейкозадиєнової, ейкозатриєнової, ейкозапентаєнової, докозадиєнової, докозатетраєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової.

Зміни концентрації неетерифікованих насичених, моновенасичених і поліненасичених жирних кислот у печінці коропа за різного вмісту міді та цинку у воді акваріуму, очевидно, викликані різною інтенсивністю обмінних процесів. Зокрема, якщо у печінці коропа за 1 ГДК міді та цинку у воді акваріуму зберігається достатньо високий для нормальних обмінних процесів рівень неетерифікованих насичених, моновенасичених і поліненасичених жирних кислот, то за 2 ГДК рівень вказаних жирних кислот є недостатнім для нормального перебігу обмінних процесів.

Високоактивні у метаболічному відношенні довголанцюгові неетерифіковані жирні кислоти (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) в тканинах риб здатні зв'язувати мінеральні елементи, утворюючи мила жирних кислот. Мила жирних кислот з двовалентними мінеральними елементами, до яких відносяться мідь та цинк, є важкорозчинними. Нами встановлено, що із зростанням вмісту міді та цинку у воді акваріуму в печінці коропів, порівняно з коропами контрольної групи, збільшується загальна концентрація аніонних жирних кислот (див.табл. 3). З таблиці видно, що збільшення загальної концентрації аніонних жирних кислот в печінці коропа відбувається за рахунок насичених, моновенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Збільшення загальної концентрації аніонних жирних кислот у печінці коропів дослідних груп зумовлено більшим вмістом в їх складі насичених жирних кислот з парною (відповідно 199,1 і 209,8 проти 189,0 г⁻³/кг натуральної маси) і непарною (1,5 і 1,7 проти 1,4) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, моновенасичених жирних кислот родин ω-7 (12,0 і 12,7 проти 11,3) і ω-9 (728,5 і 772,7 проти 684,5) та поліненасичених жирних кислот родин ω-3 (851,0 і 895,2 проти 816,0) і ω-6 (відповідно 511,7 і 545,4 проти 483,8 г⁻³/кг натуральної маси). При цьому зменшується відношення аніонних поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до аніонних поліненасичених жирних кислот родини ω-6 (табл. 3).



Таблиця 3. Вміст аніонних жирних кислот у печінці коропа за різної концентрації цинку та міді у воді акваріуму, г⁻³/кг натуральної маси (M±m, n=4)

Аніонні жирні кислоти та їх код	Контроль	1 ГДК цинку та міді у воді	2 ГДК цинку та міді у воді
Капринова, 10:0	1,0±0,03	1,0±0,03	1,1±0,03*
Лауринова, 12:0	1,4±0,05	1,5±0,05	1,7±0,03*
Міристинова, 14:0	7,6±0,34	8,0±0,27	8,6±0,20
Пентадеканова, 15:0	1,4±0,05	1,5±0,05	1,6±0,04*
Пальмітинова, 16:0	111,6±3,99	111,6±4,10	123,1±2,25
Пальмітоолеїнова, 16:1	11,3±0,39	12,0±0,48	12,7±0,23*
Стеаринова, 18:0	27,1±0,81	28,8±1,00	30,6±0,78*
Олеїнова, 18:1	622,0±21,52	662,0±23,80	700,6±17,29*
Лінолева, 18:2	131,9±3,74	138,8±3,02	147,2±4,01*
Ліноленова, 18:3	107,9±4,11	115,4±4,57	122,3±2,89*
Арахінова, 20:0	40,4±0,95	42,0±0,59	44,6±0,73*
Ейкозаєнова, 20:1	62,6±2,67	66,6±2,29	122,1±2,15
Ейкозациєнова, 20:2	55,2±2,58	59,2±2,43	65,1±2,45*
Ейкозатриєнова, 20:3	42,1±0,83	44,6±0,97	46,3±0,95*
Ейкозатетраєнова (арахідонова), 20:4	130,0±4,98	136,3±4,23	147,1±3,43*
Ейкозапентаєнова, 20:5	159,6±5,02	167,2±4,57	178,0±4,07*
Докозациєнова, 22:2	21,1±0,78	23,0±0,72	23,8±0,34*
Докозатриєнова, 22:3	33,8±0,78	35,9±0,75	36,8±0,40*
Докозатетраєнова, 22:4	103,5±3,99	109,9±3,17	115,9±2,17
Докозапентаєнова, 22:5	212,2±4,65	218,9±5,30	230,0±3,26*
Докозагексаєнова, 22:6	302,3±8,10	313,6±8,77	328,0±4,20*
Загальний вміст жирних кислот	2186,1	2303,9	2437,4
У т. ч. - насичені	190,4	200,6	211,4
- мононенасичені	695,9	740,5	785,4
- поліненасичені	1299,8	1362,8	1440,6
ω-3/ω-6	1,69	1,66	1,64

З таблиці 3 видно, що у печінці коропів, які утримувалися в акваріумі з 2 ГДК цинку та міді у воді, порівняно з коропами контрольної групи, вірогідно зростає вміст аніонних насичених жирних кислот - капринової, лауринової, пентадеканової, стеаринової та арахінової, мононенасичених жирних кислот - пальмітоолеїнової і олеїнової, та поліненасичених жирних кислот - лінолевої, ліноленової, ейкозациєнової, ейкозатриєнової, ейкозатетраєнової (арахідонова), ейкозапентаєнової, докозациєнової, докозатриєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової. Підвищення рівня аніонних насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у печінці коропа із зростанням вмісту міді та цинку у воді акваріуму може вказувати на пригнічення обмінних процесів жирних кислот в організмі риб.

Наведені вище зміни вмісту неетерифікованих і аніонних жирних кислот у печінці коропа відбиваються на концентрації в них жирних кислот загальних ліпідів. Зокрема, виявлено, що із зростанням вмісту міді та цинку у воді акваріуму в печінці коропів, порівняно з коропами контрольної групи, спостерігається



тенденція до зменшення концентрації жирних кислот загальних ліпідів (див. табл. 4) за рахунок насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Таблиця 4. Вміст жирних кислот загальних ліпідів у печінці коропа за різної концентрації цинку та міді у воді акваріуму, г/кг натуральної маси ($M \pm m$, $n=4$)

Жирні кислоти та їх код	Контроль	1 ГДК цинку та міді у воді	2 ГДК цинку та міді у воді
Капринова, 10:0	0,01±0,001	0,01±0,000	0,01±0,000
Лауринова, 12:0	0,02±0,001	0,01±0,001	0,01±0,001
Міристинова, 14:0	0,08±0,005	0,07±0,005	0,07±0,006
Пентадеканова, 15:0	0,01±0,000	0,01±0,000	0,01±0,000
Пальмітинова, 16:0	1,20±0,052	1,18±0,055	1,17±0,052
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,10±0,005	0,09±0,006	0,09±0,006
Стеаринова, 18:0	0,40±0,020	0,39±0,017	0,37±0,016
Олеїнова, 18:1	6,31±0,169	6,23±0,156	6,15±0,182
Лінолева, 18:2	1,34±0,030	1,29±0,030	1,25±0,030
Ліноленова, 18:3	1,15±0,033	1,09±0,045	1,05±0,046
Арахінова, 20:0	0,55±0,020	0,58±0,016	0,48±0,014*
Ейкозаєнова, 20:1	0,56±0,021	0,59±0,023	0,56±0,020
Ейкозациєнова, 20:2	0,55±0,020	0,50±0,020	0,47±0,020
Ейкозатриєнова, 20:3	0,39±0,013	0,38±0,013	0,36±0,010
Ейкозатетраєнова (арахідонова), 20:4	1,28±0,037	1,26±0,039	1,24±0,036
Ейкозапентаєнова, 20:5	1,35±0,017	1,38±0,020	1,30±0,013
Докозациєнова, 22:2	0,19±0,007	0,18±0,007	0,17±0,007
Докозатриєнова, 22:3	0,28±0,013	0,27±0,013	0,26±0,013
Докозатетраєнова, 22:4	0,98±0,026	0,97±0,026	0,95±0,024
Докозапентаєнова, 22:5	2,04±0,033	2,00±0,030	1,95±0,030
Докозагексаєнова, 22:6	3,05±0,052	3,02±0,047	2,96±0,056
Загальний вміст жирних кислот	21,82	21,40	20,86
У т. ч. - насичені	2,27	2,21	2,13
- мононенасичені	6,99	6,88	6,76
- поліненасичені	12,56	12,31	11,97
ω-3/ω-6	1,67	1,68	1,69

Тенденція до зменшення концентрації жирних кислот загальних ліпідів у печінці коропів дослідних груп зумовлена нижчим рівнем в їх складі насичених жирних кислот з парною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу (відповідно 2,2 і 2,1 проти 2,3 г/кг натуральної маси), мононенасичених жирних кислот родин ω-7 (0,1 і 0,1 проти 0,2) і ω-9 (6,8 і 6,7 проти 6,9) та поліненасичених жирних кислот родин ω-3 (7,7 і 7,5 проти 7,8) і ω-6 (відповідно 4,6 і 4,4 проти 4,7 г/кг натуральної маси). При цьому існує тенденція до зростання відношення поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до поліненасичених жирних кислот родини ω-6 (табл. 4). Разом з тим, при цьому не змінюється інтенсивність перетворень лінолевої (відповідно 0,39 і 0,39 проти 0,40) та ліноленової



(відповідно 0,16 і 0,17 проти 0,17) кислот загальних ліпідів в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

З таблиці 4 видно, що у в печінці коропів, які утримувалися в акваріумі з 2 ГДК цинку та міді у воді, порівняно з коропами контрольної групи, вірогідно зменшується вміст насичених жирних кислот загальних ліпідів - пальмітинової і стеаринової, та поліненасичених жирних кислот - ейкозатриєнової, докозатриєнової та докозатриєнової.

Зменшення концентрації насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у печінці коропа із зростанням вмісту міді та цинку у воді акваріуму, очевидно, викликано більшим їх використанням для енергетичних потреб організму.

Проведені дослідження показали, що зміни вмісту міді, цинку та жирних кислот у печінці призводять до зміни живої маси коропів у кінці досліду (табл. 5).

Таблиця 5. Жива маса дворічок любінського лускатого коропа за різної концентрації цинку та міді у воді акваріуму, г (M±m, n=4)

Контроль	1 ГДК цинку та міді у воді	2 ГДК цинку та міді у воді
На початку досліду		
320,3±5,72	320,0±6,18	320,0±5,67
В кінці досліду (21 день)		
307,8±5,57	304,3±5,87	288,8±4,97*

Зокрема, за період досліду коропа контрольної групи втратили 3,90% живої маси, а коропа 1-ї та 2-ї дослідних груп – відповідно 4,91 і 9,75%. Одержані результати свідчать про те, що за високої концентрації важких металів, зокрема міді та цинку, у воді акваріуму, коропа інтенсивно втрачають живу масу.

ВИСНОВКИ

У печінці коропа накопичується більше міді ніж цинку, за їхньої концентрації у воді 1 ГДК та 2 ГДК. Зростання концентрації міді та цинку у печінці коропа призводить до зміни вмісту в ній неетерифікованих жирних кислот, аніонних жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Курант В.З., Хоменчук В.О., Бияк В.Я.* Шляхи проникнення та вміст важких металів в організмі риб (огляд) // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.*, 2011, № 2 (47).– С. 263-269.
2. Тяжелые металлы во внешней среде: Современ. гигиен. и токсикол. аспекты / Трахтенберг И.М., Колесников В.С., Луковенко В.П. – Минск.: Наука і техніка, 1994. – 285 с.
3. *Грубіно В.В.* Роль металів в адаптації гідробіонтів: еволюційно-екологічні аспекти // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.*, 2011, № 2 (47).- С. 237-262.
4. *Коваленко В.Ф.* Особенности обменных процессов у рыб в условиях воздействия сублетальных концентраций меди и цинка // *Гидробиол. журн.*– 2004.– Т. 40, №2.– С. 97-103.



5. *Dhanapakiam P., Ramasamy V.K.* Toxic effects of copper and zinc mixtures on some haematological and biochemical parameters in common carp, *cyprinus carpio* (linn) // *J. Environ. Biol.*– 2001.– V. 22.– P. 105-111.
6. *Radi A.A.R., Matkovic B.* Effect of metal ions on the antioxidant enzyme activities, protein contents and lipid peroxidation of carp tissues // *Comp. Biochem. Phys.*– 1988.– V. 90, №1.– P. 69-72.
7. *Gregory E.M., Fridovich I.* Superoxide dismutases: properties, distribution, and functions. In: Hoekstra W.G., Suttie J.W., Ganther H.E., Mertz W. (eds.). *Trace Element Metabolism in Animals*. University Park Press, Baltimore, 1974.– P. 486-488.
8. Жиры в питании сельскохозяйственных животных / Пер. с англ. Г. Н. Жидкоблиновой; Под ред. и с предисл. А. А. Алиева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 406 с.
9. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология // Авцын А.П., Жаворонкова АА., Риш М.А., Строчкова Л.С. М.: Медицина, 1991.– 496 с.
10. *Праус В.* Аналитическая атомно-абсорбционная спектрофотометрия // М.: Мир, 1976.– 354 с.
11. *Pivic Й.Ф., Федорук Р.С.* Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі. Методичний посібник // Львів.: "СПОЛОМ", 2010. 110 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕДИ И ЦИНКА В ВОДЕ НА ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЕЧЕНИ КАРПА

Н.Е. Янович

В статье приведены данные относительно содержания неэтерифицированных и ионных форм жирных кислот, а также жирных кислот общих липидов в печени карпа при содержании меди и цинка в воде 1 и 2 ГДК.

Ключевые слова: медь, цинк, карп, печенька, жирные кислоты, липиды в водной среде.

INFLUENCE OF DIFFERENT COPPER AND ZINC CONCENTRATION IN WATER ON FATTY ACIDS COMPOSITION OF CARP LIVER

N. Yanovych

Data concerning influence of different concentrations of copper and zinc on non-etherified and anionic forms of fatty acids content, and fatty acids of total lipids content in carp's liver are presented in the article.

Key words: copper, zinc, carp, liver, fatty acids, lipids in aquatic medium.

