

УДК: 577.117

ОБМІН ЛІПІДІВ ТА СТАН АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ У КОРОПА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІВНЯ ВІТАМІНУ А У ЙОГО РАЦІОНІ

К. Б. Смолянінов
smolianinow@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, вул. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

Останнім часом актуальним є вивчення питань, пов'язаних із впливом вітаміну А на метаболізм ліпідів в організмі риб, основним напрямком при цьому є дослідження рівня пероксидних процесів. Недостатньо з'ясованим залишається проблема оптимального рівня вітаміну А у раціоні риб на різних стадіях їх розвитку. У зв'язку з цим, метою досліджень було вивчення впливу різного рівня вітаміну А у раціоні коропів на інтенсивність процесів пероксидації і активність антиоксидантних ензимів в їхньому організмі. У статті наведені результати дослідження згодовування різного рівня додаткового вітаміну А в раціоні коропів на вітамінний та метаболічний статус, інтенсивність процесів пероксидації й активність ензимів антиоксидантного захисту в їхньому організмі. У результаті досліджень встановлено, що додавання до комбікорму вітаміну А у формі ретинілацетату у кількості 2500 і 5000 МО/кг призводило до вірогідного збільшення його вмісту у печінці. Додавання до раціону коропа вітаміну А у кількості 5000 МО/кг призводило до зменшення рівня триацилгліцеролів в їх крові. Додавання до раціону риб вітаміну А залежно від дози призводило до зменшення відносної кількості фосфоліпідів і вільного холестеролу та збільшення відносної кількості триацилгліцеролів у складі ліпідів скелетних м'язів самок коропа. Згодовування рибам вітаміну А сприяло зменшенню загальної кількості ліпідів та відносної кількості фосфоліпідів і вільного холестеролу та збільшенню відносної кількості триацилгліцеролів у складі ліпідів печінки коропа. Згодовування коропа вітаміну А у кількості 2500 МО/кг комбікорму призводило до вірогідного зниження вмісту гідропероксидів ліпідів, ТБК-активних продуктів та до зростання активності супероксиддисмутази і глутатіонпероксидази порівняно з величинами цих показників у коропів контрольної групи.

Ключові слова: КОРОП, КРОВ, ЛІПІДИ, ВІТАМІН А, ПЕЧІНКА, СКЕЛЕТНИЙ М'ЯЗ, СИСТЕМА АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ

LIPID METABOLISM AND THE STATE OF ANTIOXIDANT SYSTEM OF CARP DEPENDING ON THE LEVEL OF VITAMIN A IN DIET

K. B. Smolyaninow
smolianinow@ukr.net

Institute of Animal Biology of NAAS, Stus st. 38, Lviv, 79034, Ukraine

Recently, the study of issues related to the impact of vitamin A on lipid metabolism in fish is of vital importance, the main focus here is the study of processes of peroxidation. Moreover, the problems of optimal levels of vitamin A in the diet of fish at different stages of their development are insufficiently clarified. In this regard, the goal of the research was to study the impact of different levels of vitamin A in the diet of carp on the intensity of peroxidation and antioxidant enzymes in their body. The article presents the results of a study of the influence of feeding different levels of additional vitamin A in the diet of carp for vitamin and metabolic status, intensity of peroxidation processes and the activity of antioxidant enzymes in their body. As a result, studies suggested that adding of vitamin A to diet in the form of retinol acetate at amount of 2500 and 5000 IU/kg resulted in the increase of its content in the liver. Addition to the diet of carp of 5000 IU/kg vitamin A led to a decrease of triacylglycerol levels in their blood. Adding to the fish diet of vitamin A, depending on the dose lowers the relative amount of phospholipids and free cholesterol and an increase of the relative amount of triacylglycerols in the lipid composition of skeletal muscle of carp. Feeding fish vitamin A promoted the reduce of the total lipids and the relative amount of phospholipids and free cholesterol and led to the increase in the relative amount of triacylglycerols in liver lipids of carp. Feeding of carp with vitamin A in a amount of 2500 IU/kg resulted in decrease of the content of lipid hydroperoxides, TBA-active products and to increase the activity of superoxide dismutase and glutathione peroxidase, compared to carp of control group.

Key words: CARP, BLOOD, LIPIDS, VITAMIN A, LIVER, SKELETAL MUSCLES, ANTIOXIDANT SYSTEM

ОБМЕН ЛИПИДОВ И СОСТОЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У КАРПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ВИТАМИНА А В ЕГО РАЦИОНЕ

К.Б. Смолянинов
smolianinow@ukr.net

Институт биологии животных НААН, ул. Стуса 38, г. Львов, 79034, Украина

В последнее время актуальным является изучение вопросов, связанных с влиянием витамина А на метаболизм липидов в организме рыб, основным направлением при этом является исследование уровня пероксидных процессов. Недостаточно выясненным остается проблема оптимального уровня витамина А в рационе рыб на разных стадиях их развития. В связи с этим, целью исследований было изучение влияния разного уровня витамина А в рационе карпов на интенсивность процессов пероксидации и активность антиоксидантных ферментов в их организме. В статье приведены результаты исследования дополнительного скармливания разного уровня витамина А в рационе карпов на витаминный и метаболический статус, интенсивность процессов пероксидации и активность ферментов антиоксидантной защиты в их организме. В результате исследований установлено, что добавление в комбикорм витамина А в форме ретинилацетата в количествах и 2500 и 5000 МЕ / кг приводило к достоверному увеличению его содержания в печени. Добавление в рацион карпа витамина А в количестве 5000 МЕ / кг вело к уменьшению уровня триацилглицеролов в их крови. Добавки к рациону рыб витамина А в зависимости от дозы приводили к уменьшению относительного количества фосфолипидов и свободного холестерина и увеличению относительного количества триацилглицеролов в составе липидов скелетных мышц самок карпа. Скармливание рыбам витамина А способствовало уменьшению общего количества липидов и относительного количества фосфолипидов и свободного холестерина и увеличению относительного количества триацилглицеролов в составе липидов печени карпа. Скармливание карпу витамина А в количестве 2500 МЕ / кг комбикорма способствовало достоверному снижению содержания гидроперекисей липидов, ТБК-активных продуктов и к росту активности супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы, по сравнению с величинами этих показателей у карпов контрольной группы

Ключевые слова: КАРП, КРОВЬ, ЛИПИДЫ, ВИТАМИН А, ПЕЧЕНЬ, СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ, СИСТЕМА АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ

В останні роки вивчення питань, пов'язаних із впливом жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну А, у раціоні риб на певні ланки метаболізму ліпідів у їхньому організмі знаходиться в центрі уваги вітчизняних і зарубіжних дослідників. Проте, основним напрямком при цьому було дослідження суто прикладних питань стосовно якості продукції рибництва і проблем, пов'язаних із впливом надмірного рівня пероксидних процесів у скелетних м'язах і м'ясі риб [1]. Відомо, що ліпіди риб характеризуються високим вмістом поліненасичених жирних кислот, які є основним субстратом пероксидного окиснення. У свою чергу, підвищення рівня жиророзчинних вітамінів у раціоні

риб, і насамперед вітамінів Е і А з яскраво вираженою антиоксидантною дією, є необхідною умовою підвищення якості і терміну зберігання м'яса риб, особливо при підвищенні вмісту поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів їх м'яса [1–3]. Недостатньо з'ясованим залишається також питання оптимального рівня жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну А у раціоні ставкових риб на різних стадіях їх розвитку.

У зв'язку з цим, метою досліджень було вивчення впливу різного рівня вітаміну А (2,5 тис. МО/кг і 5 тис. МО/кг) у раціоні коропів на вітамінний та метаболічний статус, інтенсивність процесів пероксидзації і активність ензимів антиоксидантного захисту в їхньому організмі.

Матеріали і методи

Проведено дослід на 3-х групах самок коропів, яких вирощували в окремих ставах у Львівській дослідній станції Інституту рибного господарства НААН України. Самки коропів 1-ї групи, яким згодовували комбікорм без вітаміну А, були контрольними. Самкам коропів 2-ї і 3-ї груп згодовували комбікорм з вмістом вітаміну А у формі ретинілацетату в кількості відповідно 2500 і 5000 МО/ кг корму. У кінці досліду, який тривав 30 днів, від 4-х самок коропів кожної групи одержували зразки крові, печінки і скелетних м'язів для біохімічних досліджень.

Вміст вітамінів А і Е у крові та тканинах визначали методом ВЕРХ на мікроколунковому хроматографі «Міліхром» [4].

У крові і тканинах визначали вміст в гідропероксидів ліпідів [5] і ТБК-активних продуктів [6], та активність антиоксидантних ензимів — супероксидисмутази [7], глутатіонпероксидази [8] і каталази [9].

Вміст загального білка у сироватці крові, триацилгліцеролів та холестеролу у плазмі крові риб визначали на біохімічному аналізаторі Humalyzer 2000.

У скелетних м'язах і печінці риб визначали вміст загальних ліпідів ваговим методом після екстракції їх сумішню хлороформ-метанолу (2:1) методом Фолча [10] та вміст окремих класів ліпідів методом тонкошарової хроматографії на силікагелі в системі

розчинників гексан–диетиловий ефір–оцтова кислота (70:30:1) з наступним кількісним їх визначенням біхроматним методом [10].

Одержані цифрові дані опрацьовували статистично з використанням програми Microsoft Excel.

Результати й обговорення

Як видно із таблиці 1, додавання до комбікорму вітаміну А у формі ретинілацетату впливало на вміст вітамінів А і Е в організмі коропа. Зокрема, додавання ацетату ретинолу призводило до депонування його в печінці. Так, вміст вітаміну А в печінці коропів 2-ї групи був більшим у 2,16 разу ($P<0,001$), а у печінці 3-ї дослідної групи — у 2,67 разу ($P<0,01$) порівняно з рибами контрольної групи. Проте, у плазмі крові дослідних коропів вміст вітаміну А суттєво не збільшувався із збільшенням дози препарату.

Вміст вітаміну А (Табл. 1) у плазмі крові коропів дослідних груп майже не відрізнявся від його вмісту у коропів контрольної групи. Поряд з тим, у печінці коропів 2-ї дослідної групи вміст вітаміну А був більшим на 17%, а в печінці коропів 3-ї дослідної групи його вміст майже не відрізнявся від контролю.

Отримані дані свідчать про пряму залежність між споживанням жиророзчинних вітамінів та їх попередників коропами у весняний період і їх вмістом у печінці. Ретинілацетат у дозі 2500 МО/кг комбікорму призводить до покращення за-

Таблиця 1

Вміст вітамінів А і Е у плазмі крові, печінці та скелетних м'язах досліджуваних коропів ($M \pm m$, $n=4$)

Група коропів	Досліджувана тканина		
	Плазма крові, мкг/мл	Печінка, мкг/г	Скелетний м'яз, мкг/г
Вітамін А			
1	0,38±0,05	32,20±4,26	0,12±0,03
2	0,42±0,08	69,69±3,13***	0,23±0,04*
3	0,45±0,04	86,59±3,88**	0,16±0,05
Вітамін Е			
1	7,36±2,7	12,32±1,69	11,17±2,12
2	10,40±3,52	14,91±1,27	12,64±2,32
3	7,74±0,48	12,99±1,98	11,87±1,64

Примітка: * — $P<0,05$; ** — $P<0,01$; *** — $P<0,001$

своєння вітамінів та їх трансформації в організмі коропа.

У *Таблиці 2* наведено дані про вміст загального білка у сироватці крові, триацилгліцеролів та холестеролу у плазмі крові досліджуваних риб. З даних, поданих у цій таблиці, звертає на себе увагу статистично достовірне зменшення рівня триацилгліцеролів

у плазмі крові риб, що отримували добавку вітаміну А у дозі 5 тис МО/кг ($P < 0,05$). Ці дані свідчать про антитригліцеридемічну дію добавок вітаміну А в організмі риб. Разом з тим, згодовування риbam вітаміну А незалежно від дози не впливало на рівень загального білка у сироватці та рівень холестеролу у плазмі крові коропів.

Таблиця 2

Вміст загального білка у сироватці, триацилгліцеролів і холестеролу у плазмі крові коропа за різного рівня вітаміну А в їх раціоні ($M \pm m$; $n=4$)

Досліджуваний показник	Група риб		
	Контроль	Дослідна 1	Дослідна 2
Загальний білок, г/л	43,5 \pm 2,24	43,6 \pm 2,26	41,67 \pm 2,49
Триацилгліцероли, ммоль/л	8,71 \pm 0,28	9,32 \pm 0,38	5,93 \pm 0,24*
Холестерол, ммоль/л	6,42 \pm 0,47	6,5 \pm 1,18	6,94 \pm 0,56

У *Таблиці 3* наведено дані про зміни загального вмісту ліпідів та співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах коропа під впливом згодовування різних кількостей вітаміну А. З даних, наведених у цій таблиці видно, що додавання до раціону коропа вітаміну А у дозі 5 тис. МО/кг призводило до незначного збільшення вмісту загальних ліпідів у скелетних м'язах риб, проте ці дані статистично недостовірні ($P < 0,5$).

Одночасно, згодовування коропам добавок вітаміну А призвело до значних змін співвідношення окремих ліпідних класів у скелетних м'язах досліджуваних риб. Так, як видно з даних, наведених у таблиці 3, добавка вітаміну А у дозі 2,5 тис. МО/кг до раціону коропа призводила до зменшення питомої частки фосфоліпідів у складі ліпідів скелетних м'язів риб ($P < 0,05$),

проте аналогічних змін при додаванні більшої дози вітаміну не спостерігається. Відмічається також менший вміст вільного холестеролу у складі ліпідів скелетних м'язів риб дослідних груп. Ці дані свідчать про зменшення вмісту структурних ліпідів у складі ліпідів скелетних м'язів коропів, яким до корму додавали вітамін А у різних дозах. Разом з тим, добавки вітаміну А позитивно впливали на вміст триацилгліцеролів та ефірнозв'язаного холестеролу. Так, додавання до раціону коропа вітаміну А у дозі 5 тис. МО/кг призводило до статистично достовірного збільшення відносного вмісту триацилгліцеролів у складі ліпідів скелетних м'язів ($P < 0,01$) і до збільшення відносного вмісту ефірнозв'язаного холестеролу у групі коропів, яким з кормом вводили 2,5 тис МО/кг вітаміну А ($P < 0,001$).

Таблиця 3

Вміст ліпідів та співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах коропа за різного рівня вітаміну А в їх раціоні % ($M \pm m$; $n=4$)

Клас ліпідів	Група риб		
	Контроль	Дослідна 1	Дослідна 2
Загальні ліпіди	5,40 \pm 0,23	5,47 \pm 0,18	7,53 \pm 0,43
Фосфоліпіди	30,61 \pm 1,89	25,77 \pm 0,40*	28,33 \pm 0,46
Холестерол	20,79 \pm 1,19	15,36 \pm 0,90**	14,99 \pm 0,49**
НЕЖК	10,18 \pm 0,89	12,86 \pm 0,77	10,82 \pm 0,43
Триацилгліцероли	27,17 \pm 1,10	30,28 \pm 1,65	33,39 \pm 0,56**
Ефіри холестеролу	11,24 \pm 0,88	15,72 \pm 0,29***	12,13 \pm 0,69

У *Таблиці 4* наведено дані про зміни загального вмісту ліпідів та співвідношення

їх окремих класів у печінці коропа під впливом згодовування різних кількостей

вітаміну А. З даних, наведених у цій таблиці видно, що додавання до раціону коропа вітаміну А незалежно від дози призводить

до зменшення загального вмісту ліпідів у печінці коропів, яким до раціону додавали добавки вітаміну А.

Таблиця 4

Вміст ліпідів та співвідношення їх окремих класів у печінці коропа за різного рівня вітаміну А в їх раціоні % ($M \pm m$; $n=4$)

Клас ліпідів	Група риб		
	Контроль	Дослідна 1	Дослідна 2
Загальні ліпіди	13,55	9,82*	9,95*
Фосфоліпіди	49,01	38,58*	36,61*
Холестерол	14,67	13,69	9,50**
НЕЖК	6,08	6,40	5,98
Триацилгліцероли	21,52	29,13*	41,01***
Ефіри холестеролу	8,71	10,86	6,89*

Таке зменшення вмісту загальних ліпідів можна пояснити загальною інтенсифікацією обміну речовин в організмі коропа під впливом вітаміну А, що, ймовірно, призвело до підвищення використання ліпідів печінки у енергетичних процесах в організмі [11]. З даних, наведених у цій таблиці, видно, що згодовування дворічкам коропа добавок вітаміну А приводило до суттєвого дозозалежного зменшення відносного вмісту фосфоліпідів у складі ліпідів печінки. Зокрема, відносний вміст фосфоліпідів у печінці коропів першої дослідної групи був у 1,27 рази, а відносний вміст фосфоліпідів у печінці коропів другої дослідної групи був у 1,34 рази менший, порівняно з їх вмістом у печінці риб контрольної групи ($P<0,05$). Додавання до раціону коропів вітаміну А у дозі 5 тис. МО/кг призводило до статистично достовірного зменшення вільного холестеролу у складі ліпідів печінки риб ($P<0,01$). Ці дані свідчать про зменшення вмісту основних структурних ліпідів — фосфоліпідів і холестеролу у печінці риб під впливом згодовування їм добавок вітаміну А. У той же час, частка триацилгліцеролів у складі ліпідів печінки коропів, яким з кормом згодовували добавки вітаміну А суттєво зростала. Так, відносний вміст триацилгліцеролів у складі ліпідів печінки коропів першої дослідної групи, риbam якої згодовували вітамін А у дозі 2,5 тис. МО/кг був у 1,35 рази ($P<0,05$) більший, а відносний вміст триацилгліцеролів у складі

ліпідів печінки коропів другої дослідної групи, риbam якої згодовували вітамін А у дозі 5 тис. МО/кг був майже у 2 рази більший ($P<0,001$), порівняно з відносним вмістом триацилгліцеролів у складі ліпідів коропів контрольної групи. Ці дані свідчать про позитивний вплив добавок вітаміну А на відкладання резервних ліпідів у печінці дворічок коропа. З інших даних, наведених у цій таблиці звертає на себе увагу статистично достовірне зменшення ($P<0,05$) відносного вмісту ефірів холестеролу у складі ліпідів печінки дворічок коропів, яким згодовували раціон з добавкою вітаміну А у дозі 5 тис. МО/кг.

Загалом, отримані в результаті цього дослідження дані свідчать про значні зміни ліпідного складу печінки і скелетних м'язів під впливом згодовування коропам добавок вітаміну А, що проявляється у зменшенні відносної частки фосфоліпідів і холестеролу і збільшенням відносної частки триацилгліцеролів у складі досліджуваних тканин коропа та зменшенням вмісту загальних ліпідів у печінці коропів, яким згодовували добавки вітаміну А.

У Таблиці 5 наведені дані про вміст продуктів ПОЛ і активність антиоксидантних ензимів у крові досліджуваних коропів за різного рівня вітаміну А в раціоні. З отриманих даних видно, що вміст продуктів ПОЛ, а саме вміст гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів були вірогідно меншими у крові коропів дослідних груп.

Таблиця 5

**Вміст продуктів ПОЛ і активність антиоксидантних ензимів у крові коропів
за різного рівня вітаміну А в раціоні ($M \pm m$; $n=4$)**

Досліджуваний показник	Група риб		
	Контроль	Дослідна 1	Дослідна 2
Гідроперокси́ди ліпідів, Е/мл	1,48±0,06	0,77±0,08***	1,25±0,07*
ТБК-активні продукти, нмоль/мл	3,83±0,19	3,45±0,09	4,02±0,25
Супероксиддисмутаза, Е/мг білка	1,52±0,11	2,32±0,23**	1,63±0,27
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH/мг білка за 1 хв.	18,52±1,23	30,21±1,15**	28,37±1,47**
Каталаза, ммоль H_2O_2 /мг білка за 1 хв.	1,19±0,10	1,13±0,15	1,08±0,12

Так, вміст гідропероксидів ліпідів у крові коропів 2-ї дослідної групи був меншим у 1,92 рази, а 3-ї дослідної групи у 1,18 разу ($P<0,001$; $P<0,05$).

Встановлено, що при цьому активність ензимів антиоксидантного захисту також змінювалась. Так, в еритроцитах крові коропів 2-ї дослідної групи активність супероксиддисмутази зростала на 53% ($P<0,01$), глутатіонпероксидази на 63% ($P<0,01$), а

активність каталази дещо знизилась порівняно з контролем. У третій дослідній групі вірогідно вищою була лише активність глутатіонпероксидази.

З наведених у *Таблиці 6* даних видно, що у печінці коропів 2-ї дослідної групи вміст гідропероксидів ліпідів був меншим на 46 %, а ТБК-активних продуктів на 51% ($P<0,05$; $P<0,01$). При цьому вірогідно вищою була лише активність супероксиддисмутази ($P<0,001$).

Таблиця 6

**Вміст продуктів ПОЛ і активність антиоксидантних ензимів у печінці коропів
за різного рівня вітаміну А в раціоні ($M \pm m$; $n=4$)**

Досліджуваний показник	Група риб		
	Контроль	Дослідна 1	Дослідна 2
Гідроперокси́ди ліпідів, Е/г	2,68±0,13	1,83±0,15**	3,13±0,23
ТБК-активні продукти, нмоль/г	14,76±1,6	9,75±1,20*	14,63±1,18
Супероксиддисмутаза, Е/мг білка	6,44±0,15	9,03±0,19***	5,92±0,16
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH/мг білка за 1 хв.	2,28±0,12	3,93±0,17	3,30±0,14
Каталаза, ммоль H_2O_2 /мг білка за 1 хв.	3,78±0,13	3,62±0,13	3,66±0,12

У печінці коропів 3-ї групи вміст ТБК-активних продуктів і гідропероксидів ліпідів був більшим ($P>0,5$) порівняно з контролем. Активність супероксиддисмутази була нижчою, як відносно 2-ї групи, так і відносно контрольної групи коропів. При цьому, активність каталази і глутатіонпероксидази різнилися несуттєво порівняно з контролем.

З наведених у *Таблиці 7* даних видно, що вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ензимів у скелетних м'язах коропів дослідних груп і контрольної змінювались несуттєво. У скелетних м'язах коропів 2-ї групи вміст гідропероксидів ліпідів був меншим у 1,14 рази, ТБК-активних продуктів —

в 1,45 рази ($P<0,05$; $P<0,001$), а активність супероксиддисмутази та глутатіонпероксидази при цьому була вірогідно вищою. У третій групі вміст гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів були більшими, а різниці в активності ензимів САЗ були невірогідними.

Загалом, одержані нами при виконанні цієї частини досліджень дані дозволяють зробити висновок, що додавання вітаміну А у формі ацетату ретинолу до комбікорму коропа в дозі 2500 МО/кг у переднерестовий період має вплив на ензимну і неензимну ланки системи антиоксидантного захисту та призводить до зниження інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів в їх організмі.

Вміст продуктів ПОЛ і активність антиоксидантних ензимів у скелетних м'язах коропів за різного рівня вітаміну А в раціоні ($M \pm m$; $n=5$)

Досліджуваний показник	Група риб		
	Контроль	Дослідна 1	Дослідна 2
Гідропероксили ліпідів, Е/г	2,31±0,08	2,02±0,06*	2,26±0,14
ТБК-активні продукти, нмоль/г	6,66±0,25	4,55±0,18***	5,71±0,17**
Супероксиддисмутаза, Е/мг білка	5,15±0,18	6,92±0,26***	6,04±0,22**
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH/мг білка за 1 хв.	4,24±0,12	5,03±0,17**	4,74±0,19
Каталаза, ммоль H_2O_2 /мг білка за 1 хв.	1,03±0,16	1,20±0,15	0,79±0,13

Висновки

1. Додавання до комбікорму вітаміну А у формі ретинілацетату у дозі 2500 і 5000 МО/кг у переднерестовий період призводило до вірогідного збільшення його вмісту у печінці.

2. Додавання до раціону коропа вітаміну А у кількості 5000 МО/кг призводило до зменшення рівня триацилгліцеролів в їх крові.

3. Додавання до раціону риб вітаміну А залежно від дози призводило до зменшення відносної кількості фосфоліпідів і вільного холестеролу та збільшення відносної кількості триацилгліцеролів у складі ліпідів скелетних м'язів самок коропа.

4. Додавання до раціону риб вітаміну А призводило до зменшення загальної кількості ліпідів та відносної кількості фосфоліпідів і вільного холестеролу та збільшення відносної кількості триацилгліцеролів у складі ліпідів печінки коропа.

5. Згодовування коропа вітаміну А у дозі 2500 МО/кг комбікорму призводило до вірогідного зниження вмісту гідропероксидів ліпідів, ТБК-активних продуктів та до зростання активності супероксиддисмутази і глутатіонпероксидази, порівняно з величинами цих показників у коропів контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень.

У подальших дослідженнях необхідно продовжити поглиблення і розширення існуючих уявлень про особливості впливу і механізми дії жиророзчинних вітамінів, зокрема вітамінів А і Е, на різні ланки метаболізму в організмі риб на різних стадіях онтогенезу.

1. Hrytsyniak I. I., Smolianinov K. B., Yanovych V. H. Lipid metabolism in fish: monograph. Lviv, Triada, 2010. P. 335 (in Ukrainian)

2. Hrynzhovskyi M. V. The intensification of aquaculture production in inland waters Ukraine. Kyiv, Svit, 2000. P. 183 (in Ukrainian).

3. Popyk I. M., Oleksiuk N. P., Yanovych V. H. The effects of feeding on lipid peroxidation and antioxidant system in the liver of carp. *The Animal Biology*. 2011, V.13, no.1–2, pp.227–231 (in Ukrainian)

4. Oleksiuk N. P., Levkivska L. H., Denys H. H., Salyha Yu. T. Determination of vitamins A and E in biological materials and feed by high performance liquid chromatography. Guidelines. Lviv, 2007, 20 p. (in Ukrainian)

5. Myronchuk V. V. Method of determination of lipid peroxides in biological tissues. C. c. USSR, no 1084681, 1984 (in Russian)

6. Korobeinikova E. N. The determination modification of lipid peroxidation in the reaction with thiobarbituric acid. *Lab. Work*. 1989, no 7, pp. 8–9 (in Russian)

7. Dubinina E. E., Sal'nikova L. Ya., Efimova L. F. The activity and isoenzyme spectrum of red blood cells SOD. *Lab. work*, 1983, no 10, pp. 30–33 (in Russian)

8. Moin V. M. A simple and specific method of determination the glutathione peroxidase activity in red blood cells. *Lab. work*, 1986, no 12, pp. 724–727 (in Russian)

9. Koroliuk M. A., Ivanova L. I., Mayorova I. G., Tokarev V. E. Method for determination of the catalase activity. *Lab. work*, 1988, no 1, pp. 16–18 (in Russian)

10. Keits M. Techniques of Lipidology. Isolation and identification of lipid analysis. Moscow, World, 1975, 322 p. (In Russian).

11. Oliveros L. B., Domeniconi M. A., Vega V. A., Gatica L. V., Brigada A. M., Gimenez M. S. Vitamin A deficiency modifies lipid metabolism in rat liver. *Br. J. Nutr.*, 2007, V. 97, no 2, pp. 263–272.