

## ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД БІЛКІВ КРОВІ КОРОПА ЗА ДІЇ НАНДРОЛОНУ ТА АЛЬБЕНДАЗОЛУ

I. М. Курбатова, М. О. Захаренко  
innakurbatova@ukr.net

Національний Університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 11, Київ 03041, Україна

*Вплив анаболічних стероїдів, зокрема нандролону та антигельмінтика альбендазолу на коропо-  
вих риб залежить від концентрацій у воді та пов'язаний зі зміною низки морфологічних показників і фі-  
зіолого-біохімічних механізмів у процесі їх адаптації до дії ксенобіотиків води, як і показали дослідження  
загального вмісту та фракційного складу білків плазми крові. В модельних експериментах, проведених  
на дворічках коропа, головною метою яких було дослідити вплив ксенобіотиків антропогенного похо-  
дження на фракційний склад білків плазми крові, встановлено, що за нетривалої експозиції (72 години)  
і низьких концентрацій нандролону у воді акваріумів (0,1 мг/дм<sup>3</sup> для першої дослідної та 0,5 мг/дм<sup>3</sup> —  
для другої дослідної групи) спостерігаються лише незначні зміни вмісту білків з молекулярною масою  
25, 35–50 і 100–140 кДа за сталих значень показників інших фракцій. З підвищенням концентрації нан-  
дролону у воді акваріуму до 1,0 мг/дм<sup>3</sup> вміст білків з молекулярною масою 450 кДа і вище зріс на 91 %, 340 кДа — на 78 %, 260 кДа — на 101 %, 70 кДа — на 149 %, 50 кДа — на 111 %, 25–50 кДа — 35–62 %  
порівняно з контролем. Отже, анаболічні стероїди, потрапляючи у воду, за низьких концентрацій не  
впливають, а за високих — стимулюють процеси біосинтезу білків в тканинах дворічок коропа.*

*Нетривале перебування (12 годин) коропів в акваріумі з концентрацією антигельмінтика аль-  
бендазолу у воді 0,2 мг/л змінювало лише окремі фракції білків плазми крові риб. Збільшення концентра-  
ції альбендазолу у воді до 0,5 мг/л і особливо до 1,0 мг/л впливало на білковий спектр плазми крові риб  
значною мірою, знижуючи вміст більшості білків низько- та високомолекулярних фракцій.*

*Досліджувані ксенобіотики нандролон та альбендазол у вищевказаних концентраціях у воді  
та за нетривалої експозиції не впливали на поведінку риб, кількість дихальних рухів і на томографічні  
показники внутрішніх органів.*

*Стан зовнішніх покривів тіла, а також органолептичні показники внутрішніх органів риб до-  
слідних груп за дії різних концентрацій нандролону та альбендазолу не відрізнялись від подібних харак-  
теристик коропів контрольної групи.*

*Одержані результати свідчать про важливу роль білків плазми крові риб в механізмах їх адаптації  
до дії ксенобіотиків води, зокрема анаболічного стероїду нандролону та антигельмінтика альбендазолу.*

**Ключові слова:** КОРОП, ПЛАЗМА КРОВІ, БІЛКИ, НАНДРОЛОН, АЛЬБЕНДАЗОЛ

## FRACTIONAL COMPOSITION OF CARP BLOOD PROTEINS UNDER THE INFLUENCE OF NANDROLONE AND ALBENDAZOLE

I. M. Kurbatova, M. O. Zakharenko  
innakurbatova@ukr.net

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
11 Geroiv Oborony str., Kyiv 03041, Ukraine

*The effect of anabolic steroids such as nandrolone and deworming albendazole on carp fish depends  
on their concentrations in the water and is associated with a change in a number of morphological, physiologi-  
cal and biochemical mechanisms in the process of adaptation to the effects of xenobiotics water as it was shown  
by studies of total and fractional composition of blood plasma protein. The model experiments carried out on  
the two-year carps to investigate the influence of anthropogenic xenobiotics on the fractional composition of  
blood plasma proteins revealed that the non-durable exposition (72 hours) and low nanrolone concentration  
(0.1 mg/dm<sup>3</sup> for the first research group and 0.5 mg/dm<sup>3</sup> for the second research group) in water in aquariums  
caused changes in protein content of molecular weight 25, 35–50, 100–140 kDa with constant rates in other  
fractions. With increase of nandrolone concentration in aquarium water to 1.0 mg/dm<sup>3</sup> content of proteins with  
molecular weight of more than 450 kDa increased by 91 %, 340 kDa— 78 %, 260 kDa — 101 %, 70 kD —*

149 %, 50 kDa — 111 %, 25–50 kDa — 35–62 % compared to the control. We can make the conclusion that anabolic steroids at low concentrations in the water do not affect and at high concentrations stimulate the protein synthesis processes in tissues of carp yearlings.

Non-long stay (12 hours) of carps in the aquarium with a concentration of deworming albendazole 0.2 mg/l in water changed only some of the fractions of blood plasma protein in fish. Increase of concentrations of albendazole in water to 0.5 mg/L and particularly to 1.0 mg/l affected the protein spectrum of blood plasma in fish reducing the content of the most proteins with low and high molecular fractions.

The investigated xenobiotics nandrolone and albendazole at the indicated concentrations in the water and a short exposure did not affect the behavior of fish, the number of respiratory movements and tomographic indicators of their organs.

Status of integument and organoleptic characteristics of the organs in fish of research group under the influence of different concentrations of nandrolone and albendazole did not differ from the similar characteristics in the carps of control group.

The results suggest an important role of fish blood plasma proteins in mechanisms of their adaptation to the effects of water xenobiotics, particularly the anabolic steroid nandrolone and deworming albendazole.

**Keywords:** CARP, BLOODPLASMA, PROTEINS, NANDROLONE, ALBENDAZOLE

## ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ КРОВИ КАРПА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НАНДРОЛОНА И АЛЬБЕНДАЗОЛА

И. Н. Курбатова, Н. А. Захаренко  
innakurbatova@ukr.net

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
ул. Героев Оборона, 11, Киев, 03041, Украина

Влияние анаболических стероидов, в частности нандролон и антигельминтика альбендазола на карповых рыб зависит от их концентрации в воде и связано с изменением ряда морфологических показателей и физиолого-биохимических механизмов в процессе их адаптации к воздействию ксенобиотиков воды, как и показали исследования общего содержания и фракционного состава белка плазмы крови. В модельных экспериментах, проведенных на двухлетках карпа, главной целью которых было исследовать влияние ксенобиотиков антропогенного происхождения на фракционный состав белков плазмы крови, установлено, что при недлительной экспозиции (72 часа) и низких концентрациях нандролон в воде аквариумов (0,1 мг/дм<sup>3</sup> в первой опытной и 0,5 мг/дм<sup>3</sup> во второй опытной группе) наблюдались изменения содержания белков с молекулярной массой 25, 35–50 и 100–140 кДа при постоянных значениях показателей других фракций. С повышением концентрации нандролон в воде аквариума до 1,0 мг/дм<sup>3</sup> содержание белков с молекулярной массой 450 кДа и выше выросло на 91 %, 340 кДа — на 78 %, 260 кДа — на 101 %, 70 кДа — на 149 %, 50 кДа — на 111 %, 25–50 кДа — 35–62 % по сравнению с контролем. Можно сделать вывод, что анаболические стероиды, попадая в воду, при малых концентрациях не влияют, а при высоких — стимулируют процессы биосинтеза белка в тканях двухлеток карпа.

Непродолжительное пребывание (12 часов) карпов в аквариуме с концентрацией 0,2 мг/л антигельминтика альбендазола в воде изменяло только некоторые фракции белков плазмы крови рыб. Увеличение концентрации альбендазола в воде до 0,5 мг/л и, особенно до 1,0 мг/л, влияло на белковый спектр плазмы крови рыб в значительной степени, снижая содержание белков низко- и высокомолекулярных фракций.

Исследуемые ксенобиотики нандролон и альбендазол при указанных концентрациях в воде и непродолжительной экспозиции не влияли на поведение рыб, количество дыхательных движений и на томографические показатели внутренних органов.

Состояние внешних покровов тела, а также органолептические показатели внутренних органов рыб опытных групп при воздействии разных концентраций нандролон и альбендазола не отличались от аналогичных характеристик карпов контрольной группы.

Полученные результаты свидетельствуют о важной роли белков плазмы крови рыб в механизмах их адаптации к воздействию ксенобиотиков воды, в частности анаболического стероида нандролон и антигельминтика альбендазола.

**Ключевые слова:** КАРП, ПЛАЗМА КРОВИ, БЕЛКИ, НАНДРОЛОН, АЛЬБЕНДАЗОЛ

Водні екосистеми в останній час знають значного антропогенного впливу, що пов'язують із потраплянням у природні водойми зі стічними водами очисних споруд цивільних об'єктів та промислових підприємств різних ксенобіотиків, зокрема речовин ендокринної дії [1–3]. Значну загрозу для водних об'єктів становлять тваринницькі підприємства, які, нарощуючи виробничі потужності, накопичують значні обсяги відходів та стічних вод. З останніми у природні водойми потрапляє велика кількість антибіотиків та сульфамідамідних препаратів [4–6], гормони надролон, болденон, кортикостероїди та продукти їх біодеградації [5, 7] антигельмінтики і кокцидіостатики [6]. Це веде до деградації водних екосистем, що негативно впливає на гідробіонтів [9, 12].

Особливе занепокоєння викликає наявність у воді річок естрогенів і андрогенів та їх кон'югатів [10, 11], серед яких знайдено також і 19-нортестостерон (надролон) [7]. Це синтетичний стероїд, який широко використовується як терапевтичний засіб та стимулятор продуктивності тварин, входить до групи прогестерону і впливає на процеси травлення та стимулює метаболічні процеси у тканинах тварин [13, 14]. У стічних водах виявлено і продукти деградації надролону — 19-норадростерон, 19-норетіхоланолон та 5-дигідро-19-нортестостерон (дигідронадролон), які також володіють гормональною активністю в організмі [13].

Стічні води також містять антигельмінтик альбендазол — основний протипаразитарний препарат, який належить до групи бензімідазолу [14]. Альбендазол викликає у паразитів дегенеративні зміни клітинних мембран шляхом гальмування процесу полімеризації тубуліну. Це веде до зникнення мікротубул цитоплазми клітин паразита та його загибелі [15, 16].

Крім того, альбендазол є інгібітором ацетилхолінестерази та володіє нейротоксичною дією в організмі тварин. Метаболізується він частково в печінці з утворенням сульфоксидальбендазолу та сульфональбендазолу [16].

Оскільки надролон і альбендазол знайдено у стічних водах тваринницьких підприємств,

а їх дестабілізуючий вплив на фізіологічні процеси у гідробіонтів вивчено недостатньо, актуальними є дослідження фракційного складу білків крові риб, що дасть можливість поглибити уявлення про механізми їх адаптації до дії штучних ксенобіотиків антропогенного походження. Мета роботи — з'ясувати вплив ксенобіотиків різного механізму дії надролону та альбендазолу на вміст і фракційний склад білків плазми крові коропа.

### Матеріали і методи

Дослідження проведені в лабораторії кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів природокористування України. Об'єктом дослідження слугували дворічки коропа (*Cyprinus carpio L.*), вирощені у ВАТ «Київрибгосп». Для проведення експериментів було відібрано 32 коропи масою тіла 450–500 г. При проведенні досліджень риб утримували в акваріумах з об'ємом води 40 літрів по 2 голови в кожному. У воді акваріумів у процесі експериментів підтримували оптимальні значення температури (18–20 °C) та вміст Оксигену (7–8 мг/л). Під час досліду, який тривав 72 години, риб не годували.

У першому досліді вивчали вплив різних концентрацій надролону у воді на загальний вміст та фракційний склад білків плазми крові риб. З цією метою у воду першого акваріума перед посадкою риб додавали 4 мг (перша), другого — 20 мг (друга) і третього — 40 мг (третья дослідна група) надролону (*Sigma-Aldrich*), що відповідало концентраціям 0,1; 0,5 і 1,0 мг/дм<sup>3</sup> води. У воду четвертого акваріума, де утримували риб контрольної групи, надролон не вносили.

У другому експерименті досліджували загальний вміст і фракційний склад білків плазми крові коропа за дії альбендазолу. Для цього у воду акваріумів об'ємом 40 л перед посадкою риб вносили альбендазол у кількості, що відповідала його концентрації 0,2 (перша), 0,5 (друга) і 1,0 мг/дм<sup>3</sup> (третья дослідна група). Контрольну групу риб утримували у воді без альбендазолу. В процесі досліду спостерігали за поведінкою риб, контролюючи кількість дихальних рухів.

Наприкінці досліду у коропів контрольної та дослідних груп відбирали кров, з якої одержували плазму та визначали в ній загальний вміст і фракційний склад білків. Після взяття крові проводили візуальні дослідження зовнішніх покривів тіла коропів (луски, плавців), а після розтину — стан внутрішніх органів, контролюючи їх розмір, колір, консистенцію, наявність геморагій та запалень [17]. Вміст білка в плазмі крові риб визначали за Gornely [18], а фракційний склад білків — за Leammly [19]. Білки плазми крові риб розділяли на фракції в поліакриламідному гелі з градієнтом концентрації 7–18 %, додаючи додецилсульфат натрію. Одержані гелі фіксували сумішшю розчинів метанол-формальдегід: вода у співвідношенні 6 : 1 : 7 та фарбували 0,1 % розчином кумасі R-250 (*Serva*, Швеція).

Молекулярну масу білків окремих білкових зон встановлювали за білками-маркерами (*ThermoBioscience*, Англія).

Одержані гелі сканували гел-сканером *Hewlett-PackardHPSI 5500* (США) з подальшою їх графічною реконструкцією. Кількість білка в окремій зоні обчислювали за відносними (%) та абсолютними (г/л) одиницями з урахуванням значення загального білка в пробі, використовуючи спеціальну комп'ютерну програму *DensitoAnalyze* [20]. Статистичну обробку результатів досліджень здійснено за допомогою комп'ютерної програми *Microsoft Excel 2000* з використанням критерію вірогідності Стюдента [21].

## Результати й обговорення

Утримування риб у воді з концентрацією нандролону 0,1 і 0,5 мг/дм<sup>3</sup> протягом 72 годин не впливало на їх поведінку, кількість дихальних рухів та патоморфологічні показники внутрішніх органів. Стан зовнішніх покривів тіла, а також розмір, колір, консистенція внутрішніх органів, а саме гепатопанкреасу, слизової оболонки кишечника, нирок, а також зябрових пелюсток у риб дослідних груп не відрізнялись від контролю.

У риб першої та третьої дослідних груп встановлено підвищення загального вмісту білків в плазмі крові в середньому в 1,5 разу, тоді як у коропів другої дослідної групи цей показник, порівняно з контролем, зростав невірогідно (*Табл. 1*).

У риб дослідних груп за дії нандролону встановлено зміну фракційного складу білків плазми крові. У коропів, яких утримували у воді з концентрацією нандролону 0,1 мг/дм<sup>3</sup> (перша дослідна група), вміст білків у плазмі крові з молекулярною масою 100–140 кДа (зона Е) і 35–50 кДа (зона L) збільшився, відповідно, на 54 і 43 %, а вміст білків з масою молекул 25 кДа (зона Р) — на 75 % порівняно з контролем (*Табл. 2*).

Вміст білків в плазмі крові риб першої дослідної групи з молекулярною масою 140–450 кДа і вище (зона А, В, С, D), до яких входять й імунні глобуліни, не змінювався порівняно з контролем, на відміну від рів-

Таблиця 1

**Загальний вміст білка в плазмі крові коропа за дії нандролону та альбендазолу, г/л ( $M \pm m$ ;  $n=4$ )**

**Content of total protein in the blood plasma of carp under influence of nandrolone and albedazole, g/l ( $M \pm m$ ;  $n=4$ )**

Група Group	Ксенобіотики Xenobiotics	
	Нандролон Nandrolone	Альбендазол Albendazole
Контрольна (Control)	22,80±2,12	20,28±2,29
Дослідні (Research):		
– перша (first)	34,83±2,07*	20,95±2,29
– друга (second)	26,65±2,04	17,05±1,28
– третя (third)	34,00±1,19*	23,20±1,49

Примітка: \* — різниця вірогідна ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з контролем



Таблиця 2

**Фракційний склад білків плазми крові коропа за дії нандролону, г/л ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )**  
**Fractional composition of blood plasma proteins in carp**  
**under the influence of nandrolone, g/l ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )**

Зона Zone	Молекулярна маса стандартних білків, кДа Molecular weight of standart proteins, kDa	Контрольна група Control group	Дослідна група (концентрація нандролону у воді, мг/дм <sup>3</sup> ) Test group (nandrolone concentration in water, mg/dm <sup>3</sup> )		
			перша (0,1) first (0,1)	друга (0,5) second (0,5)	третя (1,0) third (1,0)
A	>450	0,71±0,15	0,72±0,26	1,25±0,25*	1,36±0,13*
B	340	1,01±0,29	1,40±0,22	1,15±0,25	1,80±0,11*
C	260	1,06±0,23	0,98±0,93	1,32±0,21	2,13±0,16*
D	140	1,40±0,27	1,80±0,28	1,46±0,40	2,18±0,32*
E	—	0,92±0,12	1,42±0,14*	1,13±0,33	1,04±0,21
F	100	1,01±0,37	1,88±0,44	1,16±0,31	1,27±0,09
G	—	1,32±0,71	1,89±0,26	1,46±0,38	1,01±0,17
H	70	0,55±0,25	1,14±0,23	0,64±0,18	1,37±0,25*
J	—	1,31±0,55	1,89±0,22	1,39±0,40	1,28±0,97
K	50	2,83±0,60	4,03±0,33	3,33±0,53	5,98±1,15*
L	—	2,32±0,25	3,32±0,37*	2,97±0,72	2,70±0,34
M	—	3,13±0,49	4,75±0,84	3,86±0,51	4,04±0,59
N	35	0,71±0,32	1,18±0,31	0,76±0,14	0,88±0,13
O	—	0,69±0,13	1,19±0,29	0,70±0,29	0,93±0,24*
P	25	4,53±0,71	7,92±0,69*	5,32±0,48	7,35±0,32*

Примітка: \* — різниця вірогідна ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з контролем

Таблиця 3

**Фракційний склад білків плазми крові коропа за дії альбендазолу, г/л ( $M \pm m$ ;  $n=4$ )**  
**Fractional composition of blood plasma proteins in carp**  
**under the influence of albendazole, g/l ( $M \pm m$ ;  $n=4$ )**

Зона Zone	Молекулярна маса стандартних білків, кДа Molecular weight of standart proteins, kDa	Контрольна група Control group	Дослідна група (концентрація альбендазолу у воді, мг/дм <sup>3</sup> ) Test group (albendazole concentration in water, mg/dm <sup>3</sup> )		
			перша (0,2) first (0,2)	друга (0,5) second (0,5)	третя (1,0) third (1,0)
A	>450	1,36±0,13	0,85±0,35	0,77±0,08*	0,85±0,21*
B	340	1,80±0,11	0,96±0,25	0,80±0,09*	1,15±0,08*
C	260	2,13±0,16	0,88±0,30	0,81±0,12*	1,17±0,03*
D	140	2,18±0,32	1,00±0,42	0,81±0,11*	0,95±0,05*
E	—	1,09±0,21	0,75±0,23	0,73±0,20	0,87±0,08
F	100	1,27±0,99	0,82±0,27	1,08±0,11	1,39±0,16
G	—	1,91±0,17	0,86±0,33	0,85±0,16	0,92±0,05
H	70	1,37±0,38	0,31±0,11*	0,33±0,04*	1,33±0,27**
J	—	1,28 ±0,07	2,08±0,79	0,84±0,11*	1,32±0,18
K	50	5,98±0,45	2,35 0,37*	2,05±0,41*	2,74±0,26*
L	—	2,70±0,34	2,29±0,35	1,73±0,28*	2,19±0,33
M	—	4,04±0,39	3,04±0,56	2,23±0,34*	2,63±0,21*
N	35	0,88±0,13	0,55±0,21	0,50±0,09	0,58±0,10*
O	—	0,93±0,14	0,54±0,18	0,57±0,11	0,77±0,25
P	25	7,35±0,32	3,82±0,41*	3,71±0,38*	5,19±0,35***

Примітка: \* — різниця вірогідна ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з контролем, \*\* — різниця вірогідна ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з другою дослідною групою

ня низькомолекулярних білків (зона L, O, P) (див. Табл. 2). Отже, нандролон у незначній концентрації у воді підвищує вміст низькомолекулярних білків і деяких білків з молекулярною масою 100 кДа у плазмі крові коропів, проте не впливає на рівень білків з високою молекулярною масою.

Підвищення концентрації нандролону у воді до 0,5 мг/дм<sup>3</sup> не вплинуло на фракційний склад білків крові коропів другої дослідної групи порівняно з контролем, за винятком білків зони А, вміст яких зріс на 74 % (Табл. 2). Рівень білків з високою (зони В, С, D), середньою (зони Е, F, G, H) та низькою молекулярною масою (зони J, K, L, M, N, O, P) у плазмі крові коропів другої дослідної групи не змінювався порівняно з контролем. Більш суттєві зміни білкового спектру плазми крові зареєстровано у риб третьої дослідної групи, розміщені як в зоні високомолекулярних, так і білків із низькою молекулярною масою.

Так, рівень білків з молекулярною масою 450 кДа і вище у плазмі крові риб третьої дослідної групи (зона А), порівняно з контролем, збільшився на 91 %, 340 кДа (зона В) — на 78 %, 260 кДа (зона С) — на 101 %, 70 кДа (зона Н) — на 149 %, 50 кДа (зона К) — на 111 %, зони О — на 35 % і 25 кДа (зона Р) — на 62 %. Вміст інших білків в плазмі крові риб третьої дослідної групи, порівняно з контролем, практично не змінювався.

Отже, за концентрації нандролону 1,0 мг/дм<sup>3</sup> у воді акваріума білковий спектр плазми крові коропа змінюється значною мірою навіть за умови його нетривалої дії, що вказує на суттєвий вплив цього ксенобіотика на біосинтетичні процеси у тканинах як анаболічностероїда.

Характер змін білкового спектру плазми крові риб за дії антигельмінтика альбендазолу був дещо іншим порівняно з нандролоном.

Варто зазначити, що за різної концентрації альбендазолу у воді та нетривалої дії кількість дихальних рухів, поведінка, поверхня тіла, патоморфологічні показники основних внутрішніх органів у риб дослідних груп не відрізнялись від контролю. Не виявлено також вірогідної різниці і за вмістом загального

білка у плазмі крові риб дослідних груп порівняно з контролем (Табл. 1).

Витримування коропів впродовж 72 годин в акваріумі з водою, концентрація альбендазолу в якій становила 0,2 мг/дм<sup>3</sup> (перша дослідна група), впливало лише на вміст деяких білків плазми крові риб. Зокрема зареєстровано зниження в плазмі крові риб рівня протеїнів з молекулярною масою 70 кДа на 77 %, 50 кДа — на 61 % і 25 кДа — на 48 % порівняно з контролем (Табл. 3). Вміст білків високомолекулярних фракцій, зокрема з молекулярною масою 100 кДа і вище, а також інших низькомолекулярних білків у плазмі крові риб першої дослідної групи не відрізнявся від контролю. Підвищення концентрації альбендазолу у воді акваріума до 0,5 мг/дм<sup>3</sup> більшою мірою впливало на білковий спектр плазми крові риб, про що свідчить зниження рівня білків, розміщених в зонах А, В, С, D, зокрема з молекулярною масою 140 кДа — на 63 %, 260 кДа — на 62 %, 340 кДа — на 55 % і 450 кДа і більше — на 43 % порівняно з контролем (див. Табл. 3). У плазмі крові цієї групи риб зареєстровано також зниження рівня білків з молекулярною масою 70 кДа — на 76 %, білків в зоні J — на 34 %, у зоні К з молекулярною масою 50 кДа — на 66 %, в зоні L — на 36 %, в зоні М — на 45 % і в зоні Р з молекулярною масою 25 кДа — на 49 % порівняно з аналогічними показниками у риб контрольної групи. Вміст білків інших фракцій у плазмі крові риб другої дослідної групи за дії альбендазолу порівняно з контролем не змінювався.

Подібні зміни білкового спектру плазми крові риб зареєстровано і в коропів третьої дослідної групи, які протягом 72 годин перебували в акваріумі з концентрацією антигельмінтика 1,0 мг/дм<sup>3</sup> води. Так, рівень білків плазми крові у цієї групи, розміщених у зонах А, В, С і D, що відповідає молекулярній масі 140, 260, 340, 450 кДа і вище, знизився, відповідно, на 56, 36, 36 і 37 % порівняно з контролем (Табл. 3). Крім того, у риб третьої дослідної групи, порівняно з контролем, альбендазол викликав зниження у плазмі крові рівня білків з молекулярною масою 50 кДа (зона К) на 54 %, з молекулярною ма-

сою 35 кДа (зона N) — на 34 %, з молекулярною масою 35 кДа (зона P) — на 29 %. Інші білки плазми крові риб за підвищеної дози альбендазолу до 1,0 мг/дм<sup>3</sup> у воді акваріума змінювались значно меншою мірою.

Слід зазначити, що альбендазол, як і нандролон, додані у воду акваріумів у незначній концентрації, за нетривалої експозиції практично не впливали на електрофоретичну рухливість білків плазми крові риб, що, можливо, пов'язано із відсутністю їх впливу на заряд білкової молекули.

Вміст білків деяких інших фракцій у плазмі крові риб третьої дослідної групи, порівняно з другою, збільшився і досяг значень аналогічних показників у коропів контрольної групи. Так, вміст білків у плазмі крові риб третьої дослідної групи з молекулярною масою 70 кДа (зона H) зріс на 303 %, а з молекулярною масою 25 кДа (зона P) — на 40 % порівняно з аналогічними показниками у коропів другої дослідної групи (Табл. 3). Суттєвої різниці за фракційним складом інших білків плазми крові риб другої і третьої дослідних груп не встановлено попри те, що концентрацію альбендазолу у воді акваріума для останньої було збільшено вдвічі. Виявлена в дослідженнях різниця за вмістом білків плазми крові риб контрольних груп у першому та другому досліді пов'язана, ймовірно, з різним вмістом загального білка плазми крові, а також з індивідуальними особливостями коропів.

Отже, результати досліджень вказують на те, що альбендазол у концентрації 0,2 мг/дм<sup>3</sup> у воді акваріума не впливає, а у високих (0,5 і 1,0 мг/дм<sup>3</sup>) — знижує вміст білків як високо-, так і низькомолекулярних фракцій у плазмі крові коропа.

## Висновки

За вмісту нандролону у воді 0,1 і 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, а альбендазолу — 0,2 мг/дм<sup>3</sup> при експозиції коропів 72 години, незважаючи на різні механізми їх впливу на організм, білковий спектр плазми крові та загальний вміст білків залишається незмінним, що свідчить про здатність риб адаптуватись до дії незначних концентрацій цих ксенобіотиків. Високі

концентрації цих ксенобіотиків у воді, зокрема нандролону 1,0 мг/дм<sup>3</sup> та альбендазолу 0,5 і 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, навіть за нетривалого перебування риб в акваріумі суттєво змінюють фракційний склад білків плазми крові дворічок коропа: нандролон підвищує, а альбендазол знижує вміст низки білків високо- та низькомолекулярних фракцій.

## Перспективи подальших досліджень.

Вивчення впливу нандролону та альбендазолу на вміст окремих класів імуноглобулінів, показники резистентності організму риб, що дасть можливість поглибити розуміння механізмів їх адаптації до дії ксенобіотиків антропогенного походження та доповнити екологічну характеристику водойм рибогосподарського призначення.

1. Belfroid A. C., Horst A., Vander Vethaak A. D., Schafer A. J., Rij G. B. J., Wegener J., Cofino W. P. Analysis and occurrence of estrogenic hormones and their glucuronides in surface water and waste Water in the Netherlands. *The Science of the Total Environmental*, 1999, Vol. 225, pp. 101–108.

2. Tanaka H., Yakou Y., Takahashi A., Komori K., Okayasu Y. Evaluation of environmental estrogens in Japanese. *Water Science and Technology*, 2001, WEFTEC 2001: Session 51 through Session 60, pp. 632–651 (20).

3. Ching-Hua Huang., David L. Sedlak. Analysis of estrogenic hormones in municipal wastewater effluent and surfaces water using enzymelinked immunosorbent ussey and gas ekromography /tandem mass spectrometry/. *Environmental toxicology and chemistry*, 2001, Vol. 20, no. 1, pp. 133–139.

4. Gulkowska A., Leung H. W., Yamashita N. Removal of antibiotics from wastewater by sewage treatment facilities in Hong Kong and Sheu-zhen, China. *Water research*, 2008, vol. 42 (1–2), pp. 395–403.

5. Bradley P., Barber F., Cray, J. Biodegradation of 17-Estradiol, Estrone and Testosterone in stream Sediments. *Environmental Science of Technology*, 2009, Vol. 43 (13), pp. 1902–1910.

6. Ivanova A., Zakharenko N. Sanitary-hygienic evaluation of waste water livestock enterprises. *Veterinary Biotechnology*, 2010, № 18, p. 77.

7. Ivanova A., Zakharenko N. Sanitary sewage indicators pig enterprises for biological purification methods. *Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2013, № 3 (57), pp. 335–341.(in Ukrainian)

8. Ivanova A., Novozhytska Y., Zakharenko N., Shevchenko L. Feature sac cumulation Nandrolone and its metabolites in organ sand tissues of rats. *Vet-*

*erinary Medicine of Ukraine*. 2011, № 6. pp. 40–42. (in Ukrainian)

9. Yasojima Makoto, Kobayashi Yoshikazy, Nakacva Norihide, Komori Koya, Suzuki Yutaka, Tanake Hiroaki. Behavior of Human Antibiotics in Wastewater Treatment Plants. *Environmental Engineering Research*, 2005, vol. 42, pp. 358–368.

10. Takuma Furuichi, Kurunthacha Lamkanna. Occurrence of Estrogenic Compounds in and Removal by a Swine Farm Waste Treatment Plant. *Environmental Science of Technology*, 2006, Vol. 40, pp. 7896–7902.

11. Fine D. D., Breidenbach G. P., Price T. L., Hutchins S. R. Quantification of estrogen in groundwater and swine lagoon samples using solid phase extraction, pentafluorobenzyltrimethylsilyl derivatizations and gas chromatography-negative ion chemical ionization tandem mass spectrometry. *Chromatography*, 2003, Vol. 1017 (1–2), pp. 167–185.

12. Kurbatova I., Tsedyk V. The quality of the water reservoirs of industrial fishing and its impact on the eggs of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Scientific works of Volyn National University*, 2012, № 9, pp. 224–228. (in Ukrainian)

13. Kurbatova I., Tupytska O., Tsedyk V. Transamination enzyme activity and some chemical parameters of blood carp (*Cyprinus carpio* L.) for the actions of xenobiotics. *Proceedings of Kalininhrad state technical university*, 2014, № 33, pp. 11–15. (in Russian)

14. Ivanova A. Hygienic assessment of juices of pig enterprises containing drugs and steroid hormones: dissertation thesis for the candidate degree in veterinary sciences: specialty 16.00.06 “Animal Hygiene and Veterinary Sanitation”. Kyiv, 2014, 21 p. (in Ukrainian)

15. Tafiychuk R. Analysis of the frequency of micronuclei in erythrocytes of carp for the actions of anthelmintics. *Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 2008, T. 10, № 3 (38), pp. 250–252. (in Ukrainian)

16. Prikhodko Y. Effect of albendazole on protein and carbohydrate metabolism and the state of humoral immunity in pigs. *Veterinary Medicine*, 2000, Vol. 78 (II), pp. 178–181. (in Ukrainian)

17. Baklashova T. Workshop on the ichthyology. Moscow, Agropromizdat, 1990, 223 p. (in Russian)

18. Gornely S. Determination of serum protein by means of biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, 1949, Vol. 177, no. 177, pp. 751–755.

19. Laemmli U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of Bacteriophage T<sub>4</sub>. *Nature*, 1970, Vol. 227, no. 5259, pp. 680–685.

20. Bondarenko S., Golovin A., Dmytrenko M., Yurchenko A., Babicheva A. Computed registration and analysis of TLC. *Chromatography Journal of the Society*, 2003, Vol. 2, № 4, pp. 22–30. (in Ukrainian)

21. Kokunin V. A. Statistical data processing with a small number of experiments. *Ukrain. biochem. Journal*, 1975, Vol. 47, № 6, pp. 776–790. (in Ukrainian)