

A. Megalinska, Ph. D.
National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine,
M. Sokulska, stud.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

COMPARATIVE ANALYSIS OF CYTOSTATIC AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF EXTRACTS OF AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA AND OTHER MEDICINAL PLANTS AND DETERMINATION OF LITHIC ACTIVITY OF EXTRACTS OF AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA

The article is devoted to the important problem of the search of herbal preparations with high antibacterial, cytostatic and lithic activity. The plants such as *Ambrosia artemisiifolia*, which belongs to the family of *Aystrou*, are promising in this direction. The aim of the presented work is to study the antibacterial, cytostatic and lithic activity of water extracts of *Ambrosia polynolitic* and conduct a comparative analysis of these properties with other medicinal plants. Determining that the lectin extract from the green shoots (until flowering) of *Ambrosia artemisiifolia* does not agglutinate red blood cells, makes it possible to consider this raw material as a potential drug in pharmacology. Investigation of cytostatic activity by the method of Ivanov and Bystrova enabled to establish a place of ambrosia among already well-known medicinal plants. The cytostatic activity of the investigated plants can be represented by the following series in the order of reduction: *Chelidonium majus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Vinca minor*, *Viscum album*. The establishment of antibacterial activity allowed to confirm the presence of anti-staphylococcal activity of the water extract of ambrosia and its significant effect on the colon. Anti-staphylococcus activity of the water extract of *Ambrosia artemisiifolia* is close to *Viscum album* and *Chelidonium majus*. The antibacterial effect against *Proteus vulgaris* was the highest in the extract of ambrosia shoots, compared with other medicinal plants studied. Taking into account the phylogenetic method, it could be expected that the plants of the *Aystrae* family may have a lithic activity with respect to the concrements that are formed in the kidneys of man. So, a study was conducted on the lithic activity of polystyrene embryos and it was found that *Ambrosia artemisiifolia* has a high lithic activity in relation to urate and oxalate concretions.

Key words: *Ambrosia artemisiifolia*, cytostatic activity, antibacterial activity, lithic activity.

УДК 597.08:612.017

В. Гандзюра, д-р біол. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
Н. Корево, асп.
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФОСФОРНОГО БАЛАНСУ РИБ ЗА ПІДВИЩЕНОГО ВМІСТУ Cu^{2+} У ВОДІ

Встановлено суттєве порушення фосфорного балансу риб в умовах підвищених концентрацій Cu^{2+} у воді – різке зростання інтенсивності екскреції фосфору, що в підсумку призводить до істотного зниження його вмісту в тілі риб. Встановлені особливості фосфорного балансу риб різних трофічних груп: зоопланктонофагів, бентофагів та іхтіофагів. З'ясовано, як впливають трофічні умови на складові фосфорного балансу. Бентофаги та зоопланктонофаги за підвищеного вмісту міді мають найбільш виражені порушення фосфорного балансу, водночас хижаки-іхтіофаги, навіть при зростанні інтенсивності екскреції фосфору за підвищеного вмісту міді у водному середовищі, відзначалися мінімальними змінами його вмісту в тілі, що пояснюється хімічним складом їжі цих трофічних груп. Показано, що за вмісту Cu^{2+} у воді 10 мг / л використання корму з підвищеним вмістом фосфору (3,0%) дозволяє компенсувати його втрати внаслідок зрослої екскреції, нормалізувати природний його вміст в тілі та збільшити темп росту риб і ефективність використання ними корму. Запропоновано використовувати інтенсивність екскреції фосфору для діагностики токсичного забруднення водного середовища важкими металами. При цьому варто використовувати риб різних трофічних груп, за винятком хижаків.

Ключові слова: риба, фосфорний баланс, мідь, темп росту, раціон.

Вступ. Глобальне токсичне забруднення гідросфери призводить до формування якісно нових умов існування живих організмів, роблячи значний вплив на весь хід їх метаболічних процесів. Серед токсикантів особливе місце займають сполуки важких металів (Мур, Раммурти, 1987), рівень яких постійно зростає практично в усіх водоймах (Перевозников, Богданова, 1999; Гандзюра, 2002). Особливу роль у регуляції метаболічних процесів і енергетичному забезпеченні риб грає фосфор (Арсан і ін., 1984; Романенко та ін., 1982). Встановлено тісну співзв'язність енергетичного і фосфорного обміну (Романенко та ін., 1982), показано, що елементи фосфорного балансу риб дуже чутливі до зміни параметрів середовища (Гандзюра, 2003). Однак відомості про баланс фосфору у риб в умовах підвищеного вмісту важких металів в літературі поодинокі (Гандзюра, 2003), а вплив міді на складові фосфорного балансу риб і зовсім не вивчено. У зв'язку з цим метою наших досліджень було встановлення змін фосфорного балансу риб в умовах підвищеного вмісту міді у воді.

Матеріали та методи. Експерименти проводили на рибках різних трофічних груп: Бентофагах – золотий рибиці *Carassius auratus auratus* (L.), плітці *Rutilus rutilus* (L.), лині *Tinca tinca* (L.), бичку пісочнику *Neogobius fluviatilis* L.; зоопланктонофагах – гуппі *Poecilia reticulata* Peters, окуні *Perca fluviatilis* L.; як іхтіофагів досліджували щуку *Esox lucius* L. і сома *Silurus glanis* L. Гуппі і золотих рибок для експериментів відбирали з лаборатор-

ної культури – брали однорозмірних особин з одного посліду. Плітку, лин, окуня, щуку і сома відловлювали в Канівському водосховищі. Риб аклімували до умов експерименту протягом 14 діб. Використовували методику балансових дослідів (Карзинкін, Кривобок 1962). Кількість екскретованого за добу фосфору розраховували за різницею його вмісту в акваріумах з рибами і в контрольному (без риб) після добової експозиції. Вміст у воді фосфору визначали колориметричним молібдатно-сур'мяновим методом з аскорбіновою кислотою (Golterman, 1969), для підвищення чутливості методу використовували екстракцію молібдатного комплексу гексанолом (Stephens, 1963). Інтенсивність дихання визначали методом замкнутих респірометрів (Лук'яненко, Карпович, 1989), вміст кисню визначали за методом Вінклера (Golterman, 1969). У всіх акваріумах контролювали вміст кисню (знаходилося в межах 6,7-8,8 мг O_2 / л), вільної вуглекислоти (близько 0,1 ммоль / л), гідрокарбонатів (287-317 мг/л), і рН (7,1-7,9). Зміну води проводили щодоби – використовували відстояну водопровідну; вміст у ній $\text{Cu}^{2+} \leq 0,25$ мг / л; Р фосфатів – 0,08 мг/л. В експерименті певні концентрації Cu^{2+} підтримували шляхом щодобового внесення відповідної кількості розчину $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ після зміни води. Кормом були личинки хірономід *Chironomidae* larvae (вміст фосфору в їх тілі становив 0,19 % у сирій і 1,19 % у сушій речовині); *Ceriodaphnia pulchella* (вміст фосфору –

0,2 % в сирій і 1,8 % – в сухій речовині); для хижаків (щуки і сома) – плітка *Rutilus rutilus* (вміст фосфору 0,5 % у сирій і 2,5 % у сухій речовині). У кінці дослідів риб висушували, гомогенізували, брали по три наважки з кожної проби, які спалювали в сульфатній кислоті з перекисом водню, після чого визначали вміст загального фосфору (Golterman, 1969). Питому швидкість росту розраховували за формулою: $g = (\ln m_2 - \ln m_1) / (t_2 - t_1) = \ln (m_2/m_1) / \Delta t$; де m_1 – маса тіла на початку періоду, m_2 – в кінці за час $t_2 - t_1 = (\Delta t)$; валову ефективність використання корму на ріст (ефективність використання раціону) – (K_1) – визначали за відношенням приросту маси тіла риб до маси спожитого корму (Рікер, 1983). Статистична обробка результатів проведена за загальноприйнятими методами (Лакин, 1990) з використанням стандартного пакета програм (додаток Statistica і Microsoft Excel 2003), з використанням t-тесту при рівні значущості 0,05.

Результати та їх обговорення. У 1-й серії дослідів досліджували інтенсивність екскреції фосфору (Ер) та інтенсивність дихання (q) у риб різних трофічних груп. Встановлено, що при голодуванні у іхтіофагів (щуки і сома) інтенсивність екскреції фосфору більше за поря-

док перевищувала цей показник для бентофагів – лина і бичка пісочника, а мінімальні значення інтенсивності екскреції фосфору характерно для окуня (3,1 мкг Р/г сирової маси тіла на добу). Ставлення q/Ер було максимальним у окуня, перевищуючи цей показник у щуки і сома майже в 18 разів. Ер у щуки і сома в 16 разів перевищує цей показник в окуня, в 11,7 раза у лина і в 9 разів – у бичка пісочника (табл. 1). Це можна пояснити тим, що вміст фосфору в тілі окуня приблизно в 1,6 раза вище, ніж інших досліджених нами видів риб, а в його кормових об'єктах – личинках хірономід – вміст фосфору в 4,7 раза нижче, ніж в його тілі. Тому окунь відчуває максимальний дефіцит фосфору і має найнижчі показники його екскреції. У кормових об'єктах іхтіофагів вміст фосфору близький до його вмісту в тілі, тому вони мають максимальний рівень екскреції фосфору, не відчуваючи в ньому дефіциту.

Таким чином, ми встановили, що інтенсивність екскреції фосфору при голодуванні і ставлення q/Ер у риб істотно залежить від відсоткового вмісту фосфору в тілі риб і їх природних кормових об'єктах. у щуки і сома в 16 разів перевищує цей показник у окуня, в 11,7 раза у лина і в 9 разів – у бичка пісочника (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст фосфору в тілі риб, інтенсивність його екскреції (Ер) і відношення інтенсивності дихання (q) до Ер при голодуванні

Види риб	Маса тіла, г	n	Вміст фосфору в сирій речовині, %		Ер, мкг Р/г маси тіла на добу	q/Ер
			У тілі риб	У кормі		
Щука	25,34±2,21	8	0,57±0,02	0,52±0,04	48,3±4,1	142
Сом	34,59±2,01	8	0,54±0,03	0,52±0,04	52,5±4,9	139
Лин	19,91±1,49	9	0,57±0,02	0,19±0,01	4,3±0,3	398
Бичок пісочник	19,11±1,52	8	0,53±0,01	0,19±0,01	5,6±0,4	465
Окунь	20,42±2,20	9	0,90±0,05	0,19±0,01	3,1±0,4	2467

У 2-й серії експериментів з'ясовували вплив підвищеного вмісту Cu^{2+} у воді на інтенсивність екскреції фосфору за різної величини добового раціону. У контролі при харчуванні до насичення золоті рибки абсорбували фосфор з води, водночас при голодуванні та

за раціону, величина якого становила половину від максимального, мала місце його екскреція. За підвищеного вмісту Cu^{2+} у воді інтенсивність екскреції фосфору різко зростала як при голодуванні, так і при живленні (табл. 2).

Таблиця 2. Інтенсивність екскреції фосфору у двомісячної золотої рибки (маса тіла 832±23 мг) у контролі та за різної концентрації Cu^{2+} у воді (n=15 в кожному акваріумі)

Величина раціону, частки від максимального	Екскреція фосфору, мкг Р/г маси тіла на добу за різної концентрації Cu^{2+} у воді			
	Контроль	1мкг Cu^{2+} /л	10 мкг Cu^{2+} /л	100 мкг Cu^{2+} /л
0	1,67±0,09	2,18±0,11*	3,43±0,17*	3,76±0,21*
0,5	0,17±0,04	0,66±0,12*	0,92±0,07*	0,89±0,11*
1,0	-0,64±0,11	0,17±0,01*	0,52±0,08*	0,64±0,06*

Примітка: * – відмінність з контролем вірогідна ($P \leq 0,5$).

Таким чином, величина добового раціону має суттєвий вплив на інтенсивність екскреції фосфору: при харчуванні до насичення молодь золотої рибки лише поглинала фосфор з води, в той час як при голодуванні і при раціоні, що становить 0,5 від величини максимального, має місце його екскреція. Це обумовлено тим, що переважна більшість риб (за винятком іхтіофагів) відчуває дефіцит в цьому елементі: вміст фосфору в тілі риб в середньому в 2-3 рази вище, ніж в кормових об'єктах (за винятком іхтіофагів) (Гандзюра, 2005). Тому у молоді риб, яка живиться і росте, дефіцит фосфору компен-

сується шляхом абсорбції розчинених у воді фосфатів. За вмісту у воді від 1 мкг Cu^{2+} / л і вище спостерігалася лише екскреція фосфору рибами.

У 3-й серії дослідів досліджували інтенсивність екскреції фосфору, питому швидкість росту риб і ефективність використання ними раціону (живлення до насичення) як у контролі, так і за різної концентрації Cu^{2+} у воді. Встановлено, що підвищений вміст міді у воді призводить не тільки до зростання інтенсивності екскреції фосфору, а й до зниження темпів росту та ефективності використання раціону (табл. 3).

Таблиця 3. Ріст і ефективність використання раціону в групі (вік 1-2 міс.) за різної концентрації Cu^{2+} у воді ($n = 13$ в кожному акваріумі)

Концентрація міді, мкг Cu^{2+} /л	Інтенсивність екскреції, мкг Р/г маси тіла на добу	Питому швидкість росту		Ефективність використання раціону	
		% на добу	% від контролю	%	% від контролю
Контроль	$-1,31 \pm 0,09$	$7,7 \pm 0,2$	100	$21,2 \pm 1,4$	100
1	$1,96 \pm 0,11$	$5,9 \pm 0,1$	77	$17,5 \pm 1,1$	83
10	$2,32 \pm 0,16$	$5,2 \pm 0,2$	67	$11,9 \pm 1,0$	56
100	$2,83 \pm 0,18$	$2,5 \pm 0,2$	32	$7,8 \pm 0,9$	37
1000	$2,47 \pm 0,21$	$1,0 \pm 0,1$	13	$1,9 \pm 0,7$	9

Таким чином, в 30-ти добових експериментах з групи встановлено, що чим вище концентрація Cu^{2+} у воді, тим вища інтенсивність екскреції рибами фосфору і тим нижче питома швидкість росту і ефективність використання раціону.

У 4-ї серії дослідів досліджували вплив підвищеної екскреції фосфору (в умовах 1 мкг Cu^{2+} / л) на його вміст у тілі риб різних трофічних груп (табл. 4).

Таблиця 4. Вміст фосфору в тілі риб на початку та в кінці 40-ка добового експерименту за концентрації 10 мкг Cu^{2+} /л ($n = 10$ у кожному акваріумі)

Кормові об'єкти	% Р в кормі (сира /суха речовина)	Маса тіла риб, мг		% сухої речовини в кінці експерименту	Вміст фосфору в сухій речовині, %	
		На початку експе-рименту	В кінці експерименту		Контроль	Експеримент
Золота рибка						
C. pulchella	0,2/1,8	28±2	697±19	17,6±0,5	2,4±0,2	1,6±0,1*
Ch. larvae	0,2/1,2	789±17	1871±69	19,8±0,5	2,5±0,2	2,0±0,1*
Плітка						
Ch. larvae	0,2/1,2	743±14	2087±83	21,3±0,5	2,5±0,2	1,9±0,1*
Окунь						
C. pulchella	0,2/1,8	42±4	1435±89	19,7±0,5	2,8±0,2	1,9±0,1*
Ch. larvae	0,2/1,2	2076±64	4195±81	20,9±0.7	3,0±0,2	2,2±0,2*
Щука						
Плітка	0,5/2,5	689±34	2376±97	18,2±0,5	2,9±0,2	2,8±0,2

Примітка: * – відмінність з контролем вірогідна ($P \leq 0,5$).

У золотої рибки, плітки та окуня, що харчувалися *Ceriodaphnia pulchella* і Chironomidae larvae при 1 мкг Cu^{2+} / л, вміст фосфору в кінці експерименту був нижчим, ніж у контролі. Чим дрібніша молодь, тим істотніше зниження вмісту фосфору в тілі (при 1 мкг Cu^{2+} / л). Це пов'язано з тим, що найбільш інтенсивно фосфор накопичується в тілі риб на ранніх етапах розвитку (Гандзюра, 1985), тому порушення екскреторно-абсорбційних процесів у цей період особливо небезпечний для риб, викликаючи істотні порушення фосфорного балансу. У молоді щуки, яка, харчувалася мальками плітки, вміст фосфору в тілі не відрізнявся від контролю (табл. 4).

Таким чином, за підвищеного вмісту у воді Cu^{2+} відбувається істотне порушення фосфорного балансу у риб: різко зростає інтенсивність екскреції фосфору, що в більшості випадків призводить до зниження його вмісту в тілі. При цьому відбувається зниження темпу росту і ефективності використання раціону.

5-та серія дослідів – з'ясовували можливість компенсації втрат фосфору рибами при токсичному впливі підвищених концентрацій Cu^{2+} шляхом використання корму з підвищеним вмістом фосфору. Золотих рибок і групи годували *Ceriodaphnia pulchella*; як корм з підвищеним вмістом фосфору (3,0 % в сухій речовині) використовували збагачений фосфором корм фірми Tetra (Німеччина) (табл. 5).

Таблиця 5. Маса тіла та вміст фосфору в тілі риб на початку та наприкінці 40-ка добового експерименту в контролі та за концентрації 10 мкг Cu^{2+} /л

% фосфору в кормі	Маса тіла, мг				Вміст фосфору в тілі риб, % в сухій речовині	
	На початку експерименту		40-а доба			
	Контроль	10 мкг Cu ²⁺ /л	Контроль	10 мкг Cu ²⁺ /л	Контроль	10 мкг Cu ²⁺ /л
Золота рибка (n = 10 в кожному акваріумі)						
1,8	31±4	34±3	879±23	688±20*	2,4±0,2	1,7±0,1*
3,0	34±3	33±2	1009±69	1087±83	2,6±0,1	2,6±0,1
Гуппі (n = 20 в кожному акваріумі)						
1,8	28±4	26±3	459±19	348±23*	2,3±0,2	1,9±0,1*
3.0	29±3	33±4	511±21	497±18	2,7±0.2	2,7±0.2

Примітка: * – різниця з контролем вірогідна ($P \leq 0,5$).

Встановлено, що використання корму з вмістом фосфору 3,0 % в умовах підвищеного вмісту Cu^{2+} у воді призводить до відновлення природного вмісту фосфору

в тілі риб. При цьому збільшується темп росту риб, підвищується ефективність використання раціону і зростає вміст сухої речовини в тілі риб (табл. 6).

Таблиця 6. Прирости маси тіла, ефективність використання раціону у риб і вміст сухої речовини на початку та наприкінці 40-ка добового експерименту за різного вмісту Cu^{2+} у воді

% фосфору в кормі	Маса тіла на початку експерименту	Прирости маси тіла за 40 діб, мг		Ефективність використання раціону, %		Вміст сухої речовини в тілі риб у кінці експерименту, %	
		Контроль	1мкг Cu ²⁺ /л	Контроль	1 мкг Cu ²⁺ /л	Контроль	1 мкг Cu ²⁺ /л
Золота рибка (n = 10 в кожному акваріумі)							
1,8	31±4	848	655	22,8	16,5	18,5±0,4	17,6±0,5
3,0	34±3	975	1055	28,7	27,9	18,2±0,2	18,1±0,3
Гуппі (n = 20 в кожному акваріумі)							
1,8	28±4	431	315	18,2	14,1	17,2±0,3	16,0±0,4
3,0	29±3	482	464	21,8	22,1	19,0±0,3	19,2±0,4

Таким чином, нами встановлено, що використання корму з підвищеним вмістом фосфору дозволяє вирішити проблему порушення фосфорного балансу риб в умовах підвищеного вмісту Cu^{2+} в воді, що призводить до відновлення природного вмісту фосфору в тілі риб, компенсуючи його втрати внаслідок посиленої екскреції. В результаті збільшується темп росту риб і ефективність використання ними корму.

Отримані нами дані узгоджуються з наявними в літературі даними (Бриченкова, 1989; Ogino, Takeda, 1976) про позитивний вплив на темп росту риб підвищеного вмісту фосфору в кормах, проте ці дані наведені для не забруднених водойм і без дослідження фосфорного балансу риб. Для умов ж токсичного впливу важких металів і порушення фосфорного балансу риб аналогічних даних в літературі немає.

Висновки. В умовах підвищеного вмісту у воді Cu^{2+} від 1 мкг / л і вище порушується структура фосфорного балансу риб: значно зростає інтенсивність екскреції фосфору, що в підсумку призводить до зменшення його вмісту в тілі. При цьому знижується темп зростання і ефективність використання раціону. Істотний вплив на інтенсивність екскреції фосфору надає величина добового раціону: у всіх випадках (і в контролі, і при підвищеному вмісті кадмію у воді) вона максимальна у голодуючих риб. При харчуванні інтенсивність екскреції значно знижується, а при харчуванні до насичення має місце його абсорбція з розчинених у воді фосфатів. В умовах високого (1 мкг Cu^{2+} / л) вмісту кадмію використання кормів з підвищеним вмістом фосфору (3,0 % на суху речовину) призводить до нормалізації його вмісту в тілі риб, при цьому збільшується темп зростання і ефективність використання корму.

Список використаних джерел:

1. Арсан О. М. Роль фосфора водной среды в регуляции биоэнергетических процессов у рыб / О.М. Арсан, В.Д. Соломатина, В.Д. Романенко // Гидробиол. журн., 1984. – Т. 20, № 1. – С. 53–57.
2. Бриченкова И.В. Влияние обогащения кормов фосфором на обмен веществ и рост молоди радужной форели в условиях замкнутых систем : тез. докл. / И.В. Бриченкова // Экологическая физиология и биохимия рыб. VII Всесоюз. конф. (Ярославль, май, 1989 г.), 1989. – Ярославль. – Т. 1. – С. 57–58.
3. Гандзюра В.П. Содержание фосфора в теле рыб днепровских водохранилищ / В.П. Гандзюра // Гидробиол. журн., 1985. – Т. 21, № 6. – С. 84–87.
4. Гандзюра В.П. Фосфорный баланс рыб при действии тяжелых металлов (Cr^{6+} , Ni^{2+}) водной среды / В.П. Гандзюра // Гидробиол. журн., 2003. – Т. 39, № 5. – С. 92–100.
5. Карзинкин Г.С. Методика постановки балансовых опытов по изучению обмена азота у рыб / Г.С. Карзинкин, М.Н. Кривобок // Руководство по методике исследования физиологии рыб, 1962. – М. – С. 108–126.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
7. Линник П.Н. Кадмий в поверхностных водах: содержание, формы нахождения, токсическое действие / П.Н. Линник, И.В. Искра // Гидробиол. журн., 1997. – Т. 33, № 6. – С. 72–85.
8. Лукьяненко В.И., Карпович Т.А. Биотестирование на рыбах : метод. рекомендации / В.И. Лукьяненко, Т.А. Карпович // АН СССР, 1989. – 96 с.

9. Мур Дж. В. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж.В. Мур, С. Рамамурти. – М. : Мир, 1987. – 288 с.

10. Перевозников М.А. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах / М.А. Перевозников, Е.А. Богданова. – С.-Пб., 1999. – 228 с.

11. Рикер У.Е. Количественные показатели и модели роста рыб / У.Е. Рикер ; пер. с англ. ; под ред. У. Хоара, Д. Рендолла, Дж. Бретта // Биоэнергетика и рост рыб. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – С. 346–402.

12. Романенко В.Д. Кальций и фосфор в жизнедеятельности гидробионтов / В.Д. Романенко, О.М. Арсан, В.Д. Соломатина. – Киев : Наук. думка, 1982. – 152 с.

13. Golterman H.L. Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters / H.L. Golterman. – IBP, Oxford and Edinburg, Handbook №8. – 1969. – 172 p.

14. Ogino Ch., Takeda. Mineral requirements in fish. III. Calcium and phosphorus requirements in carp / Ch. Ogino, Takeda // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 1976. – Vol. 42, № 7. – P. 793–799.

15. Stephens K. Determination of low phosphate concentration in lake and marine water / K. Stephens // Limnol. Oceanogr., 1963. – Vol. 8. – P. 361–362.

Reference (Scopus):

1. Arsan O.M., Solomatina V.D., Romanenko V.D. 1984. The role of phosphorus of aquatic environment in the regulation of bioenergetic processes in fish // Hydrobiol. Journal/ V. 20. № 1. P. 53-57. Russian.
2. Brychenkova I.V. 1989. The effect of phosphorus feed enrichment on the metabolism and growth of rainbow trout fry in closed systems // Ecological physiology and biochemistry of fish. VII All-Union. conf. (Yaroslavl, May, 1989): Tez.dokl. – Yaroslavl. V. 1. P. 57-58. Russian.
3. Gandziura V.P. 1985. Phosphorus content in the body of fish of the Dnieper reservoirs // Hydrobiol. Journ. V. T. 21. № 6. P. 84-87. Russian.
4. Gandziura V.P. 2003. Phosphorus balance of fish under the action of heavy metals (Cr^{6+} , Ni^{2+}) of the aquatic environment // Hydrobiol. Journ. V. 39. 21. № 5. P. 92-100. Russian.
5. Karzinkin G.S., Krivobok M.N. 1962. Methods of carrying out balance experiments on the study of nitrogen metabolism in fish // Guidelines for the methods of studying the physiology of fish. P. 108-126. Russian.
6. Lakin G.F. 1990. Biometriya. M: Vysshaya shkola. 352 p. Russian.
7. Linnik P.N., Iskra I.V. 1997. Cadmium in surface waters: content, location, toxic effect // Hydrobiol. Journ 1997. V. 33. № 6. P. 72-85. Russian.
8. Lukianenko V.I., Karpovich T.A. 1989. Biotesting on fish / Guidelines / Academy of Sciences of the USSR. Russian.
9. Mur J.V., Ramamurti S. 1987. Heavy metals in natural waters: Monitoring and impact assessment. M : Mir. 288 p.
10. Perevoznikov M.A., Bogdanova E.A. 1999. Heavy metals in freshwater ecosystems. St. Petersburg, 1999. 228 p. Russian.
11. Riker U. Ye. 1983. Quantitative indicators and models of fish growth // Bioenergy and fish growth: Trans. from English / Ed. W. Hoara, D. Rendoll, J. Brett. M.: Light and food. prom-st. Pp. 346-402
12. Romanenko V.D., Arsan O.M., Solomatina V.D. 1982. Calcium and phosphorus in the life of hydrobionts. Kiev: Sciences. dumka 152 s. Russian.
13. Golterman H.L. 1969. Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters. IBP, Handbook №8. Oxford and Edinburg. 172 p.
14. Ogino Ch., Takeda. 1976. Mineral requirements in fish. III. Calcium and phosphorus requirements in carp // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 42. №7. P. 793-799.
15. Stephens K. 1963. Determination of low phosphate concentration in lake and marine water // Limnol. Oceanogr. V. 8. P. 361-362.

Надійшла до редколегії 04.02.2019

Отримано виправлений варіант 04.03.2019

Підписано до друку 04.03.2019

Received in the editorial 04.02.2019

Received a revised version on 04.03.2019

Signed in the press on 04.03.2019

В. Гандзюра, д-р біол. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
Н. Корево, асп.
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна

ОСОБЕННОСТИ ФОСФОРНОГО БАЛАНСА РЫБ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ Cu^{2+} В ВОДЕ

Установлено существенное нарушение фосфорного баланса рыб в условиях повышенных концентраций Cu^{2+} в воде – резкое увеличение интенсивности экскреции фосфора, что в итоге приводит к существенному снижению его содержания в теле рыб. Установлены особенности фосфорного баланса рыб различных трофических групп: зоопланктонофагов, бентофагов и ихтиофагов. Выяснено, как влияют трофические условия на составляющие фосфорного баланса. Бентофаги и зоопланктонофаги в условиях повышенного содержания меди в воде имеют более выраженные нарушения фосфорного баланса, в то время как хищники-ихтиофаги, даже при увеличении интенсивности экскреции фосфора в условиях повышенного содержания меди в водной среде, отличались минимальными изменениями его содержания в теле, что объясняется химическим составом пищи этих трофических групп. Показано, что при содержании Cu^{2+} в воде 10 мкг/л, использование корма с повышенным содержанием фосфора (3,0 %) позволяет компенсировать его потери вследствие возросшей экскреции, нормализовать естественное его содержание в теле и увеличить темп роста рыб, а также эффективность использования ими корма. Предложено использовать интенсивность экскреции фосфора для диагностики токсического загрязнения водной среды тяжелыми металлами. При этом следует использовать рыб различных трофических групп, за исключением хищников.

Ключевые слова: рыба, фосфорный баланс, медь, темп роста, рацион.

V. Gandziura, Dr. Sci.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,
N. Korevo, Ph. D. stud.
Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

PECULIARITIES OF FISH PHOSPHORUS BALANCE AT A HIGH Cu^{2+} CONTENT IN WATER

The essential infringements of fish phosphorus balance at elevated concentrations of Cu^{2+} in water was established – a sharp increase of intensity of phosphorus excretion, which ultimately leads to a significant decrease in its content in the body of fish. The peculiarities of the phosphorus balance of fish of various trophic groups: zooplankton phage, benthophages and ichthyophages have been established. It was found out how trophic conditions effect on the components of the phosphorus balance. It was found out how trophic conditions affect the components of the phosphorus balance. Benthofages and zooplankton- phages at the conditions of higher copper content have more pronounced disorders the phosphorus balance then ichthyophages- predators at the same time, even with an increase in the intensity of phosphorus excretion due to the increased copper content in the aquatic environment, was noted by minimal changes in its content in the body, due to the chemical composition of the food of these trophic groups. It was shown that when the content of Cu^{2+} in water is 10 $\mu\text{g} / \text{l}$ of feed use with a high phosphorus content (3.0 %), it can compensate for its loss due to increased excretion, normalize its natural content in the body and increase the growth rate of fish and their feed efficiency. It is proposed to use the intensity of phosphorus excretion for the diagnosis of toxic pollution of the aquatic environment by heavy metals. At the same time, fish of various trophic groups should be used, with the exception of predators.

Key words: fish, phosphorus balance, copper, growth rate, diet.

УДК: 616.62-006.6-073

В. Дмитрик, асп., О. Савчук, д-р біол. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
Ю. Зінкова, студ.
ТОВ "Фармацевтичний завод "Біофарма", Київ, Україна

ВМІСТ БІЛКІВ ТЕПЛОВОГО ШОКУ HSP60 ТА HSP70 У ТКАНИНАХ ПУХЛИН ХВОРИХ НА РАК СЕЧОВОГО МІХУРА

Рак сечового міхура (PCM) залишається захворюванням з високим показником смертності. PCM є 9-м за частотою онкологічним захворюванням в світі. Згідно з даними статистики найбільша кількість хворих на PCM пацієнтів у розвинених країнах. Близько 75 % хворих – чоловіки. Різноманітні молекули були ідентифіковані як потенційні прогностичні індикатори та/або мішені для даного захворювання. Однак пошук мішеней для лікування і попередження PCM залишається актуальним. Останнім часом проводяться дослідження участі білків теплового шоку (БТШ) у патогенезі злویкісних новоутворень. Високий рівень експресії шаперонів пов'язують із захистом трансформованих клітин та блокуванням апоптозу. Дані про надмірну експресію БТШ опубліковано для різних онкологічних захворювань, серед яких рак молочної залози, шийки матки, товстої кишки, легень та простати. Останні дослідження тісно пов'язують значення вмісту шаперонів із подальшим прогнозом хвороби. Мета роботи – виявити динаміку вмісту БТШ HSP70 та HSP60 у пухлинах і стінках здорового міхура у хворих на PCM залежно від стадії раку за TNM класифікацією, а також залежно від ступеня гістопатологічної градації. При дослідженні встановлено збільшення вмісту БТШ у гомогенатах пухлин порівняно зі зразками здорових стінок сечового міхура, тобто підвищений вміст БТШ може бути асоційований із PCM. Помічено збільшення вмісту БТШ родини HSP60 та HSP70 залежно від стадії PCM, а також від ступеня диференціації клітин. Високий рівень експресії БТШ може забезпечувати правильне згортання і мембранний транспорт продуктів онкогенів та антионкогенів. З іншого боку, високий біосинтез БТШ може регулювати деградацію іспосованих білків та швидко нормалізувати білковий метаболізм у трансформованих клітинах, забезпечуючи швидкий ріст злویкісних пухлин.

Ключові слова: рак сечового міхура, білки теплового шоку, шаперони, імуноферментний аналіз.

Вступ. Рак сечового міхура (PCM) продовжує бути захворюванням з високим показником смертності. PCM є 9-тим по частоті онкологічним захворюванням в світі [11]. Згідно з даними статистики, найбільша кількість хворих на PCM пацієнтів в розвинених країнах. Близько 75 % хворих – чоловіки [11]. Білки теплового шоку (БТШ, від англ. HSP-heat shock proteins) є гетерогенною групою еволюційно висококонсервативних білків, які можуть бути синтезовані в усіх клітинах організму та

забезпечують захист від внутрішньоклітинних та позаклітинних факторів [13]. БТШ виконують функцію молекулярних шаперонів, які відповідають за підтримання внутрішньоклітинного гомеостазу, забезпечуючи правильну збірку, згортання, збереження конформації білків [10] та їх трансфер у відповідні внутрішньоклітинні компартменти, а також беруть участь у регуляції транскрипції генів та процесах клітинного росту, розвитку, диференціації. [2,3,5,8]. Окрім вищеописаного, БТШ за-