

Ribogospod. nauka Ukr., 2018; 2(44): 58-70  
DOI: 10.15407/fsu2018.02.058  
УДК [597–1.044:577.118]:597.443

Received 13.03.18  
Received in revised form 23.05.18  
Accepted 07.06.18

## ВАЖКІ МЕТАЛИ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ ВЕСЛОНОСА *POLYODON SPATHULA* (WALBAUM) У РИБОГОСПОДАРСЬКИХ СТАВАХ ЛІСОСТЕПУ ТА ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

**Б. О. Ганкевич**, [veslonos-ua@ukr.net](mailto:veslonos-ua@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ  
**О. М. Третяк**, [info@if.org.ua](mailto:info@if.org.ua), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ  
**О. М. Колос**, [kolos-en@ukr.net](mailto:kolos-en@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**Мета.** Дослідити особливості накопичення важких металів (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) в органах і тканинах інтродукованого у внутрішні водойми України північноамериканського представника ряду *Acipenseriformes* — веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum).

**Методика.** Об'єктом досліджень були 4–7-літки веслоноса, вирощені у ставах Лісостепу та Полісся України. Для порівняльної оцінки особливостей накопичення важких металів у м'язовій тканині риб досліджували 3-літок коропа і гібрида товстолобів, вирощених у полікультурі з експериментальними групами веслоноса. Дослідження вмісту важких металів у воді ставів, органах і тканинах риб виконували з використанням загальноприйнятих у токсикології методик. Кількісне визначення вмісту важких металів здійснювали за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С–115–М1.

**Результати.** Токсикологічний стан дослідних ставів характеризувався перевищенням нормативних значень за вмістом у воді Mn (у 8,5–8,9 раза), Cu (у 2,1–3,9 раза) та Pb (у 1,5–1,8 раза). Концентрація решти важких металів у воді не перевищувала нормативний рівень. За характером розподілу та накопичення важких металів в органах і тканинах веслоноса виявлено схожі закономірності, відмічені для коропа і рослиноїдних риб. Перевищення ГДК за вмістом важких металів у м'язовій тканині веслоноса не виявлено. Серед усіх досліджуваних видів риб, що вирощувались у полікультурі, веслоніс відрізнявся найменшим умістом у м'язах Cu, Co, Pb та Cd. Середній вміст важких металів у м'язах веслоноса у ставах Лісостепу і Полісся перебував у межах (мг/кг сирої маси): Fe — 4,64–29,60; Zn — 1,20–5,54; Mn — 0,10–0,23; Cu — 0,09–0,44; Ni — 0,28–2,15; Co — 0,10–0,13; Pb — 0,63–0,94; Cd — 0,031–0,037.

**Наукова новизна.** Вперше досліджено особливості розподілу і накопичення важких металів в органах і тканинах північноамериканського веслоноса, вирощеного в умовах типових ставових господарств України.

**Практична значимість.** Результати досліджень є складовою частиною матеріалів для формування бази даних з визначення якості продукції осетрівництва, зокрема щодо особливостей накопичення важких металів рибами.

**Ключові слова:** веслоніс, ставове рибництво, полікультура риб, накопичення важких металів, органи і тканини риб.

---

## HEAVY METALS IN ORGANS AND TISSUES OF THE PADDLEFISH *POLYODON SPATHULA* (WALBAUM) IN FISH PONDS OF THE FOREST-STEPPE AND FOREST AREA OF UKRAINE

**B. Gankevych**, [veslonos-ua@ukr.net](mailto:veslonos-ua@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**O. Tretyak**, [info@if.org.ua](mailto:info@if.org.ua), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**O. Kolos**, [kolos-en@ukr.net](mailto:kolos-en@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

© Б. О. Ганкевич, О. М. Третяк, О. М. Колос, 2018



**Purpose.** To investigate the peculiarities of heavy metal (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) accumulation in organs and tissues of the North American paddlefish *Polyodon spathula* (Walbaum) introduced into inland water bodies of Ukraine.

**Methodology.** The objects of the study were age-4-7 paddlefish reared in ponds of the forest-steppe and forest area of Ukraine. Age-3 carp as well as hybrids between the bighead and silver carps reared in polyculture with experimental groups of the paddlefish were used for comparative evaluation of the peculiarities of heavy metal accumulation in fish muscular tissues. The studies of the heavy metal content in pond water, fish organs and tissues were performed with the use of generally accepted toxicological methods. The quantitative contents of heavy metals were determined with the aid of the atomic-absorption spectrophotometer C-115-M1.

**Findings.** The toxicological state of the experimental ponds was characterized by elevated values of the contents of Mn (by 8.5-8.9 times), Cu (by 2.1-3.9 times) and Pb (by 1.5-1.80 in water). The concentration of other heavy metals in water did not exceed the allowed values. Similar patterns were found regarding the heavy metal distribution and accumulation in paddlefish organs and tissues as for carps. No maximum allowable concentrations of heavy metals were detected in the muscular tissues of the paddlefish. Among all studied fish reared in polyculture, the paddlefish had the lowest content of Cu, Co, Pb and Cd in muscles. The mean heavy metal contents in paddlefish muscles in the studied ponds of forest-steppe and forest area were: Fe (4.64-29.60), Zn (1.20-5.54), Mn (0.10-0.23), Cu (0.09-0.44), Ni (0.28-2.15), Co (0.10-0.13), Pb (0.63-0.94), Cd (0.031-0.037).

**Originality.** The peculiarities of the distribution and accumulation of heavy metals in organ and tissues of the North American paddlefish reared in the conditions of pond farms of Ukraine have been studied for the first time.

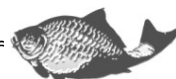
**Practical value.** The study results is an essential component of the material for the creation of a database for the determination of product quality of domestic sturgeon culture, in particular regarding the peculiarities of heavy metal accumulation in fish.

**Key words:** paddlefish, pond fish farming, fish polyculture, heavy metal accumulation, fish organs and tissues.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Повсюдне різке скорочення чисельності популяції осетрових риб, що створило загрозу їхнього зникнення, спонукає до введення в аквакультуру нетрадиційних об'єктів риборозведення, здатних компенсувати втрати осетрової продукції та зменшити промислове навантаження на осетрові види у водоймах природного походження. Одним з найцінніших прісноводних видів риб, визнаним перспективним для рибогосподарського освоєння в Україні, є північноамериканський представник ряду осетроподібних — веслонос [1, 2].

Веслоноса включено до Червоної книги Міжнародного союзу охорони природи у статусі вразливого виду, що зумовлює доцільність всебічного його вивчення як у водоймах нативного ареалу, так і в умовах інтродукції [2–4]. З посиленням антропогенного впливу на біогеоценози континентальних водойм значний інтерес викликають дослідження особливостей реагування організму веслоноса на зміни умов середовища, насамперед у водоймах різних місць переселення виду. Зважаючи на можливість генотоксичного впливу та важливе значення йонів важких металів для процесів обміну речовин в організмі риб, привертають увагу комплексні токсикологічні, цитогенетичні та імунологічні дослідження веслоноса в умовах ставової аквакультури України. Зокрема, встановлено, що наявності в окремих ставах екологічних чинників, здатних справляти негативний вплив на життєдіяльність гідробіонтів, за частотою



виявлених еритроцитів і лейкоцитів з мікроядрами, двоядерних лейкоцитів та апоптозів рівень зареєстрованих цитогенетичних аномалій у клітинах периферичної крові веслоноса перебував у межах допустимих значень, характерних для інших видів риб. Загалом, отримані дані вказують на задовільний стан хромосомного апарату досліджуваних груп веслоноса. Дослідження показали, що вирощування цього представника осетроподібних в умовах переуцільнення посадок, недостатньої забезпеченості кормом та за несприятливих фізико-хімічних чинників середовища не створювало істотного негативного впливу на імунний потенціал веслоноса, проте викликало підвищення інтенсивності процесів ПОЛ в організмі риб [2, 5].

Визначення вмісту важких металів в органах і тканинах веслоноса, вирощеного у ставах Лісостепу і Полісся України, раніше не проводили, що зумовлює новизну та актуальність проведених досліджень з точки зору розширення даних щодо біологічних особливостей інтродуцента та оцінки якості цього виду нової продукції вітчизняного осетрівництва, отриманої в умовах типових ставових господарств.

### **ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ**

За впливом на екологічний стан водойм та життєдіяльність гідробіонтів важкі метали мають пріоритетне значення, що постійно викликає підвищений науковий інтерес. Проте, до останнього часу основний обсяг токсикологічних досліджень з вивчення розподілу і накопичення важких металів в органах і тканинах прісноводних риб України було присвячено поширеним об'єктам аквакультури та основним промисловим видам [6–9]. Такі ж систематичні дослідження у вітчизняному осетрівництві, втім числі щодо нових об'єктів аквакультури, не проводились. Зважаючи на це, основною метою досліджень було визначення особливостей накопичення важких металів в органах і тканинах завезеного в Україну нового об'єкта товарного осетрівництва — північноамериканського веслоноса, якого можна вважати одним з найперспективніших серед осетроподібних риб для вітчизняного ставового рибництва.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ**

Дослідження проводили в період 2012–2013 р. Відбір проб для виконання гідрохімічних та токсикологічних досліджень здійснювали в умовах повносистемних ставових господарств «Гірський Тікич» (Лісостеп) та «Нивка» (Полісся).

Об'єктом досліджень були 4–7-літки веслоноса масою 2540–7000 г (в середньому  $4613,0 \pm 605,5$  г). Для порівняльної оцінки особливостей накопичення важких металів у м'язовій тканині риб одночасно досліджували 3-літок коропа і гібрида товстолобів середньою масою відповідно  $1308,0 \pm 110,9$  та  $1672,0 \pm 85,2$  г, вирощених на природній кормовій базі в полікультурі з експериментальними групами веслоноса в ідентичних умовах ставів зазначених господарств.

У дослідженнях використано товарну рибу, призначену для переробки на харчову продукцію в період осіннього облову ставів (вересень-жовтень).

Дослідження вмісту важких металів у воді ставів, органах і тканинах риб виконували з використанням загальноприйнятих у токсикології методик [10–12].



Кількісне визначення вмісту важких металів здійснювали прямим всмоктуванням розчину у пропан-бутан-повітряне полум'я за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С-115-М1 в умовах лабораторії екологічних досліджень Інституту рибного господарства НААН.

У процесі вирощування риби досліджували температурний режим та основні хімічні показники води ставів за загальноприйнятими в рибництві та гідрохімії методиками [13, 14].

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Впродовж періоду збирання досліджуваних даних (2012 р.) середньодобова температура води ставів влітку переважно перебувала на рівні 20–24°C з періодичним зростанням до 25–27°C. Середньосезонна величина вмісту розчиненого у воді кисню становила 4,1–4,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, за нетривалого зменшення цього показника в окремі дні до 1,5 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

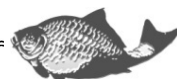
Загалом, гідрохімічні показники дослідних ставів істотно не відрізнялись і були характерними для ставових господарств Лісостепу та Полісся України. Величини водневого показника (рН) води перебували на рівні 7,9–8,2, що відповідає слаболужному середовищу. Концентрація мінеральних форм азоту змінювалась у межах: амонійного — 0,59–0,99 мгN/дм<sup>3</sup>, нітритного — 0,01–0,06 мгN/дм<sup>3</sup>, нітратного — 0,08–0,21 мгN/дм<sup>3</sup>. Мінеральний фосфор та загальне залізо виявлені у кількості відповідно 0,09–0,33 мгP/дм<sup>3</sup> та 0,05–0,91 мгFe /дм<sup>3</sup>. Перманганатна окиснюваність води становила від 9,9 до 16,8 мгО/дм<sup>3</sup>, що вказує на відсутність надходження у стави надмірної кількості легкорозчинних органічних речовин. Загальна твердість води була в межах 3,9–7,6 мг-екв./дм<sup>3</sup>. Вода ставів характеризувалась середнім ступенем мінералізації із сумою йонів 377,1–649,8 мг/дм<sup>3</sup>. Серед аніонів у воді ставів обох господарств переважали гідрокарбонати (183,1–451,5 мг/дм<sup>3</sup>), а серед катіонів — Ca<sup>2+</sup> (56,3–80,2 мг/дм<sup>3</sup>). Отже, за наведеними хімічними показниками воду ставів господарств «Гірський Тікич» і «Нивка» можна вважати придатною для вирощування різних вікових груп досліджуваних видів риб.

Дані досліджень щодо вмісту йонів важких металів у воді ставів з експериментальними групами риб наведені в таблиці 1. Представлені результати вказують на близький рівень зареєстрованих показників у воді ставів обох господарств. Відмічено перевищення нормативних значень за вмістом у воді марганцю (у 8,5–8,9 раза), міді (у 2,1–3,9 раза) та свинцю (у 1,5–1,8 раза). Вміст решти важких металів у воді за показниками осіннього періоду не перевищував існуючий нормативний рівень.

Таблиця 1. Вміст важких металів у воді, мкг/дм<sup>3</sup>

Table 1. The content of heavy metals in water, µg/dm<sup>3</sup>

Важкі метали / Heavy metals							
Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Co	Pb	Cd
Господарство «Гірський Тікич» / Fish farm "Hirskiy Tikych"							
434,4	8,4	84,9	3,9	8,1	5,4	18,0	1,4
Господарство «Нивка» / Fish farm "Nivka"							
565,5	3,6	88,7	2,1	9,0	4,5	15,2	1,6
Нормативні значення / Normative values							
1000,0	10,0	10,0	1,0	10,0	10,0	10,0	5,0



Визначення вмісту важких металів в органах і тканинах риб дало змогу виявити певні особливості їх розподілу та накопичення в організмі досліджуваних об'єктів риборозведення.

Найбільший вміст заліза у веслоноса з обох господарств виявлено у печінці. Середнім рівнем його накопичення характеризувались зябра, шкіра і нирки риб. Найменший вміст заліза зареєстровано у м'язах (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст заліза в органах і тканинах веслоноса\*  
Table 2. Content of iron in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Fe, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Fe content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / “Hirskiy Tikych”	29,60±7,25	148,86±37,90	40,24±5,65	104,56±20,63	86,08±16,94
«Нивка» / “Nivka”	4,64±0,85	869,54±94,77	43,28±5,80	14,16±2,89	16,88±2,36

Примітка.\* ГДК — не встановлено

Note: \* MAC is not installed

За ступенем зменшення накопичення цього елемента в органах і тканинах веслоноса їх можна розмістити у такі ряди: печінка > зябра > шкіра > нирки > м'язи «Гірський Тікич» та печінка > нирки > шкіра > зябра > м'язи «Нивка». Підвищення вмісту феруму в печінці риб насамперед можна пояснити його спрямованим накопиченням (резервуванням) для використання у кровотворних процесах в організмі. Цілком обґрунтованим є і помітне накопичення феруму у зябрах, шкірі та нирках, які відіграють важливу роль в обміні хімічними елементами між організмом риб і навколишнім середовищем.

За вмістом цинку найбільшим рівнем його накопичення відрізнялась шкіра веслоноса. Дещо меншу кількість цього елемента виявлено у зябрах і печінці інтродукта. Найменший вміст цинку зареєстровано у м'язах (табл. 3). У порядку зменшення накопичення цинку в органах і тканинах веслоноса їх можна розмістити у такі ряди: шкіра > зябра > печінка > нирки > м'язи «Гірський Тікич» та шкіра > печінка > зябра > нирки > м'язи «Нивка». Загалом, за винятком м'язів та шкіри риб з господарства «Гірський Тікич», можна відмітити досить рівномірний розподіл цинку, вміст якого у печінці, нирках і зябрах не перевищував допустимий рівень.

За середніми величинами накопичення марганцю найбільший його вміст відмічено у зябрах веслоноса. Значною мірою виявлену закономірність можна пояснити особливостями будови зябрового апарату, зокрема значною площею і високою проникністю епітелію зябрових пелюсток та, напевне, функціональним значенням цього органу для обміну марганцю між водним середовищем і організмом риб.



Таблиця 3. Вміст цинку в органах і тканинах веслоноса\*  
 Table 3. Content of zinc in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Zn, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Zn content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / “Hirskiy Tikych”	5,54±0,98	16,80±1,59	16,24±2,22	19,46±1,43	40,54±1,45
«Нивка» / “Nivka”	1,20±0,14	9,22±0,15	5,54±0,45	7,16±0,93	9,84±1,73

Примітка.\* ГДК — 40,0 мг/кг сирової маси у товарній рибі.

Note: \* MAC — 40.0 mg / kg of raw weight in commodity fish.

Значно нижчим накопиченням даного елемента характеризувалась решта органів і тканин досліджуваного представника осетроподібних (табл. 4). В узагальненому вигляді за розподілом марганцю в порядку зменшення його вмісту органи і тканини веслоноса утворюють такі ряди: зябра > шкіра > нирки > м'язи > печінка «Гірський Тікич» та зябра > печінка ≥ шкіра > нирки > м'язи «Нивка».

Таблиця 4. Вміст марганцю в органах і тканинах веслоноса\*  
 Table 4. Content of manganese in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Mn, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Mn content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / “Hirskiy Tikych”	0,23±0,06	0,21±0,04	0,30±0,06	1,03±0,14	0,69±0,13
«Нивка» / “Nivka”	0,10±0,01	0,29±0,06	0,27±0,03	1,15±0,08	0,29±0,07

Примітка.\* ГДК — не встановлено.

Note: \* MAC is not installed.

Серед досліджуваних органів і тканин веслоноса найбільшим вмістом купруму відрізнялась печінка. Зазначене накопичення в печінці, напевне, пов'язане з депонуванням міді з подальшим використанням для забезпечення ефективного перебігу низки важливих фізіологічних процесів в організмі риб. З наведених даних також помітне деяке зростання вмісту міді у нирках. Проте, за винятком печінки риб з господарства «Гірський Тікич», середні величини вмісту міді в усіх органах і тканинах експериментальних груп веслоноса були нижчими допустимих значень. Найнижчим вмістом цього елемента характеризувались м'язи риб (табл. 5). У міру зменшення накопичення міді в органах і тканинах веслоноса можна побудувати такі ряди: печінка > нирки > шкіра > зябра > м'язи «Гірський Тікич» та печінка > нирки > зябра > шкіра > м'язи «Нивка».



Таблиця 5. Вміст міді в органах і тканинах веслоноса\*  
Table 5. Content of copper in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Cu, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Cu content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / “Hirskiy Tikych”	0,44±0,04	16,48±2,17	1,78±0,19	0,71±0,08	1,14±0,13
«Нивка» / “Nivka”	0,09±0,02	9,84±1,66	1,90±0,57	0,20±0,05	0,16±0,02

Примітка. \* ГДК — 10,0 мг/кг сирової маси у товарній рибі.  
Note: \* MAC — 10.0 mg / kg of raw weight in commodity fish.

Кількість нікелю в організмі веслоноса розподілялась досить рівномірно, з незначним підвищенням вмісту у зябрах та шкірі, які безпосередньо контактують з навколишнім середовищем (табл. 6). За середньою величиною у напрямі зменшення вмісту нікелю досліджені органи і тканини веслоноса утворюють такі ряди: зябра > шкіра > м'язи > нирки > печінка «Гірський Тікич» та шкіра > зябра > печінка > нирки > м'язи «Нивка».

Таблиця 6. Вміст нікелю в органах і тканинах веслоноса\*  
Table 6. Content of nickel in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Ni, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Ni content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / “Hirskiy Tikych”	2,15±0,09	0,92±0,19	1,67±0,65	3,24±0,80	2,98±0,75
«Нивка» / “Nivka”	0,28±0,06	0,71±0,09	0,33±0,07	0,77±0,07	0,82±0,17

Примітка. \* ГДК — не встановлено.  
Note: \* MAC is not installed

Найбільший вміст кобальту у веслоноса виявлено у печінці і зябрах у кількості, що перевищує мінімальний рівень накопичення цього елемента в шкірі і м'язах у 2,7–11,6 рази (табл. 7). Органи і тканини веслоноса у міру зменшення вмісту кобальту можна розмістити у такі ряди: печінка > зябра > м'язи > нирки ≥ шкіра «Гірський Тікич» та печінка > зябра > нирки > шкіра > м'язи «Нивка».

Установлено, що свинець найбільш інтенсивно накопичувався у зябрах веслоноса. Натомість, у його м'язах зареєстровано найменші величини вмісту цього елемента, які не перевищували гранично допустиму концентрацію, установлену в межах до 1 мг/кг сирової маси (табл. 8). У міру зменшення вмісту свинцю окремі органи і тканини веслоноса утворюють такі ряди: зябра > шкіра > печінка > нирки > м'язи «Гірський Тікич» та зябра > печінка > нирки > шкіра > м'язи «Нивка».



Таблиця 7. Вміст кобальту в органах і тканинах веслоноса\*  
Table 7. Content of cobalt in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Co, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Co content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / "Hirskiy Tikych"	0,13±0,03	0,60±0,10	0,11±0,02	0,46±0,03	0,11±0,01
«Нивка» / "Nivka"	0,10±0,01	1,16±0,06	0,34±0,03	0,48±0,05	0,18±0,03

Примітка. \* ГДК — не встановлено.

Note: \* MAC is not installed

Таблиця 8. Вміст свинцю в органах і тканинах веслоноса\*  
Table 8. Content of lead in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Pb, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Pb content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / "Hirskiy Tikych"	0,63±0,03	0,70±0,08	0,64±0,05	1,23±0,06	1,05±0,09
«Нивка» / "Nivka"	0,94±0,04	3,04±0,20	2,03±0,42	3,06±0,15	1,69±0,39

Примітка. ГДК — 1,0 мг/кг сирової маси у товарній рибі.

Note: \* MAC — 1.0 mg / kg of raw weight in commodity fish.

Вміст кадмію в органах і тканинах веслоноса характеризувався низькими величинами, які не перевищували встановлений допустимий рівень – до 0,2 мг/кг сирової маси. Дещо більшим вміст цього елемента був у зябрах, шкірі і нирках риб з господарства «Гірський Тікич» та в печінці, нирках і зябрах інтродукта з господарства «Нивка» (табл. 9). За ступенем зменшення накопичення кадмію органи і тканини обстежених риб можна розмістити у такі ряди: зябра > шкіра > нирки > печінка > м'язи «Гірський Тікич» та печінка > нирки > зябра > шкіра > м'язи «Нивка».

Таблиця 9. Вміст кадмію в органах і тканинах веслоноса\*  
Table 9. Content of cadmium in the organs and tissues of the paddlefish\*

Господарство / Fish farm	Вміст Cd, мг/кг сирової маси (M ± m, n = 5) / Cd content, mg / kg of crude mass (M ± m, n = 5)				
	м'язи / muscle	печінка / liver	нирки / kidney	зябра / gills	шкіра / skin
«Гірський Тікич» / "Hirskiy Tikych"	0,037±0,009	0,045±0,009	0,060±0,010	0,065±0,015	0,061±0,010
«Нивка» / "Nivka"	0,031±0,002	0,110±0,008	0,104±0,017	0,097±0,002	0,047±0,009

Примітка. ГДК — 0,2 мг/кг сирової маси у товарній рибі.

Note: \* MAC — 0.2 mg / kg of raw weight in commodity fish.





Узагальнюючи наведені дані щодо вмісту важких металів в органах і тканинах веслоноса слід відмітити, що залізо, мідь і кобальт більшою мірою накопичувались у печінці, цинк — у печінці, шкірі і зябрах, манган — у зябрах, нікель — у зябрах і шкірі риб. Свинець і кадмій, інтенсивність надходження яких в організм гідробіонтів викликає найбільше занепокоєння, значною мірою концентрувались у зябрах, шкірі та печінці інтродуцента. Загалом, за кількісними показниками вмісту в усіх проаналізованих органах і тканинах веслоноса переважали залізо і цинк, найменшу кількість складала кобальт і кадмій.

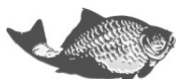
Таким чином, отримані дані щодо характеру розподілу і накопичення важких металів в організмі досліджуваного виду осетроподібних, в цілому, вказують на аналогічні закономірності, виявлені для багатьох представників прісноводної іхтіофауни України [6–9]. Отже, більш забрудненими за переважною більшістю йонів важких металів виявились тканини і органи риб, що безпосередньо контактують з навколишнім середовищем, тобто — зябра та шкіра, а також органи, що забезпечують обмін і резервування багатьох речовин, необхідних для функціонування організму, та беруть участь у процесах детоксикації, насамперед — печінка.

Аналіз результатів досліджень, виконаних у порівняльному аспекті, показав, що серед усіх риб, вирощених сумісно у полікультурі в умовах господарства «Гірський Тікич», веслоніс відрізнявся найменшим вмістом у м'язах міді, кобальту, свинцю і кадмію, без перевищення гранично допустимих концентрацій (табл. 10).

**Таблиця 10. Вміст важких металів у м'язовій тканині риб, вирощених у полікультурі в господарстві «Гірський Тікич», мг/кг сирової маси ( $M \pm m, n = 5$ )**

**Table 10. Content of heavy metals in the muscle tissue of fish, which was grown in polyculture at the fish farm “Hirskiy Tikych”, mg/kg of raw mass ( $M \pm m, n = 5$ )**

Важкі метали / Heavy metals	Об'єкти полікультури у порядку зменшення величини досліджуваних показників / Objects of polyculture in order of decreasing the value of the studied indicators	ГДК, мг/кг сирової маси у товарній рибі / MPC mg / kg of raw weight in commodity fish
Fe	веслоніс (29,60±7,25) > короп (24,20±5,16) > товстолоб (19,06±3,65)	–
Zn	веслоніс (5,54±0,98) > короп (4,24±0,27) > товстолоб (4,24±0,09)	40,0
Mn	веслоніс (0,23±0,06) > короп (0,22±0,03) > товстолоб (0,17±0,02)	–
Cu	короп (2,03±0,36) > товстолоб (0,96±0,09) > веслоніс (0,44±0,04)	10,0
Ni	веслоніс (2,15±0,09) > товстолоб (0,80±0,07) > короп (0,77±0,10)	–
Co	товстолоб (0,20±0,04) > короп (0,14±0,03) > веслоніс (0,13±0,03)	–
Pb	короп (0,86±0,02) > товстолоб (0,75±0,05) > веслоніс (0,63±0,03)	1,0
Cd	короп (0,080±0,006) > товстолоб (0,043±0,006) > веслоніс (0,037±0,009)	0,2



Загалом, представлені у таблиці 10 дані дають підставу для висновку, що за вмістом важких металів у м'язовій тканині веслоноса виявлені схожі показники з основними об'єктами риборозведення у ставовій аквакультури України, якими є короп і рослиноїдні риби.

Порівнюючи вміст важких металів у м'язах риб з господарства «Нивка» слід відмітити нижчий рівень їх накопичення у веслоноса, порівняно з коропом, за всіма досліджуваними металами. За аналогією з господарством «Гірський Тікич», незважаючи на певне перевищення нормативних значень за деякими важкими металами у воді ставів, зокрема за свинцем і кадмієм, перевищення їх гранично допустимих концентрацій у м'язах веслоноса не виявлено (табл. 11).

**Таблиця 11. Вміст важких металів у м'язовій тканині риб, вирощених у полікультурі в господарстві «Нивка», мг/кг сирової маси ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )**

**Table 11. Content of heavy metals in the muscle tissue of fish, which was grown in polyculture at the fish farm "Nivka", mg/kg of raw mass ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )**

Важкі метали / Heavy metals	Об'єкти полікультури у порядку зменшення величини досліджуваних показників / Objects of polyculture in order of decreasing the value of the studied indicators	ГДК, мг/кг сирової маси у товарній рибі / MPC mg / kg of raw weight in commodity fish
Fe	короп (7,78±0,83) > веслоніс (4,64±0,85)	–
Zn	короп (5,44±1,26) > веслоніс (1,20±0,14)	40,0
Mn	короп (0,13±0,02) > веслоніс (0,10±0,01)	–
Cu	короп (0,29±0,02) > веслоніс (0,09±0,02)	10,0
Ni	короп (0,87±0,03) > веслоніс (0,28±0,06)	–
Co	короп (0,14±0,02) > веслоніс (0,10±0,01)	–
Pb	короп (1,02±0,07) > веслоніс (0,94±0,04)	1,0
Cd	короп (0,082±0,005) > веслоніс (0,031±0,002)	0,2

За вмістом таких небезпечних токсикантів як свинець і кадмій, у м'язах усієї кількості досліджених риб, вирощених у ставовій полікультурі господарств «Гірський Тікич» та «Нивка», зареєстровано такі коливання величин (мг/кг сирової маси): Pb — веслоніс (0,53–1,07), гібрид товстолобів — (0,62–0,85), короп — (0,81–1,26); Cd — веслоніс (0,017–0,061), гібрид товстолобів — (0,028–0,059), короп — (0,061–0,098). Тобто, за наведеними показниками, істотних відмінностей між досліджуваними об'єктами культивування не виявлено.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

В умовах ставових господарств Лісостепу та Полісся України за характером розподілу і накопичення в організмі веслоноса йонів важких металів (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) відмічені закономірності, виявлені раніше для інших



прісноводних видів риб з внутрішніх водойм України. Вміст важких металів у зябрах, шкірі та печінці досліджуваного інтродуцента, як правило, перевищував рівень їх накопичення у м'язах. Перевищення гранично допустимих концентрацій розглянутих токсикантів у м'язовій тканині веслоноса не виявлено.

Дослідження даного спрямування з північноамериканським веслоносом в Україні лише розпочато, що зумовлює доцільність їх продовження з використанням риб різного віку, вирощених за відповідних технологій аквакультури. Отримані результати можуть використовуватись у процесі розвитку товарного осетрівництва на наступних етапах рибогосподарського освоєння веслоноса. Крім того, вивчення адаптивності нових об'єктів рибництва в умовах забруднення водойм токсикантами різного походження сприятиме ефективному науковому забезпеченню робіт з відтворення племінних ресурсів цих риб та їх розширеного використання у штучно сформованих іхтіокомплексах континентальних водойм.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Онученко О. В., Третяк О.М., Кулешов О.В. Основи рибогосподарського освоєння веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum). Київ : Вища освіта, 2003. 111 с.
2. Третяк О. М. Рибницько-біологічні основи розведення та вирощування веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum) в аквакультурі України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : спец. 06. 02. 03 «рибництво». Київ, 2012. 48 с.
3. Mims S. D. Paddlefish culture. Development expanding beyond U.S., Russia, China // *Global Aquaculture Advocate*. 2006. P. 62—63.
4. Виноградов В. К., Ерохина Л. В., Мельченков Е. А. Биологические основы разведения и выращивания веслоноса (*Polyodon spathula* (Walbaum)). Москва : ФГНУ Росинформагротех, 2003. 344 с.
5. Третяк О. М., Глушко Ю. М., Тарасюк С. І. Сезонна мінливість цитогенетичних характеристик у веслоноса // *Рибогосподарська наука України*. 2010. № 3. С. 25—31.
6. Олексієнко Н. В., Мельник А. П., Сидоров М. А. Вміст важких металів у тканинах та органах каналного сома // *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 3. С. 11—18.
7. Вміст та розподіл важких металів в органах і тканинах промислових видів риб Канівського водосховища / Мельник А. П. та ін. // *Рибогосподарська наука України*. 2009. № 1. С. 93—99.
8. Видові особливості розподілу та накопичення важких металів в органах і тканинах ляща (*Abramis brama* L.) та карася сріблястого (*Carassius auratus* L.) Канівського водосховища / Мельник А. П. та ін. // *Рибогосподарська наука України*. 2012. № 3—4. С. 22—26.
9. Важкі метали у абіотичних і біотичних складових рибогосподарської гідроекосистеми «Ішхан» / Мельник А. П. та ін. // *Рибогосподарська наука України*. 2015. № 3—4. С. 5—14.
10. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Ленинград : Химия, 1983. 144 с.
11. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб.



- Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Москва : Стандартиформ, 2010. 12 с. (Межгосударственный стандарт).
12. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. Москва : Стандартиформ, 2010. 10 с. (Межгосударственный стандарт).
  13. Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. 270 с.
  14. СОУ – 05.01.37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України).

## REFERENCES

1. Onuchenko, O. V., Tretjak, O. M., & Kuleshov, O. V. (2003). *Osnovy rybogospodars'kogo osvojennja veslonosa Polyodon spathula (Walbaum)*. Kyi'v: Vyshha osvita.
2. Tretjak, O. M. (2012). Rybnyuc'ko-biologichni osnovy rozvedennja ta vyroshhuvannja veslonosa Polyodon spathula (Walbaum) v akvakul'turi Ukrai'ny. *Extended abstracts of candidate's thesis*. Kyi'v.
3. Mims, S. D. (2006). Paddlefish culture. Development expanding beyond U.S., Russia, China. *Global Aquaculture Advocate*, 62-63.
4. Vinogradov, V. K., Erokhina, L. V., & Mel'chenkov, E. A. (2003). *Biologicheskie osnovy razvedeniya i vyrashchivaniya veslonosa (Polyodon spathula (Walbaum))*. Moskva: FGNU Rosinformagrotekh.
5. Tretjak, O. M., Glushko, Ju. M., & Tarasjuk, S. I. (2010). Sezonna minlyvist' cytogenetychnyh harakterystyk u veslonosa. *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, 3, 25-31.
6. Oleksijenko, N. V., Mel'nyk, A. P., & Sydorov, M. A. (2008). Vmist vazhkyh metaliv u tkanynah ta organah kanal'nogo soma. *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, 3, 11-18.
7. Mel'nyk, A. P. et al. (2009). Vmist ta rozpodil vazhkyh metaliv v organah i tkanynah promyslovyh vydiv ryb Kanivs'kogo vodoshovyshha. *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, 1, 93-99.
8. Mel'nyk, A. P. et al. (2012). Vydovi osoblyvosti rozpodilu ta nakopychennja vazhkyh metaliv v organah i tkanynah ljashha (*Abramis brama* L.) ta karasja sribljastogo (*Carassius auratus* L.) Kanivs'kogo vodoshovyshha. *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, 3-4, 22-26.
9. Mel'nyk, A. P. et al. (2015). Vazhki metaly u abiotychnyh i biotychnyh skladovyh rybogospodars'koi' gidroekosystemy "Ishhan". *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, 3-4, 5-14.
10. Khavezov, I., & Tsalev, D. (1983). *Atomno-absorbtsionnyy analiz*. Leningrad: Khimiya.
11. Syr'e i produkty pishchevye. Podgotovka prob. Mineralizatsiya dlya opredeleniya soderzhaniya toksichnykh elementov (2010). *GOST 26929-94, Mezhhgosudarstvennyy standart*. Moskva: Standartinform.
12. Syr'e i produkty pishchevye. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya toksichnykh elementov (2010). *GOST 30178-96, Mezhhgosudarstvennyy standart*. Moskva: Standartinform.



13. Alekin, O. A., Semenov, A. D., & Skopintsev, B. A. (1973). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
14. Voda rybogospodars'kyh pidpryjemstv. Zagal'ni vymogy ta normy (2006). *SOU-05.01.37-385:2006*. Kyiv: Ministerstvo agrarnoi' polityky Ukrainy.

### ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ВЕСЛОНОСА *POLYODON SPATHULA* (WALBAUM) В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРУДАХ ЛЕСОСТЕПИ И ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

**Б. А. Ганкевич**, [veslonos-ua@ukr.net](mailto:veslonos-ua@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев  
**А. М. Третяк**, [info@if.org.ua](mailto:info@if.org.ua), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев  
**Е. Н. Колос**, [kolos-en@ukr.net](mailto:kolos-en@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

**Цель.** Исследовать особенности накопления тяжелых металлов (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) в органах и тканях интродуцированного во внутренние водоемы Украины североамериканского представителя отряда *Acipenseriformes* — веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum).

**Методика.** Объектом исследований были 4–7-летки веслоноса, выращенные в прудах Лесостепи и Полесья Украины. Для сравнительной оценки особенностей накопления тяжелых металлов в мышечной ткани рыб исследовали 3-леток карпа и гибрида толстолобиков, выращенных в поликультуре с экспериментальными группами веслоноса. Исследования содержания тяжелых металлов в воде прудов, органах и тканях рыб выполняли с использованием общепринятых в токсикологии методик. Количественное определение содержания тяжелых металлов осуществляли с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра С – 115–М1.

**Результаты.** Токсикологическое состояние опытных прудов характеризовалось превышением нормативных значений по содержанию в воде Mn (в 8,5–8,9 раза), Cu (в 2,1–3,9 разв) и Pb (в 1,5–1,8 раза). Концентрация остальных тяжелых металлов в воде не превышала нормативный уровень. По характеру распределения и накопления тяжелых металлов в органах и тканях веслоноса выявлены схожие закономерности, отмеченные для карпа и растительноядных рыб. Превышения ПДК по содержанию тяжелых металлов в мышечной ткани веслоноса не выявлено. Среди всех исследованных видов рыб, выращенных в поликультуре, веслонос отличался наиболее низким содержанием в мышцах Cu, Co, Pb и Cd. Среднее содержание тяжелых металлов в мышцах веслоноса в прудах Лесостепи и Полесья находилось в пределах (мг/кг сырой массы): Fe — 4,64–29,60; Zn — 1,20–5,54; Mn — 0,10–0,23; Cu — (0,09–0,44); Ni — 0,28–2,15; Co — 0,10–0,13; Pb — 0,63–0,94; Cd — 0,031–0,037.

**Научная новизна.** Впервые исследованы особенности распределения и накопления тяжелых металлов в органах и тканях североамериканского веслоноса, выращенного в условиях типичных прудовых хозяйств Украины.

**Практическая значимость.** Результаты исследований являются составной частью материалов для формирования базы данных по определению качества продукции осетроводства, в частности по особенностям накопления тяжелых металлов рыбами.

**Ключевые слова:** веслонос, прудовое рыбоводство, поликультура рыб, накопление тяжелых металлов, органы и ткани рыб.

