

---

---

# БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

---

---

УДК 574.64:597.554.3

## СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ Fe, Mn, Ni, Co У ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ КОРОПА ТА ТОВСТОЛОБА

І.І. Грициняк, Т.Г. Литвинова, Н.Л. Колесник

Інститут рибного господарства УААН, м. Київ

---

*Наведено статистичний аналіз багаторічних досліджень (1990–2008 рр.) вмісту важких металів у воді та органах і тканинах коропа та товстолоба і розроблено формулу для розрахунку їх прогнозування. Спосіб рекомендований для іхтіологічних досліджень як один із методів оцінки фізіологічного стану риб.*

---

Зміна стану довкілля та забруднення біосфери зростає з кожним роком і темпи цього зростання, на жаль, збільшуються. Спостерігається різке погіршення умов існування більшості видів рослин і тварин, деякі види зникають, інші зменшують свою чисельність, випадають ланки трофічних ланцюгів, порушуються зв'язки в екосистемах, знижується продуктивність біоценозів. Одним з чинників процесу погіршення є токсичні забруднювачі, здебільшого антропогенного походження. Серед них провідне місце належить важким металам, збільшення концентрації яких в атмосфері і гідросфері пов'язано з технічним прогресом, зокрема розвитком переробних виробництв. Це викликає велике занепокоєння фахівців-екологів і спонукає до пошуку шляхів вирішення багатьох проблем.

Ефективність вирощування риби у рибогосподарських підприємствах значною мірою залежить від екологічного стану ставів. Розчинні форми Fe, Mn, Ni, Co належать до найбільш біодоступних важких металів. Вони становлять небезпеку як забруднювачі рибницьких водойм, оскільки навіть у порівняно малих концентраціях токсично впливають на водні організми, в тому числі і на риб, внаслідок біоаккумуляції в їх органах і тканинах. Поряд з прямою токсичною дією на організми важкі метали спричиняють небезпечні біологічні наслідки (мутагенний, ембріотоксичний,

гонадотоксичний тощо). Встановлено, що за умов токсикозу важкими металами порушуються метаболітичні процеси, зокрема, відбувається зниження калорійності гідробіонтів, знижується продуктивність їх популяцій та порушуються міжпопуляційні взаємини.

**Залізу (Fe)** відводиться особливе місце серед хімічних елементів, які є важливими для життєдіяльності тваринних і рослинних організмів. Залізо, що міститься в організмі тварин, розділяють на дві групи: гематинове і негематинове залізо. Перша група включає залізо хромопротейдів (дихальних білків — гемоглобіну, хлорокруарину, гелікорубіну і міоглобіну) та гемовмісних дихальних ферментів (цитохромів, цитохромоксидаз, пероксидаз і каталаз). До другої групи входить залізо ряду речовин, що не містять гемозалізопорфіринового комплексу (гемерітрин). Цілком імовірно, що у риб в обміні заліза між місцем існування і організмом певну роль відіграють зябра, плавники і шкіра. Негативний вплив на біоту концентрацій заліза, що перевищують гранично допустимі концентрації, надзвичайно різноманітний. Головні відповідні реакції — зниження різноманітності та щільності популяцій — характерні, як правило, для найбільш забруднених районів. Але аналогічні зміни відмічаються в помірно та слабо забруднених водних системах [1–3].

Велика кількість марганцю (Mn) і його сполук міститься у стічних водах марганцевих копалень, збагачувальних фабрик, металургійних і деяких хімічних заводів. Вивченню фізіологічної ролі марганцю в організмах рослин і теплокровних тварин присвячено багато робіт. На сьогодні вважається, що цей елемент пов'язаний з ферментами, гормонами і вітамінами. Беручи участь у біологічному каталізі і стимулюючи білковий, вуглеводний і жировий обміни, марганець значно впливає на ріст, розмноження і кровотворення теплокровних тварин і риб, активуючи фосфатази, та відіграє важливу роль у процесі окостеніння. Обмін марганцю в організмі перебуває під контролем нервової і ендокринної систем. Гостре отруєння солями марганцю характеризується занепокоєнням риб, світлим забарвленням тулуба, зменшенням чутливості до подразників, атаксією. Шкіра і зябра риб, загинувших від отруєння перманганатом калію, набувають буро-коричневого забарвлення. Гістологічними дослідженнями встановлюють дистрофію, некробіоз і злущування епітелію зябрових пелюсток і шкіри. За хронічного отруєння з'єднання марганцю діють як протоплазматичні отрути, зумовлюючи важкі зміни в нервовій системі, нирках і органах кровообігу.

**Нікель (Ni)** є розсіяним елементом, що широко розповсюджений у біосфері, міститься у ґрунтах, водоймах, живих організмах. Збільшення концентрації цього елемента в результаті біогеохімічних і техногенних процесів робить його потенційно небезпечним. За літературними даними, нікель має канцерогенну та мутагенну дію. Це посилюється мало-ефективним видаленням нікелю з промислових стоків. Нікель бере активну участь у деяких біологічних процесах. Тривале надходження нікелю в організми гідробіонтів, у тому числі і риби, може привести до несприятливих біологічних наслідків (затримка росту, підвищена смертність, аномалії).

**Кобальт (Co)** — поширений в природі елемент. У малих концентраціях він зустрічається у ґрунті, воді, рослинах, а також в організмі тварин. Має різноманітний вплив. Видалення його з раціону різко знижує тривалість життя тварин. Кобальт позитивно впливає на процеси

кровотворення різних тварин, а надлишок пригнічує гемопоез, за його нестачі розвивається анемія, натомість фізіологічні дози стимулюють утворення гемоглобіну й еритроцитів. Дослідженнями встановлено, що кобальт не лише підвищує активність кишкової фосфатази, а й підсилює синтез ферментів в еритроцитах, регулює процеси транслокації, тобто перенесення і включення ферментів на поверхні мембран епітеліальних клітин слизової оболонки тонкого кишечника риб. Кобальт стимулює еритропоез, зростання і розвиток форелі, проте його великі дози мають пригнічувальний вплив на організм [1–3].

Вищенаведені міркування свідчать про необхідність подальшого проведення токсикологічних досліджень екосистеми ставів та доцільність пошуку показників екосистеми, які можна буде і якісно, і кількісно пов'язати з рівнем токсичності середовища.

Адекватна оцінка стану довкілля є важливим питанням, пов'язаним із його забрудненням. Існує традиційний спосіб оцінки забруднення — визначення хімічним способом концентрацій різних показників, зокрема і концентрацій важких металів. У період обмеженої фінансової допомоги фахівці з водної біоти якнайгостріше відчувають потребу у розробці досконаліших методів визначення вмісту важких металів у ланках водної екосистеми, що не потребують великої кількості хімічних реагентів, обладнання та інших затрат. При розв'язанні цієї проблеми була б доцільною розробка розрахункових методів визначення концентрацій важких металів. Серед існуючих методів визначення вмісту речовин — розрахунок вмісту двоокису вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) за величиною рН і концентрацією  $\text{HCO}_3^-$  та розрахунок вмісту карбонатних іонів ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) за величиною рН та лужністю води. Також існує метод розрахунку вмісту іонів магнію ( $\text{Mg}^{2+}$ ), що визначається за різницею між знайденою хімічним аналізом величиною суми кальцію і магнію [4]. Отже, у зв'язку з цим була б доцільною розробка розрахункових методів визначення концентрацій важких металів.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження вмісту важких металів у воді та органах і тканинах риб прово-

дили протягом 1990–2008 рр. у ставах дослідних господарств “Нивка” та “Великий Любін”, а також у ставах ВАТ “Сумирибгосп” та “Донрибкомбінат”.

Визначення концентрації важких металів (Fe, Mn, Ni, Co) у воді та риби проводили за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометра С-115-м.

При розробках способу прогнозування вмісту важких металів у органах і тканинах корокових риб використовували програму “Statistica 6.0” з урахуванням особливостей біологічних об’єктів.

Всього використано 1319 показників важких металів у воді, 1871 та 1381 показник важких металів у органах і тканинах відповідно коропа та товстолобика.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Протягом зазначених років було вивчено вміст важких металів (Fe, Mn, Ni, Co) в екосистемі дослідних ставів, а також в органах і тканинах коропа та товстолоба.

На основі математичного аналізу розраховані середньостатистичні дані вмісту важких металів у воді та органах і тканинах риб. Встановлена кореляція між вмістом важких металів у воді та органах і тканинах корокових риб, що вирощувались з використанням різних технологій за дво- та трилітнім циклом.

Ці дослідження дали можливість прогнозувати вміст важких металів у органах

і тканинах коропа та товстолоба шляхом розрахунку за розробленою формулою з допомогою визначеної хімічним методом концентрації зазначених металів у воді.

Хімічний метод визначення важких металів довготривалий і не дає можливості оперативно оцінювати стан риб за стресових ситуацій, зокрема скидів забруднювачів. Отримані ж розрахунки допомагають оперативно контролювати вміст важких металів в органах і тканинах риб.

Такий розрахунковий метод рекомендовано застосовувати при екстремальних ситуаціях, моніторингових дослідженнях, коли їх визначення поряд з іншими показниками є оцінкою фізіологічного стану риб.

Для оперативної оцінки якості рибної продукції, а також встановлення причин різкого погіршення фізіологічного стану риб було розроблено спосіб прогнозування вмісту Fe, Mn, Ni, Co в органах і тканинах коропів та товстолобів [5–8]. Для цього були розраховані кутові та поправні коефіцієнти щодо рівняння лінійної регресії між двома значеннями важкого металу у воді та біологічному об’єкті (табл. 1). Насамперед необхідно хімічним методом визначити концентрації важких металів у воді рибницьких ставів. Вже на основі проведених аналізів провести розрахунки з використанням такої формули:

Таблиця 1. Кутові (К) та поправні (В) коефіцієнти для рівняння лінійної регресії між двома значеннями важкого металу у воді та органах і тканинах корокових риб

Об’єкт	Органи і тканини	Fe		Mn		Ni		Co	
		К	В	К	В	К	В	К	В
Короп	М’язи	-0,01	20,495	-0,007	0,28	-0,0002	0,39	0,005	0,088
	Печінка	0,003	44,089	0,001	0,14	-0,02	0,59	0,004	0,095
	Нирки	0,035	47,58	-0,0017	0,29	-0,005	0,74	0,02	0,11
	Зябра	0,02	45,774	-0,002	1,32	-0,03	1,21	0,006	0,27
	Шкіра	0,06	31,548	0,001	0,45	-0,118	2,41	-0,009	0,22
Товстолоб	М’язи	0,03	17,163	0,0003	0,34	-0,03	0,78	-0,0002	0,13
	Печінка	-0,012	64,65	-0,0001	0,35	-0,01	0,58	-0,004	0,17
	Нирки	0,003	61,609	-0,0001	0,21	0,03	0,11	0,003	0,33
	Зябра	-0,18	223,62	-0,02	4,73	0,009	0,89	-0,01	0,59
	Шкіра	-0,03	42,43	-0,0003	0,85	0,027	0,74	-0,02	0,44

$$M_o = K \times M_B + B,$$

де  $M_o$  — концентрація важкого металу в об'єкті, мг/кг;  $M_B$  — концентрація важкого металу у воді, мкг/л;  $K$  — кутовий коефіцієнт для рівняння лінійної регресії між двома значеннями важкого металу у воді та біологічному об'єкті;  $B$  — поправний коефіцієнт.

Визначення Fe, Mn, Ni, Co у воді проводили за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометра С-115-м.

Приклад визначення вмісту важких металів хімічним та розрахунковим методами наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Порівняння визначення важких металів хімічним і розрахунковим методами

Органи і тканини коропа	Вміст елемента, мг/кг	
	Хімічний метод	Розрахунковий метод
1	2	3
$Fe_{\text{вода}} = 154,8$ мкг/л; ДК = 30,0 мг/кг		
М'язи	5,75	18,9
Зябра	46,93	48,8
Печінка	21,34	44,6
Нирки	74,2	53,0
Шкіра	31,8	40,8
$Mn_{\text{вода}} = 19,5$ мкг/л; ДК = 2,0 мг/кг		
М'язи	0,13	0,14
Зябра	0,53	1,28
Печінка	0,12	0,15
Нирки	0,12	0,32
Шкіра	0,16	0,46

1	2	3
$Ni_{\text{вода}} = 3,6$ мкг/л; ДК = 0,5 мг/кг		
М'язи	0,19	0,38
Зябра	0,33	1,10
Печінка	0,67	0,52
Нирки	0,07	0,07
Шкіра	0,48	1,98
$Co_{\text{вода}} = 0,6$ мкг/л; ДК = 0,08 мг/кг		
М'язи	0,08	0,09
Зябра	0,02	0,27
Печінка	0,26	0,10
Нирки	0,10	0,12
Шкіра	0,07	0,21

Отже, розрахункові показники були близькі до визначених хімічним методом, особливо за високих концентрацій металу в рибі.

## ВИСНОВКИ

Проведеними дослідженнями встановлено, що можна прогнозувати концентрації важких металів у рибі за концентрацією їх у воді, що була визначена хімічним методом. Контрольні розрахунки показали, що концентрації важких металів, визначені хімічним та розрахунковим методом, відрізняються незначно.

Розроблений спосіб прогнозування вмісту важких металів (Fe, Mn, Ni, Co) є доцільним та необхідним у моніторингових дослідженнях, а також у рибоводних та іхтіологічних дослідженнях, коли визначення важких металів у рибі поряд з іншими показниками є оцінкою фізіологічного стану риб.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Воробьев В.И. Биогеохимия и рыбоводство. — Саратов: МП Литера, 1993. — 224 с.
2. Нахшина Е.П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. — К.: Наукова думка, 1983. — 160 с.
3. Никанов Н.А., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — 312 с.
4. Алексин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. — Л.: Гидрометеиздат, 1973. — 270 с.
5. Заявка на патент України № u 200907112, МПК А01К61/00. Спосіб прогнозування вмісту заліза (Fe) в екосистемі рибницьких ставів (ПЕП- Fe)/ Грициняк І.І., Литвинова Т.Г., Колесник Н.Л. — Інститут рибного господарства УААН (Україна); заявл. 08.07.09.
6. Заявка на патент України № u 200907113, МПК А01К61/00. Спосіб прогнозування вмісту заліза (Mn) в екосистемі рибницьких ставів (ПЕП- Mn)/ Грициняк І.І., Литвинова Т.Г., Колесник Н.Л. — Інститут рибного господарства УААН (Україна); заявл. 08.07.09.

7. Заявка на патент України № u 200907115, МПК А01К61/00. Спосіб прогнозування вмісту заліза (Ni) в екосистемі рибицьких ставів (ПЕП- Ni) / Грициняк І.І., Литвинова Т.Г., Колесник Н.Л. — Інститут рибного господарства УААН (Україна); заявл. 08.07.09.
8. Заявка на патент України № u 200907116, МПК А01К61/00. Спосіб прогнозування вмісту заліза (Co) в екосистемі рибицьких ставів (ПЕП- Co) / Грициняк І.І., Литвинова Т.Г., Колесник Н.Л. — Інститут рибного господарства УААН (Україна); заявл. 08.07.09.

### **СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ Fe, Mn, Ni, Co В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ КАРПА И ТОЛСТОЛОБА**

*И.И. Грициняк, Т.Г. Литвинова,  
Н.Л. Колесник*

Приведен статистический анализ многолетних исследований (1990–2008 гг.) содержания тяжелых металлов в воде, органах и тканях карпа и толстолоба, а также разработана формула для расчета их прогнозирования. Способ рекомендован для ихтиологических исследований, как один из методов оценки физиологического состояния рыб.

### **METHOD OF PROGNOSTICS OF Fe, Mn, Ni, Co CONCENTRATION IN ORGANS AND STRUCTURES OF CARP AND SILVER CARP**

*I. Grytsyniak, T. Lytvynova, N. Kolesnyk*

Statistic analysis of longstanding investigations (1990–2008) of content of heavy metals in water and organs and tissues of carp and silver carp is given, as well as formula for calculating their concentration. The method is recommended for use in ichthyological investigations for evaluation of physiological state of fish.

УДК 597–135 (285.33) (477)

## **ВИДОВИЙ СКЛАД МОЛОДІ РИБ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

**С.П. Озінковська, Г.О. Котовська, Д.С. Христенко, В.І. Полторацька**

Інститут рибного господарства УААН, м. Київ

*На основі літературних даних та результатів власних досліджень Кременчуцького водосховища проаналізовано зміни видового складу молоді риб за період з 1954 по 2007 р. Встановлено, що видовий склад домінуючих видів за період існування водосховища в переважній більшості залишився незмінним.*

Кременчуцьке водосховище загальною площею водного дзеркала близько 225 тис. га є одним з найбільших в Європі. Воно розташоване в середній течії р. Дніпро і є основним регулятором її стоку. Водойма призначена для комплексного використання водних ресурсів, у тому числі для рибного господарства. Це одне з найбільш рибопродуктивних водосховищ дніпровського каскаду: в окремі роки продуктивність сягала 45 кг/га. А вона значною мірою залежить

від величини поповнення промислового стада, тому в запропонованій статті ми робимо аналіз змін видового складу молоді риб за весь період існування Кременчуцького водосховища.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ**

Молодь риб відловлювали у кінці липня – на початку серпня на мілководдях водосховища за стандартною мережею станцій. Знаряддям лову була малькова тканка — волокуша з млинового газу