

УДК 574.64:639.31

Разанов С.Ф., доктор с.-г. наук, професор  
Постернак Л.І., кандидат с.-г. наук, доцент  
Вінницький національний аграрний університет

## **ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПРІСНОВОДНІЙ РІЧКОВІЙ І СТАВКОВІЙ РИБІ**

*Вивчено рівень накопичення важких металів (свинець, кадмій) та мікроелементів (цинк, мідь) у м'язовій тканині прісноводної річкової та ставкової риби (окунь, карась, плотва) в умовах річки Південний Буг і ставків на території Вінниччини.*

*Виявлено, що концентрація свинцю та кадмію, цинку та міді у м'язовій тканині плотви, карася і окуня не перевищувала гранично допустимі рівні як в умовах річки, так і в умовах ставків.*

*Рівень концентрації міді у м'язовій тканині був нижчий за ГДК від 38 до 625 рази, а цинку від 6,8 до 13,4 рази. Зокрема, в м'язовій тканині ставкової та річкової риби концентрація міді була нижчою за ГДК у карасів відповідно у 38,4 і 111,1 рази, окунів – у 333 і 38 рази та плотви – у 625 і 370 рази. Концентрація цинку у м'язовій тканині ставкових і річкових карасів була нижча за ГДК відповідно у 8,2 і 6,8 рази, окуня – 13,4 і 8,7 рази та плотви – у 12,9 і 7,9 рази.*

*Концентрація свинцю та кадмію у ставкових і річкових карасів, окунів і плотви була нижча за ГДК відповідно у 4,1 і 2,8 рази; 3,2 і 9,1 рази; 5,2 і 2,6 рази; 3,3 і 2,2 рази та 1,85 і 2,0 рази.*

*Концентрація цинку та міді у м'язовій тканині окуня і плотви, вирощених в умовах річки, була вища відповідно у 8,6 і 1,5 рази; 1,7 і 1,6 рази порівняно зі ставковими їх аналогами.*

*Концентрація свинцю та кадмію була вища у м'язовій тканині річкових окунів, плотви та карасів порівняно з їх аналогами, вирощеними в умовах ставків, відповідно у 1,6 і 1,26 рази; 1,22 і 1,4 рази та 1,3 і 1,3 рази. Одночас виявлено, що концентрація свинцю та кадмію у м'язовій тканині плотви була найвища порівняно з окунем.*

**Ключові слова:** ставковий і річковий окунь, карась, плотва, свинець, цинк, мідь, кадмій, концентрація, інтенсивність накопичення.

**Рис. 2. Табл. 4. Літ. 8.**

**Постановка проблеми.** Техногенна діяльність населення призвела до зростаючого рівня забруднення навколишнього природного середовища різними токсикантами, зокрема, такими як свинець, кадмій, цинк, мідь, ртуть, цезій – 137, стронцій – 90 та ін. [1].

Основними джерелами забруднення навколишнього природного середовища важкими металами на сьогодні є промисловість, автотранспорт та сільськогосподарське виробництво, потужність впливу яких на екосистеми стрімко зростають [4]. Відомо, що інтенсифікація та хімізація галузі рослинництва передбачає використання у великих обсягах мінеральних добрив, з якими у ґрунти потрапляють важкі метали, зокрема, свинець, кадмій, цинк і мідь. Частина яких з ґрунтовими водами потрапляє з часом у річки, ставки та

озера накопичуючись в їх біоті [3, 5, 6]. Вирощування риби за таких умов та використання її у харчуванні населення зумовлює підвищення надходження цих токсикантів до організму людини, викликаючи різні захворювання. Тому проведення моніторингу концентрації в рибі важких металів є важливим завданням сьогодення, особливо в умовах інтенсивного землеробства, що є потенційною зростаючою загрозою екосистемам.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відомо, що важкі метали (свинець і кадмій) та мікроелементи (цинк і мідь) мають високий рівень доступності до біологічних об'єктів [8]. Дані метали та мікроелементи можуть накопичуватись в живих організмах понад допустимі рівні, викликаючи різні порушення на клітинному органівому та організмовому рівнях. Хоча цинк і мідь як складові ферментів виконують регуляторні функції в живих організмах, у високих концентраціях можуть бути токсичними для живих організмів, зокрема, й для риби [3, 7].

Накопичення в рибі важких металів призводить до зниження активності ферментів, пошкодження тканин печінки та нирок, а також зниження якості та безпеки продукції рибництва. Надходження в організм людини цих токсикантів понад допустимі рівні супроводжується цілою низкою захворювань [2].

Зокрема, свинець викликає таке захворювання як свинцева енцефалопатія та нефропатія, а кадмій – деформацію скелета та інші [2].

Інтенсивність накопичення важких металів в організмі риб залежить від багатьох факторів, основними з яких є екологічні умови водних об'єктів, геохімічні показники середовища, рівень живлення, функціонального стану організму та ін. [6].

**Методика та умови досліджень.** Матеріалом досліджень були прісноводні риби (карась, плотва, окунь), вирощені в умовах ставків та річки Південний Буг на території с. Бохоники Вінницького району Вінницької області.

Визначення важких металів у м'язовій тканині риби проводили атомно абсорбційним методом.

Коефіцієнт небезпеки важких металів визначали шляхом відношення їх в м'язовій тканині риби до гранично допустимої концентрації (ГДК).

Біометричну оцінку одержаних результатів досліджень проводили за загальноприйнятою в зоотехнії методикою.

**Результати досліджень.** В результаті проведених досліджень перевищення ГДК мікроелементів у м'язовій тканині річкової та ставкової риби, вирощеної в умовах Південного Бугу та ставків на досліджуваних територіях, нами не виявлено (табл. 1).

Рівень концентрації міді у м'язовій тканині був нижчий за ГДК від 38 до 625 рази, а цинку – від 6,8 до 13,4 рази. Зокрема, в м'язовій тканині ставкової та річкової риби концентрація міді була нижчою за ГДК у карасів у 38,4 і 111,1

рази, окунів – у 333 і 38 рази, плотви – у 625 і 370 рази відповідно.

Концентрація цинку у м'язовій тканині ставкових і річкових карасів була нижча за ГДК у 8,2 і 6,8 рази, окуня – у 13,4 і 8,7 рази, плотви – у 12,9 і 7,9 рази відповідно.

Поряд з цим необхідно відмітити, що у м'язовій тканині прісноводних риб, вирощених в умовах річки Південний Буг, концентрація міді та цинку була вища відповідно у окуня у 8,6 – 1,5 рази та плотви – у 1,7 та 1,6 рази порівняно з їх аналогами, вирощеними в умовах ставків. Тоді як у м'язовій тканині карася ставкового концентрація міді, навпаки, була вища у 2,8 рази порівняно з річковим.

Таблиця 1

Концентрація мікроелементів в м'язовій тканині різних видів риб,  
мг/кг,  $M \pm m$ ,  $n=4$

Види риб	Середовище вирощування	Мікроелементи											
		ГДК	мідь				в середньому по групі	ГДК	цинк				в середньому по групі
			фактична концентрація						фактична концентрація				
			I	II	III	IV			I	II	III	IV	
Карась	ставок	10	0,27	0,22	0,31	0,27	$0,26 \pm 0,021$	40	3,75	4,44	5,32	6,02	$4,88 \pm 0,57$
	річка	10	0,09	0,08	0,09	0,12	$0,09 \pm 0,01$	40	4,05	5,34	6,83	7,32	$5,88 \pm 0,86$
Окунь	ставок	10	0,04	0,03	0,04	0,02	$0,03 \pm 0,006$	40	2,94	2,99	3,21	2,74	$2,97 \pm 0,11$
	річка	10	0,09	0,08	0,1	0,07	$0,085 \pm 0,007$	40	4,73	5,78	4,71	3,21	$4,60 \pm 0,61$
Плотва	ставок	10	0,02	0,01	0,02	0,015	$0,016 \pm 0,003$	40	3,41	2,65	2,03	4,32	$3,10 \pm 0,57$
	річка	10	0,03	0,02	0,03	0,03	$0,027 \pm 0,003$	40	5,04	5,33	4,01	5,78	$5,04 \pm 0,43$

Примітки: сформовано на основі власних результатів досліджень

Вищим виявлено і коефіцієнт небезпеки міді та цинку у м'язовій тканині річкового окуня і плотви відповідно 1,15 і 1,57 рази та 1,68 і 2,7 рази, порівняно з їх аналогами, вирощеними в умовах ставків (табл. 2). Коефіцієнт небезпеки міді у м'язовій тканині карася був вищим за вирощення його в умовах ставків відповідно у 2,9 рази порівняно з річковим.

Таблиця 2

Коефіцієнт небезпеки мікроелементів в м'язовій тканині прісноводної ставкової та річкової риби

Вид риб	Середовище вирощування	Мікроелементи	
		мідь	цинк
Карась	ставок	0,026	0,12
	річка	0,009	0,14
Окунь	ставок	0,003	0,07
	річка	0,026	0,11
Плотва	ставок	0,0016	0,07
	річка	0,0027	0,19

Примітка: сформовано на основі власних результатів досліджень

Аналізуючи результати досліджень з виявлення інтенсивності накопичення свинцю і кадмію у м'язовій тканині прісноводної ставкової та річкової риби на досліджуваній території необхідно відмітити, що перевищень ГДК даних металів не виявлено (табл. 3).

Так, концентрація свинцю та кадмію у ставкових і річкових карасів, окунів і плотви була нижча за ГДК відповідно у 4,1 і 2,8 рази; 3,2 і 9,1 рази; 5,2 і 2,6 рази; 3,3 і 2,2 рази; 1,85 і 2,0 рази.

Таблиця 3

Концентрація важких металів в м'язовій тканині різних видів риби, мг/кг,  $M \pm m$ ,  $n=4$

Види риби	Середовище вирощування	Мікроелементи											
		свинець					в середньому по групі	кадмій				в середньому по групі	
		ГДК	фактична концентрація					ГДК	фактична концентрація				
			I	II	III	IV			I	II	III		IV
Карась	ставок	1,0	0,25	0,26	0,30	0,17	$0,25 \pm 0,03$	0,2	0,09	0,07	0,08	0,06	$0,075 \pm 0,007$
	річка	1,0	0,34	0,31	0,40	0,22	$0,31 \pm 0,04$	0,2	0,11	0,09	0,10	0,08	$0,095 \pm 0,007$
Окунь	ставок	1,0	0,20	0,17	0,21	0,19	$0,19 \pm 0,009$	0,2	0,08	0,07	0,09	0,07	$0,077 \pm 0,005$
	річка	1,0	0,29	0,32	0,33	0,27	$0,30 \pm 0,016$	0,2	0,09	0,08	0,11	0,09	$0,092 \pm 0,007$
Плотва	ставок	1,0	0,61	0,73	0,54	0,31	$0,54 \pm 0,10$	0,2	0,12	0,10	0,12	0,10	$0,11 \pm 0,007$
	річка	1,0	0,72	0,84	0,61	0,47	$0,66 \pm 0,09$	0,2	0,13	0,12	0,13	0,14	$0,13 \pm 0,004$

Примітка: сформовано на основі власних результатів досліджень

Водночас необхідно відмітити, що у м'язовій тканині риби, вирощеної в умовах річки, концентрація свинцю та кадмію була вища відповідно у карася у 1,3 і 1,3 рази, окуня – у 1,6 і 1,28 рази та плотви – у 1,22 і 1,4 рази порівняно з їх аналогами, вирощеними в умовах ставків.

Щодо коефіцієнту небезпеки важких металів у м'язовій тканині риби (табл.4), необхідно відмітити, що у карася, окуня і плотви, вирощених в умовах річки, він був вищим відповідно за свинцем у 1,29; 1,6; 1,5 рази та за кадмієм – у 1,27; 1,2 та 1,3 рази порівняно з їх аналогами ставкових риби.

Таблиця 4

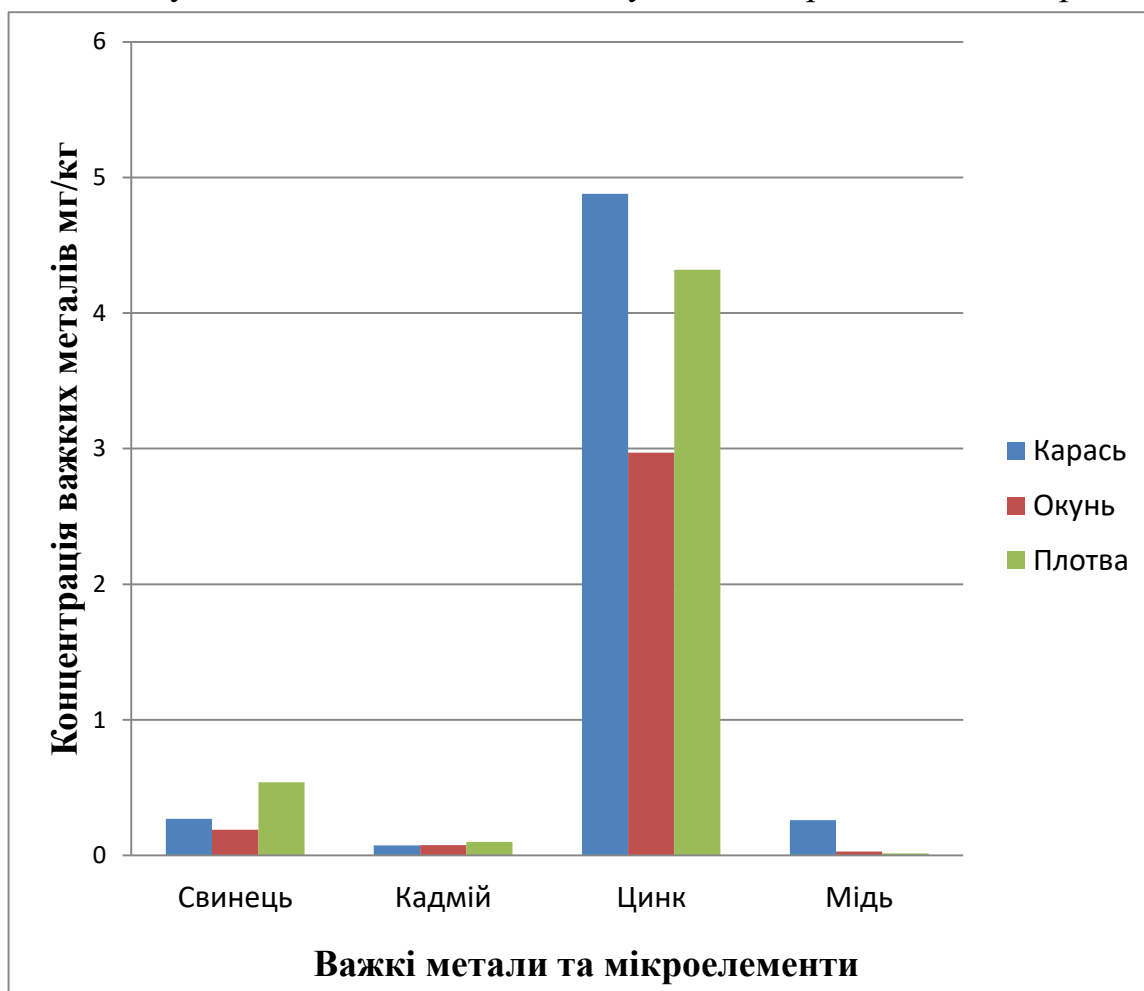
Коефіцієнт небезпеки важких металів в м'язовій тканині прісноводної ставкової та річкової риби

Вид риби	Середовище вирощування	Мікроелементи	
		свинець	кадмій
Карась	ставок	0,24	0,37
	річка	0,31	0,47
Окунь	ставок	0,19	0,38
	річка	0,30	0,46
Плотва	ставок	0,31	0,50
	річка	0,47	0,65

Примітка: сформовано на основі власних результатів досліджень

Аналіз концентрації важких металів у м'язовій тканині різних видів ставкової риби (рис. 1) показав, що найвищий вміст свинцю та кадмію спостерігався у плотви. Зокрема, концентрація свинцю та кадмію у м'язовій тканині плотви, порівняно з окунем та карасем, була вища відповідно у 2,8 і 1,3 рази та 2,0 і 1,33 рази.

Концентрація цинку та міді була найвища у м'язовій тканині карася порівняно з окунем та плотвою відповідно у 1,64 і 8,6 рази та 1,1 і 1,7 рази.



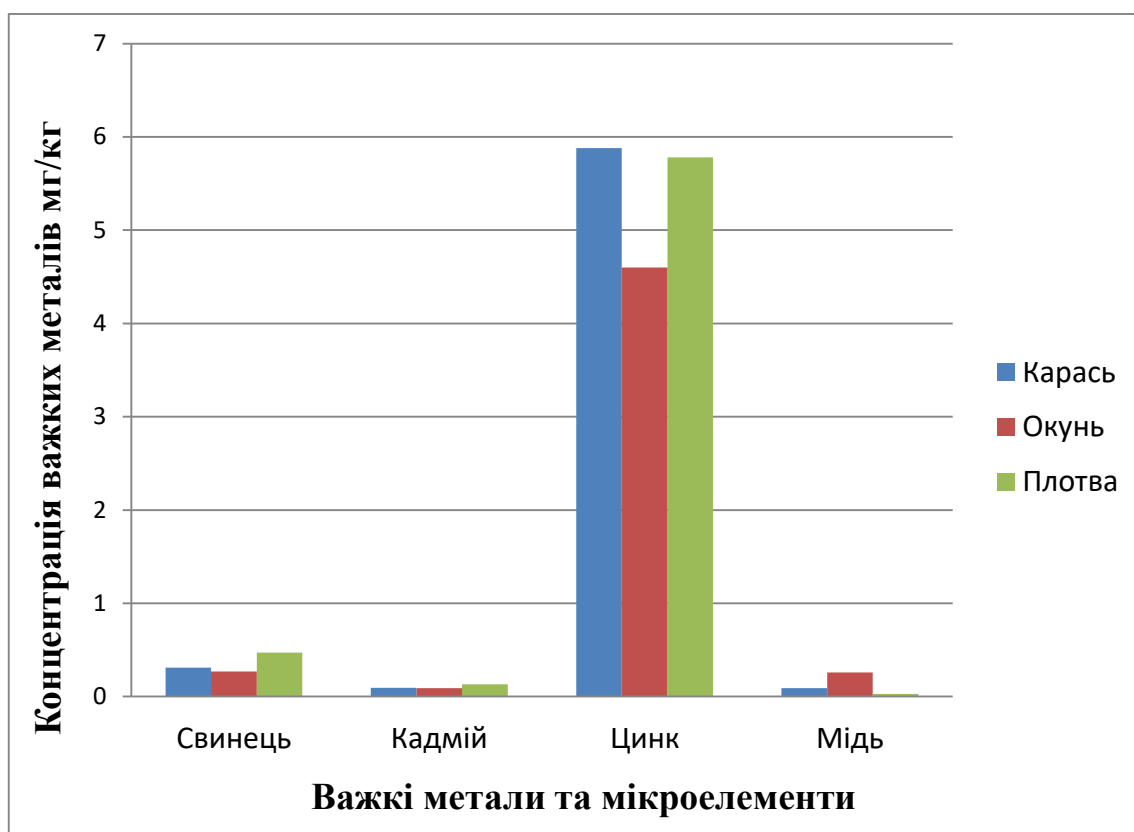
Примітка: сформовано на основі власних результатів досліджень

Рис. 1. Рівень накопичення важких металів та мікроелементів різними видами ставкових риб

Результати досліджень з виявлення інтенсивності накопичення важких металів у м'язовій тканині річкової риби (рис. 2) показали, що найвищий вміст важких металів також спостерігався у плотви, хоча і був нижчий за ГДК.

Так, в м'язовій тканині плотви річкової концентрація свинцю була вища порівняно з окунем і карасем у 1,74 і 1,5 рази та кадмію – у 1,4 і 1,3 рази.

Концентрація цинку у м'язовій тканині карася була вища у 1,27 і 1,0 рази порівняно з окунем та плотвою. Міді виявлено найвищу концентрацію у окуня, яка була вища порівняно з карасем та плотвою у 2,8 і 9,6 рази.



Примітка: сформовано на основі власних результатів досліджень

Рис. 2. Рівень накопичення важких металів та мікроелементів різними видами річкової риби

**Висновки.** В досліджуваних умовах вирощення річкової та ставкової риби (окунь, плотва і карась) на території Вінниччини перевищень ГДК за свинцем, цинком, міддю та кадмієм в м'язовій тканині не виявлено.

Рівень накопичення свинцю, кадмію та цинку у річковій рибі був вищий, а міді нижчий порівняно зі ставковою.

Серед досліджуваних видів риб найвища концентрація свинцю та кадмію спостерігалась у м'язовій тканині плотви, тоді як найнижча – в окуня.

#### Список використаної літератури

1. Врублевська Г. Накопичення важких металів в організмі прісноводних риб водного басейну Добротвірської теплоелектростанції / Г. Врублевська // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького. – 2017. Вип. 58. Ч.1. – С. 225-229.
2. Іваненко Л.Д. Вплив іонів важких металів на здоров'я людини / Л.Д. Іваненко // Педагогічна Житомирщина, ЖОУППО. – 2005. – С. 66-69.
3. Козирева Г.Ф. Гидробионты как биоиндикаторы загрязнения водоемов тяжелыми металлами / Г.Ф. Козирева // Всесоюзная конференция «Микроэлементы в биологии и их применение в с.х. и мед.». – 1990. – С. 43-44.
4. Мушит С.О. Активізація розкладу фітомаси вищих водяних рослин у рибоводних ставах та інтенсифікація розвитку кормової бази / С.О. Мушит // Збірник наукових

---

праць ВНАУ. – 2014. Вип. 1 (83). №1. – С. 38-41.

5. Разанов С.Ф. Ефективність зниження забруднення ґрунтів свинцем і кадмієм за бджолозапилення с.-г. культур в умовах мінерального їх підживлення / С.Ф. Разанов // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2015. Вип.2. – С. 94-101.
6. Разанов С.Ф. Інтенсивність накопичення цезію -137 різними видами риб у зоні посиленого радіаційного контролю Вінниччини / С.Ф. Разанов, Л.І. Постернак, Ю.Л. Хом'яковський // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2018. Вип.10. – С. 48-56.
7. Разанов С.Ф. Моніторинг забруднення продукції птахівництва важкими металами в умовах інтенсивного землеробства / С.Ф. Разанов // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2017. Вип. 5. – С 215-224.
8. Янович Н.Є., Янович Д.О. Роль мікроелементів у життєдіяльності ставкових риб / Н.Є. Янович, Д.О. Янович // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького. – 2014. Т. 16. №.2 (59). – С. 345-373.

---

### References

1. Vrublievska H. (2017). Nakopychennia vazhkykh metaliv v orhanizmi prsnovodnykh ryb vodnoho baseinu Dobrotvirskoi teploelektrostantsii [Accumulation of heavy metals in the body of freshwater fishes of the Dobrotvir thermal power plant]. *Naukovyi visnyk LNUVM ta BT im. S.Z. Hzhyskoho*. 2017. Vyp. 58. Ch.1. S. 225-229. [in Ukrainian].
  2. Ivanenko L.D. (2005). Vplyv ioniv vazhkykh metaliv na zdorovia liudyny [The impact of heavy metal ions on human health]. *Pedahohichna Zhytomyrshchyna, ZhOUPPO*. 2005. S. 66-69. [in Ukrainian].
  3. Kozyrieva H.F. (1990). Hidrobionty yak bioindykatoriv zabrudnennia vodoim vazhkymy metalamy [Hydrobionts as bioindicators of water pollution by heavy metals] *Vsesoiuzna konferentsiia «Mikroelementy v biolohii ta yikh zastosuvannia v s.h. i med.»*. 1990. S. 43-44. [in Russian].
  4. Mushyt S.O. (2014). Aktyvizatsiia rozkladu fitomasy vyshchych vodianykh roslын u rybovodnykh stavakh ta intensyfikatsiia rozvytku kormovoi bazy [Activation of phytomass decomposition of higher aquatic plants in fish farms and intensification of feed base development]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. 2014. Vyp. 1 (83). №1. S. 38-41. [in Ukrainian].
  5. Razanov S.F.(2015). Efektyvnist znyzhennia zabrudnennia hruntiv svyntsem i kadmiiem za bdzholozapylennia s.-h. kultur v umovakh mineralnoho yikh pidzhyvlennia [Effectiveness of soil and cadmium contamination reduction by bee pollination cultures in terms of their mineral nutrition] *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. 2015. Vyp.2. S. 94-101. [in Ukrainian].
  6. Razanov S.F., Posternak L.I, Khomiakovskiy Yu.L. (2018). Intensyvni nakopychennia tseziuu -137 riznymy vydamy ryb u zoni posylenoho radiatsiinoho kontroliu Vinnychchyny [Intensity of cesium -137 accumulation by different species of fish in the area of increased radiation control of Vinnitsa region] *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. 2018. Vyp.10. S. 48-56. [in Ukrainian].
  7. Razanov S.F. (2017). Monitorynh zabrudnennia produktsii ptakhivnytstva vazhkymy metalamy v umovakh intensyvnoho zemlerobstva [Monitoring of contamination of poultry products by heavy metals in the conditions of intensive agriculture] *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. 2017. Vyp. 5. S 215-224. [in Ukrainian].
  8. Yanovych N.Ie., Yanovych D.O. (2014). Rol mikroelementiv u zhyttiediialnosti stavkovykh ryb [The role of trace elements in the life of pond fish]. *Naukovyi visnyk LNUVM ta BT im. S.Z. Hzhyskoho*. 2014. T. 16. №.2 (59). S. 345-373. [in Ukrainian].
-

**АННОТАЦИЯ**

**ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И  
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРЕСНОВОДНОЙ РЕЧНОЙ И ПРУДОВОЙ РЫБЕ**

*Разанов С.Ф., доктор с.-х. наук, профессор  
Постернак Л.И., кандидат с.-х. наук, доцент  
Винницкий национальный аграрный университет*

*Изучено уровень накопления тяжелых металлов (свинец, кадмий) и микроэлементов (цинк, медь) в мышечной ткани пресноводной речной и прудовой рыбы (окунь, карась, плотва) в условиях реки Южный Буг и прудов на территории Винницкой области.*

*Обнаружено, что концентрация свинца и кадмия, цинка и меди в мышечной ткани плотвы, карася и окуня не превышала предельно допустимые уровни как в условиях реки, так и в условиях прудов.*

*Уровень концентрации меди в мышечной ткани был ниже ПДК от 38 до 625 раза, а цинка от 6,8 до 13,4 раза. В частности, в мышечной ткани прудовой и речной рыбы концентрация меди была ниже ПДК у карасей соответственно в 38,4 и 111,1 раза, окуней – в 333 и 38 раза, плотвы – в 625 и 370 раза. Концентрация цинка в мышечной ткани прудовых и речных карасей была ниже ПДК соответственно в 8,2 и 6,8 раза, окуня – в 13,4 и 8,7 раза, плотвы – в 12,9 и 7,9 раза.*

*Концентрация свинца и кадмия у прудовых и речных карасей, окуней и плотвы была ниже ПДК соответственно в 4,1 и 2,8 раза; 3,2 и 9,1 раза; 5,2 и 2,6 раза; 3,3 и 2,2 раза; 1,85 и 2,0 раза.*

*Концентрация цинка и меди в мышечной ткани окуня и плотвы, выращенных в условиях реки, была выше соответственно в 8,6 и 1,5 раза; 1,7 и 1,6 раза по сравнению с их аналогами пруда.*

*Концентрация свинца и кадмия была выше в мышечной ткани речных окуней, плотвы и карасей по сравнению с их аналогами, выращенными в условиях прудов, соответственно в 1,6 и 1,26 раза; 1,22 и 1,4 раза; 1,3 и 1,3 раза. Одновременно выявлено, что концентрации свинца и кадмия в мышечной ткани плотвы была самая высокая по сравнению с окунем.*

***Ключевые слова:** речной и прудовой окунь, карась, плотва, свинец, цинк, медь, кадмий, концентрация, интенсивность накопления.*

**Табл. 4. Рис. 2. Лит. 8.**

**ANNOTATION**

**ASSESSMENT OF THE INTENSITY OF HEAVY METALS AND MICROELEMENTS  
ACCUMULATION IN FRESHWATER RIVER AND POND FISH**

*Razanov S.F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Posternak L.I., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Vinnytsia National Agrarian University*

*The level of heavy metals (lead, cadmium) and microelements (zinc, copper) accumulation in the muscle tissue of freshwater river and pond fish (perch, crucian, roach) under the conditions of the Pivdennyi Buh River and ponds in the Vinnytsia region was studied.*

*It was found that lead, cadmium, zinc, and copper concentrations in the muscle tissue of*



roach, crucian and perch did not exceed the maximum permissible levels under both river and pond conditions.

The level of copper concentration in the muscle tissue was lower than MPC from 38 to 625 times and that one of zinc from 6.8 to 13.4 times. In particular, the copper concentration in the muscle tissue of pond and river fish was lower than MPC by 38.4 and 111.1 times in crucians, by 333 and 38 times in perches, by 625 and 370 times in roaches, respectively. The concentration of zinc in the muscle tissue of pond and river crucians was lower than MPC by 8.2 and 6.8 times, of perch by 13.4 and 8.7 times and of roach by 12.9 and 7.9 times, respectively.

The concentration of lead and cadmium was lower than MPC by 4.1 and 2.8 times in pond and by 3.2 and 9.1 times in river crucians, respectively; by 5.2 and 2.6 times in pond and by 3.3 and 2.2 times in river perches, respectively; by 1.85 and 2.0 times in roaches, respectively.

The concentration of zinc and copper was higher in the muscle tissue of perch grown under river conditions by 8.6 and 1.5 times and of roach by 1.7 and 1.6 times, respectively, compared to their pond counterparts.

The concentration of lead and cadmium was higher in the muscle tissue of river perches by 1.6 and 1.26 times, of roches by 1.22 and 1.4 times and of crucians by 1.3 and 1.3 times, respectively, compared to their counterparts grown under pond conditions. At the same time, lead and cadmium concentrations were found to be the highest in the muscle tissue of roach compared to perch.

**Keywords:** pond and river perch, crucian, roach, lead, zinc, copper, cadmium, concentration, accumulation intensity

**Tab. 4. Fig. 2. Ref. 8.**

#### **Інформація про авторів**

**ПОСТЕРНАК Леонід Іванович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри технології виробництва продуктів тваринництва Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: posternak31@i.ua)

**РАЗАНОВ Сергій Федорович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: posternak31@i.ua)

**ПОСТЕРНАК Леонид Иванович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии производства продуктов животноводства Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3; e-mail: posternak31@i.ua)

**РАЗАНОВ Сергей Федорович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры экологии и охраны окружающей среды Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: posternak31@i.ua)

**POSTERNAK Leonid**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production of Livestock Products, Vinnytsia National Agrarian University; (21008, 3, Soniachna Str., Vinnytsia; e-mail: posternak31@i.ua)

**RAZANOV Sergey**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Protection of Vinnytsia National Agrarian University; (21008, 3, Soniachna Str., Vinnytsia; e-mail: posternak31@i.ua)