

**Ю.М. Ситник**

к.б.н., с.н.с.

**О.М. Арсан**

д.б.н., професор

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

**Д.А. Засєкін**

д.вет.н., професор

Національний аграрний університет, м. Київ

## **ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ У РИБІ ПРІСНИХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ В СИСТЕМІ “ВІД СТАВУ – ДО СТОЛУ”**

*Не виявлено прямої залежності рівнів радіоактивного забруднення ставової риби ні від розташування водойм відносно Чорнобильської АЕС, ані від концентрації радіонуклідів в абіотичних компонентах водойм. Запропоновано основи для розробки технологічних карт з метою зменшення передачі радіонуклідів від риби до людини по харчовому ланцюгу.*

### **Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень**

В основі виробництва екологічно чистої рибної продукції повинна бути всебічна обізнаність виробника та споживача про якість середовища вирощування риби та якість рибної продукції. Це можливо за проведення комплексної екологічної паспортизації водойм та підготовки екологічного, водогосподарського, ветеринарного та рибогосподарського паспортів водойми для вирощування рибної продукції [1, 2].

Згідно з "Допустимими рівнями вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР-97)", вміст їх у рибі та рибних продуктах не повинен перевищувати: цезію-137 – 150 Бк/кг сирової маси; стронцію-90 – 35 Бк/кг сирової маси [6].

### **Рівні радіоактивного забруднення ставів, розташованих у різних зонах ставового господарства**

Для оцінки радіоекологічної ситуації в екосистемах рибоводних ставів на забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС територіях, необхідно було визначити рівні вмісту радіонуклідів в абіотичних і біотичних компонентах.

Серед радіонуклідів радіоактивного походження, міграція яких по трофічних ланцюгах може мати важливе значення з гігієнічної точки зору,

слід відзначити цезій-137 і стронцій-90. Ці радіонукліди мають значний період напіврозпаду і, будучи аналогами біогенних елементів – калію і кальцію, швидко включаються в структуру тканин живих організмів та утримуються там впродовж тривалого часу [3, 4].

Найвищі концентрації радіонуклідів цезію відзначені у ставках рибецях сіл Кирдани і Білошапки, стронцію – у селі Кирдани [5]. Серед абіотичних компонентів досліджених водойм значні коливання рівнів радіоактивного забруднення характерні для донних відкладів (табл. 1).

*Таблиця 1. Вміст радіонуклідів у донних відкладах рибоводних ставів північних областей України, Бк/кг*

Розташування рибецеху	Тип ґрунтів	Цезій-134 + цезій-137	Стронцій-90
с. Мньов, став № 6	пісок з мулом	6,9	0,8
с. Мньов, став № 8	пісок з мулом	66,0	3,4
с. Мньов, став № 8	мул	182,5	4,7
с. Білошапки	мул	7,5	0,9
с. Толокунь	пісок	77,3	1,3
с. Толокунь	мул	233,1	1,3
с. Кирдани	мул	519,5	1,9
с. Кирдани	пісок з мулом	60,1	1,3
м. Біла Церква	мул	4,1	0,1
с. Верхівня	мул	14,4	0,3
с. Дерганівка	мул	12,1	1,6
с. Дерганівка	пісок з мулом	0,6	0,5
м. Овруч	мул	33,2	1,7
м. Чернігів	мул	10,6	0,5

Так концентрація цезію-134+137 в мулі змінювалася від 0,6 (с. Дерганівка, південь Житомирської обл.) до 519,5 Бк/кг (с. Кирдани, Київська обл.). Забруднення дна досліджених водойм стронцієм-90 було більш рівномірним і знаходилося в межах 0,1–4,7 Бк/кг. В усіх без винятку ставах вміст радіонуклідів в мулі був значно вищим, ніж у піщаних донних відкладах.

Радіоактивне забруднення абіотичних компонентів досліджених водойм формувалося, в основному, радіонуклідами цезію: для води, зависей і донних відкладів Поліської зони на 66,87 і 99 %, зони Лісостепу – 80, 91, 94 % відповідно.

Аналіз вмісту радіонуклідів в організмі риби досліджених водойм показав, що їх радіоактивне забруднення, в основному, формується цезієм-134+137. Найвищі концентрації цезію 134+137 відзначені в організмі окуня і карася, що виловлені у ставі Толокуньського рибецеху. Взагалі вміст радіонуклідів цезію в організмі риби знаходився у досить

широких межах – від 0,3 (амур білий, с. Мньов) до 71,7 Бк/кг (окунь, с. Толокунь). Слід зазначити, що найбільш рівномірним було радіоактивне забруднення риби у ставах рибдільниці с. Верхівня Ружинського рибцеху і рибцеху с. Білошапки. Вміст цезію-134+137 у рибі різних видів, виловлених у ставах Мньовського рибцеху, відрізнявся на 1–2 порядки (тут доречно згадати нерівномірність забруднення донних відкладів дослідженого ставу), у рибі ставів рибдільниці с. Дерганівка – на порядок.

Зазначимо, що найвищим рівнем накопичення радіонуклідів цезію відзначається риба ставів Толокуньського рибцеху, стронцію-90 – Тарашанського і Толокуньського рибцехів. Досить високими концентраціями цезію-134+137 відзначається риба, виловлена зі ставу рибдільниці с. Дерганівка. У той же час, в рибі зі ставів рибдільниці с. Верхівня, розташованих на відстані 17 км, зареєстровані, як і в рибі рибцеху с. Білошапки, найнижчі рівні забруднення.

В таблиці 2 наведені середні значення вмісту радіонуклідів в організмі риби з водоєм у різних екологічних зонах рибництва. Виходячи з одержаних результатів, зазначимо, що концентрація цезію-134+137 і стронцію-90 у рибі зони Полісся в цілому вища, ніж у рибі зони Лісостепу. Середній вміст цезію-134+137 у рибі ставових господарств першої з зазначених зон становить 25,6, стронцію-90 – 1,5 Бк/кг, другої – 8,9 і 0,8 Бк/кг відповідно.

Розрахунок середнього вмісту радіонуклідів у рибі трьох Північних областей України дозволяє зазначити, що найвищий рівень радіоактивного забруднення характерний для риби з досліджених водоєм Київської області, радіоактивність риби Житомирської області була приблизно в 2 рази нижчою, а найменші концентрації радіонуклідів зареєстровані у рибі з водного плеса Чернігівської області.

**Таблиця 2. Вміст радіонуклідів у ставовій рибі різних екологічних зон рибництва північних областей України, Бк/кг [2]**

Вид риби	Зони рибництва			
	Полісся		Лісостеп	
	цезій-134+137	стронцій-90	цезій-134+137	стронцій-90
Короп лускатий	22,2	1,0	5,9	0,4
Короп рамчастий	20,1	4,2	8,8	0,9
Карась сріблястий	28,8	2,8	7,3	1,3
Амур білий	0,3	0,2	14,7	1,1
Щука	9,0	0,4	–	–
Окунь	71,7	0,4	5,9	0,6
Говстолоб	–	–	10,9	0,2

Вміст радіонуклідів у посадковому матеріалі, що використовується в досліджуваних господарствах, був значно нижчим, ніж у товарній рибі, і становив 1,3–8,0 та 0,5–1,5 Бк/кг для цезію-137 і стронцію-90 відповідно.

Багаторічний досвід роботи щодо дослідження риби на вміст та розподіл радіонуклідів дає можливість запропонувати шляхи зменшення негативного впливу останніх на їх організм.

### Способи та прийоми дезактивації прісноводної риби

Різноманітні традиції та модифіковані нами способи та прийоми кулінарної й технологічної обробки і переробки риби дозволяють знизити вміст радіонуклідів у готовій продукції (табл. 4).

*Таблиця 3. Технологічні заходи по зменшенню негативного впливу радіонуклідів на рибу та терміни їх виконання [7]*

Технологічний процес	Коротка характеристика заходів	Час виконання
1	2	3
<i>Розведення і вирощування коропа та рослиноїдних риб</i>		
Розвантаження зимувалів	Вилучення плідників з незадовільним екстер'єром та пошкодженням шкіри	Квітень
Підготовка нерестових ставів перед посадкою плідників	Видалення минулорічної рослинності, розпушення дна з внесенням на 1 м <sup>2</sup> ставів 50–70 г негашеного вапна	Березень–квітень
Підготовка малькових ставів перед посадкою цьогорічок	Очищення від рослинності ложа і водоохоронної зони. Орання ложа із засіванням віковівсяною сумішшю 1,5–1,8 ц/га, люпином – 1,8–2,0 ц/га або ярою пшеницею – 1,5 ц/га. Викошування і видалення рослинності до початку наповнення ставів водою, вапнування ложа ставів негашеним, гашеним або молотим вапном з розрахунку 3,5 ц/га.	Жовтень–березень Березень–квітень
	Внесення по ложу і воді ставів Полієся калійних, кальцієвих, азотних і фосфорних добрив; ставів Лісостепової зони – азотних і фосфорних, Прикарпаття – кальцієвих добрив	Квітень–травень  Травень–серпень

Закінчення табл. 3

1	2	3
Виллов риби	У неспускних водоймах – різними знаряддями лову, у спускних – рибовловлювачами з концентрацією риби у садках для її промивання від мулу та сортування	Вересень–листопад
<i>Розведення та вирощування райдужної форелі</i>		
Вирощування річника, дворічок	В басейнах або чистих з бетонованими дамбами ставах при оборотній системі водоподачі з водостачанням з артезіанських свердловин та годівлею гранульованими комбікормами	Жовтень–вересень
Вирощування товарних дворічок	Введення до складу раціону неорганічних полімерів типу сілард (полі-або енд-) 0.1 % від ваги корму	Серпень–вересень

**Таблиця 4. Вплив способів переробки на концентрацію радіонуклідів у рибі та рибопродуктах [7]**

№ з/п	Продукт та спосіб його приготування	Зменшення концентрації цезію-137 на х %
1	2	3
Риба ціла, свіжа (220 Бк/кг – 100 %)		
1	Тушки сирі без луски і внутрішніх органів	12–15
2	Тушки сирі без луски, голів, плавців, внутрішніх органів	25–30
3	Тушки смажені з головами без зябер	10–15
4	Тушки відварені з головами	65–80
5	Тушки відварені, без голів	75–92
6	Юшка (тушки з головами)	15–20
7	Юшка (тушки без голів і без плавців)	30–35
8	Тушки засолені, з лускою і головами без внутрішніх органів (3 % розчин кухонної солі, який 2 рази зливали впродовж 14 діб)	40–60
9	Те ж, тушки без голів	60–70
10	Сухосолені тушки з лускою і головами, без внутрішніх органів (6 % розчин кухонної солі до маси риби)	30–40
11	Оселедці (без луски, голів, внутрішніх органів)	50–52

Закінчення табл. 4

1	2	3
12	Те ж, м'ясо риби шматками	65–70
13	Гарячого копчення риба (тушки з лускою і головами)	12–15
14	Те ж, без голів	20–25
15	Холодного копчення риба (тушки з лускою і головами)	12–14
16	Балик рибний (м'ясний пласт)	50–60
17	В'ялена риба (тушки з лускою і головами)	8–10
18	Сушена риба (тушки з лускою і головами)	10–12
19	Консерви рибні (тушки шматками по 50 г)	практично без змін
20	Риба, вимочена у воді шматками масою 50–100 г впродовж 3 год. з 3-разовою заміною води через кожну годину	65–70
21	Те ж, але у 4 % розчині солі	85–98

#### **Ветеринарно-санітарна оцінка риби при радіаційному забрудненні**

1. За органолептичними та фізико-хімічними показниками забруднена радіонуклідами риба не відрізняється від доброякісного продукту.

2. При наявності радіонуклідів риба в значній мірі обсемінена мікрофлорою, в парному вигляді відноситься до сумнівної свіжості, збереженню не підлягає, її потрібно переробляти в першу чергу.

3. Радіоактивно забруднена риба є шкідливою для тест-організму (інфузорії Тетрахімена піріформіс).

4. Риба, яка вирощується і виловлюється в зонах радіоактивного забруднення, підлягає радіаційному контролю.

5. При наявності радіонуклідів цезію-137 рибу перед кулінарною або технологічною переробками піддають первинній дезактивації одним із доступних вимочуючих розчинів.

6. Забруднену радіонуклідами рибу без попереднього вимочування в дезактиваторах не рекомендується смажити, коптити, в'ялити, сушити, виготовляти баночні консерви, продукти дитячого харчування або закладати для зберігання.

#### **Висновки**

1. Не виявлено прямої залежності рівнів радіоактивного забруднення ставової риби ні від розташування водойм відносно Чорнобильської АЕС, ані від концентрації радіонуклідів в абіотичних компонентах водойм.

2. Рівень накопичення радіонуклідів рибою ставових господарств залежить від специфічних гідробіологічних і гідрохімічних умов кожної окремої водойми, а також від ступеня забруднення джерел водопостачання.

### Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження слід спрямувати на проведення контрольних вимірів біозразків на наявність стронцію-90 та цезію-137 в органах та тканинах риби рибогосподарських водойм зони Полісся та Лісостепу.

### Література

---

1. Романенко В.Д., Кузьменко М.И., Евтушенко Н.Ю. и др. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС. – Киев: Наукова думка, 1992. – 194 с.
2. Романенко В.Д., Евтушенко М.Ю., Кузьменко М.И та ін. Практичні рекомендації до ведення рибного господарства та радіоекологічна ситуація у рибоводних ставках у забруднених радіонуклідами та важкими металами районах України. – Київ, 1996. – 27 с.
3. Волкова О.М., Широка З.О., Ситник Ю.М. та ін. Особливості радіоактивного забруднення рибоводних ставів Київської, Чернігівської та Житомирської областей / Статистичний моніторинг екологічного стану регіону, галузі. Матеріали науково-практичного семінару 16–17 грудня 1997 р., м. Житомир. – Житомир–Київ, 1997. – С. 129–133.
4. Сьттик Ю.М., Волкова Е.Н., Широкая З.О. и др. Оценка содержания цезия-137 и стронция-90 в рыбах гидросистем различного типа южной части Киевской и Житомирской областей / Збірник наукових праць Інституту ядерних досліджень НАН України. – Київ, 1999. – С. 291–292.
5. Сьттик Ю.М., Волкова Е.Н., Шевченко П.Г. Радиоэкологическая оценка состояния экосистемы Косовского водохранилища (р. Рось) // Другий з'їзд Гідроекологічного товариства України. Тези доповідей. 27–31 жовтня 1997 р., м. Київ. – Київ, 1997. – Т. 2. – С. 175–177.
6. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$   $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР-97). – Київ, 1997. – 4 с.
7. Микитюк П.В., Хоменко В.І., Гринжєвський М.В та ін. Рекомендації з питань вирощування та дезактивації прісноводної риби та її ветеринарно-санітарна оцінка при радіаційному забрудненні. – Біла Церква, 1995. – 10 с.