

# ВПЛИВ ІНТЕНСИФІКАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ НА ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ СТАВІВ ТА КОНЦЕНТРАЦІЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ ТА М'ЯЗАХ КОРОПОВИХ РИБ

Н.Л. Колесник

Інститут рибного господарства НААНУ

*Наведені результати досліджень стану гідрохімічного режиму та вмісту важких металів у воді та м'язах коропових риб при трилітньому обороті інтенсивного вирощування. Встановлено, що раціональна годівля риб та використання інших інтенсифікаційних заходів (вапна, амофосу, суперфосфату, органічних добрив) не спричиняє забруднення ставів і забезпечує високий відсоток виходу риби при нормативній середній масі. Встановлено, що до трилітнього віку коропа риби в умовах їх вирощування за трирічного обороту важкі метали в м'язах не накопичують.*

Вирощування якісної рибної продукції у рибогосподарських ставах залежить здебільшого від створення сприятливих екологічних умов, використання якісних кормів та засобів інтенсифікації, що сприяють оптимізації розвитку природної кормової бази.

Одним з провідних факторів, що також визначають якість рибної продукції, є показники концентрації важких металів у м'язах риби. По-перше, важкі метали (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb і Cd) біодоступні, оскільки є чинниками, що визначають біологічні процеси у живому організмі, зокрема риби [1–3]. Тому в основному більша частина важких металів нормується санітарними службами України. Особливо важливо визначати концентрації важких металів у м'язах риби, бо вони є основною істотною частиною для людини і, безперечно, чинником переходу та накопичення в організмі людини.

Основною метою дослідження було вивчення динаміки концентрації важких металів у м'язах коропових риб (коропа та товстолоба) за трилітнього циклу вирощування риби у ставах і інтенсивної технології.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили у повносистемному господарстві ВАТ “Сумирибгосп” протягом 2001–2002 років. Господарство використовує інтенсивну технологію вирощування риби у полікультурі (короп та

товстолоб) з трирічним оборотом. У період вирощування риби роботи проводили у вирощувальних ставах I і II порядків та нагульному. Згідно з технологією, що застосовує це господарство, передбачається здійснення основних виробничих процесів з підготовки та експлуатації ставів різних категорій, інтенсифікаційних заходів щодо формування природної кормової бази для риби різних трофічних рівнів, поліпшення якості водного середовища і меліоративного стану ставів, упровадження раціональної годівлі риби концентрованими кормами.

У вирощувальний став I порядку господарства було посаджено личинок коропа у кількості 150,0 тис. екз./га та товстолоба у кількості 11,7 тис. екз./га. У кінці вегетаційного періоду отримали цьоголіток коропа з середньою масою 10, а товстолоба — 30 г. При цьому вихід був на рівні: коропа — 50 та товстолоба — 30%. Рибопродуктивність вирощувального ставу I порядку сягала 12,1 ц/га. Для отримання такої високої рибопродуктивності рибу годували комбікормами, при цьому кормовий коефіцієнт, який розраховували на коропа, становив 0,69 од. Застосовували також годівлю комбікормом К-113 з вмістом сирого протеїну не менше 24%. Оскільки інтенсифікація ставового рибництва пов'язана з удобренням ставів, для цього у став вносили селітру та амофос у кількості 83,3 та 37,5 кг/га відповідно.

Вирощувальний став II порядку зарибляли однорічками коропа у кількості 35,5 тис. екз./га та однорічками товстолоба у кількості 1,8 тис. екз./га. У кінці вегетаційного періоду було отримано дволіток коропа із середньою масою 20, а строкатого товстолоба — 420 г. При цьому вихід був на рівні: коропа — 85 та товстолоба — 80%. Рибопродуктивність коропа вирощувального ставу II порядку сягала 21,2, товстолоба — 17,2 ц/га. У період вирощування риби у вирощувальний став II порядку вносили штучні корми — комбікорм К-113. При цьому кормовий коефіцієнт становив 2,77 од. Упродовж вегетаційного періоду було внесено 1103,4 вапна та 3103,5 кг органічних добрив на 1 га ставу.

Нагульний став зарибляли дворічками коропа у кількості 2,0 тис. екз./га та дворічками товстолоба у кількості 0,26 тис. екз./га. У кінці вегетаційного періоду було отримано триліток коропа із середньою масою 850 та товстолоба — 2000 г. При цьому вихід був на рівні 90% як коропа, так і товстолоба. Рибопродуктивність коропа нагульного ставу сягала 16,5 та товстолоба — 17,83 ц/га. Впродовж періоду вирощування риби у нагульний став вносили комбікорм К-113, при цьому кормовий коефіцієнт становив 7,48 од. Також у досліджуваній став протягом вегетаційного періоду вносили органічні добрива та вапно у розрахунку на 1 га, відповідно 955,6 та 603,3 кг.

Протягом усього вегетаційного періоду проводили контрольні лови, де визначали рибоводні показники для розрахунку в подальшому необхідної кількості кормів для раціональної годівлі риби.

Також проводили гідрохімічні та токсикологічні дослідження. Так, вміст розчиненого у воді кисню визначали щоденно. Концентрації водорозчинних форм органічних речовин, біогенних елементів та величину водневого показника (рН) — через кожні 15 діб. Наявність основних іонів у воді — навесні, літом і восени. Дослідження всіх гідрохімічних та токсикологічних показників проводили за описаними у посібниках методиками [4, 5]. Визначали важкі метали (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) у воді, засобах інтенсифікації рибницького процесу (комбікормі, вапні, амофосі, суперфосфаті та

органічних добривах) та у м'язах коропа і товстолоба. Вміст важких металів вивчали за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометра С-115М.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Формування гідрохімічного режиму досліджуваних ставів та величини концентрації важких металів у воді залежали від джерел водопостачання, використання засобів інтенсифікації (кормів, добрив, вапна, селітри, амофосу), а також деякою мірою від щільності посадки риби. Дослідження гідрохімічного режиму показали, що вода за класифікацією О.А. Альокіна належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію та натрію. Концентрація основного аніону  $\text{HCO}_3^-$  була на рівні 158,6–280,7 мг/л при середніх величинах 183,68–218,88 мг/л. Концентрація основного катіону  $\text{Ca}^{2+}$  у воді ставів коливалась у межах 22,5–50,1 мг/л при середніх величинах 28,88–35,12 мг/л. У воді визначені незначні концентрації магнію, хлориду, сульфатів, які у середньому були на рівні відповідно 9,48–11,54; 9,88–13,38; 20,14–27,48 мг/л. Концентрації натрію та калію коливались на рівні 29,3–65,9 мг/л і в середньому були на рівні 44,26–50,62 мг/л.

Низькі концентрації кальцію та магнію у воді забезпечили низьку величину загальної твердості 1,4–3,4 мг-екв/л при нормативних значеннях 5–7 мг-екв/л. Мінералізація води була середня, де сума іонів коливалась у межах 263,4–438,7 г/л при середніх концентраціях — 308,68–365,38 мг/л. Вода за складом основних іонів є характерною для природних вод фізико-географічної зони Полісся та придатна для розведення і вирощування риби. Вода в усіх досліджуваних ставах за концентраціями основних іонів істотно не відрізнялась. Високі концентрації вказаних іонів відмічали лише весною.

У воді були наявні всі біогенні елементи ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Fe}^{2+,3+}$ ). Найбільш високі концентрації цих елементів зареєстровано влітку, що вірогідно, пов'язано з більш активним використання кормів. Вміст амонійного азоту ( $\text{NH}_4^+$ ) у ставах коливався у межах 0,33–1,89 мг N/л при нормативних значеннях 1,0 мг N/л. Підвищення концентрацій

вищезазначеного елемента відзначено в усіх досліджуваних ставах. Так, вище нормативних показників амонійний азот відмічали весною та влітку у ставах I та II порядку відповідно на 55 та 89%, а у нагульному ставі — восени на 26%.

Концентрації нітритів ( $\text{NO}_2^-$ ) не перевищували нормативні показники і коливались у межах 0,009–0,02 мг N/л. Винятком був став I порядку, де концентрації нітритів досягали 0,13 мг N/л при нормативному значенні 0,1 мг N/л, що було пов'язано з тим, що в цьому ставі при вирощуванні риби не використовували вапно, яке зв'язує та осаджує органічні речовини, особливо легкоокиснені.

Концентрації нітратного азоту ( $\text{NO}_3^-$ ) у ставах були на рівні 0,04–0,23 мг N/л при середніх величинах 0,106–0,119 мг N/л. Слід відзначити, що вказані концентрації були нижчі нормативних величин, що пояснюється активним використанням нітратного азоту в першу чергу фітопланктоном, і тому при раціональному використанні інтенсифікаційних заходів у незабруднених ставах його завжди недостатньо.

Вміст мінерального фосфору ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) коливався у межах 0,06–0,88 мг P/л при середніх величинах 0,176–0,48 мг P/л. Найбільші концентрації мінерального фосфору, що перевищували нормативні показники майже у два рази, були відмічені у ставі I порядку, що можливо було пов'язано з використанням амофосу.

Окисне і закисне залізо  $\text{Fe}^{2+,3+}$  було на рівні 0,18–2,67 мг Fe/л при середніх величинах 0,384–0,9 мг Fe/л. Ці величини перевищували нормативні показники у 2,7 рази у ставу I порядку та у 1,3 рази у нагульному ставі, що можливо пов'язано з хімічним складом підстилаючих ґрунтів.

Вміст водорозчинної органічної речовини визначали за показниками перманганатної та біхроматної окиснюваності. Вміст легкоокиснювальної органічної речовини, що визначався за перманганатною окиснюваністю, був на рівні 5,3–22,9 мг O/л. Найвищі концентрації відмічені влітку за активної годівлі та використання органічних добрив на рівні 22,4 та 22,9 мг O/л, відповідно у ставах II порядку та нагульному. Однак використання вапна у вищезазначених ставах у кількості відповідно 1103,4 та

603,3 кг на 1 га ставу не сприяло різкому підкисненню середовища і тому величина водневого показника у всіх досліджуваних ставах була на рівні 6,7–7,4 при нормативному показнику 6,5–8,5.

Таким чином, дослідження гідрохімічного режиму показало, що вирощування коропа та товстолоба при використанні інтенсифікаційних заходів було сприятливим (табл. 1).

При токсикологічних дослідженнях води було виявлено вміст усіх досліджуваних важких металів (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd).

Концентрації заліза (Fe) були в межах 20,1–1679,1 мкг/л та в середньому за вегетаційний період становили 188,52–780,0 мкг/л. Вміст заліза не перевищував нормативні показники, винятком був нагульний став, у якому навесні відмічалися високі концентрації заліза, що були вище допустимих концентрацій на 68% при НП — 1000,0 мкг/л.

Вміст цинку (Zn) у ставах I та II порядку, а також нагульному перевищували нормативні показники і, відповідно, були вищими в 5,8; 10,8 та 9,9 рази за нормативні показники при НП — 10,0 мкг/л. Найвищі концентрації вказаного металу спостерігались влітку. За весь період вирощування концентрації Zn перебували на рівні 5,1–108,9 мкг/л та в середньому були в межах 22,26–34,43 мкг/л.

Протягом усього вегетаційного періоду концентрації марганцю (Mn) були на рівні 11,1 — 273,9 мкг/л, середні концентрації — в межах — 28,9–94,38 мкг/л. Вище допустимих нормативних показників Mn був виявлений в усіх досліджуваних ставах (особливо навесні) та перевищував допустимі концентрації у 1,1–27, 4 рази при НП — 10,0 мкг/л.

Показники міді (Cu) також були завищеними в основному влітку в 1,5–15,9 рази при НП — 1,0 мкг/л. У середньому у ставах концентрації міді були на рівні 3,0–5,76 мкг/л та коливались у межах 1,5–15,9 мкг/л.

Найвищі концентрації нікелю (Ni) у ставах спостерігались влітку, вони були вище нормативних показників у 1,4–9,7 рази при НП — 10,0 мкг/л. Середні показники цього металу становили 7,92–31,92 мкг/л при коливаннях — 2,7–96,9 мкг/л.

Таблиця 1. Гідрохімічні показники дослідних ставів господарства ВАТ “Сумирибгосп” (2001–2002 рр.)

Показник	Став I порядку	Став II порядку	Нагульний став	Нормативний показник
pH середовища	$\frac{6,7-7,1}{6,98}$	$\frac{6,8-7,2}{7,0}$	$\frac{6,7-7,4}{6,98}$	6,5–8,5
NH <sub>3</sub> , мг N/л	$\frac{0,001-0,008}{0,004}$	$\frac{0,002-0,005}{0,003}$	$\frac{0,001-0,01}{0,004}$	0,05
Перманганатна окиснюваність, мг O/л	$\frac{5,3-14,0}{10,42}$	$\frac{5,6-22,4}{12,66}$	$\frac{6,1-22,9}{13,72}$	15,0
Біхроматна окиснюваність, мг O/л	$\frac{13,3-34,9}{26,12}$	$\frac{14,0-56,0}{31,68}$	$\frac{15,7-57,3}{34,4}$	50,0
Амонійний азот, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/л	$\frac{0,62-1,55}{1,012}$	$\frac{0,33-1,89}{0,852}$	$\frac{0,55-1,26}{0,832}$	1,0
Нітриди, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг N/л	$\frac{0,009-0,13}{0,036}$	$\frac{0,01-0,02}{0,016}$	$\frac{0,01-0,02}{0,018}$	0,1
Нітрати азот, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/л	$\frac{0,04-0,16}{0,106}$	$\frac{0,04-0,20}{0,115}$	$\frac{0,04-0,23}{0,119}$	2,0
Мінеральний фосфор, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг P/л	$\frac{0,18-0,88}{0,48}$	$\frac{0,06-0,37}{0,196}$	$\frac{0,09-0,25}{0,176}$	0,5
Залізо загальне, Fe <sup>2+,3+</sup> , мг Fe/л	$\frac{0,19-2,67}{0,9}$	$\frac{0,18-0,74}{0,384}$	$\frac{0,23-1,33}{0,554}$	1,0
Кальцій Ca <sup>2+</sup> , мг/л	$\frac{24,0-50,1}{35,12}$	$\frac{22,5-38,1}{28,88}$	$\frac{22,5-38,1}{30,22}$	50–70
Магній, Mg <sup>2+</sup> , мг/л	$\frac{6,2-19,4}{11,54}$	$\frac{2,6-17,0}{9,48}$	$\frac{2,6-17,0}{9,96}$	30
Σ Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/л	$\frac{45,1-59,3}{50,62}$	$\frac{29,3-65,9}{45,98}$	$\frac{29,3-52,9}{44,26}$	50
Гідрокарбонати, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	$\frac{158,6-280,7}{218,88}$	$\frac{158,7-207,5}{183,68}$	$\frac{158,6-244,1}{198,32}$	300–400
Хлориди, Cl <sup>-</sup> , мг/л	$\frac{7,6-21,3}{13,38}$	$\frac{5,8-17,7}{10,58}$	$\frac{5,8-14,2}{9,88}$	50–70
Сульфати, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	$\frac{14,2-36,6}{21,76}$	$\frac{14,0-45,3}{27,48}$	$\frac{10,3-37,4}{20,14}$	50–70
Мінералізація, мг/л	$\frac{287,7-438,7}{365,38}$	$\frac{263,4-347,3}{308,68}$	$\frac{263,4-359,2}{315,3}$	1000
Твердість загальна, мг-екв/л	$\frac{1,6-3,4}{2,58}$	$\frac{1,4-3,3}{2,28}$	$\frac{1,4-3,3}{2,4}$	5–7

Примітка. У 1 і 2 таблицях у чисельнику подано дані мінімальні — максимальні, у знаменнику — середні ( $\frac{\text{min-max}}{\text{сеп}}$ ).

Вміст кобальту (Co) у воді ставів не перевищував допустимі концентрації і коливався у межах 0,6–6,9 мкг/л та в середньому був на рівні 2,34–4,74 мкг/л при НП — 10,0 мкг/л.

Дослідження концентрацій свинцю (Pb) у воді ставів виявили перевищення нормативних показників навесні у ставах I та II порядку, які були більше допустимих концентрацій відповідно на 70 та 50% при НП — 10,0 мкг/л. У

середньому за весь період вирощування вміст Pb перебував на рівні 6,12–10,74 та коливався у межах 2,7–17,4 мкг/л.

Концентрації кадмію (Cd) у воді всіх досліджуваних ставів не перевищували нормативних показників. Так, його вміст за період вирощування риби був у межах 0,15–1,5 мкг/л та в середньому на рівні 0,44–0,72 мкг/л при НП — 5,0 мкг/л.

Вміст важких металів у воді залежав від джерел водопостачання, особливо вес-

ною. Влітку при активній годівлі риб був можливим вплив комбікормів, органічних добрив та вапна, які використовувались при інтенсивній технології вирощування риби. Найвищі концентрації важких металів було виявлено у комбікормах, які були на рівні: Fe — 108,5, Zn — 5,6, Mn — 9,2, Cu — 1,3, Ni — 0,49, Co — 0,28, Pb — 0,7 і Cd — 0,1 мг/кг сухої речовини. У вапні, амофосі, суперфосфаті та органічних добривах концентрації важких металів були нижчими, ніж у комбікормі. Але як показали наші лабораторні дослідження, вимивання важких металів з вказаних компонентів проходить уже впродовж першої доби і найактивніше відбувається саме в перші три доби. При цьому концентрації важких металів у воді підвищуються незначно, оскільки більша їх частина осаджується в донних відкладах.

Таким чином, дослідження токсикологічного режиму води ставів показало, що вирощування коропових риб у полікультурі при використанні інтенсифікаційних заходів зумовило підвищені концентрації досліджуваних важких металів, що може спричинити забруднення рибної продукції (табл. 2).

Були проведені дослідження концентрації важких металів у м'язах коропа

та товстолобика протягом періоду вирощування, тобто у одноліток, однорічок, дволіток, дворічок та тріліток, результати яких наведені в табл. 3. Встановлено, що протягом усього періоду вирощування риби у воді були наявні всі досліджувані важкі метали, але їхні концентрації значно не перевищували нормативні показники, крім Ni та Co. Так, концентрації Co в м'язах коропа були на рівні 0,06–0,17, в середньому — 0,12, а у товстолобика — на рівні 0,07–0,21, в середньому — 0,13 при нормативному значенні 0,08 мг/кг. Концентрації Ni у м'язах коропа — на рівні 0,06–0,97, у середньому — 0,54, а у товстолоба — 0,06–0,97 і в середньому — 0,56 при нормативній величині — 0,5 мг/кг.

Слід відзначити, що концентрації важких металів у коропа та товстолоба були майже на одному рівні, крім концентрацій Fe, Cu та Pb. Так, концентрації Fe у м'язах коропа були в середньому 18,23 проти 13,61 мг/кг у м'язах товстолоба, Cu відповідно 0,8 проти 0,45 мг/кг та Pb відповідно 0,24 проти 0,41 при нормативних величинах Fe — 30,0, Cu — 10,0 та Pb — 1,0 мг/кг. Вказані концентрації були значно меншими за нормативні значення, накопичення їх з віком незначне. Концентрації важких мета-

Таблиця 2. Концентрації важких металів у воді досліджуваних ставів господарства ВАТ “Сумирбгосп”, мкг/л

Важкі метали	Став			НП
	I порядку	II порядку	нагульний	
Fe	<u>20,1–335,1</u> 188,52	<u>154,8–326,7</u> 278,94	<u>224,7–1679,1</u> 780,0	1000,0
Zn	<u>5,1–58,5</u> 22,26	<u>7,2–108,9</u> 31,98	<u>9,6–99,0</u> 34,43	10,0
Mn	<u>30,6–273,9</u> 94,38	<u>11,1–52,8</u> 28,92	<u>22,2–130,8</u> 84,83	10,0
Cu	<u>2,4–5,4</u> 3,48	<u>2,1–15,9</u> 5,76	<u>1,5–3,6</u> 3,0	1,0
Ni	<u>3,6–12,0</u> 7,92	<u>2,7–96,9</u> 31,92	<u>4,5–76,8</u> 28,95	10,0
Co	<u>3,3–6,9</u> 4,74	<u>0,6–4,5</u> 2,34	<u>1,5–4,8</u> 3,0	10,0
Pb	<u>6,6–17,4</u> 10,74	<u>2,7–15,0</u> 6,12	<u>7,5–8,4</u> 7,8	10,0
Cd	<u>0,21–1,5</u> 0,72	<u>0,15–0,66</u> 0,44	<u>0,15–0,69</u> 0,38	5,0

Таблиця 3. Концентрації важких металів у м'язах корокових риб господарства ВАТ "Сумирибгосп", мкг/л

Важкі метали	Риба	Вік риби					НП
		однолітки	однорічки	дволітки	дворічки	трилітки	
Fe	Короп	20,2	22,84	10,37	14,67	23,06	30,0
	Товстолоб	26,2	–	8,98	10,7	8,56	
Zn	–“–	21,75	11,46	7,46	3,65	5,33	40,0
	–“–	10,33	–	7,71	7,9	7,23	
Mn	–“–	0,24	0,23	0,11	0,12	0,14	2,0
	–“–	0,16	–	0,1	0,22	0,06	
Cu	–“–	2,16	0,61	0,56	0,27	0,41	10,0
	–“–	0,44	–	0,44	0,41	0,54	
Ni	–“–	0,05	0,81	0,38	0,55	0,91	0,5
	–“–	0,51	–	0,7	0,97	0,06	
Co	–“–	0,11	0,17	0,13	0,15	0,06	0,08
	–“–	0,1	–	0,07	0,15	0,21	
Pb	–“–	0,58	0,35	0,26	0,18	0,39	1,0
	–“–	0,36	–	0,46	0,61	0,021	
Cd	–“–	0,011	0,006	0,007	0,007	0,009	0,2
	–“–	0,007	–	0,02	0,019	0,017	

лів за ступенем їх зменшення можна розподілити наступним чином: Fe → Zn → Cu → Pb → Mn → Ni → Co → Cd.

На основі досліджень встановлено, що вирощування риби з раціональним використанням інтенсифікаційних заходів сприяє отриманню високого виходу якісної рибної продукції.

### ВИСНОВКИ

Дослідження гідрохімічного режиму показало, що вирощування коропа та товстолоба при використанні інтенсифікаційних заходів було сприятливим для рибництва. Так, величина загальної твердості була на рівні 1,4–3,4 мг-екв/л при нормативних значеннях 5–7 мг-екв/л. Мінералізація води — середня, де сума іонів коливалась у межах 263,4–438,7 г/л при середніх концентраціях — 308,68–365,38 мг/л. Вода за складом основних іонів є характерною для природних вод фізико-географічної зони Полісся. У воді були наявні всі біогенні елементи ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Fe}^{2+,3+}$ ). Найбільш високі концентрації вказаних елементів відмічені влітку, що вірогідно пов'язано з більш активним використанням у цей час кормів.

Влітку при активній годівлі риб був можливим вплив комбікормів, органічних добрив та вапна, які використовувались при інтенсивній технології вирощування риби. Найвищі концентрації важких металів було виявлено у комбікормах на рівні: Fe — 108,5, Zn — 5,6, Mn — 9,2, Cu — 1,3, Ni — 0,49, Co — 0,28, Pb — 0,7 і Cd — 0,1 мг/кг сухої речовини. У вапні, амофосі, суперфосфаті та органічних добривах концентрації важких металів були нижчими, ніж у комбікормі.

У воді були наявні всі досліджувані важкі метали. Найбільші концентрації їх реєстрували весною та влітку. Концентрації таких важких металів, як Fe, Mn, Co, Pb та Cd були нижчими за нормативні величини, а концентрації Zn, Cu та Ni перевищували їх у середньому в 7–10 разів при нормативах відповідно Zn — 10,0, Cu — 1,0 та Ni — 10,0 мкг/л. Концентрації важких металів у воді були зумовлені в основному джерелом водопостачання, підстилаючими ґрунтами та деякою мірою інтенсифікаційними заходами.

Встановлено, що впродовж усього вирощування у м'язах риби були наявні всі важкі метали, що досліджувались,

але концентрації їх були значно меншими за нормативні показники, крім Ni та Co. Так, концентрації Co в м'язах коропа та товстолоба в середньому становили відповідно 0,12 та 0,13 мг/кг при нормативному значенні 0,08 мг/кг. Концентрації Ni у м'язах коропа та товстолоба в середньому були відповідно 0,54 та

0,56 мг/кг при нормативній величині — 0,5 мг/кг.

На основі наших досліджень встановлено, що вирощування риби з раціональним використанням інтенсифікаційних заходів сприяло отриманню якісної рибної продукції, що забезпечило високий вихід риби нормативної середньої маси.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Брагинский Л.П. Экологические подходы к исследованию механизмов действия токсикантов в водной среде // Формирование и контроль качества поверхностных вод. — К., 1975. — С. 5–15.
2. Камшилов М.М. Норма и патология в функционировании водных экосистем // Норма и патология в водной токсикологии: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. — Байкальск, 1977. — С. 13–16.
3. Федоров В.Д. Концепция устойчивости экологических систем // Всесторонний анализ окружающей среды. — Л. — С. 207–217.
4. Алексин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. — Ленинград: Гидрометеониздат, 1973. — 270 с.
5. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. — Л.: Химия, 1983. — 144 с.

### ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРУДОВ И СОДЕРЖАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ И МЫШЦАХ КАРПОВЫХ РЫБ

Н.Л. Колесник

Представлены результаты исследований состояния гидрохимического режима и содержания тяжелых металлов в воде и мышцах карповых рыб при трехлетнем обороте интенсивного выращивания. Установлено, что рациональное кормление рыб и использование других интенсификационных мероприятий (известки, аммофоса, суперфосфата, органических удобрений) не способствует загрязнению прудов и обеспечивает высокий процент выхода рыбы и нормативную среднюю массу рыб. Установлено, что до трехлетнего возраста карповые рыбы в условиях их выращивания при трехлетнем обороте тяжелые металлы в мышцах не накапливают.

### EFFECT OF INTENSIFICATION MEASURES ON HYDROCHEMICAL REGIME OF PONDS AND HEAVY METAL CONTENT IN WATER AND TISSUES OF CYPRINIDS

N. Kolesnik

There are presented results of studies on the state of hydrochemical regime and heavy metal content in water and tissues of cyprinids during a three-year turnover of intensive rearing. It was found that rational feeding of fish and use of other intensification measures (lime, ammophos, superphosphate, organic manures) do not contribute to the contamination of ponds but ensures high percentage of fish output and normative average fish weight. It was found that cyprinids do not accumulate heavy metals in muscles until the age of three years under conditions of their rearing during a three-year turnover.