

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ АБОРИГЕННОЙ ИХТИОФАУНЫ СТЫРЬ-ГОРИНСКОГО ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОРИДОРА

В. В. Сондак

Использовано метод поиска оптимальных направлений реабилитации природных водных объектов с минимальными затратами. В современных условиях наиболее эффективной является программа минимум: сохранение рыбовосстановительных территорий и их охрана, восстановление природных нерестилищ и зимовальных ям, приведение в порядок водоохраных зон и физическое вынесение их в натуру, использование природных элементов рельефа для восстановления рыб и доочистки сточных вод, борьба с браконьерством.

SELECTION OF OPTIMAL STRATEGIES FOR RESTORING SPECIES VARIABILITY AND FISH PRODUCTIVITY IN ABORIGINE ICHTHYOFAUNA OF THE STYR — HORYN HYDROEKOLOGICAL CORRIDOR

V. Sondak

The method is used for finding optimal ways to rehabilitate natural water objects with minimum costs expenditure. Under present conditions the most effective is the minimum program: the and reservation of local fish restoring sites, the recreation of natural spawning and hibernation pockets, the arrangement of water protecting strips and their physical introduction into reality, the use of natural relief elements for restoring fish and post treatment of waste waters, the fight against poachers.

УДК [574.64: 597.08] (285.33+26)(477)

ХЛОРОРГАНІЧНІ ПЕСТИЦИДИ В РИБАХ ДНІПРА, ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ ТА ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКОГО ЛИМАНУ

Ю.М. Ситник¹, О.М. Арсан¹, Д.А. Засєкін²

¹Інститут гідробіології НАН України, м. Київ,
²Національний аграрний університет, м. Київ

На основі результатів власних досліджень та викладених у науковій літературі наведено рівні накопичення хлорорганічних пестицидів у рибах Дніпра (в межах України), дніпровських водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману в кінці XX та на початку XXI ст.

Тривалі і складні взаємовідносини живої і неживої природи призвели до того, що в біотичному кругообігу речовин стали брати участь певні хімічні елементи, здатні взаємодіяти лише в специфічних, історично складених умовах. Усе це визначило той комплекс взаємозв'язків організмів між собою та із середовищем, яке на сьогодні забезпечує збереження існуючих видів і порядок перебігу біологічних процесів. Проте урбанізація, хімізація довкілля та бурхливий розвиток промисловості ввели в цей історично складений ансамбль зовсім нові, часто

токсичні, речовини або значно збільшили концентрації вже існуючих.

Нині забруднення водойм має комплексний характер і не завжди можливо провести повний хімічний аналіз різних токсикантів. Тому при оцінці рівня токсичного забруднення водойм необхідно визначати основні пріоритетні токсиканти. Токсичні речовини не здатні підтримувати нормальний перебіг процесів в організмі, вони можуть лише придушувати, стимулювати або видозмінювати їх [1].

Пріоритетними токсикантами вважаються: а) нафта і нафтопродукти; б) фе-

ноли; с) хлорорганічні пестициди (ДДТ, ГХЦГ) та інші хімічні засоби захисту рослин (ХЗЗР); д) важкі метали, що входять до складу стічних вод металообробної, металургійної, електрохімічної промисловості; е) детергенти та їх складові компоненти — поверхнево активні речовини [1].

Для оцінки еколого-токсикологічної ситуації водойм, визначення кількості токсикантів, які мігрують у водному середовищі, і ступеня їх впливу на водні організми важливо знати рівні їх накопичення в різних компонентах водної екосистеми і процеси передачі цих речовин по трофічним ланцюгам. Останнє поглиблює екологічну небезпеку забруднення води як для відтворення біологічних ресурсів водойм, так і здоров'я людини при використанні риби для їжі.

Інтенсивне застосування пестицидів, особливо хлорорганічних, у сільському господарстві для боротьби із шкідниками агрокультур у середині ХХ ст. призвело до включення їх в інтенсивний кругообіг речовин у природі та проникненню у водне середовище, де вони прямо контактують із різними гідробіонтами, так чи інакше з ними взаємодіють [1–3]. У водних екосистемах негативні наслідки від використання пестицидів проявилися значно різкіше та гостріше, чим у наземних екосистемах. Пестициди — загальноприйнята в світовій практиці збірна назва хімічних заходів захисту рослин. Цей термін складається із двох слів: пест — шкода і цидо — вбиваю. Пестициди використовуються для знищення або для зупинки розвитку живих організмів — комах, ссавців, бактерій, вірусів, грибів, шкідливої рослинності. Пестициди мають здатність знищувати живе, тобто вони мають високу біологічну активність, тому можуть спричиняти порушення життєздатності не лише шкідливих організмів (проти яких вони використовуються), а й інших тепло- і холоднокровних істот, у тому числі і людини.

Хлорорганічні пестициди (ХОП) являють собою хлорпохідні багатоядерних вуглеводнів ДДТ, циклопарафінів (ГХЦГ), сполук дієнового ряду (алдрин, дилдрин), бензолу (гексахлорбензол). Більшість з них погано розчинні у воді, але добре розчинні в органічних розчинниках, у тому

числі в жирах. Важливою особливістю галоїдпохідних вуглеводнів є стійкість до дії на них різноманітних факторів навколишнього середовища. Ряд ХОП належить до дуже стійких пестицидів, ДДТ виявлений у ґрунті через 8–12 років після його використання, ГХЦГ був знайдений через 4–12 років. Ці препарати довгий час затримуються у поверхневих шарах ґрунту і повільно мігрують углиб, досягаючи підземних вод [2, 3, 6–9].

ХОП мають здатність накопичуватись в органах та тканинах риб, особливо в жировій. Відмінною якістю ряду ХОП є наростання концентрації їх у наступних ланках трофічного ланцюга. Накопичення ДДТ у гідробіонтах може перевищувати вміст його в воді на 1–2 порядки. При циркуляції ХОП у навколишньому середовищі відбувається поступове накопичення їх у міру переходу від більш простих до більш складних організмів.

За будовою структурної формули ДДТ (молекула препарату складається із двох хлорбензольних кілець, з'єднаних етаном) припускають, що препарат легко проникає в клітини організму завдяки добрій його розчинності в ліпідах, а хлорбензольна група діє як токсин [2–3, 5–7]. За іншими даними, ліпідну розчинність забезпечує фенольна частина молекули, а трихлорметилова група є діючою. Вважають, що токсична дія ДДТ залежить від соляної кислоти, яка утворюється в організмі за рахунок лужного гідролізу.

Гексахлорциклогексан (ГХЦГ) являє собою суміш стереоізомерів. У чистому вигляді отримано 8 ізомерів. Гексахлорциклогексан — жовтувато-сіра або світло-сіра кристалічна речовина з диму, що дає змогу використовувати його як інсектицид у вигляді аерозолу. ГХЦГ — препарат середньої токсичності [2, 5–7].

Надходження залишків ДДТ можливе при локальному застосуванні, а також з атмосферними опадами за рахунок використання їх у сусідніх країнах.

Науковцями передбачалося, що залишки ДДТ, враховуючи найбільший період напіврозпаду (38 років), у кінці ХХ ст. повинні були повністю розпастися і в цей час практично дорівнювати нулю, але результати досліджень засвідчили інше. Залишки ДДТ та його метаболітів постійно фіксуються в органах та тканинах

риби прісних та морських вод України, однак у воді більшості водойм України вони практично відсутні.

Слід відзначити, що довгий час, особливо у другій половині ХХ ст., інформацію щодо рівнів вмісту залишків ХОП у воді та рибі різних водойм України не публікували у засобах масової інформації та відкритих наукових виданнях. Проте нам вдалося віднайти дві наукові роботи присвячені гідроекосистемі Дніпровсько-Бузького лиману [4, 5]. У табл. 1. наведено віднайдені результати досліджень рівнів ХОП в органах та тканинах риби.

Слід зазначити, що у вищечитованій роботі, нам не вдалося встановити дату відбору проб органів та тканин риби. Однак аналіз статті дає можливість припустити, що це був початок 80-х років ХХ ст.

Постійну увагу світового співтовариства до питань біотрансформації ХОП, особливо ДДТ та його похідних, засвідчила також і Постанова ООН щодо контролю за ХОП у доквіллі (2001 р.).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як відомо, забруднення водойм України пестицидами, зокрема ДДТ, виникло ще в кінці 50-х років ХХ ст. У багатьох ріках, озерах та інших водоймах України вміст хлорорганічних пестицидів (ХОП) перевищував максимально допустимі рівні, встановлені на той час. Небезпечність ХОП для риб та інших гідробіонтів почала проявлятися в кінці 50-х і на початку 60-х років. Безпосереднє вивчення впливу ХОП на гідробіонтів, зокрема риби, дніпровських водосховищ були проведені в Інституті гідробіології АН УРСР (нині — Інститут гідробіології НАН України) на початку 70-х років ХХ ст. Було встановлено, що ХОП переважно накопичуються в тканинах, багатих на жири (жирова тканина, гонади, мозок). На першому місці за вмістом ХОП, зокрема ДДТ та його метаболітів, були хижі риби (судак, щука, окунь), менша кількість відмічалася у коропових (лящ, сазан). Так, у жировій тканині судака в цей період максимальна кількість ДДТ та

Таблиця 1. Рівні вмісту хлорпохідних сполук у рибах Дніпровсько-Бузького лиману, мг/кг [4]

Вид риби	Сумарний ДДТ	ГХЦГ
Краснопірка	0,58	0,32
Сазан	1,95	0,25
Карась сріблястий	2,86	1,04
Лящ	1,20	1,60
Судак	2,76	1,06

Таблиця 2. Вміст сумарного ДДТ в основних депонуючих тканинах промислових риб Дніпровсько-Бузького лиману, 1978–1983 рр., мг/кг [5]

Вид риби	Органи та тканини			
	м'язи	печінка	головний мозок	жирова тканина*
Сазан	2,60	0,98	3,08	3,40
Лящ	0,21	0,61	2,14	4,34
Судак	0,38	0,42	2,20	10,00
Щука	0,55	0,85	3,60	4,86
Окунь	0,06	0,27	0,69	5,83

* Внутрішній жир.

його похідних становила 39,5 мг/кг сирової маси. В мозку судака найбільш висока концентрація ДДТ та його похідних була 3,27 мг/кг сирової маси. В м'язах більшості досліджуваних риб ХОП виявлені в незначних кількостях або зовсім були відсутні. В основному в тканинах риб переважали метаболіти ДДТ (ДДЄ і ДДД), та відмічалась незначна кількість γ -ізомера ГХЦГ (у судака: внутрішній жир — 0,96, мозок — 0,69 мг/кг, в середньому). Середньомісячний рівень накопичення ДДТ та його метаболітів у найбільш уражених хижих риб (судак, щука) сягав 3–4 мг/кг маси депонуючих органів та тканин (жир, мозок та печінка). У коропових (сазан, лящ) ХОП виявлялись у концентраціях на один порядок нижче, ніж у хижих риб (0,5–0,8 мг/кг сирової маси).

Із забороною використання ДДТ у народному господарстві вже в 1974 р. відмічена тенденція до зниження рівня ДДТ та його метаболітів в органах і тканинах риб дніпровських водосховищ. Так, у 1974 р. вміст ДДТ та його похідних у внутрішньому жиру судака із Каховського водосховища був 2,58, у щуки — 2,72 мг/кг сирової маси. Однак проблема забруднення ДДТ існує і нині. Це пов'язано з тим, що ДДТ є стійкою хімічною сполукою та зберігається у всіх природних середовищах досить довгий час.

Дослідження рівнів ХОП в організмі риби Дніпра, дніпровських водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману (1993 р.)

Проведені дослідження показали, що певні рівні ХОП в органах та тканинах риб дніпровських водосховищ зберігаються і зараз. Практично не знайдено в тканинах риб α - і γ -ізомерів ГХЦГ (за винятком риб із Запорізького водосховища). В зв'язку з цим дані за вмістом ГХЦГ не наведені в табл. 1. Рівень ДДТ та його метаболітів у більшості тканин риб із водосховищ дніпровського каскаду перебувають на низькому рівні.

Умовно дніпровські водосховища за забрудненням риб ХОП можна розподілити на менш і більш уражені. Найбільш ураженими ХОП серед водосховищ дніпровського каскаду, як і раніше, залишаються риби Каховського водосховища. Підвищений рівень ДДТ та його похідних у тканинах риб відмічається в окремих ділянках Канівського та Кременчуцького

водосховищ. Найменший вміст ХОП знайдено в тканинах риб Київського, Запорізького, Дніпродзержинського водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману. Тенденція зниження ХОП у тканинах риб, яка характерна для всіх водосховищ Дніпра, більш чітко виражена в його верхній та нижній частинах.

У риб з верхньої (річкової) частини Дніпра (район Нижніх Жарів та вище по течії) повністю відсутній вміст ГХЦГ, а сумарний рівень ДДТ досить низький. Вміст ДДТ та його похідних у жировій тканині окуня в цій ділянці Дніпра коливається в межах 0,110–0,118 мг/кг сирової маси (табл. 3). Найвищий рівень накопичення ДДТ та його похідних у жировій тканині хижих риб (щука, окунь) Київського водосховища відмічено в районах сс. Теремці та Глібовка. Тут вміст ХОП коливається у значних межах від 0,00075 до 0,432 мг/кг сирової маси. Підвищений рівень ДДТ та його метаболітів у жировій тканині цих риб, особливо в районі с. Теремці, можливо пов'язаний з надходженням вод із р. Прип'яті. Одночасно в більшості інших досліджуваних тканин цих риб (м'язи, печінка, гонади, мозок) сумарний вміст ДДТ досить низький.

Це стосується і інших видів риб (лящ, плітка) з цих ділянок Київського водосховища, де вміст ДДТ і його метаболітів у всіх досліджуваних тканинах були на низькому рівні.

Найнижчий рівень сумарного ДДТ серед дніпровських водосховищ знайдено в тканинах риби Дніпровсько-Бузького лиману. Вміст ХОП у м'язах, печінці, гонадах, мозку та жировій тканині всіх досліджуваних риб (окунь, карась, плітка) досить низький і коливається в межах 0,0006–0,038 мг/кг. Одночасно в жировій тканині хижих риб (окунь) відмічається наявність інших хлороорганічних речовин (ПХБ), що свідчить про забруднення ними донних відкладів.

Як свідчать проведені дослідження, низьким рівнем ураження ДДТ і його похідними характеризуються також риби Запорізького водосховища (див. табл. 1). Однак поряд з ДДТ і його метаболітами в тканинах риб Запорізького водосховища відмічена наявність α - та γ -ізомерів ГХЦГ. Забрудненість ГХЦГ м'язів окуня, ляща та плітки перебуває в межах від 0 до

Таблиця 3. Сумарний вміст ДДТ і його метаболітів у тканинах риб р.Дніпро, дніпровських водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману (літо 1993 р.), $\mu\text{g}/\text{kg}$ сирої маси

Вид	Органи та тканини				
	м'язи	печінка	гонади	головний мозок	жирова тканина*
<i>р. Дніпро, руслова частина, с. Нижні Жари</i>					
Окунь	0,0003–0,0005	0,004–0,081	0,029–0,22	0,038–0,04	0,110–0,118
Лящ	0,0002	0,0009		0,0022	
<i>Київське водосховище</i>					
<i>с. Теремці</i>					
Щука	0,0004–0,0005	0,025–0,065		0,028–0,046	0,432
<i>с. Глібовка</i>					
Окунь	0,0005–0,0008	0,0010–0,0025	0,0028–0,0063	0,01–0,356	0,0008–0,317
Лящ	0,030–0,017	0,012–0,052	0,0012–0,028	0,06–0,22	0,033–0,137
Плітка	0,0008–0,012	0,005–0,008	0,005–0,098	0,0033–0,011	
<i>Канівське водосховище</i>					
<i>гирло р. Десни</i>					
Судак	0,0005	0,030–0,037			0,1–0,17
Лящ	0,0003	0,062		0,025	0,36
<i>с. Трипілля</i>					
Судак	0,0025	0,010–0,055	0,009–0,040		1,00–1,25
Лящ	0,0014	0,11–0,20			0,67–0,70
Плітка	0,0005			0,375–0,850	0,50–0,71
<i>м. Переяслав-Хмельницький</i>					
Щука	0,0005			0,014–0,020	0,20–0,35
Лящ	0,0003	0,002–0,450		0,016–0,020	0,010–0,030
Плітка	0,0005	0,008–0,090	0,008–0,340	0,135–0,377	0,60–0,85
<i>Кременчуцьке водосховище</i>					
<i>гирло р. Вільшанка</i>					
Щука	0,004	0,33–1,27		0,32–1,25	
Лящ	0,006–0,023	0,014–0,410		0,17–0,45	
Плітка	0,006–0,025	0,015–0,450		0,010–2,50	
<i>с. Червона слобода</i>					
Щука	0,0–0,0023			2,03	0,60
Окунь	0,0–0,0036			0,165–1,125	0,73–0,212
Лящ	0,0–0,42				0,128–0,750

Вид	Органи та тканини				
	м'язи	печінка	гонади	головний мозок	жирова тканина*
<i>Тясминська затока</i>					
Щука	0,0–0,029			0,009–0,036	0,330–0,378
Лящ	0,0–0,002	0,057–0,425		0,40–0,42	
Плітка	0,0–0,003	0,021–0,186		0,0–0,065	
<i>Сульська затока</i>					
Окунь	0,0–0,0075	0,055		0,14	0,60
Лящ	0,0–0,0066	0,05	0,027	0,75	0,113
Плітка	0,0–0,002	0,094	0,030	0,068	0,146
<i>Дніпродзержинське водосховище</i>					
Окунь	0,001–0,005		0,018–0,270	0,370–0,720	0,190–0,880
Лящ	0,005–0,006	0,010–0,060	0,006–0,030	0,0–0,14	0,039–0,140
Плітка	0,0006–0,002	0,003	0,030–0,131	0,0–0,027	0,015–0,085
Густера (плоскирка)	0,001		0,012–0,376	0,0–0,45	0,06–0,10
<i>Запорізьке водосховище</i>					
Судак	0,0–0,005	0,008	0,031	0,260	ПХБ
Лящ	0,006 — 0,009		0,002–0,004		ПХБ
Плітка	0,003–0,009	0,110	0,0 –0,075	0,430	0,008–0,096
<i>Каховське водосховище</i>					
<i>нижче м. Запоріжжя</i>					
Лящ	0,0–0,122	0,214–0,635		0,014–3,20	0,19–3,69
Плітка	0,0–0,006	0,23–0,43		0,143–1,20	
<i>с. Біленьке</i>					
Окунь	0,004	0,05		0,40	3,49–3,74
Лящ	0,016	0,0028	0,09		1,93
Плітка	0,004	0,005	0,08	0,12	0,186
<i>м. Енергодар</i>					
Судак	0,006–0,187	0,916–2,50		2,85–8,00	
Плітка	0,0–0,106	0,086–0,730		0,211–2,660	0,373– 3,200
<i>Лиса гора</i>					
Окунь	0,018			0,152	0,650
Лящ	0,001–0,002			0,002–1,260	1,65
Плітка	0,02	0,165		0,007	0,40

Вид	Органи та тканини				
	м'язи	печінка	гонади	головний мозок	жирова тканина*
<i>Золота балка</i>					
Судак	0,0016–0,046	0,093–0,100	0,006–0,133	0,154–0,550	0,75–1,10
Лящ	0,0016–0,0050	0,031–0,058	0,003	0,0242	0,243
Плітка	0,003	0,05	0,115	0,14–0,46	0,09–0,233
<i>м. Берислав</i>					
Лящ	0,0026–0,0090	0,060–0,223		0,33–2,28	0,154–0,400
Плітка	0,005–0,027	0,092–2,82	0,141–0,375	0,44–2,17	0,23–0,38
<i>Дніпровсько-Бузький лиман</i>					
Окунь	0,001–0,010		0,004–0,014		ПХБ
Плітка	0,0006–0,0026		0,004		0,005–0,038

* Внутрішній жир.

0,009 мг/кг сирової маси, але в жировій тканині коливається в межах 52 мкг/кг сирової маси. ГХЦГ у межах 0,029–0,048 мг/кг сирової маси відмічається також у жировій тканині плітки. Що стосується кількості сумарного ДДТ у тканинах риб (окунь, лящ, плітка), то вона практично дуже низька. Винятком є кількість сумарного ДДТ в мозку плітки. Слід відзначити також, що в тканинах риб Запорізького водосховища була зафіксована наявність ПХБ. На основі одержаних даних можна дійти висновку, що в цьому регіоні для боротьби з шкідниками використовується переважно ГХЦГ. Забруднення ДДТ і його метаболітами становить велику небезпеку. Однак наявність ПХБ може бути ще більшим негативним фактором для навколишнього середовища.

У Дніпродзержинському водосховищі із хлорорганічних пестицидів у тканинах риб виявлено в основному ДДТ і його метаболіти. Кількість ГХЦГ в тканинах риб цього водосховища, на відміну від Запорізького, практично рівняється нулю. Одночасно рівень сумарного ДДТ в окремих тканинах риб Дніпродзержинського водосховища дещо нижчий, ніж у риб Запорізького водосховища. Так, у жировій тканині окуня кількість сумарного ДДТ коливається від 0,19 до 0,87 мг/кг сирової маси. Високий рівень сумарного

ДДТ відмічається також у мозку окуня і густери (або плоскирки) (див. табл. 1). В усіх інших досліджуваних тканинах (м'язи, печінка, гонади, жирова тканина) риб (окунь, лящ, плітка, густера) рівень ДДТ та його похідних був низьким.

Таким чином, у вищезгаданих водосховищах Дніпра рівень ХОП (ДДТ і ГХЦГ) у тканинах риб перебуває практично на низькому рівні. Однак за наявності інших токсичних речовин у середовищі, накопичення ХОП у життєво важливих органах та тканинах риб може призвести до негативних наслідків. За забрудненням ХОП риби Канівського водосховища займають проміжне місце серед водосховищ дніпровського каскаду. Із всіх ХОП, що визначалися у тілі риб Канівського водосховища відмічається наявність переважно ДДТ і його метаболітів, а в окремих випадках γ -ізомер ГХЦГ. В більшості випадків кількість сумарного ГХЦГ у тканинах риб цього водосховища досить низька.

Слід відмітити, що рівень накопичення ХОП у тканинах риб Канівського водосховища протягом досліджуваного періоду залишався практично на одному низькому, майже стабільному рівні без значних змін, хоча відмічалась тенденція до зниження їх накопичення.

Найнижчий рівень ДДТ та його метаболітів знайдено у риб у гирлі р. Десна.

Тут вміст ДДТ та його похідних у всіх досліджуваних тканинах риб найбільш низький. Незадовільна ситуація спостерігається поблизу промислових центрів (район с. Трипілля та м. Переяслав-Хмельницький). У цих ділянках найбільша кількість ДДТ та його метаболітів знайдена у жировій тканині усіх досліджуваних видів риб. Так, вміст сумарного ДДТ у жировій тканині судака коливався в межах 1,0–1,25, у ляща — 0,67–0,70, у плітки — 0,5–0,85 мг/кг сирової маси. Значне накопичення ДДТ та його похідних відмічається в мозку плітки. Рівень сумарного ДДТ у цьому органі коливається як у межах 0,13–0,85 мг/кг сирової маси, так і може перевищувати його приблизно в 5 разів (див. табл. 1). У всіх інших тканинах досліджуваних риб вміст ДДТ та його метаболітів на досить низькому рівні.

На основі із одержаних даних можна дійти висновку, що риби Канівського водосховища характеризуються невисоким накопиченням ХОП, за винятком жирової тканини у риб поблизу промислових центрів. Це може свідчити про те, що надходження ХОП у це водоймище в основному незначне.

На відміну від Канівського, у риб Кременчуцького водосховища в окремих тканинах зустрічається накопичення не тільки ДДТ, але й ГХЦГ. Так, у головному мозку практично всіх досліджуваних риб (щука, лящ, плітка) в районі гирла р. Вільшанки вміст α - та γ -ізомерів ГХЦГ досягає 0,04 та 0,06 мг/кг сирової маси. Як свідчать одержані результати найбільш незадовільна ситуація спостерігається у районах гирла р. Вільшанки та с. Червоної Слободи (див. табл. 1). Тут знайдено найвищий вміст ДДТ та його похідних у печінці, мозку та жировій тканині практично всіх досліджуваних видів риб (щука, окунь, лящ та плітка). Максимальна кількість ДДТ і його метаболітів відмічена в мозку щуки (2,03 мг/кг сирової маси) та плітки (2,50 мг/кг сирової маси). Більш задовільна ситуація спостерігається в районі Тясьминської та Сульської заток. Уміст ДДТ та його похідних у тканинах більшості досліджуваних риб Кременчуцького водосховища на досить низькому рівні, за винятком їх накопичення в печінці та мозку ляща і в жировій тканині окуня.

Отже, незважаючи на те, що загальний рівень ХОП у тканинах риб Кременчуцького водосховища значно знизився за останні роки, в окремих місцях трапляються надходження ХОП у значних кількостях, що призводить до їх накопичення у життєвоважливих органах (печінка, мозок) риб і таким чином може негативно впливати на їх ріст та розвиток.

Як уже зазначалося, серед дніпровських водосховищ найбільш враженими ХОП (переважно ДДТ та його метаболітами) є риби Каховського водосховища. Що стосується вмісту ГХЦГ (α - і γ -ізомерів), то він відсутній взагалі, або наявний в мізерних концентраціях.

Найвищий рівень накопичення ДДТ та його похідних знайдено в тканинах риб верхньої ділянки Каховського водосховища (нижче м. Запоріжжя, район м. Енергодара біля Запорізької АЕС, район с. Біленьке). Практично у всіх досліджуваних риб (судак, окунь, лящ та плітка) в цих ділянках водосховища виявлено високі концентрації ДДТ та його метаболітів у печінці, мозку та жировій тканині. Максимальне накопичення сумарного ДДТ у мозку судака в районі м. Енергодара біля Запорізької АЕС змінювалося від 2,85 до 8,00 мг/кг сирової маси, а в печінці — від 0,92 до 2,50 мг/кг сирової маси. Кількість ДДТ та його похідних у мозку та жировій тканині судака, окуня, ляща та плітки перебуває практично в одних межах і змінюється від низьких значень — 0,014 до високих — 3,7 мг/кг сирової маси.

Як свідчать одержані результати, найнижчий вміст ДДТ та його метаболітів спостерігався тільки в м'язах та гонадах усіх досліджуваних видів риб. Кількість сумарного ДДТ у цих тканинах коливався від слідових кількостей до значень 0,006–0,186 мг/кг сирової маси.

За накопиченням ДДТ і його метаболітів у досліджуваних органах та тканинах, риби можна розмістити в наступному порядку зниження: мозок > жирова тканина > печінка > гонади > м'язи. Відносно середньої та нижньої ділянок Каховського водосховища (район Лисої гори, Золотої Балки, м. Берислав), то рівень ДДТ та його похідних у тканинах риб був в основному невисоким і мав більш рівномірний розподіл. Однак рівень сумарного ДДТ у жировій тканині цих риб був майже

в 3 рази нижчий порівняно з верхньою ділянкою Каховського водосховища і був у межах 0,75–1,65 мг/кг сирової маси.

У нижній частині Каховського водосховища (район м. Берислава) високий вміст ДДТ та його метаболітів знайдено тільки в мозку ляща та плітки (0,33–2,28 мг/кг сирової маси). В усіх інших тканинах (м'язи, печінка, гонади та жирова тканина) досліджуваних риб (лящ та плітка) кількість сумарного ДДТ була досить низькою.

Дослідження вмісту ХОП у рибах деяких водосховищ Дніпра та Дніпровського лиману (2000–2001 рр.)

У кінці ХХ та на початку ХХІ ст. були проведені дослідження вмісту хлорорганічних пестицидів та їх перенесення в гідроєкосистемі Дніпра, разом із притоками на кордонах України [9]. Дослідження проводили восени 2000-го та навесні 2001 р. Отримані матеріали, викладені в табл. 4, дають змогу стверджувати, що у всіх зразках різних видів риб зафіксовані стійкі ХОП та їх метаболіти.

У Київському водосховищі були досліджені як представники мирних видів риб (краснопірка, лящ), так і хижаків (окунь, сом, в'язь). У м'язах та печінці краснопірки зафіксовано α -ГХЦГ та метаболіти ДДТ. Власне пестицид ДДТ був виявлений лише в печінці. Вміст α -ГХЦГ у печінці в 2,3 рази більший, ніж в м'язах, ДДЄ — в 4,15, ДДД — в 3,75 рази. Абсолютні значення вмісту ХОП в організмах краснопірки та ляща приблизно однакові. У представників хижих видів риб накопичення ХОП у печінці дещо вище, чим у мирних. Проте в органах та тканинах сома було зафіксовано тільки ДДЄ. Накопичення в печінці цього ХОП в 1,75 рази більше, ніж у м'язах. Проте вміст його набагато нижчий, ніж у ляща та окуня.

Аномально високе накопичення всіх досліджуваних ХОП зафіксовано у в'язя із Київського водосховища [9]. Цей вид був виловлений в районі гирла р. Ірпінь, вище с. Лютіж. У його печінці були зафіксовані всі ізомери ГХЦГ, ДДТ з метаболітами в досить значних концентраціях. Звертають на себе увагу високі концентрації ХОП у всіх досліджуваних видах риб. Причому вони значно вищі, ніж у риб виловлених у досліджених річках.

На київській (річковій) ділянці Канівського водосховища, нижче м. Києва, в печінці сома зафіксовані α -ГХЦГ, ДДТ та його метаболіти в значних кількостях.

У гирловій частині р. Дніпро в організмі окуня, судака та плітки зафіксовані α -ГХЦГ, а також ДДТ та його метаболіти. В печінці судака фіксуються γ -ГХЦГ та гептахлор у значних концентраціях. Це свідчить про істотне забруднення гирлової ділянки Дніпра досліджуваними ХОП.

Аналіз результатів дослідження засвідчує, що забруднення ХОП органів та тканин прісноводних риб існує і подекуди фіксується на досить значних рівнях. Серед ізомерів ГХЦГ, в основному, наявний α -ГХЦГ. Водночас β -ГХЦГ практично не виявлено а γ -ГХЦГ знаходили в органах та тканинах хижаків (щука, судак).

ВИСНОВКИ

Таким чином, як свідчать одержані дані порівняно з усіма водосховищами дніпровського каскаду найбільш несприятлива ситуація з накопиченням ДДТ і його метаболітів в органах та тканинах риб спостерігалась у верхній ділянці Каховського водосховища. Високі рівні ДДТ та його похідних у тканинах риб верхньої частини Каховського водосховища можуть бути пов'язані з наявністю інших токсичних факторів у цьому регіоні.

Відомо, що за несприятливих умов у гідробіонтів, як і інших тварин, відбуваються зміни в обміні речовин, у результаті яких знижуються біосинтетичні процеси і посилюється жирутворення. Тому збільшення вмісту ХОП передусім відбувається у тканинах з високим вмістом жирів.

Отже, попри те, що рівень ДДТ та його метаболітів у тканинах риби дніпровського каскаду знижується, однак в окремих місцях водосховищ — таких, як Канівське, Кременчуцьке та особливо Каховське зберігаються умови для значного накопичення у них ХОП.

Останнім часом досить значна кількість учених у всьому світі знову повертається до вивчення проблеми накопичення та розподілу (перерозподілу) ХОП у компонентах водних екосистем. Досить довгий час, а особливо у 80–90-ті роки минулого століття, в наукових колах та серед громадськості України штучно

Таблиця 4. Вміст хлорорганічних пестицидів в органах та тканинах риб р. Дніпро, дніпровських водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману (2000–2001 рр.), мкг/кг сирової маси [9]

Вид	Вік риби	Органи та тканини	Хлорорганічні пестициди					
			α — ГХЦГ	β — ГХЦГ	γ — ГХЦГ	ДДТ	ДДЕ	ДДД
<i>Київське водосховище, верхній б'єф, 7.10.2000 р.</i>								
Лящ	4 ⁺ –5 ⁺	м'язи	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	2,90	<2,00
		печінка	0,40	<2,00	<0,40	4,20	10,00	3,40
<i>Київське водосховище, верхній б'єф, 8.10.2000 р.</i>								
Щука	6 ⁺	печінка	0,90	2,00	0,40	27,10	93,20	35,10
Лящ	4 ⁺ –5 ⁺ < (середня проба)	м'язи	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	3,10	<2,00
		печінка	0,80	<2,00	<0,40	5,60	19,40	4,70
<i>Київське водосховище, верхній б'єф, 25.05.2001 р.</i>								
Краснопірка	4 ⁺	м'язи	0,73	<2,00	<0,40	<4,00	4,96	2,16
		печінка	1,69	<2,00	<0,40	8,11	20,58	4,95
В'язь	4 ⁺	м'язи	5,53	<2,00	<0,40	<4,00	44,62	3,20
		печінка	15,38	2,12	1,75	18,05	237,30	11,19
Лящ	3 ⁺	м'язи	0,60	<2,00	<0,40	<4,00	13,09	4,88
		печінка	<0,40	<2,00	<0,40	4,46	20,32	10,25
Окунь	4 ⁺	м'язи	0,43	<2,00	<0,40	<4,00	2,89	2,36
		печінка	5,79	<2,00	<0,40	30,96	57,36	24,72
Сом	2 ⁺	м'язи	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	3,65	1,69
		печінка						
<i>Київське водосховище, нижній б'єф, 25.05.2001 р.</i>								
Лящ	3 ⁺	м'язи	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	3,59	1,57
		печінка	<0,40	<2,00	<0,40	27,20	113,26	19,83
<i>Канівське водосховище, нижче м. Києва, 12.06.2001 р.</i>								
Сом	4 ⁺	печінка	1,31	<2,00	<0,40	19,65	13,44	19,14
<i>Дніпровсько-Бузький лиман, нижче м. Херсона, 18.10.2000 р.</i>								
Окунь	4 ⁺	м'язи	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	3,70	<2,00
		печінка	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	16,30	<2,00
Плітка	3 ⁺	м'язи	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	2,30	<2,00
		печінка	<0,40	<2,00	<0,40	<4,00	2,90	<2,00
<i>Дніпровсько-Бузький лиман, нижче м. Херсона, 07.06.2001 р.</i>								
Окунь	6 ⁺	м'язи	0,51	<2,00	<0,40	<4,00	8,46	2,26
		печінка	1,75	<2,00	<0,40	18,70	48,70	11,60
Судак	4 ⁺	м'язи	<0,40	<2,00	<0,40	4,60	8,43	2,35
		печінка	11,19	<2,00	1,31	159,48	375,70	185,00

підтримувалася думка, що проблеми хлорорганічних забруднювачів довкілля вже не існує і внесені пестициди практично розпалися.

Однак дослідження проведені у другій половині 90-х років ХХ ст. та на початку ХХІ ст. показали, що ці твердження помилкові. За останніми дослідженнями, проведеними в басейні Дніпра [9] у всіх дослідних (природних) зразках органів та тканин водних безхребетних та риб знайдені стійкі хлорорганічні пестициди та їх метаболіти. Рівні накопичення ХОП для різноманітних видів гідробіонтів та різних типів гідроекосистем неоднакові, проте вони скрізь фіксуються і зовсім не розпалися чи деградували, а постійно перерозподіляються за компонентами гідроекосистем, накопичуючись у гідробіонтах вищих трофічних ланок.

Відомо [2], що залишки пестицидів у гідробіонтах можуть діяти як безпосередньо, так і зумовлювати віддалені токсичні наслідки (генетичні, тератогенні та ін.). На-

явність порогових концентрацій пестицидів у рибах разом з вливом важких металів та інших токсичних і радіоактивних речовин може мати важкі наслідки. В період нересту, внаслідок мобілізації жирових депо в кров з них будуть надходити відкладені раніше ХОП, що призведе до інтоксикації риби та її потомства. Крім того, наявність пестицидів у рибі як харчовому продукту для людини може спричинити негативні наслідки для здоров'я. СанПіН 42-123-4540-87, що діє на території України досі, регламентує санітарні норми вмісту пестицидів у харчових продуктах. Згідно з ними, сумарний вміст ізомерів гексахлорциклогексану не повинен перевищувати для прісноводної риби 0,03, а ДДТ та його метаболітів — 0,3 мг/кг. У 2001 р. була прийнята Постанова ООН щодо детального дослідження ХОП у різних екосистемах. Цей документ підтверджує необхідність та значимість екологотоксикологічних досліджень поведінки ХОП у довкіллі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Брагинський Л.П. Теоретичні передумови (Загальні концепції токсикологічної гідроекології). — Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / За ред. І.Т. Олексіва, Л.П. Брагинського. — Львів: Світ, 1995. — 395 с.
2. Брагинский Л.П. Пестициды и жизнь водоемов. — К.: Наукова думка, 1972. — 224 с.
3. Брагинский Л.П., Величко И.М., Щербань Э.П. Пресноводный планктон в токсической среде. — К.: Наукова думка, 1987. — 180 с.
4. Васьковская Л.Ф. К вопросу контроля за остаточными количествами пестицидов в рыбах и рыбоядных птицах // Рыбное хозяйство. — К.: Урожай, 1983. — С. 57–59.
5. Маслова О.В., Шербунина Н.А., Комаровский Ф.Я. Кумуляция и распределение стойких пестицидов в экосистемах Килийского рукава Дуная и Днепроовско-Бугского лимана // Гидробиологический журнал. — 1990. — 26, № 4. — С. 62–69.
6. Врочинский К.К., Маковский В.Н. Применение пестицидов и охрана окружающей среды. — К.: Вища школа, 1979. — 208 с.
7. Врочинський К.К. Пестициди і охорона водних ресурсів. — К.: Урожай, 1987. — 160 с.
8. Справочник по пестицидам / Под ред. Л.И. Медведя. — К.: Урожай, 1974. — 88 с.
9. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днепра на территории Украины / Под ред. А.Г. Васенко и С.А. Афанасьева. — К.: Академперіодика, 2002. — 355 с.

ХЛОРООРГАНИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ В РЫБАХ ДНЕПРА, ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ И ДНЕПРОВСКО-БУГСКОГО ЛИМАНА

Ю.М. Сытник, О.М. Арсан, Д.А. Засекин

На основании результатов собственных исследований и опубликованных в доступной нам научной литературе приведены уровни содержания хлорорганических пестицидов в рыбах Днепра (в пределах Украины), днепроовских водохранилищ и Днепроовско-Бугского лимана в конце ХХ и вначале ХХІ ст.

CHLORRINE ORGANIC PESTICIDES IN FISH OF THE DNIEPER RIVER, DNIEPERS RESERVOIRS AND DNIEPER-BUG ESTUARIES

Yu. Sytnik, O. Arsan, D. Zasekin

Content of chlorine organic pesticides in fish of the Dnieper river, Dniepers reservoirs and Dnieper-Bug Estuaries (on our and literature data) are presented in this articles.