

УДК [574.64:597.08](285.33+26)(477)

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

НАКОПИЧЕННЯ ТА РОЗПОДІЛ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ РИБИ ВОДОСХОВИЩ ДНІПРА

В органах та тканинах прісноводної риби водосховищ р. Дніпро виявили присутність хлороорганічних пестицидів майже у всіх досліджених зразках. Найбільшу кількість пестицидів накопичують хижаки, мениу – бентофаги. ХОП постійно нерозподіляються в гідроєкосистемах і незначно зменшуються у кількісних співвідношеннях.

Актуальність теми та аналіз останніх досліджень

На даному етапі розвитку суспільства забруднення прісних водойм України носить комплексний характер і не завжди можливий повний хімічний аналіз різних токсикантів. Тому при оцінці рівня токсичного забруднення водойм необхідно визначати основні пріоритетні токсиканти. Токсичні речовини не здатні підтримувати фізіологічне протікання процесів в організмі, вони можуть лише придушувати, стимулювати або видозмінювати їх. Пріоритетними токсикантами вважаються: а) нафта і нафтопродукти; б) феноли; в) хлороорганічні пестициди (ДДТ, ГХЦГ) та інші хімічні засоби захисту рослин (ХЗЗР); г) важкі метали, що входять до складу стічних вод металообробної, металургійної, електрохімічної промисловостей; д) детергенти та їх складові компоненти – поверхнево активні речовини [2].

Визначення кількості токсикантів, які мігрують у водному середовищі, і ступеня їх впливу на водні організми дозволить знати рівні їх накопичення в різних компонентах водної екосистеми і процеси передачі цих речовин по трофічних ланцюгах. Останнє поглиблює екологічну небезпеку забруднення води як для відтворення біологічних ресурсів водойм, так і для здоров'я людини при використанні риби для їжі.

© Ю.М. Ситник, О.М. Арсан, Д.А. Засєкін

Інтенсивне застосування пестицидів, особливо хлорорганічних, у сільському господарстві для боротьби зі шкідниками агрокультур в середині ХХ-го століття призвело до включення їх в інтенсивний кругообіг речовин в природі та проникнення в водне середовище, де вони прямо контактують із різними гідробіонтами, взаємодіючи з ними [3]. Хлорорганічні пестициди (ХОП) являють собою хлорпохідні багатоядерних вуглеводнів – ДДТ, циклопарафінів (ГХЦГ), сполук дієногового ряду (алдрин, дилдрин), бензолу (гексахлорбензол). Більшість з них погано розчинні у воді але добре розчинні в органічних розчинниках. Ці препарати довгий час затримуються в поверхневих шарах ґрунту і повільно мігрують вліб, досягаючи підземних вод [4].

Потрапивши до водойми, пестицид може перетворюватися, а також мігрувати в планктон, водорості, риби і доні відклади. Накопичуючись в гідробіонтах, пестициди можуть як безпосередньо діяти, так і викликати окремі наслідки (генетичні та ін.). Навіть в тих випадках, коли кількість пестицидів в гідробіонтах не перевищує токсичного рівня, їх кількість може бути небезпечною [3].

Матеріали та методи

Проби відбиралися науковими співробітниками відділу іхтіології інституту наприкінці ХХ (1993 р.) та на початку ХХІ століття (2001 р.) з контрольних виловів риби. Відібрані зразки фіксували гексаном і доставляли для подальшого лабораторного аналізу в Інститут гідробіології.

Аналіз органів та тканин риби на вміст залишкових ХОП проводили за допомогою газорідинної хроматографії (ГРХ) [1] на газовому хроматографі "Цвет-5" з електроннозахоплюючим детектором. Чутливість визначення складала 1×10^{-3} мг/кг.

Результати досліджень

Забруднення водойм України пестицидами, зокрема ДДТ, виникло ще наприкінці 50-х років ХХ-го століття.

Передбачалося, що залишки ДДТ, враховуючи самий більший період напіврозпаду (38 років), в кінці ХХ століття повинні повністю розпастися і в цей час практично рівнятися нулю, однак результати досліджень засвідчили інше. Залишки ДДТ та його метаболітів постійно фіксуються в органах та тканинах риби прісних та морських вод України, тоді як у воді більшості водойм України вони практично відсутні.

Увагу світового співтовариства до питань біотрансформації ХОП, а особливо ДДТ та його похідних, підкреслила Постанова ООН 2001 року.

1. *Дослідження рівнів ХОП в організмі риби, 1993 рік.* Проведені дослідження показали, що певні рівні ХОП в органах та тканинах риби дніпровських водосховищ зберігаються і в даний час. Практично не

знайдено в тканинах риби α - і γ -ізомерів ГХЦГ (за виключенням риби із Запорізького водосховища). В зв'язку з цим, дані з вмісту ГХЦГ не наводяться в таблиці 1. Рівень ДДТ та його метаболітів в більшості тканин риби із водосховищ дніпровського каскаду знаходяться на низькому рівні.

Умовно дніпровські водосховища за забрудненням риби ХОП можна розділити на менш і більш вражені. Найбільш враженими ХОП серед водосховищ дніпровського каскаду, як і раніше, залишається риба Каховського водосховища.

Таблиця 1. Сумарний вміст ДДТ та його метаболітів в тканинах риби р. Дніпро, дніпровських водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману, літо 1993 р., мпг-мах, мг/кг сирової маси

Види риби	Органи та тканини				
	м'язи	печінка	гонади	мозок*	жир**
1	2	3	4	5	6
<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. Глібівка</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	0,033–0,13
плітка	0,0008– 0,012	0,005–0,008	0,005–0,098	0,0033– 0,011	
<i>Канівське водосховище</i>					
<i>гірля 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

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<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 річки 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
<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

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6
<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
<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

Примітки: * – головний мозок; ** – внутрішній жир

Підвищений рівень ДДТ та його похідних в тканинах риби відмічається в окремих ділянках Канівського та Кременчуцького водосховищ. Найменший вміст ХОП знайдено в тканинах риби Київського,

Запорізького, Дніпродзержинського водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману. Тенденція зниження ХОП в тканинах риби, яка характерна для всіх водосховищ Дніпра, більш чітко виражена в його верхній та нижній частинах.

У риби з верхньої (річкової) частини Дніпра (район Нижніх Жарів та вище за течією) повністю відсутній вміст ГХЦГ, а сумарний рівень ДДТ досить низький. Вміст ДДТ та його похідних в жировій тканині окуня в цій ділянці Дніпра коливається в межах 0,110–0,118 мг/кг сирової маси. Самий високий рівень накопичення ДДТ та його похідних в жировій тканині хижої риби (щука, окунь) Київського водосховища відмічено в районах с. Теремці та с. Глібовки. Тут вміст ХОП коливається в межах від 0,00075 до 0,432 мг/кг сирової маси. Підвищений рівень ДДТ та його метаболітів в жировій тканині цієї риби, особливо в районі с. Теремці, можливо пов'язаний з надходженням вод із р. Прип'ять. Одночасно в більшості інших досліджуваних тканинах риби (м'язи, печінка, гонади, мозок) сумарний вміст ДДТ досить низький.

Це стосується й інших видів риби (лящ, плітка) з цих ділянок Київського водосховища, де вміст ДДТ та його метаболітів в усіх досліджуваних тканинах знаходиться на низькому рівні.

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

Як свідчать проведені дослідження, низький рівень ДДТ та його похідних характерний для риби Запорізького водосховища. Однак поряд з ДДТ та його метаболітами в тканинах риби Запорізького водосховища відмічена наявність α - та γ -ізомерів ГХЦГ. Забрудненість ГХЦГ м'язів окуня, ляща та плітки знаходиться в межах від 0 до 0,009 мг/кг сирової маси, в жировій тканині – коливається в межах 52 мкг/кг сирової маси. ГХЦГ в межах 0,029–0,048 мг/кг сирової маси фіксується також в жировій тканині плітки. Що стосується кількості сумарного ДДТ в тканинах риби (окунь, лящ, плітка), то вона практично дуже низька. Виключенням є кількість сумарного ДДТ в мозку плітки. Слід відмітити, що в тканинах риби Запорізького водосховища зафіксована наявність ПХБ. На основі одержаних даних можна прийти до висновку, що в даному регіоні для боротьби зі шкідниками використовується переважно ГХЦГ. Забруднення довкілля ДДТ та його метаболітами являє собою велику небезпеку. Однак наявність ПХБ може бути ще більшим негативним фактором для навколишнього середовища.

У Дніпродзержинському водосховищі із хлорорганічних пестицидів в тканинах риби виявлено в основному ДДТ та його метаболіти. Кількість ГХЦГ в тканинах риби цього водосховища, на відміну від Запорізького, практично дорівнюють нулю. Одночасно рівень сумарного ДДТ в окремих тканинах риби Дніпродзержинського водосховища дещо нижчий, ніж у риби Запорізького водосховища. Так в жировій тканині окуня кількість сумарного ДДТ коливається від 0,19 до 0,87 мг/кг сирової маси. Високий рівень сумарного ДДТ відмічається також в мозку окуня й густери (або плоскирки). В усіх інших досліджуваних тканинах (м'язи, печінка, гонади, жирова тканина) риби (окунь, лящ, плітка, густера) рівень ДДТ та його похідних був низьким.

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

Слід зазначити, що рівень накопичення ХОП в тканинах риби Канівського водосховища впродовж досліджуваного періоду залишався практично на одному низькому, майже стабільному рівні без значних коливань.

Найнижчий рівень ДДТ та його метаболітів знайдено у рибі в гирлі р. Десна. Тут вміст ДДТ та його похідних у всіх досліджуваних тканинах риби найбільш низький. Незадовільна екологічна ситуація спостерігається поблизу промислових центрів (район с. Трипілля та м. Переяслав-Хмельницький). В цих ділянках річки найбільша кількість ДДТ та його метаболітів знайдена у жировій тканині усіх досліджуваних видів риби. Так вміст сумарного ДДТ в жировій тканині судака коливався в межах 1,0–1,25 мг/кг, у ляща – 0,67–0,70 мг/кг, у плітки – 0,5–0,85 мг/кг сирової маси. Значне накопичення ДДТ та його похідних відмічається в мозку плітки. Рівень сумарного ДДТ в цьому органі коливається в межах 0,13–0,85 мг/кг сирової маси. У всіх інших тканинах досліджуваної риби вміст ДДТ та його метаболітів знаходиться на досить низькому рівні.

Виходячи з одержаних даних, можна прийти до висновку, що риби Канівського водосховища характеризуються невисоким накопиченням ХОП, за виключенням жирової тканини у риби поблизу промислових центрів.

На відміну від Канівського, у риби Кременчуцького водосховища в окремих тканинах зустрічається накопичення не тільки ДДТ, але й ГХЦГ.

Так в головному мозку практично всієї досліджуваної риби (щука, лящ, плітка) в районі гирла р. Вільшанка 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. Червона Слобода. Тут знайдено найвищий вміст ДДТ та його похідних в печінці, мозку та жировій тканині практично всіх досліджуваних видів риби (щука, окунь, лящ та плітка). Максимальна кількість ДДТ та його метаболітів відмічена в мозку щуки (2,03 мг/кг сирової маси) та плітки (2,50 мг/кг сирової маси). Більш стабільна ситуація спостерігається в районі Тясьминської та Сульської заток. Вміст ДДТ та його похідних в тканинах більшості досліджуваної риби Кременчуцького водосховища знаходиться на досить низькому рівні, за виключенням їх накопичення в печінці та мозку ляща і в жировій тканині окуня.

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

Як вже відмічалось, 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 знаходиться в мізерних концентраціях.

Найвищий рівень накопичення ДДТ та його похідних знайдено в тканинах риби верхньої ділянки Каховського водосховища (нижче м. Запоріжжя, район м. Енергодара поблизу Запорізької АЕС, район с. Біленьке). Практично у всієї досліджуваної риби (судак, окунь, лящ та плітка) в даних ділянках водосховища виявлено високі концентрації ДДТ та його метаболітів в печінці, мозку та жировій тканині. Максимальне накопичення сумарного ДДТ в мозку судака в районі м. Енергодара встановлено 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 в мозку та жировій тканині судака, окуня, ляща та плітки знаходиться практично в одних межах і змінюється від низьких значень – 0,014 мг/кг сирової маси, до високих – 3,7 мг/кг сирової маси.

Як свідчать одержані результати, самий низький вміст ДДТ та його метаболітів спостерігався тільки в м'язах та гонадах всіх досліджуваних видів риби. Кількість сумарного ДДТ в цих тканинах коливалася від слідових кількостей до значень 0,006–0,186 мг/кг сирової маси.

За накопиченням ДДТ та його метаболітів в 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), рівень ДДТ та його похідних в тканинах риби був невисокий і мав більш рівномірний розподіл. Однак рівень сумарного ДДТ в жировій тканині риби був майже в 3 рази нижчий порівняно з верхньою ділянкою Каховського водосховища, і знаходився в межах 0,75–1,65 мг/кг сирової маси.

В нижній частині Каховського водосховища (район м. Берислав) 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) досліджуваної риби (лящ та плітка) кількість сумарного ДДТ була досить низькою.

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

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

2. *Дослідження вмісту ХОП в рибі деяких водосховищ Дніпра та Дніпровського лиману, 2000–2001 роки.* В кінці ХХ та на початку ХХІ століття були проведені дослідження вмісту хлорорганічних пестицидів та їх перенос в гідроєкосистемі Дніпра, включно із притоками на кордонах України [5]. Дослідження проводили восени 2000 та навесні 2001 років. Отримані матеріали дозволяють стверджувати, що у всіх зразках різних видів риби зафіксовані стійкі ХОП та їх метаболіти.

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

Аномально високе накопичення всіх досліджуваних ХОП зафіксовано у в'язя з Київського водосховища. Даний вид був виловлений в районі гирла р. Ірпінь вище с. Лютеж. В печінці даного екземпляра були зафіксовані всі ізомери ГХЦГ, ДДТ та його метаболіти в досить значних концентраціях.

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

В гирловій частині р. Дніпро в організмі окуня, судака та плітки зафіксовані α -ГХЦГ, а також ДДГ та його метаболіти. В печинці судака фіксуються γ -ГХЦГ та гептахлор в значних концентраціях. Це свідчить про значне забруднення гирлової ділянки р. Дніпро досліджуваними ХОП.

Аналіз результатів дослідження свідчить, що забруднення ХОП органів та тканин прісноводної риби існує і фіксується на досить значних рівнях. Серед ізомерів ГХЦГ, в основному, присутній α -ГХЦГ. В той же час, β -ГХЦГ практично не знайдено.

На основі отриманих результатів можемо запропонувати видалення жировмісних органів та тканин, що накопичують найбільші кількості ХОП, із риби перед початком технологічних операцій з даною сировиною.

Висновки

1. Проведені дослідження вмісту ХОП в органах та тканинах прісноводної риби водосховищ р. Дніпро виявили їх присутність майже у всіх досліджених зразках.
2. Найбільшу кількість пестицидів накопичують хижаки, меншу – бентофаги.
3. Результати наших досліджень дозволяють стверджувати, що ХОП постійно перерозподіляються в гідроекосистемах і незначно зменшуються у кількісних співвідношеннях.
4. Наявність ХОП у гідроекосистемах України потребує постійного контролю за їх вмістом у різних видів риби, їх органах та тканинах.
5. Необхідно враховувати особливості накопичення та розподілу ХОП в організмі прісноводної риби перед початком технологічних операцій з даною сировиною з метою зменшення можливої передачі даного органічного полютанта до людини по харчовому ланцюжку.

Перспективи подальших досліджень

Подальші наукові дослідження слід спрямувати на визначення рівнів вмісту ХОП в органах та тканинах риби р. Дніпро та її водосховищ в межах України.

Література

1. *Арсан О.М., Ситник Ю.М., Шатовал Т.М.* Визначення вмісту у воді органічних речовин токсичної дії // *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка.* – НАН України. Інститут гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – С. 279–289.

2. *Брагинський Л.П.* Теоретичні передумови (Загальні концепції токсикологічної гідроекології) // Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / За ред. І.Т. Олексіва та Л.П. Брамінського. – Львів: Світ, 1995. – С. 7–39.
3. *Васьковская Л.Ф.* Циркуляция и трансформация хлор-, фосфор-, ртуть-производных препаратов в системе окружающая среда – биологический объект. – К.: Наукова думка, 1983. – 156 с.
4. *Врочинський К.К.* Пестициди і охорона водних ресурсів. – К.: Урожай, 1987. – 160 с.
5. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днепра на территории Украины / Под ред. А.Г. Васенко и С.А. Афанасьева. – Киев: Академперіодика, 2002. – 355 с.