

Результати дослідження свідчать про негативний вплив дефіциту селену на остеогенез, який супроводжується порушеннями регенерації, погіршенням структурно-функціонального стану кісткової тканини, розвитком дегенеративно-некротичних змін у кістковій тканині і епіфізарному хрящі.

**Ключові слова:** остеогенез, селен, дефіцит.

Вищий державний навчальний заклад України  
«Буковинський державний медичний університет» (м. Чернівці)

Рецензент – проф. О.М. Слободян

Buk. Med. Herald. – 2015. – Vol. 19, № 3 (75). – P. 62-65

Надійшла до редакції 06.05.2015 року

© P.Ye. Kovalchuk, M.V. Gasko, S.V. Tuliuliuk, 2015

УДК 504.054:547.56:[615.838.7+553.776]:551.468.4(477.74)

*Л.Й. Ковальчук<sup>1</sup>, А.В. Мокієнко<sup>2</sup>, К.К. Цимбалюк<sup>3</sup>*

## ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я ПОЛІХЛОРОВАНИМИ БІФЕНІЛАМИ

<sup>1</sup>Одеський національний медичний університет,

<sup>2</sup>Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут медицини транспорту  
Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса,

<sup>3</sup>ТОВ «Інспекторат Україна», м. Одеса

**Резюме.** У роботі представлена характеристика антропогенного забруднення поліхлорованими біфенілами (ПХБ) поверхневих водойм Українського Придунав'я. Максимальні значення сумарних ПХБ виявлені у воді питних водозаборів, що свідчить про доцільність дослідження продуктів трансформації ПХБ у процесі хлорування або інших методів знезараження води. Об-

ґрунтована необхідність моніторингу вмісту ПХБ у воді та донних відкладаннях поверхневих водойм Українського Придунав'я та досліджень біологічних ефектів ПХБ.

**Ключові слова:** вода, поверхневі водойми, поліхлоровані біфеніли, Українське Придунав'я.

**Вступ.** Згідно зі Стокгольмською Конвенцією про стійкі органічні забруднювачі (травень 2001 р.), яку Україна ратифікувала у квітні 2007 р., до найнебезпечніших для людини і навколишнього середовища речовин належать 12 хлорорганічних сполук (так звана «брудна дюжина»), у тому числі поліхлоровані біфеніли (ПХБ), які використовуються як діелектричні масла в трансформаторах і конденсаторах.

Головним джерелом забруднення прісноводних і морських водойм ПХБ є промислові стічні води. ПХБ попадають у водне середовище зі стоками техногенного походження, з витокami і викидами водного транспорту, з атмосферними переносами. Нерозчинні у воді ПХБ перебувають у зваженому стані і поступово осідають у донні відкладання, де відбувається їх накопичення. Поліхлорбіфеніли стійкі в навколишньому середовищі, малорозчинні у воді, концентруються в донних відкладаннях водойм, невелика частина їх зазнає біотрансформації мікроорганізмами і водоростями [1].

Загроза ситуації із станом водних ресурсів України неодноразово обговорювалась, зокрема стосовно найбільшої забрудненості відкритих водойм і підземних джерел у східних і південних областях, а також гирлових зон морського узбережжя. Однак ці водні об'єкти є водночас най-

менш дослідженими як стосовно кількісного та якісного вивчення такого забруднення, так і з точки зору його впливу на здоров'я людини.

Це повною мірою стосується гирлової зони р. Дунай та придунайських озер (Кагул, Ялпуг, Катлабух, Китай, Сасик), які останніми роками зазнають інтенсивного антропогенного забруднення [2]. Незважаючи на очевидну актуальність цієї проблеми, дослідження забруднення цих водойм СОЗ, зокрема ПХБ, вкрай обмежені, а для озер, за даними доступної наукової літератури, взагалі відсутні.

**Мета дослідження.** Охарактеризувати антропогенне забруднення ПХБ поверхневих водойм Українського Придунав'я.

**Матеріал і методи.** У роботі застосовували хімічні та аналітичні методи досліджень.

Зразки води поверхневих водойм Українського Придунав'я відбирали 23, 24 липня 2014 р.

Місця відбору проб води представлені в таблиці 1.

У пробах води визначали 16 ПХБ – конгінерів (споріднених сполук, які належать до одного класу) з номерами по номенклатурі IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry): 8, 18, 28, 31,44, 49, 52, 66, 101, 110, 118, 138, 149, 153, 174, 183.

Аналіз проб води на вміст ПХБ виконано згідно з методикою Українського наукового центру екології моря (м. Одеса) на основі міжнародного стандарту [6]. Методика полягала в наступному. Пробу води об'ємом 1 дм<sup>3</sup> екстрагували методом твердофазної екстракції на мембранних дисках ENVI-C18. Цільові сполуки елюювали сумішшю розчинників (гексан, дихлорметан). Елюат очищали і фракціонували методом колонкової хроматографії на колонці із флоризилом, для елюювання цільових фракцій використовували суміші розчинників (гексан, дихлорметан). Упарені на роторному випарникові фракції аналізували методами газової хроматомаспектрометрії і газової хроматографії з мікроелектроннозахватним детектором. Застосовували розчинники (гексан, дихлорметан, метанол, етилацетат, ізооктан) виробництва фірми Merck (кваліфікація "for residue analysis"). Для градування приладу використовували стандартну суміш, яка містила 16 конгінерів ПХБ виробництва фірми Supelco з концентрацією кожного компонента 10 - 2000 мкг/см<sup>3</sup>.

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Результати ідентифікації і кількісного визначення 16 ПХБ у зразках води представлені в таблиці 2.

Як видно з отриманих даних, концентрації суми ПХБ коливалися в межах від 20,1 до 61,2 нг/дм<sup>3</sup>. Найбільші концентрації суми ПХБ виявлені в зразках №№ 1, 6 - 50,9 і 61,2 нг/дм<sup>3</sup> відповідно; найменші в зразку № 13 - 20,1 нг/дм<sup>3</sup>. У найбільших концентраціях виявлено ізомер № 149 у зразку №6 - 48,3 нг/л. Слід зазначити, що ізомер - специфічне співвідношення виявлених ПХБ узгоджується з результатами попередніх досліджень і є типовим для України.

Згідно з міжнародною класифікацією, незабруднені прісні води містять менше 0,5 нг/дм<sup>3</sup> ПХБ, помірно забруднені - біля 50 нг/дм<sup>3</sup>, сильно забруднені - 500 нг/дм<sup>3</sup>. Тому, проаналізовані зразки води слід віднести до помірно забруднених.

Привертає увагу, що порівняно високі сумарні концентрації ПХБ ідентифіковано в районі питних водозаборів вивчених поверхневих водойм. Це зразки №2 (м. Ізмаїл) №3 (м. Кілія), №4 (м. Вилкове), №6 (м. Белград), де ∑ ПХБ складала 43,3; 29,7; 32,9; 61,2 нг/дм<sup>3</sup> відповідно. У цьому сенсі застосування хлору як засобу знезараження води створює небезпеку утворення токсичних сполук. Для ПХБ такі дані відсутні, однак стосовно хлороорганічних пестицидів (ХОП) відомо, що окиснення ХОП, зокрема гептахлору, супроводжується утворенням високотоксичних спиртів і кетоспиртів, а обробка ГХЦГ —токсичного поліхлорованого циклогексану. Продукти галогенування ХОП відрізнялися політропністю токсичної дії і призводили до зниження маси тіла, активності ферментних систем, гематологічних показників, білкового обміну, сумарнограничного показника (СГП), рівня вітаміну С, кардіотоксичного ефекту. Більше того, ці речовини відрізнялися підвищеним токсичним ефектом, невластивим вихідним речовинам, а також віддаленими наслідками: гонадотоксичним, ембріотоксичним, мутагеним та тератогеним ефектами [3].

Порівняння отриманих результатів з уже відомими ускладнюється обмеженістю останніх. Тут слід виокремити недавні (2010-2012 рр.) дослідження ПХБ у ропі та пелоїдах Шаболатського (Будакського) лиману (Білгород-Дністровський

Таблиця 1

#### Місця відбору проб води поверхневих водойм Українського Придунав'я

№	Найменування водного об'єкта	Найменування та місце розташування пунктів спостережень (створів)
1	р. Дунай	163 км від гирла ріки, м. Рені, кордон із Румунією
2	р. Дунай	94 км від гирла, м. Ізмаїл, питний водозабір
3	р. Дунай	48 км від гирла, м. Кілія, питний водозабір
4	р. Дунай	20 км від гирла, м. Вилкове, питний водозабір
5	оз. Кагул	ГНС Нагірне; відстань від с. Нагірне Ренійського району - 3 км
6	оз. Ял пуг	Болградський питний водозабір, с. Оксамитне Болградського району
7	оз. Ял пуг	с. Нова Некрасівка Ізмаїльського району
8	оз. Катлабух	НС-2 Суворовської ЗС, Ізмаїльський район
9	оз. Катлабух	ГНС Кірова
10	оз. Китай	Червоноярська ГНС; відстань від с. Червоний Яр Кілійського району - 3 км
11	оз. Китай	Василівська ГНС
12	р. Ял пуг	впадає в оз. Ялпуг; 5,4 км від гирла; с. Табаки Болградського району, кордон із Молдовою
13	р. Карасулак	впадає в оз. Ялпуг; 3,3 км від гирла по руслу ріки; с. Криничне Болградського району
14	р. Єніка	впадає в оз. Катлабух; 0,1 км від гирла по руслу ріки, с. Першотравневе Ізмаїльського району
15	Зрошувальний канал р. Дунай- оз. Сасик	1,2 км від ріки по руслу каналу, а/д міст

Таблиця 2

Результати визначення ПХБ (нг/дм<sup>3</sup>) у воді поверхневих водойм Українського Придніпров'я

№ конгінера № зразка води	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	≤0,1	≤0,1	0,32	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	1,25	≤0,1	0,98	1,22	0,26	3,1	1,66	2,05
18	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	0,34	≤0,1	0,42	0,37	0,79	1,38	0	0,42
31	0,2	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
28	0,89	0,91	≤0,1	0,28	0,39	0,28	0,34	≤0,1	≤0,1	0,56	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	0,06
52	≤0,1	0,42	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	0,29	0,06	0,12	0,78	0,24	≤0,1	0,12
49	8,29	6,09	7,48	10,05	5,78	5,08	5,41	2,63	6,22	8,77	4,65	9,71	2,94	9,06	7,58
44	≤0,1	1,86	0,81	0,74	0,37	0,51	0,28	0,12	≤0,1	≤0,1	0,12	1,01	0,85	0,74	0,23
66	0,16	0,93	0,44	0,35	0,06	0,37	0,22	0,17	0,26	0,31	0,17	0,11	0,11	0,17	0,21
101	0,66	4,66	4,04	0,44	0,19	0,87	0,27	1,69	0,38	0,55	1,69	0,36	0,38	0,41	1,05
110	0,88	2,72	1,82	1,19	0,26	1,58	0,48	1,49	1,01	0,71	1,51	0,43	0,56	0,39	1,34
149	24,4	12	10,6	11,03	23,6	48,3	31,9	9,92	18,3	21,5	9,92	11,24	9,13	11,2	16,08
118	0,48	2,09	1,01	6,37	0,13	0,97	0,19	1,09	0,51	0,29	1,09	0,25	0,28	0,18	0,81
153	13,5	1,5	1,32	0,48	0,13	1,04	0,55	1,04	0,68	0,62	1,07	0,56	0,19	0,18	1,13
138	0,89	2,23	0,85	1,21	0,24	1,57	0,83	0,97	0,67	1,34	1,97	0,16	0,68	0,74	2,02
183	0,52	3,82	0,61	0,69	0,31	0,64	0,11	0,18	0,05	0,42	0,75	0,61	0,16	0,29	1,02
174	≤0,1	4,06	0,42	0,07	0,13	≤0,1	0,17	0,07	0,06	0,14	0,08	0,19	0,07	0,13	0,21
Σ ПХБ	50,9	43,3	29,7	32,9	31,6	61,2	40,8	21,0	28,4	36,7	24,7	26,5	20,1	25,2	34,3

район Одеської області) [4,5]. Незважаючи на те, що за сумарною концентрацією ПХБ ропа лиману була помірно забруднена, а в донних відкладаннях ці забруднювачі не перевищували нормативних рівнів, наявність у ропі лиману ПХБ № 101, 118 дозволила судити про «старе» джерело забруднення, а донні відкладання розглядати як джерело вторинного забруднення ропи ПХБ.

Слід зазначити обмеженість досліджень біологічних ефектів ПХБ по відношенню до теплокровних тварин та людини. Це підтверджують результати аналізу літератури в огляді [7], де показано, що незважаючи на майже 30 років дослідження ПХБ і ХОП, існує певна непослідовність досліджень природи виявлених ефектів і їх сталості протягом довгого часу. У цілому, епідеміологічні дослідження свідчать насамперед про незначні асоціації передродового впливу ПХБ із відмінностями в нейромоторному розвитку, пізнавальних та поведінкових реакціях.

### Висновки

1. Слід вважати за доцільне проведення моніторингу вмісту поліхлорованих біфінілів у воді поверхневих водойм Українського Придніпров'я, що передбачає ідентифікацію та вилучення джерел забруднення.

2. Зважаючи на дані літератури та результати попередніх досліджень щодо седиментації поліхлорованих біфінілів, є необхідним вивчення їх вмісту в донних відкладаннях.

3. Оскільки максимальні значення сумар-

них поліхлорованих біфенілів виявлені у воді питних водозаборів, є доцільним дослідження продуктів трансформації поліхлорованих біфенілів у процесі хлорування або інших методів знезараження води.

**Перспективи подальших досліджень.** Враховуючи обмеженість даних літератури щодо біологічних ефектів ПХБ, слід провести відповідні експериментальні дослідження на лабораторних тваринах.

#### Література

1. Какарека С.В. Стойкие органические загрязнители: источники и оценка выбросов / Какарека С.В., Кухарчик Т.И., Хомич В.С. – Минск: РУП «Минсктиппроект», 2003. – 220 с.
2. Ковальчук Л.Й. Сучасний еколого-гігієнічний стан водних об'єктів Українського Придунав'я / Л.Й. Ковальчук, А.В. Мокієнко // Актуал. пробл. транспорт. мед.: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. – 2014. – № 3 (37). – С. 171-183.
3. Мокиєнко А.В. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Т. 1. Хлор и его соединения / А.В. Мокиєнко, Н.Ф.Петренко, А.И. Гоженко. – Одесса: ТЭС, 2011. – 484 с.
4. Причерноморские лиманы: гигиенические и медико-экологические аспекты сохранения природных лечебных ресурсов / Под ред. А.В. Мокиєнко, Е.М. Никипеловой, К.Д. Бабова. – Одесса, ТЭС, 2012. – 274 с.
5. Характеристика антропогенного загрязнения ропи та пелоїдів Шаболатського (Будакського) лиману поліхлорованими біфенілами (ПХБ) / А.В. Мокієнко, О.М. Нікіпелова, К.К. Цимбалюк [та ін.] // Мед. перспективи. – 2012. – №3. – С. 136-141.
6. ASTM D5175-91 (2003) Standard Test Method for Organohalide Pesticides and Polychlorinated Biphenyls in Water by Microextraction and Gas Chromatography.
7. Korrick S.A. Polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and neurodevelopment / S.A. Korrick, S.K. Sagiv // Curr. Opin. Pediatr. – 2008. – Vol. 20, № 2. – P. 198-204.

### ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕННЯ ПОВЕРХНОСТНИХ ВОДОЕМОВ УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я ПОЛІХЛОРИРОВАННИМИ БИФЕНИЛАМИ

*Л.Й. Ковальчук<sup>1</sup>, А.В. Мокиєнко<sup>2</sup>, К.К. Цимбалюк<sup>3</sup>*

**Резюме.** В работе представлена характеристика антропогенного загрязнения полихлорированными бифенилами (ПХБ) поверхностных водоемов Украинского Придунавья. Максимальные значения суммарных ПХБ выявлены в воде питьевых водозаборов, что свидетельствует о целесообразности исследования продуктов трансформации ПХБ в процессе хлорирования или других методов обеззараживания воды. Обоснована необходимость мониторинга содержания ПХБ в воде и донных отложениях поверхностных водоемов Украинского Придунавья и исследований биологических эффектов ПХБ.

**Ключевые слова:** вода, поверхностные водоемы, полихлорированные бифенилы, Украинское Придунавье.

### DESCRIPTION OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF SURFACE WATER BODIES OF UKRAINIAN DANUBE AREA WITH POLYCHLORINATED BIPHENYLS

*L.J. Kovalchuk<sup>1</sup>, A.V. Mokienko<sup>2</sup>, K.K. Tsybaliuk<sup>3</sup>*

**Abstract.** The article presents a description of the anthropogenic contamination of surface waters of Ukrainian Danube region by polychlorinated biphenyls (PCBs). Maximum values of total PCBs were found in the drinking water intakes, which indicates the reasonability of studies of PCB transformation products in the process of chlorination or other methods of water disinfection. The necessity of monitoring of PCBs in the water and sediments of surface waters of Ukrainian Danube region and research of biological effects of PCBs is substantiated.

**Key words:** water, surface water, polychlorinated biphenyls, Ukrainian Danube region.

<sup>1</sup>Odessa National Medical University;

<sup>2</sup>State Enterprise «Ukrainian Research Institute for Medicine of Transport the Ministry of Health Care of Ukraine» (Odessa);

<sup>3</sup>«Inspectorate of Ukraine», Ltd (Odessa)

Рецензент – проф. Л.І. Власик

Buk. Med. Herald. – 2015. – Vol. 19, № 3 (75). – P. 65-68

Надійшла до редакції 05.06.2015 року