

ФАРМАЦЕВТИЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ОСОБИСТОЇ ГІГІЄНИ (ФЗЗОГ) У ВОДНИХ АКВАТОРІЯХ

*Шостак В.Б., студент (гр. ХН-61м, ХТФ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»);
Полукаров Ю.О., к.т.н., доц. (каф. ОПЦБ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)*

Вступ. Проблема поширення, механічного накопичення та біоаккумуляції, токсичного впливу фармацевтичних засобів та засобів особистої гігієни почала привертати до себе увагу ще у 70-х роках минулого сторіччя, коли у містечку Канзас було зареєстровано клофіброву кислоту у воді на виході з очисної станції стічних вод міста з концентрацією від 0.8 до 2 мг/л [1]. Ця стаття призвела до проведення цілої низки інших досліджень задля виявлення ФЗЗОГ. Як було пізніше показано, багато водних об'єктів потерпають від забруднення ФЗЗОГ, так 25 фармакологічних продуктів було виявлено в річці Лі, Великобританія, 26 залишкових фармакологічних речовин було знайдено в Германії на виході з очисних станцій стічної води в концентраціях достатніми для їх виявлення. Аналогічні дослідження були проведені по всьому світу: Каталонія, Іспанія; Цюрих, Швейцарія; річки По і Ламбро, північ Італії, Каліфорнія, США; Новий Орлеан, США; Кейп Код, США; річках Міссісіпі та Міссурі, США; річки Хан та Фу-Сінг, Китай; Гуаньчжоу, Китай; Токіо, Японія та ін. [2] з одним спільним висновком, що у акваторіях та водних об'єктах присутні ФЗЗОГ у такій кількості, що їх достатньо легко діагностувати. У свою чергу це поставило ряд питань щодо токсичності та негативного впливу цих речовин на людський організм безпосередньо та опосередковано, та на навколишнє середовище в цілому. Вже на початок 21 сторіччя було з'ясовано, що фармацевтичні продукти, які були знайдені у водоймищах викликають зміну у ендокринній системі тварин: риб, птахів, земноводних, ссавців і т.д [3]; можуть впливати на метаболізм на клітинному та тканинному рівні; сприяють зміні рівноваги мікрофлори водних об'єктів. Пошуки та дослідження в цьому напрямі допомогли з'ясувати, що саме ФЗЗОГ та їх вплив стоять у витоків проблеми зникнення таких видів тварин як Бенгальський гриф, Індійський сип, Тонкокловий сип у Індії. Катастрофічне зменшення популяції цих тварин було зумовлено присутністю препарату диклофенаку у воді та натуральних покладах, що зумовило ниркову недостатність і вісцеральну подагру у птахів та призвело до відмови нирок [1]. Наявність великої кількості антибіотиків у стічній воді породило проблему розповсюдження так званих «стійких» до дії антибіотиків бактерій, що в подальшому може призвести до великих змін у поведінці мікрофлори водоймищ та появи нових загроз для людського здоров'я [4].

Предметом дослідження є фармакологічні засоби та засоби особистої гігієни, їх поширення, негативний вплив на людину та на навколишнє середовище в цілому.

Завдання дослідження. Шляхом аналізу літературних джерел розглянути та проаналізувати життєвий шлях ФЗЗОГ від моменту потрапляння речовин до

водних ресурсів до прямого або опосередкованого контакту з людським організмом. Зробити висновок щодо розповсюдженості, стійкості та здатності до акумулювання. Класифікувати та дати характеристику ФЗЗОГ за різними показниками, дати приклади та пояснити механізм впливу найбільш небезпечних речовин. Зробити приблизну оцінку потенціальної шкоди, яка може бути завдана людині та навколишньому середовищу.

Аналіз публікацій та основні результати дослідження. За даними публікацій, ще у 2006 році на теренах держав Європейського союзу частого використання набуло більше, ніж 3000 препаратів. Для наглядної статистики можна привести розвинуту європейську країну Німеччину, де за 2001 рік було вжито ацетилсаліцилової кислоти – 836 т, парацетамолу – 622 т, ібупрофену – 345 т, диклофенаку – 86 т. Населення на даний момент складало 82.3 мільйона людей. Ці дані враховують кількість проданої та виписаної за рецептом продукції [5]. Перетравлюючись ці продукти у своїй вихідній формі або у формі метаболітів потраплять до стічних побутових вод, які далі спрямовуються на очищення на місцеві очисні установи. Ступінь очищення від такого забруднення варіюється в залежності від типу та хімічної природи полутанта, складності та надійності очисного устаткування. Так ступінь очищення від ацетилсаліцилової кислоти на класичному заводі по очищенню стічних вод складає 81%, ібупрофену зазвичай більше 75%, так само як і напроксену. Напроти, диклофенак вилучається із стічних вод з ефективністю, яка не перевищує 70% і його концентрація у очищеній воді зазвичай складає 1 мг/л. Далі ці речовини накопичуються за рахунок осадження у покладах на дні водних об'єктів [6] і при сезонних коливаннях фізичних та хімічних параметрів води ці речовини можуть вивільнятися у великій концентрації, фіксуючись як у мікроорганізмах, так і в представниках багатоклітинних: рибах, молюсках та водоростях. В останньому випадку також має місце явище біоаккумуляції, за рахунок якого концентрація ФЗЗОГ у тканинах тварин (зябрах, нирках, печінці) може значно перевищувати концентрацію у воді і, таким чином, слідуючи вище по трофічному ланцюгу, концентрація речовин буде збільшуватись від особини до особини. Проте це далеко не єдиний шлях, за яким ФЗЗОГ можуть потрапляти до живих організмів. Широко відомі приклади, коли шлам з очисних заводів застосовується як добриво для сільськогосподарських цілей, оскільки він містить велику концентрацію нутрієнтів, необхідних для рослин. З часом ФЗЗОГ піддаються біодеградації та розкладаються до біологічно нейтральних речовин, проте існує велика імовірність витоку та вимивання ФЗЗОГ з ґрунту під час сильних повеней і ливнів та подальшої інфільтрації забрудненої води до підземних вод, що можуть безпосередньо використовуватись у питних цілях, або контактувати з поверхневими водами. Також, у випадку, якщо тварини проходять курс лікування фармакологічними засобами, та їх екскременти використовуються у якості добрив, то доля ФЗЗОГ може бути аналогічної до переднього випадку. В природному середовищі ці речовини втрачають свої токсичні властивості за рахунок біо- та фотодеградації, гідролізу та подальшої мінералізації [2].

Зазвичай ФЗЗОГ класифікують за їх лікарськими функціями, саме тому поширена наступна класифікація:

- анальгетики та нестероїдні протизапальні препарати
- бета-блокатори
- гіполіпідемічні засоби
- нейроактивні сполуки (протиепілептичні, антидепресанти)
- цитостатичні сполуки та протиракові засоби

Свій токсичний вплив на живі організми ФЗЗОГ реалізують за різними механізмами. Як вже було згадано, це може бути і розвиток резистивних бактерій після насичення води антибіотиками. При чому контакт з одним типом антибіотиків іноді призводить до появи антибіотичних генів широкого діапазону, які зумовлюють стійкість проти широкого спектру антибіотиків. Так під час досліджень було виявлено бактерії, які резистивні до: макролідів, сульфаніламідів, фторхінолонів і тетрациклінів. Швидкість розвитку резистивних бактерій варіюється в залежності від зовнішніх умов та рівня забруднення води: так у США цей показник складає 6%, у Кувейті 17 %, а у Китаї сягає 22%! Деякі ФЗЗОГ здатні впливати на гормональну систему організмів – це так звані ендокринні збудники. Ці збудники можуть викликати проблеми з репродуктивністю, фемінізацію чоловічої статі, індукувати вітелогенез у чоловічих особинах. Окрім цього, тріклозан і тріклокарбан можуть пригнічувати розвиток водоростей [7]. Анальгетики та нестероїдні протизапальні препарати можуть порушувати природній обмін речовин у нирках та печінці. Диклофенак викликає ниркові ураження і зяброві зміни у Райдужної форелі, викликає запалювальні процеси у печінці людини. Антиепілептичні засоби, антидепресанти впливають на центральну нервову систему тварин, інгібуючи активність нейромедіаторів, знижуючи вироблення серотоніну. [1]. В ряді робіт було проаналізовано як гострий, так і хронічний ефекти від впливу ФЗЗОГ на різні види організмів (фітопланктон, бентос, зоопланктон, риб) і виявлено, що концентрація речовин у воді ще є низькою і неспроможною для викликання гострих ефектів, проте для провокування хронічних захворювань така концентрація є більше, ніж достатньою. Серед речовин, чия концентрація перевищує поріг провокування хронічних захворювань варто зазначити: флюоксетін, пропаноліл, діклофенак, карбамазепін, клофіброва кислоту [1].

Висновки. На початку 20 сторіччя проблема поширення ФЗЗОГ розглядалась як потенційна загроза людству та навколишньому середовищу. Таку позицію на даний момент можна розглядати як застарілу - проблема ФЗЗОГ є актуальною проблемою і вже завдає непоправної шкоди. Задля її вирішення необхідно переглянути самі принципи технології очищення стічних вод, оскільки саме вони є основним джерелом забруднення. І хоча ця проблема вже давно привертає до себе увагу, ще не було реалізовано жодного проекту з метою попередження або зменшення забруднень і навіть сучасні підходи до розробки водоочисних станцій не враховують цю актуальну загрозу. У майбутньому, при проектуванні очисних заводів, людство повинно

враховувати наявність ФЗЗОГ у воді і komponувати технологічні схеми відповідно для максимального їх вилучення. Необхідно провести ще великий ряд досліджень щодо встановлення ризику впливу ФЗЗОГ на людину і навколишнє середовище. Найбільш токсичні фармакологічні речовини повинні бути замінені менш шкідливими препаратами. Як показує аналіз публікацій, відсутній великий об'єм інформації щодо поширення ФЗЗОГ у країнах, що розвиваються: у Африці, Азії, Південній Америці. Не вистачає даних щодо концентрування ФЗЗОГ із підвищенням рівня трофічного ланцюгу, так само як і щодо сезонних варіацій у концентрації.

Література

1. K. Fent, A. A. Weston, and D. Caminada, "Ecotoxicology of human pharmaceuticals," vol. 76, pp. 122–159, 2006.
2. A. Jennifer, M. A. Abdallah, and S. Harrad, "Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in the freshwater aquatic environment," *Emerg. Contam.*, no. 2016, 2017.
3. E. Archer, B. Petrie, B. Kasprzyk-hordern, and G. M. Wolfaardt, "Chemosphere The fate of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), endocrine disrupting contaminants (EDCs), metabolites and illicit drugs in a WWTW and environmental waters," *Chemosphere*, vol. 174, pp. 437–446, 2017.
4. S. D. Costanzo, J. Murby, and J. Bates, "Ecosystem response to antibiotics entering the aquatic environment," vol. 51, pp. 218–223, 2005.
5. G. Huschek, P. D. Hansen, H. H. Maurer, D. Krenzel, and A. Kayser, "Environmental Risk Assessment of Medicinal Products for Human Use According to European Commission Recommendations," pp. 226–240, 2004.
6. J. L. Conkle, J. Gan, and M. A. Anderson, "Degradation and sorption of commonly detected PPCPs in wetland sediments under aerobic and anaerobic conditions," pp. 1164–1173, 2012.
7. J. Liu and M. Wong, "Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs): A review on environmental contamination in China," *Environ. Int.*, vol. 59, pp. 208–224, 2013.