

УДК 504.054:661.12

## ВПЛИВ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ

**І. Койнова, Д. Ковпак**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна*

Занепокоєння екологів стосовно наявності у довкіллі хімічних компонентів фармацевтичних відходів зростає щороку. Останні дослідження ідентифікували фармацевтичні речовини в малих кількостях у поверхневих водах багатьох країн. Небезпека фармацевтичних відходів полягає в тому, що вони: постійно надходять у довкілля та виявляють стійкість, негативно впливають на природні компоненти навіть у малих концентраціях (особливо на водну фауну), у разі контакту з іншими фармацевтичними речовинами потенційно створюють синергетичний та кумулятивний ефект. Основне джерело забруднення довкілля фармацевтичними відходами - це скиди стічних каналізаційних вод, сміттєзвалища, великі ферми, звідки незасвоєні фармацевтичні речовини потрапляють у поверхневі та ґрунтові води.

*Ключові слова:* фармацевтичні відходи, поводження з відходами, забруднення компонентів природного середовища, негативний вплив на довкілля.

Останні роки велика увага науковців зосереджена на негативному впливі хімічного забруднення традиційними пріоритетними забруднюючими речовинами. До них належать отруйні речовини, стійкі органічні забруднювачі (СОЗ), пестициди, важкі метали (свинець, ртуть) і такі речовини як, наприклад, діоксин, що мають тривалий шкідливий вплив та гостро виражену токсичність. Сьогодні ці речовини відстежують і контролюють екологічні наслідки їхньої дії. Проте великому класу таких хімічних речовин, як фармацевтичні препарати практично не приділяють належної уваги.

Поширення фармацевтичних речовин у довкіллі почало привертати увагу вчених з 80-х років ХХ ст. Однак, цей процес набув обґрунтованості з початку 90-х завдяки розробці нових методів хімічного аналізу. З 1999 р. співробітники Агентства з охорони довкілля обстежили 139 водних об'єктів на всій території США і у 80 % з них виявили різні фармацевтичні відходи: залишки знеболювальних засобів, антибіотиків, гормональних ліків і препаратів для лікування артеріальної гіпертензії.

В аналогічних дослідженнях, проведених в Австрії, Англії, Греції, Італії, Іспанії, Нідерландах, Німеччині, Хорватії, Швейцарії, Бразилії, Канаді у стічних та поверхневих водах також виявлено залишки понад 80 видів фармацевтичних препаратів та лікарських метаболітів [11]. Значні концентрації (мкг/л) деяких фармацевтичних препаратів різних класів токсичності виявлені у пробах, що відібрані нижче місць стоку з очисних споруд. Це дало змогу зробити висновок, що ці хімікати мають значне поширення і стійкість.

Проблема поводження з фармацевтичними відходами для України є новою і вирішеною лише частково. Сьогодні нема цілісної налагодженої системи, яка б забезпечувала всі етапи поводження з цими відходами. Налагоджена лише утилізація відходів

фармацевтичних фабрик. Питання збору та знешкодження протермінованих або невикористаних ліків в Україні зовсім не вирішене.

Нині поводження з фармацевтичними відходами в Україні відбувається відповідно до таких нормативних актів: Закону України “Про відходи” від 05.03.1998 р. № 187-98-ВР, Закону України “Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами” від 14.09.2000 р. № 1947-III, Наказу МОЗ України від 19.03.1999 р. № 67/59 “Про затвердження Правил проведення утилізації та знищення неякісних лікарських засобів, до складу яких входять наркотичні засоби, психотропні речовини і прекурсори”, Наказу № 349 від 08.07.2004 р. “Про затвердження Правил проведення утилізації та знищення неякісних лікарських засобів”. Але окремі положення законодавчо-нормативних документів суперечать даним сучасним досліджень і потребують доопрацювання. Також потрібно розробити методику проведення вимірювань для моніторингу лікарських засобів у компонентах довкілля. Це дасть змогу визначити головні джерела надходження фармацевтичних відходів у природні системи, шляхи їхньої міграції, оцінити ступінь забруднення природного середовища та попередити негативні наслідки.

Відповідно до Базельської конвенції (1998 р.) фармацевтичні відходи це – медичні відходи лікарень, поліклінік та клінік, відходи виробництва та переробки фармацевтичної продукції, фармацевтичні товари, ліки та препарати, які не знайшли збуту або протерміновані, відходи виробництва, одержання та застосування біоцидів та фітофармацевтичних препаратів. Вони належать до так званого Жовтого переліку, й усі без винятку визначені як небезпечні.

Лікарські засоби та їхні активні метаболіти постійно надходять у довкілля через очищені та неочищені каналізаційні стоки. Після споживання ліки частково зазнають дії метаболізму споживачів, потім продукти метаболізму плюс деякі незмінні початкові компоненти потрапляють у каналізацію і надходять у довкілля, головню у водні об’єкти, а також у ґрунти [9]. Деякі з них є надзвичайно стійкими, інші з низькою персистентністю у разі тривалого та постійного надходження у довкілля можуть виявляти ефекти справжніх стійких поллютантів, тому що швидкість трансформації й видалення компенсована швидкістю заміщення. Деякі автори [12] називають їх “псевдостійкими” органічними забруднювачами довкілля.

Особливу стурбованість викликають небезпечні фармацевтичні відходи, у складі яких є цитотоксичні препарати, антибіотики, ліпідознижувальні агенти, препарати з гормономодулювальною, психотропною й наркотичною дією та інші фізіологічно активні речовини. Окремими дослідженнями [9, 14] з’ясовано, що для деяких з них характерні сповільнені процеси біодеградації в довкіллі. Накопичення значної кількості фізіологічно активних речовин у відходах становить небезпеку для здоров’я людини та довкілля. Їхнє неконтрольоване надходження у навколишнє середовище може негативно впливати на живі організми та призвести до непрогнозованих наслідків [9].

Значна кількість лікарських засобів, виявлених у довкіллі, впливає на ендокринну систему людини. Надходження препаратів з естроген-, прогестерон- і тесгостерон-подібною дією та пестицидів, що імітують дію естрогену (ліндан) з стічними або ґрунтовими водами у неконтрольованих кількостях становить значну небезпеку для здоров’я людини та довкілля. За результатами досліджень, проведених у США зазначені препарати, імітуючи дію природних гормонів, запускають фізіологічні процеси або навпаки, блокують їхню дію, що особливо негативно впливає на розвиток плоду та новонароджених. Численні дослідження засвідчили, що під впливом цих поллютантів від-

бувається збільшення кількості випадків безпліддя, генітальних деформацій, гормонозалежних злоякісних новоутворень, неврологічних розладів у дітей [8].

Сучасні очисні споруди України, що побудовані у 60-х роках ХХ ст. не пристосовні до очистки стічних вод від фармацевтичних відходів. Тому залишки лікарських засобів безперешкодно потрапляють у природні води і мають прямий вплив на рослини та тварини аквасистем [4]. В Україні моніторинг впливу фармацевтичних відходів не проводиться. Закордонні дослідження свідчать про значний вплив та негативні екологічні наслідки.

Велику загрозу для здоров'я жителів України становлять залишки фармацевтичних препаратів у питній воді, адже водопостачання понад 75% населення здійснюють з поверхневих вод. Постійне споживання такої води спричинює звикання людського організму до певних ліків та їх накопичення. Тому, в разі захворювання, процес лікування ускладнюється, загострюються хронічні хвороби, виникають алергічні реакції тощо.

За результатами досліджень, проведених у США, значна кількість лікарських засобів, виявлених у довкіллі, впливає на ендокринну систему. Надходження цих препаратів з естроген-, прогестерон- і тесгостеронподібною дією та пестицидів, таких як ліндан, що імітує дію естрогену, у неконтрольованих кількостях становить значну небезпеку для здоров'я людини та довкілля. Імітуючи дію природних гормонів, вони запускають фізіологічні процеси або навпаки, блокують їхню дію, що особливо негативно впливає на критичні стадії розвитку плоду та новонароджених. Чисельні дослідження показали, що під впливом цих поллютантів відбувається збільшення кількості випадків безпліддя, генітальних деформацій, гормонозалежних злоякісних новоутворень, неврологічних розладів у дітей [8]. Підтвердженням цього може бути факт, що літом 2006 р. в річці Потомак і її притоках дослідники з Геологічної служби США виявили особини самців малоротого і великоротого окуня з яйцеклітинами, хоч і недорозвиненими. Це відкриття викликало побоювання, що залишки людських гормонів або хімічних речовин, що імітують їх дію, можуть спричинити негативний вплив на водну фауну [3].

Дослідження, проведені в Англії та Уельсі, довели, що в разі рівномірного поширення 1 т хімічних речовин у річках країни, їхня концентрація становитиме 0,1 мкг/л. Проте жителі Англії споживають значно більшу кількість лікарських засобів, і концентрація хімічних речовин в окремих поверхневих водоймах становить 1нг-1 мкг/л. За деякими даними, загальна кількість спожитих антибіотиків у світі 2002 р. становила близько 200 тис. т [13].

Окремою проблемою, як України, так і світу в цілому, є поводження з протермінованими та невикористаними ліками, які, головню, потрапляють на сміттєзвалища. Дослідження науковців США щодо поводження з протермінованими фармацевтичними препаратами свідчить, що тільки 1,4 % населення повертає ліки до фармацевтів, а більша частина 89,4 % потрапляють у довкілля і становлять загрозу для живих організмів (табл.). Завдяки проведенню екологічної політики, 19% жителів Канади здають непридатні ліки на утилізацію [13]. Аналогічні дослідження в Україні не проводили, проте є дані, що майже в кожного десятого лікарського засобу з домашніх аптек закінчився термін придатності [1]. Без налагодженої системи поводження з неякісними лікарськими засобами вони з часом опиняться в каналізації чи на сміттєзвалищі.

Отже, головний спосіб позбутися непридатних ліків для населення – це змив до каналізації чи викидання в побутове сміття. Тому, сміттєзвалища стають ще одним джерелом надходження фармацевтичних відходів у довкілля.

Таблиця

Способи поводження з непридатними або невикористаними лікарськими  
препаратами у різних країнах

Поводження населення з фармацевтичними відходами, %	США	Канада
Повертають у аптеки або лікарям	1,4	19,0
Викидають у смітник	54,0	31,0
Зливають у каналізацію	35,4	46,0
Не вживають ліків або вчасно їх використовують	9,2	4,0

Негативний вплив фармацевтичних відходів на довкілля та людей буде посилюватись, зважаючи на темпи розвитку галузі. Фармацевтична сфера України, основою якої є вітчизняна фармацевтична промисловість, має як потужних виробників, так і розвинуту систему дистрибуторів гуртової та роздрібної торгівлі. На 01.07.2007 р. аптечна мережа України налічувала 5 411 ліцензіатів, які мали 22 571 аптечний заклад. Із них: аптечних складів – 789; аптек – 10 601; аптечних кіосків – 5 764; аптечних пунктів – 5 417. В Україні налічують 140 виробників фармацевтичної продукції.

Згідно з інформацією Державного фармакологічного центру МОЗ України станом на 01.09.2007 р. на фармацевтичному ринку України за назвами, дозами та упаковками було близько 22 тис. лікарських засобів. В установленому порядку з погляду діючих речовин зареєстровано лиш 4 тис. препаратів.

За даними Держкомстату України з 1999 по 2003 рр. в Україні було випущено понад 6,5 млн. умовних товарних одиниць лікарських засобів, серед яких – препарати для лікування психоневрологічних, онкологічних, гінекологічних захворювань, антибіотики тощо. Крім того, за період 1998–2003 рр. імпортовано понад 69 тис. т фармацевтичної продукції, у тому числі вакцини, імунні сироватки, токсини тощо. Найвагомішу частку (понад 53 тис. т) у загальному обсязі імпорту становила група – лікарські засоби з окремих речовин або сумішей, розфасовані чи у вигляді дозованих форм, що містять пеніциліни, стрептоміцини та їхні похідні, а також інші антибіотики, гормони, алкалоїди, йод та його сполуки.

Отже, постійне надходження у довкілля неякісних лікарських засобів та відходів фармацевтичної промисловості становлять значну небезпеку для здоров'я людини та компонентів довкілля. Головні джерела надходження фармацевтичних відходів у довкілля – каналізаційні стоки та сміттєзвалища. Важливою і вкрай необхідною потребою сьогодення є створення нової та розширення сучасної нормативної бази із зазначеної проблеми. В Україні нема системи моніторингу лікарських засобів у компонентах довкілля, тому складно дати кількісну та якісну оцінку забруднення. Необхідно розвивати аналітичні методи ідентифікації лікарських засобів, передусім у стічних та поверхневих водах, а також у ґрунтах. Вивчення проблеми поширення фармацевтичних відходів дасть змогу детальніше оцінити ступінь їхнього впливу та з'ясувати потенційні загрози для довкілля і здоров'я населення. Тому налагодження системи поводження з фармацевтичними відходами є дуже актуальною екологічною проблемою, вирішення якої можливе за умови підвищення уваги на рівні держави до цієї групи відходів та формування громадської екологічної свідомості.

1. Громовик Б. П. Екологічні проблеми фармацевтичної галузі з погляду логістики // Фармац. журн. К., 2001. № 4. С. 15–20.
2. Дослідження політики та законодавства у сфері управління хімічними речовинами в Україні. К., 2006.
3. Самаров И. Реки, полные лекарств // Фармац. вестн. М., 2007. № 15 (462).
4. Сердюк А. М., Бардик Ю. В., Коваль Н. М. Фармацевтичні відходи: проблеми поводження та шляхи вирішення // Довкілля та здоров'я. К., 2004. № 3 (30). С. 32–37.
5. Smith Ch A. 40 CFR part 261 – Identification and Listing of Hazardous Waste. Managing Pharmaceutical waste – What Pharmacists Should Know? // J. of the Pharmacy Society of Wisconsin. 2002. Nov. / Dec. P. 17– 22.
6. Ash R., Mauch B., Moulder W., Morgan M. Antibiotic-resistant bacteria in U.S. rivers. Abstract no Q-383 // Proceedings of the Conference of the American Society for Microbiology 99-th Annual Meeting. Chicago, Illinois, 1999.
7. Boyd G., Reemtsma H., Grimm D., Mitra S. Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in surface and treated waters of Louisiana, USA and Ontario, Canada // Sci Total Environ. 2003. Vol. 311. P. 135–149.
8. Colborn T., Dumanoski D., Peterson M. Our Stolen Future. Plume. 1997.
9. Daughton C. Chemicals from Pharmaceuticals and Personal Care Products // Water: Science and Issues / E. Julius Dasch (ed.). New York: Macmillan Reference USA, 2003. Vol. 1. P. 158–164.
10. Heberer T., Schmidt-Baumler K., Stan H-J. Occurrence and distribution of organic contaminants in the aquatic system in Berlin. Part I: Drug residues and other polar contaminants in Berlin surface and ground water // Acta Hydrochim Hydrobiol. 1998. Vol. 26. N. 5. P. 272–278.
11. Heberer T. Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data // Toxicol Lett. 2002. Vol. 10. № 131 (1, 2). P. 5–17.
12. Jones O., Voulvoulis N., Lester J. Human Pharmaceuticals in the aquatic environment – a review // Environ. Technol. 2001. Vol. 22. P. 1383–1394.
13. Sandra M. Pollution Prevention Measures for Unwanted Pharmaceuticals. Gualtero. Industrial Ecology. Columbia, 2005.
14. Steger-Hartmann T., Kummer K., Hartmann A. Biological degradation of cyclophosphamide and its occurrence in sewage water // Ecotoxicol. Environ. Safety. 1997. Vol. 36. P. 174–179.

## INFLUENCE OF PHARMACEUTICAL WASTES ON THE ENVIRONMENT AND THE ISSUES ASSOCIATED WITH HANDLING THEM

I. Koynova, D. Kovpak

*Ivan Franko National University of Lviv,  
Doroshenko St., 41, UA – 79000 L'viv, Ukraine*

There is growing awareness and concern regarding the presence of chemical constituents of pharmaceutical waste in the environment. A recent study indicated that pharmaceutical wastes are present at a low level in surface water in many countries. Concern is based in part on the fact that pharmaceutical waste: are designed to have biological effect, are persistent in or continually added to the environment, have negative environmental effects (specifically on aquatic life) even at low levels, and potentially have cumulative and synergistic effects when combined with other pharmaceuticals. The primary route of pharmaceutical waste into the environment is sewage discharges, large stock yards where the unmetabolized pharmaceuticals are excreted by humans and animals and end up in surface water and groundwater.

*Key words:* pharmaceutical waste, waste treatment, pollution of the environment, negative environmental effect.

**ВЛИЯНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И  
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ****И. Койнова, Д. Ковпак**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. П. Дорошенко, 41, г. Львов, 79000, Украина*

Беспокойство экологов по поводу наличия в природной среде химических компонентов фармацевтических отходов каждый год возрастает. За результатами последних исследований, фармацевтические отходы в малых концентрациях выявлены в поверхностных водах многих стран. Опасность фармацевтических отходов проявляется в том, что они: постоянно поступают в природную среду и выявляют устойчивость, негативно влияют на природные компоненты даже в малых концентрациях (особенно на водную фауну), при контакте с другими фармацевтическими веществами потенциально могут создавать кумулятивный или синергетический эффект. Основным источником загрязнения природной среды фармацевтическими отходами – это сбросы сточных канализационных вод, мусорные свалки, большие фермы, откуда неусвоенные фармацевтические вещества поступают в поверхностные и грунтовые воды.

*Ключевые слова:* фармацевтические отходы, управление отходами, загрязнение компонентов природной среды, негативное влияние на природную среду.

Стаття надійшла до редколегії 19.03.2008

Прийнята до друку 20.09.2008