

О. Р. Попович, Н. Ю. Вронська, Ю. Й. Ятчишин, М. С. Мальований  
Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра екології та збалансованого природокористування  
lpolenaeko@yahoo.com

## ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ГАЛУЗІ (ОГЛЯД)

<https://doi.org/>

Наведено огляд технологій утилізації і переробки медичних відходів. Розглянуто класифікації фармацевтичних і медичних відходів та способи зниження впливу відходів фармацевтичної галузі на довкілля. Проаналізовано вплив медичних відходів на довкілля. Із збільшенням лікарських препаратів в усіх країнах світу зростає і можливість потрапляння медичних та фармацевтичних відходів у навколишнє середовище та водні об'єкти, тому вирішення цієї проблеми є надзвичайно актуальним. Наведено блок-схему утилізації протермінованих лікарських препаратів.

**Ключові слова:** медичні відходи, лікарські препарати, концентрація, очищення, методи, тара, утилізація, переробка.

### Вступ

На сьогодні фармацевтична галузь є одним із важливих секторів світової економіки. В усьому світі збільшується кількість лікарських засобів та продуктів їх метаболізму, які забруднюють водні ресурси планети.

Стічні води житлових районів та води медичних закладів і фармацевтичних підприємств, що скидаються у муніципальні стоки, потрапляють на очисні споруди, де відбувається біологічне очищення. Але навіть після неї очищені для скиду у природні водойми води містять фармацевтичні препарати або їх похідні. Це пояснюється тим, що більшість конструкцій станцій біологічного очищення не призначено для видалення із стічних вод забруднювачів [2].

Більша частина відходів лікувально-профілактичних установ (ЛПУ) не є небезпечними і цілком можуть бути зараховані до твердих побутових відходів. Водночас велика кількість цих відходів (близько 16 %) становить серйозну реальну небезпеку і для медичного персоналу, і для навколишнього природного середовища. Медичні відходи не можуть бути зараховані до побутових, оскільки як їх інфікованість перевищує у 1000 і більше разів міських твердих побутових відходів. Крім того, вони містять дуже велику кількість токсичних сполук (цитостатичні препарати, антибіотики та інші лікарські

препарати) і радіоактивні речовини, що вкрай негативно впливають на здоров'я населення та навколишнє середовище. Медичні відходи становлять лише 3–5 % від загальної кількості відходів, але вони, як правило, вважаються найнебезпечнішими. Вони можуть містити в собі небезпечні інфекційні бактерії, які здатні викликати цілі епідемії у населення [3, 8].

Перспективи розвитку фармацевтичної технології тісно пов'язані із науково-технічним прогресом. Із появою нових наукових відкриттів у сфері фармації має місце створення нових, вдосконалених технологічних процесів, що повинні підвищувати продуктивність праці та покращувати якість готової продукції. Технології передусім впливають на майбутнє підприємства, як воно буде функціонувати, працювати, визначаються усі показники підприємства та процеси, які на ньому відбуваються. Для хорошої роботи підприємства потрібно спостерігати за його ефективністю та з невеликим періодом часу здійснювати його модернізацію.

Тим часом в Україні поводження з небезпечними медичними відходами є відкритим питанням. Лише невелика кількість підприємств займаються питанням утилізації медичних відходів. Такі відходи потрібно дезінфікувати та, як можливий варіант утилізації, спалювати, а не просто захоронювати на усіх доступних полі-

гонах, які призначені для побутових відходів. Але відбувається так, що дуже велика частка медичних відходів саме зосереджена на цих полігонах.

### Аналіз літературних даних

Поводження з відходами фармацевтичної галузі в Україні регулюється декількома законами та підзаконними актами. Згідно з Законом України “Про лікарські засоби” визначено, що неякісні лікарські засоби, включаючи також ті, термін придатності яких закінчився, фальсифіковані препарати, підлягають негайній утилізації та знищенню. Міністерством освіти здоров’я України 08.07.2004 р. У № 349 затверджено “Правила проведення утилізації та знищення неякісних лікарських препаратів”. 1-7 Незважаючи на підзаконний акт, поведження з медичними відходами вкрай погано проводяться.

Різкий розвиток фармації в останні роки лише створює та збільшує можливість виникнення та накопичення фармацевтичних відходів на підприємствах та у навколишньому природному середовищі. На даний час увесь світ зіткнувся із проблемою утилізації відходів фармацевтичної галузі у зв’язку із антропогенними змінами, які відбуваються в навколишньому середовищі. Тому інспектори та екологи знаючи, що у довіллі хімічні компоненти медичних відходів підвищуються щороку глобально повинні вирішувати поставлену проблему [10].

Ці радикальні перетворення в світі мікроорганізмів і в їх контактах з постійно техногенним середовищем, яке постійно змінюється – є справою рук людських. Як наслідок – появляются нові, досі невідомі інфекційні захворювання, викликаних хвороботворними бактеріями і грибами, які потрібно досліджувати. Ці патогенні організми дуже охоче розмножуються в медичних закладах, заражають апаратуру, лікарські препарати, перев’язувальні засоби, проникають в систему харчування пацієнтів, в предмети догляду за ними. Таке середовище є ідеальним для зростання і поширення цих паразитів. Потрапляючи на громадські звалища, інфіковані залишки ліків та інших медичних засобів несуть пряму загрозу людині, особливо дітям.

Якщо говорити про відходи фармацевтичної галузі то їх поділяють на: медичні та фармацевтичні [1,4, 6].

Для безпечної утилізації медичних відходів 4 класів небезпеки використовують різноманітні кольорові пакети для їх збору, які зображені на рис. 1.



Рис. 1. Пакети для збору та утилізації медичних відходів

Згідно з рис. 1 кожен клас медичних відходів має свій власний колір:

- Клас А – білий пакет;
- Клас Б – червоний пакет;
- Клас В – жовтий пакет;
- Клас Г – чорний пакет.

Пакування усіх медичних відходів має мати маркування, яке свідчить про проведення основного процесу – знезараження цих відходів.

Забороняється вивозити за межі лікувально-профілактичного закладу медичні відходи, що не пройшли попередню перевірку на знезараження. Спеціальні організації, які займаються утилізацією медичних відходів, перевозять ці відходи із закладів, де вони утворилися, до місця їх безпечного розміщення.

Фармацевтичні відходи із медичних закладів та аптек, їх пунктів у разі виявлення побічних властивостей чи у разі закінчення терміну придатності препаратів, пошкодження, мають повертатися назад виробникові, який повинен обов’язково знищити ці фармацевтичні засоби, виловивши з обігу, власним коштом на своєму підприємстві чи залучити для утилізації іншу організацію, яка має ліцензію, на поведження та знешкодження неякісної фармацев-

тичної продукції. Знищення фармацевтичних відходів – це дуже важливий процес, який полягає в обробленні фізико-хімічним, біологічним, механічним способом, спалювання чи навіть захоронення у спеціально відведених місцях після визначення класу небезпеки відходів та їх типу [2, 8].

Проблема утилізації та знешкодження фармацевтичних відходів, що утворилися у населення, в Україні на даний момент залишається досі неврегульованою. Населення не поінформоване стосовно небезпеки, яку становить неправильне поводження з відходами лікарських засобів, не має інформації стосовно можливих методів знешкодження неякісних і протермінованих ліків у домашніх умовах, не створені умови для прийому фармацевтичних відходів, що утворилися у населення з метою подальшої їх передачі відповідним структурам, що мають ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами [12, 13].

Найважливішим соціально-економічним ресурсом суспільства і пріоритетною соціальною цінністю в розвинених країнах світу та в країнах, що стрімко розвиваються, є здоров'я нації, тому фармацевтична промисловість у цих країнах належить до високотехнологічних і наукоємних секторів економіки.

Характерною особливістю фармацевтичного ринку ЄС є те, що у структурі фармацевтичних ринків країн ЄС (навіть серед найбільших світових виробників) показники імпорту перевищують за часткою обсяг продукції локального виробництва. Проблема забруднення довкілля фармацевтичними речовинами та ендокринними руйнівниками все більше висвітлюється на міжнародному рівні. Досліджено, що фармацевтичні препарати, а також ендокринні руйнівники навіть у дуже маленьких концентраціях (мкг/л, нг/л) призводять до надзвичайно негативних наслідків, погіршується здоров'я населення, функціонування організму людей та екосистеми.

Забезпечення лікарськими препаратами та виробами медичного призначення є першим етапом медичного страхування, за допомогою якого є можливість їх отримання застрахованою особою за часткову оплату.

В ЄС основними документами у фармацевтичній сфері є Директива 2001/83/ЄС та

Регламент 726/2004 Європейського парламенту та Ради ЄС, що регулюють питання отримання дозволу на допуск на ринок (аналог реєстраційного свідоцтва в Україні), отримання ліцензії на виробництво та імпорт, оптову торгівлю лікарськими засобами, а також контролю в процесі обороту, зокрема фармакологічного нагляду тощо [8, 9].

Демографічне старіння, все більше поширення хронічних захворювань, доступність недорогого лікування і поява нових лікарських препаратів, які поліпшують якість життя, – всі ці фактори покладено в основу зростання споживання лікарських препаратів в Європейському регіоні. Потреба у багатьох найчастіше застосовуваних ліків зросла, принаймні частково, на тлі складних взаємозв'язків між зміною способу життя людини і природним середовищем. Наприклад, зростання споживання статинів і протидіабетичних препаратів може бути пов'язано з поширенням сидячого способу життя, зумовленого урбанізацією, а погіршення стану здоров'я людей, які страждають від респіраторних захворювань, можна пов'язати із забрудненням повітря.

За останні роки особливо зросло споживання визначених груп лікарських препаратів, що свідчить про широкі зміни і в демографічній ситуації, і в способі життя людей. У деяких країнах набуло поширення використання лікарських препаратів у профілактичних цілях. Так, наприклад, після аналізу на біомаркери – вони застосовуються для оцінювання ймовірності розвитку деяких захворювань – нерідко призначають ліки навіть тоді, коли ризики для здоров'я порівняно низькі. Є багато країн, які експортують відходи, для яких у них самих немає відповідного способу обробки/видалення. Опція експорту застосовується до певних типів відходів (наприклад, фармацевтичні відходи), але експорт інфекційних відходів є неможливим через безліч причин, зокрема ризики для здоров'я, логістика, витрати [4, 9].

Нестероїдні протизапальні засоби (НПЗЗ) у світі споживають мільйони людей. При цьому у США виписують більше ніж 1 млрд. рецептів на рік для придбання нестероїдних протизапальних засобів.

Наприклад, в Англії тільки за один рік частота призначення лише одного виду статини

для зниження рівня холестерину зросла з 12,8 млн до 18,2 млн. Також, за наявними даними, в 29 країнах Європейського регіону рівень споживання антидепресантів у період із 2007 до 2015 р. щорічно зростав в середньому на 20 %. Крім того, у багатьох країнах регіону зафіксовано значне зростання призначення антибіотиків, протиепілептичних препаратів, антидепресантів, протидіабетичних препаратів і деяких анальгетиків.

Імпорт в ЄС зобов'язаний:

- забезпечувати імпорт лише тих лікарських препаратів, на які видано ліцензію на імпорт;
- відповідати вимогам лікарських препаратів;
- підтримувати незалежність уповноваженої особи у частині прийняття рішення про випуск серії продукції;
- надсилати повідомлення до уповноваженого органу про весь перелік лікарських препаратів, що ввозяться у країну;
- зберігати архів зразків лікарських засобів не менше ніж два роки після закінчення терміну придатності лікарського засобу.

У державах-членах Європейського регіону ВООЗ спостерігається широке визнання необхідності активізації заходів, спрямованих на зниження екологічних ризиків і забезпечення раціонального застосування лікарських засобів. А з урахуванням того, що близько 25 000 осіб в Європі щорічно помирають від інфекцій, спричинених резистентними до антибіотиків бактеріями, не менш важливо визнати, що стратегії, метою яких є запобігання потрапляння антибіотиків у навколишнє природне середовище, здатні стримати подальший розвиток стійкості до антимікробних препаратів.

Наразі фармацевтичний ринок Євросоюзу оцінюється у більш ніж 140 млрд дол. США мають дуже високий потенціал розвитку. На європейському фармацевтичному ринку існує певна регіональна сегментація. Лідерами європейського ринку є три країни, сукупний обсяг продажів яких становить більше ніж 55 % ринку, а також споживання лікарських препаратів у них є найбільшим. Це ринки Німеччини, Франції, а також Великобританії. Порівняльну характеристику країн із споживання лікарських препаратів подано на рис. 2.

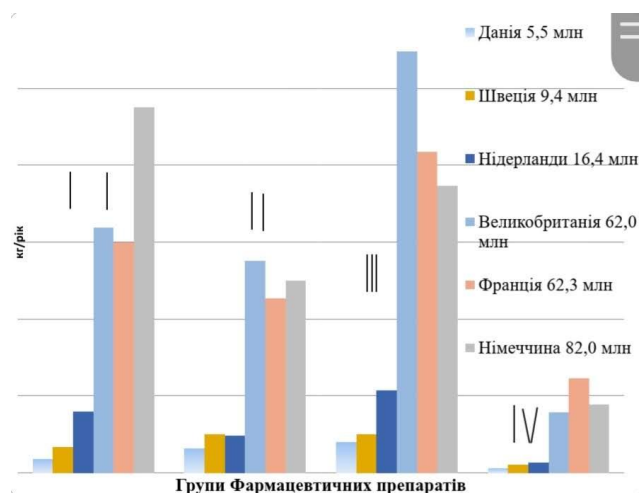


Рис. 2. Основні дані із щорічного споживання певних груп лікарських препаратів у різних країнах світу (2016 р.): I – антидіабетичні; II – антидепресанти; III – антихолестеринові; IV – антибіотики

Лідером за обсягом споживання у 2016 р. є Німеччина, обсяг становить 82 млн кг/рік, на другому місці – Франція – 62,3 млн кг/рік.

Для наглядної статистики можна привести розвинуту європейську країну Німеччину, де за 2016 рік було вжито ацетилсаліцилової кислоти – 836 т, парацетамолу – 622 т, ібупрофену – 345 т, диклофенаку – 86 т. Населення на даний момент становило 82.18 мільйона людей. Ці дані враховують кількість проданої та виписаної за рецептом продукції.

Відходи фармацевтичної галузі, а саме медичні та фармацевтичні відходи, потрапляючи у навколишнє середовище та стічні води, спричиняють негативний вплив на екосистему. Кількість нових лікарських препаратів зростає з кожним днем, а також їх споживання, тим самим зростає кількість відходів із медичних закладів. Медичні відходи становлять лише 2-3 % від загальної кількості відходів, але вони заслужено вважаються найнебезпечнішими. Вони можуть містити в собі небезпечні інфекційні бактерії, здатні спричинити цілі епідемії [5, 7, 9].

Із збільшенням лікарських препаратів в усіх країнах світу зростає і можливість потрапляння медичних та фармацевтичних відходів у навколишнє середовище та водні об'єкти, тому потрібно серйозно ставитись до поставленої проблеми та шукати спосіб її вирішення.

Перероблення медичних відходів – завдання, яке потребує надзвичайно великої уваги та

несе великі ризики, пов'язані з поводженням з цими медичними відходами. Але процес утилізації і знищення медичних відходів може спричинити за собою виділення великої кількості небезпечних речовин: і поховання на полігоні, і спалювання повинно бути здійснено відповідно з екологічними нормами і правилами згідно з законом України. Процес спалювання медичних відходів вивільняє в атмосферу сильні забрудники навколишнього середовища, канцерогени – це фурани і діоксини від сполук галогену хлору, а саме поховання небезпечних матеріалів, що містять у собі важкі метали, може з великою ймовірністю спричинити потрапляння в навколишнє середовище біоаккумулятивних небезпечних речовин.

Найпоширенішими способами утилізації та перероблення медичних відходів в Україні вважають:

1) процес спалювання медичних відходів у печах – інсінераторах;

2) процес стерилізації відходів за допомогою водяної пари за високої температури з використанням технічних апаратів – автоклавів;

3) хімічна дезінфекція. Спосіб полягає у знезараженні об'єктів винятково за допомогою хімічних засобів;

4) знезараження медичних відходів мікрохвилями. Процес полягає у подрібненні медичних відходів, відтак зменшується обсяг відходів та їх перемішуванні із водою;

5) спосіб стерилізації інфрачервоним, радіоактивним та іонізуючим випромінюванням. Цей метод ще не достатньо досліджений у фармацевтичній галузі та має головний великий недолік – загроза здоров'ю людей.

У країнах Євросоюзу схеми збору невикористаних фармацевтичних препаратів малоефективні, і занадто багато фармацевтичних препаратів невинуватено потрапляють у навколишнє природне середовище, зокрема найбільше у водні об'єкти. Європейські громадяни не усі знають, як утилізувати небажані лікарські препарати безпечно. Законодавці Євросоюзу повинні вжити термінових заходів для вирішення цієї глобальної екологічної проблеми.

Фармацевтичні препарати почали поширюватися, накопичуватися та відбуватися процес біоаккумуляції у навколишньому середовищі та водних об'єктах у 70-х роках минулого сторіччя.

Уже тоді людство стикнулося із проблемою поводження з медичними відходами та їх впливом.

Завдяки проведеним дослідженням раніше було доведено вкрай негативний вплив на водні об'єкти незначної кількості лікарських засобів, що надходять у них зі стічними водами передусім із лікарень. Вивчені групи препаратів, які слабо розчиняються у воді: протизапальні, знеболювальні засоби, антибіотики, гормони, ліки, що знижують вміст холестерину та сильно розчиняються [3, 5, 13].

У дослідженнях, проведених у Австрії, Англії, Греції, Італії, Іспанії, Нідерландах, Німеччині та Швейцарії, у стічних та поверхневих водах виявлено залишки понад 82 видів фармацевтичних засобів та лікарських метаболітів. Також велику кількість концентрацій у розмірності мкг/л деяких фармацевтичних препаратів різних класів виявлено у пробах, що відібрані нижче місць стоку із очисних споруд. Це дає змогу зробити висновок, що ці усі хімікати мають дуже значне та надзвичайно велике поширення і хорошу стійкість.

Досліджуючи очисну станцію у Литві знайдено п'ять видів антибіотиків (норфлосаксин, офлосаксин, ципрофлосаксин, сульфадиметоксин та сульфаметоксазол). Пізніше деякі з цих антибіотиків знайдено у продуктах харчування: овочах – моркві та картоплі. Їх концентрація була більшою за поставлену норму.

Достатня кількість водних об'єктів потерпають від забруднення відходами фармації, так 25 фармакологічних продуктів виявлено в річці Лі, Великобританія, 26 залишкових фармакологічних речовин знайдено в Німеччині на виході з очисних станцій стічної води в концентраціях достатніх для їх виявлення.

Аналогічні дослідження проведено по всьому світу: Каталонія, Іспанія; Цюрих, Швейцарія; річки По і Ламбро, північ Італії, з одним і тим самим спільним висновком, що у акваторіях та водних об'єктах наявні медичні відходи у достатньо великій кількості та їх досить легко діагностувати. Передусім тоді ставиться безліч питань щодо їх токсичності та шкідливого впливу на людський організм безпосередньо та опосередковано та на навколишнє природне середовище загалом.

Пошуки та дослідження напрямів фармацевтики допомогли з'ясувати, що саме

фармацевтичні речовини та їх вплив пов'язаний із зникненням таких видів тварин як Бенгальський гриф, Індійський сип, Тонкокловий сип. Катастрофічне зменшення популяції цих тварин зумовлено присутністю препарату диклофенаку у воді та натуральних покладах, що зумовило ниркову недостатність і вісцеральну подагру у птахів та призвело до відмови нирок. Наявність великої кількості антибіотиків у стічній воді створило проблему розповсюдження так званих "стійких" до дії антибіотиків бактерій, що надалі може призвести до великих змін у поведінці мікрофлори водоймищ та появи нових загроз для людського здоров'я [5, 7].

Перетравлюючись, продукти, такі як: диклофенак, різноманітні кислоти, парацетамол, атенол, ібупрофен, фуросемід у своїй вихідній формі або у формі метаболітів потрапляють до стічних побутових вод, які далі спрямовуються на очищення на місцеві очисні установи. Ступінь очищення від такого забруднення варіюється залежно від типу та хімічної природи поллютанта, складності та надійності очисного устаткування. Так ступінь очищення від ацетилсаліцилової кислоти на класичному заводі із очищення стічних вод становить 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 становить приблизно 1 мг/л. Далі ці речовини накопичуються за рахунок процесу осадження у покладах на дні водних об'єктів, а також у разі сезонних коливань фізичних та хімічних параметрів води ці речовини можуть вивільнятися у великій концентрації, які зосереджені як у мікроорганізмах, так і в представниках інших багатоклітинних: рибах, молюсках та водоростях.

В останньому випадку також має місце явище біоаккумуляції, за рахунок якого концентрація фармацевтичних речовин у тканинах тварин (печінці, зябрах, нирках) може вкрай перевищувати концентрацію у воді й отже, концентрація цих речовин буде збільшуватись від особин до особини. Але це звичайно не один шлях, у якому фармацевтичні засоби мають можливість потрапляти до живих організмів. Широко на весь світ відомі приклади, коли шлам з очисних заводів застосовується як добриво для

сільськогосподарських цілей, адже він містить велику концентрацію нутрієнтів, необхідних для рослин. Згодом речовини піддаються біодеградації та розкладаються до біологічно нейтральних речовин, але все-таки існує велика ймовірність витоку та вимивання з ґрунту під час сильних бурь, повеней і ливнів та подальшої інфільтрації забрудненої води до підземних вод, що можуть безпосередньо використовуватись у питних цілях людей, або контактувати із поверхневими водами [1, 9, 10].

Свій токсичний вплив на живі організми фармацевтичні відходи реалізують за різними механізмами. 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 спектра антибіотиків. Так під час досліджень було виявлено бактерії, які резистивні до: макролідів, сульфаніламідів, тетрациклінів. Швидкість розвитку резистивних бактерій визначається залежно від зовнішніх умов та рівня забруднення води: так у Швеції цей показник становить 6 %, у Італії 17 %, а у Великій Британії сягає 22 %.

Проаналізовано і гострий, і хронічний ефекти від впливу фармацевтичних відходів 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: флюоксетин, пропанолол, диклофенак, карбамазепін.

У табл. 1 зображено концентрацію фармацевтичних речовин ( $C_{\text{вим}}$ ) у стічних водах лікарень Європи та коефіцієнт очищення на очисних спорудах у країнах Європи. Як можна спостерігати, найбільшим забрудником стічних вод на очисних спорудах є фармацевтична речовина – диклофенак, концентрація якого дорівнює  $10 \cdot 10^{-6}$  г/л, його коефіцієнт очищення на очисних спорудах становить 34 %. Найвищий коефіцієнт очищення на очисних спорудах 71 % речовини атенололу (селективного блокатору).

**Концентрація фармацевтичних речовин ( $C_{\text{вим}}$ ) у стічних водах лікарень Європи  
та коефіцієнт очищення на очисних спорудах у країнах Європи**

Назва фармацевтичної речовини	Свим ФР у стічних водах на очисних спорудах (у країнах Європи), 10-6 г/л	Свим у стічних водах лікарень Європи, 10-6г/л	Свим у стічних водах лікарень Швеції, 10-6г/л	Коефіцієнт очищення на очисних спорудах, %
Диклофенак	10	70	3	34
Бета-естрадіол	0,114	0,23	0,38	30
Атенолол	0,800	122	0,017	71
Фуросемід	2,214	21,5	40,2	42
Цефуроксим	0,125	125	63,2	-

Найвищим показником у стічних водах лікарень Європи є концентрація атенололу, яка становить  $122 \cdot 10^{-6}$  г/л.

Для ефективного вирішення проблеми утилізації та переробки медичних відходів в Україні необхідно приділити велику увагу та зрозуміти поставлену проблему негативного впливу медичних відходів на стан навколишнього природного середовища. Вибираючи технології переробки медичних відходів, потрібно враховувати ефективність роботи, екологічні, фінансові та організаційні можливості технології їх переробки, а саме таких вимог:

- зменшення усіх можливих ризиків для населення, а саме можливі травми від уколу голкою і звичайно впливу патогенних мікроорганізмів;
- приймання розумного та ефективного рішення щодо переробки медичних відходів;
- можливість технічної непридатності існуючої технології у сфері охорони здоров'я [11].

Багато варіантів переробки можуть з ефективністю знижувати велику небезпеку від інфекцій медичного персоналу, але водночас приводити до інших ризиків здоров'ю і навколишньому природному середовищу. Наприклад, спалювання деяких видів медичних відходів, особливо тих, які містять хлор або важкі метали (Fe, Zn), можуть призводити до виділення

токсичних речовин в атмосферу і ґрунт, вплив яких негативний, та може призвести до проблеми забруднення ґрунтових вод. Коли відбувається вибір технології переробки медичних відходів, особливо якщо існує ризик токсичних викидів або інших небезпечних наслідків, можливі ризики, а також інтеграція в межах комплексної стратегії поводження з медичними відходами мають бути ретельно досліджені та оцінені, оскільки питання більш ніж серйозне.

Виділяють такі методи переробки медичних відходів:

- 1) подрібнення;
- 2) інсінерація;
- 3) автоклавовання;
- 4) спалювання;
- 5) хімічна переробка.

Фармацевтичні препарати, у яких закінчився термін придатності, належать до однієї з найспецифічніших категорій відходів, оскільки у разі неправильної утилізації наносять надзвичайну шкоду навколишньому середовищу і людям. Аптечний склади ТОВ мають достатню кількість протермінованих ліків (диклофенак ампули, мазі; екзодерил, цефтріаксон, фуросемід, траватан), які ніяк не утилізуються підприємствами. На рис. 3 наведено один із способів вирішення проблеми із протермінованими препаратами.

Протерміновані таблетки, ампули та капсули необхідно звільнити від їх первинної



упаковки та зібрати в поліетиленову, пластикову або скляну ємність і щільно закрити, після чого можна викидати до спеціального контейнера, який повинен обов'язково мати відповідне маркування.

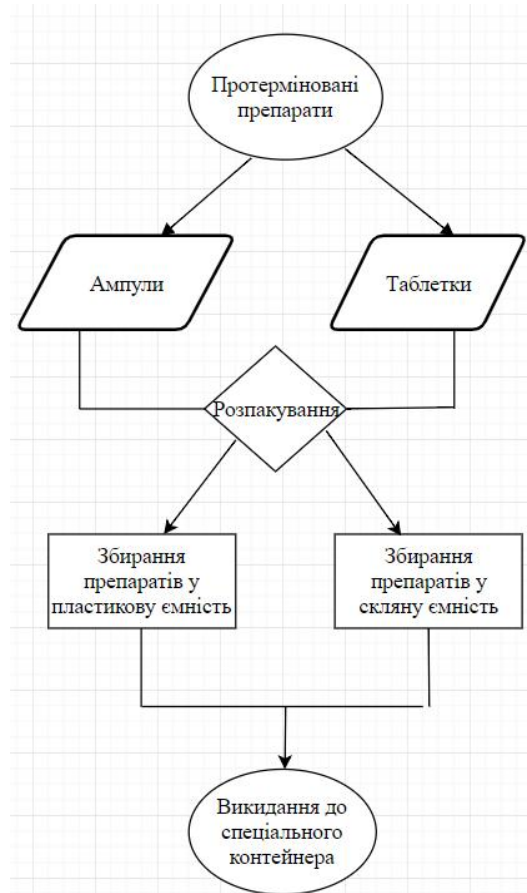


Рис. 3. Блок-схема утилізації протермінованих препаратів

Відходи фармацевтичної галузі, а саме медичні та фармацевтичні відходи, потрапляючи у навколишнє середовище та стічні води, спричиняють негативний вплив на екосистему. Кількість нових лікарських препаратів зростає з кожним днем, а також їх споживання, тим самим зростає кількість відходів із медичних закладів. Медичні відходи становлять лише 2–3 % від загальної кількості відходів, але вони заслужено вважаються найнебезпечнішими. Вони можуть містити в собі небезпечні інфекційні бактерії, здатні викликати цілі епідемії.

### Висновки

Із збільшенням лікарських препаратів в усіх країнах світу зростає і можливість потраплення медичних та фармацевтичних відходів у

навколишнє середовище та водні об'єкти, тому потрібно серйозно ставитись до поставленої проблеми та шукати спосіб її вирішення.

Для вирішення проблеми безпечного поводження з відходами фармацевтичної галузі, зокрема, неякісними та протермінованими лікарськими препаратами, вважаємо за доцільне виконання таких заходів:

1. Налагодити системи збору неякісних і протермінованих ліків від населення з метою запобігання та неконтрольованого їх надходження у навколишнє середовище з метою подальшого їх знешкодження.

2. Впровадження та використання на виробництві оптично чистих терапевтичних ізомерів для зменшення побічних ефектів ліків та негативного навантаження на довкілля.

3. Збір протермінованих препаратів та безпечна їх утилізація і на підприємстві, і вдома.

4. Забруднення водних об'єктів фармацевтичними препаратами у країнах ЄС – актуальна проблема сучасності, яка є глобальною у зв'язку зі збільшенням споживання лікарських засобів, які містять активні фармацевтичні речовини.

5. Безліч досліджуваних фармацевтичних речовин у поверхневих, а також у стічних водах містяться у дуже низьких концентраціях, які хоч мають і невеликі показники, але навіть вони мають вкрай негативний вплив на навколишнє водне середовище та екосистему загалом.

6. Методи очищення від фармацевтичних сполук в Україні та країнах Євросоюзу набули широкого та ефективного застосування впродовж останніх років, передусім це: електрохімічні та біологічні процеси очищення, фільтрація і коагуляція, окисні та адсорбційні процеси.

### References

1. Balashov, A. I. (2012) *Formirovaniye mekhanizma ustoychivogo razvitiya farmatsevticheskoy otrasli: teoriya i metodologiya*. SPb.: Izd-vo SPbGUEF. 160 s.
2. Buryak, N. B., Lukash, S. V. (2012). Problemy zbyrannya, transportuvannya ta utylizatsiyi tverdykh pobutovykh vidkhodiv v Ukraini. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*, 22(5), 82–90.
3. Vereshchahina, L. M., Baykova, S. A., Lohunova, A. YU. (2013). *Sposib ochyshchennya stichnykh vod vid orhanichnykh rechovyn*. Kyiv: Urozhay. 26 s.
4. Vystavna, YU. YU. (2015). *Farmatsevtichni rechovyny u pryrodnykh vodakh: monitorynh ta*



ekolohichnyy ryzyk. *Komunalne hospodarstvo*, (97), 134–140.

5. Hurynovych, A. D., Voronovych, N. V. (2012). Ochyshchennya pryrodnykh vod vid farmatsevtichnykh preparativ metodom okyslennya. *Visnyk Brest'skoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu*, (2), 21–27.

6. Hurina, I. V. (2014). Analiz suchasnykh pidkhodiv do klasyfikatsiyi medychnykh vidkhodiv v Ukraini. *Liky Ukrainy*, 4(21), 51–54.

7. Yermakovych, I. A., Samoylenko, N. M. (2015). Pidvyshchennya ekolohichnoyi bezpeky vodnykh ob'ektiv zapobihanniam yikh zabrudnennya farmatsevtichnyimi preparatamy. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, (5), 26–29.

8. Koynova, I., Kovpak, D. (2009). Vplyv farmatsevtichnykh vidkhodiv na dovkillya ta problemy povodzhennya z nymy. *Visnyk Lvivskoho universytetu*, (36), 194–199.

9. Mesarosh, R., Baran, S. H. (2013). Vydalennya iz stichnykh vod rehovyn, shcho vplyvayut na harmonalnu systema zhyvykh orhanizmiv. *Voda i vodoochysni tekhnolohiyi. Naukovo-tekhnichni visti*, 4 (10), 25–26.

10. Prodanchuk, M. H., Pov'yakel, L. I., Bobyl'ova, O. O., Berezhnov, S. P. (2012). Klasyfikatsiya medychnykh vidkhodiv z urakhuvanniam faktoriv nebezpeky v proekti DSanPiN "Pravyla povedinky z medychnymi vidkhodamy". *Suchasni problemy toksykolohiyi*, (1), 57–68.

11. Puzik, V. K., Rozhkov, R. V., Dolhova, T. A. (2014) *Zneshkodzhennya ta utylizatsiya vidkhodiv*. Navchal'nyy posibnyk. Kharkiv: KHNAU. 220 s.

12. Sahaydak-Nikityuk, R. V. (2013). Klasyfikatsiya vidkhodiv farmatsevtichnoyi haluzi. *Problemy viys'kovoyi okhorony zdorov'ya*, (40), 296–303.

13. Samoylenko, N. M., Yermakovych, I. A. (2014). Vplyv farmatsevtichnykh preparativ ta yikh pokhidnykh na navkolysnyye seredovyshe. *Voda i ekolohiya*, (2), 78–87.

**O. R. Popovych, N. Yu. Vronska, Yu. Y. Yatchyshyn, M. S. Malovanyy**

Lviv Polytechnic National University,  
Department of Ecology and Sustainable Environmental Management

#### **PROBLEMS OF WASTE MANAGEMENT IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY (REVIEW)**

The overview of technologies of utilization and processing of medical waste is presented. The classification of pharmaceutical and medical wastes and ways of reducing the environmental impact of pharmaceutical wastes are researched. The environmental impact of medical waste were analyzed. With the increase of medicines in all countries of the world, the possibility of medical and pharmaceutical waste getting into the environment and water bodies is increasing, so the solution to this problem is very urgent. The block diagram of utilization of expired medicines is presented.

**Key words:** medical waste, medicines, concentration, purification, methods, packaging, recycling, recycling.