



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 34.06:631.879.25

© 2017

*В.А. Гетманенко,*  
кандидат сільсько-  
господарських наук

*Є.В. Скрильник,*  
доктор сільсько-  
господарських наук

Національний науковий  
центр «Інститут  
грунтознавства та агрохімії  
імені О.Н. Соколовського»

## НАУКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДІВ КОМУНАЛЬНИХ СТІЧНИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ)

**Мета.** Висвітлити науково-організаційні та нормативно-правові аспекти утилізації осадів комунальних стічних вод (ОСВ) в Україні та Європейському Союзі. **Методи.** Аналіз, синтез, узагальнення. **Результати.** Наведено обсяги утворення та утилізації ОСВ у країнах ЄС. Висвітлено нормативно-правові основи застосування ОСВ у землеробстві в Україні та Європейському Союзі. Проаналізовано науково-організаційні аспекти застосування ОСВ як добрива в країнах ЄС. Висвітлено сучасні підходи до методів переробки ОСВ для подальшого застосування як органо-мінерального добрива. **Висновки.** Наразі вкрай важливо усвідомлення нагальної необхідності впровадження ефективного та екологічно безпечного способу утилізації обсягів ОСВ, що утворюються і багато років накопичувалися в Україні. Світовий досвід свідчить про те, що за умов дотримання науково обґрунтованих організаційних та нормативно-правових вимог найраціональнішим методом утилізації ОСВ є застосування їх як добрива, бажано в переробленому вигляді, що забезпечить надходження органічної речовини та елементів живлення до ґрунту та утилізацію цих відходів.

**Ключові слова:** осади комунальних стічних вод, правові основи, нормативна база, європейський досвід.

Упорядкування діяльності щодо поводження з відходами є одним із пріоритетних завдань, які потребують вирішення в Україні. У рамках Стратегії державної екологічної політики було задекларовано збільшення до 2020 р. в 1,5 раза обсягу заготівлі, утилізації та використання відходів

як вторинної сировини. Євроінтеграційні процеси у сфері поводження з відходами ставлять серйозні завдання, оскільки підхід Європейського Союзу до управління в сфері поводження з відходами ґрунтується на 3-х принципах: зниження кількості відходів, переробка та вторинне використання,

**1. Утворення та утилізація осадів стічних вод у деяких країнах [1]**

Країна, об'єднання	Обсяги утворення ОСВ, млн т на рік	Відсоток утилізованих ОСВ	Переважаючий спосіб утилізації
Австралія	0,4	80	Унесення в ґрунт
Південноафриканська Республіка	1,0	80	«       »
Індія	–	80	Унесення в ґрунт
Японія	2,2	74	Виробництво енергії та будівельних матеріалів
Сполучені Штати Америки	17,8	55	Унесення в ґрунт
Республіка Корея	1,9	6	Унесення в ґрунт, виробництво будівельних матеріалів
Європейський Союз	9,0	40	Унесення в ґрунт

поліпшення технологій знищення відходів і моніторинг.

Проблема утилізації осадів біологічного очищення стічних вод досить гостро стоїть у всьому світі, адже біологічний метод очищення зайняв провідне місце серед технологій очищення побутових стічних вод ще на початку минулого століття. За значенням ДСТУ 7369:2013, осади стічних вод — це суміш твердих часток органічних і мінеральних речовин, що випадають в осад у процесі первинного очищення мських стічних вод методом відстоювання (сирі осади), та мікроорганізмів, які брали участь у процесі біологічного очищення стічних вод і виведенні з технологічного процесу (надлишковий активний мул). Нині в Україні накопичився значний обсяг осадів стічних вод (ОСВ), що створює екологічну та соціальну

напруженість на прилеглих до мулових майданчиків територіях.

**Мета досліджень** — висвітлити науково-організаційні та нормативно-правові аспекти утилізації осадів комунальних стічних вод в Україні та Європейському Союзі.

**Результати досліджень.** Країни обирають способи утилізації ОСВ залежно від регіональних геоecологічних особливостей (табл. 1). У світі ОСВ використовують як добриво в сільському господарстві, зелену будівництві, для біологічної рекультивациі порушених територій під час будівництва або видобутку корисних копалин, полігонів твердих побутових відходів, вироблених торф'яників, кар'єрів та створення штучних ландшафтів тощо [1].

В Україні переробку ОСВ з корисним використанням компонентів майже не

**2. Утворення та утилізація осадів стічних вод у країнах Європейського Союзу (середнє значення 2005 – 2014 рр.)**

Країна — член ЄС	Обсяги утворення ОСВ, млн т сухої речовини на рік	Утворення ОСВ на душу населення, г сухої речовини	Обсяги утилізованих ОСВ, млн т сухої речовини на рік	Обсяги утилізації, млн т сухої речовини на рік		
				сільське господарство та компостування	складування	інше
Німеччина	2,0	65,6	1,9	0,9	0,001	1,0
Іспанія	1,2	68,7	1,1	0,9	0,2	0
Франція	1,0	41,4	1,0	0,9	0,04	0,02
Польща	0,5	38,3	0,5	0,1	0,1	0,3
Австрія	0,3	84,6	0,3	0,12	0,02	0,15
Швеція	0,2	61,2	0,2	0,1	0,07	0,7
Фінляндія	0,15	–	0,15	0,14	0,03	0,001
Греція	0,13	33,0	0,13	0	0,08	0,05
Литва	0,05	37,1	0,02	0,02	0	0
Болгарія	0,04	15,5	0,03	0,01	0,01	0,001

### 3. Вартість різних способів утилізації ОСВ

Спосіб утилізації	Вартість, євро/т сухої речовини
Сільське господарство, вологі ОСВ (4% сухої речовини)	200–375
Сільське господарство, механічно зневоднені ОСВ (25% сухої речовини)	125–175
Рекультивация, механічно зневоднені ОСВ (25% сухої речовини)	175–275
Спалення, механічно зневоднені ОСВ (25% сухої речовини)	175–325
Сукупне спалення на цементному заводі, сухі ОСВ (90% сухої речовини)	125–325

застосовують, тому весь об'єм осадів, що утворюється, а це близько 40 млн т на рік, складається. Водночас у країнах європейської спільноти спостерігається тенденція до зниження обсягів складування ОСВ на полігонах (табл. 2), а відповідне законодавство накладає на власників очисних споруд зобов'язання інтегрального розв'язання проблеми ОСВ. Скажімо, у Німеччині задекларовано повну відмову від складування ОСВ, на майданчики дозволено складувати лише ОСВ з умістом органічної речовини менше 5%.

Орієнтовна вартість різних способів утилізації ОСВ у Європейському Союзі з урахуванням вартості зневоднення і транспортування на 2015 р. варіювала зі 125 до 375 євро за 1 т (табл. 3).

З використанням сільськогосподарського методу утилізації ОСВ у природний цикл повертаються поживні елементи, що дуже важливо для екології. За результатами багаторічних досліджень, проведених у різних країнах, встановлено позитивний вплив ОСВ на родючість та продуктивність ґрунту, і негативний — у вигляді біологічного забруднення та забруднення важкими металами, засолення тощо.

Питання охорони родючості ґрунтів за використання осадів стічних вод у законодавстві України врегульовано Законом України «Про охорону земель», Наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 19 лютого 2002 року № 37, яким встановлено Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України, та Наказом Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів».

Згідно зі ст. 39 Закону України «Про охорону земель» використання з метою

удобрення ґрунтів ОСВ здійснюється з дозволу органу виконавчої влади з питань екології і природних ресурсів за погодженням з органами виконавчої влади з питань аграрної політики та охорони здоров'я. Застосування ОСВ не допускається на землях природно-заповідного та іншого природоохоронного, оздоровчого і рекреаційного призначення, землях водного фонду та інших територіях, що підлягають особливій охороні, на земельних ділянках, які використовуються для випасання худоби, вирощування овочів і фруктів та на земельних ділянках, де вміст будь-якої з токсичних речовин перевищує гранично допустиму концентрацію. Забороняється увезення ОСВ на митну територію України.

Наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 19 лютого 2002 р. № 37 встановлено, що за розміщення осадів та мулів (відходів), що утворюються на очисних спорудах каналізації, на спеціально обладнаних спорудах для їхньої подальшої обробки (мулові, компостні і піскові майданчики, мулові ставки, осадонакопичувачі тощо), які перебувають на балансі Водоканалу, збір за забруднення навколишнього природного середовища в цій частині не стягується за наявності погодженого з територіальними органами Мінекоресурсів України перспективного плану заходів щодо їх подальшої утилізації або знешкодження. У разі неможливості використання осадів та мулів через їх непридатність до використання в сільському господарстві (підвищений уміст важких металів, токсичних речовин тощо) та необхідності розміщення осадів і мулів на спеціальних полігонах кошторисна вартість цих робіт (разом зі збором за забруднення навколишнього природного середовища) розподіляється серед підприємств, винних у забрудненні токсичними речовинами осадів та мулів.

**4. Вимоги до вмісту важких металів в ОСВ, які використовують як добриво в деяких країнах**

Країна	Cd	Co	Cr <sup>3+</sup>	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg	Sr		
Україна	1 <sup>1</sup>	3–5	5–20	100–400	100–300	250–750	50–75	100–200	300–1000	2–5	50–70	
	2 <sup>2</sup>	5–15	20–50	400–600	300–700	750–1500	75–150	400–600	1000–2000	5–10	75–100	
	Група	3 <sup>3</sup>	16–30	50–100	600–750	700–1500	1500–2000	150–200	600–750	2000–2500	10–15	100–300
		4 <sup>4</sup>	30–40	100–150	750–2000	1500–2500	2000–3000	200–400	750–1200	2500–4000	15–20	300–500
	5 <sup>5</sup>	30–40	150–200	2000–4000	2500–4000	2500–4000	400–600	1200–1500	4000–7000	20–30	400–500	
Директива ЄС №86/278	20–40	–	–	1000–1750	–	300–400	750–1200	250–4000	16–25	–		
Російська Федерація <sup>6</sup>	15–30	–	500–1000	750–1500	–	200–400	250–500	1750–3500	7,5–15	–		
Польща	20	–	2000	1000	–	300	750	2500	16	–		
США	50	–	500	750	–	150	500	1500	–	–		
Франція	15	–	1000	1000	–	300	900	3000	10	–		
Німеччина	10	–	900	800	–	200	900	2500	8	–		
Нідерланди	1	–	75	75	–	30	100	300	1	–		
Швеція	2	–	100	600	–	50	100	800	3	–		

Примітки: 1 — використання або виготовлення компосту у дозах, адекватних стандартним добривам; 2 — використання в дозі 3–4 т/га щороку або не більше 10 т/га раз на 3 роки; 3 — використання в дозі 5–6 т/га за сухою речовиною 1 раз на 5 років з обов'язковим контролюванням фонового вмісту елементів у ґрунтах; 4 — не дозволено використовувати для удобрення сільськогосподарських культур без попереднього оброблення, можна використовувати лише як компонент для виготовлення компосту з органічними наповнювачами; 5 — заборонено використовувати в сільському господарстві, можна застосовувати для удобрення декоративних насаджень, у зеленому, лісопарковому господарствах (рекультивація земель); 6 — залежно від сільськогосподарських культур, під які вносять ОСВ.

У Європейському Союзі застосування ОСВ у сільському господарстві врегульовано Директивою 86/278/ЄС [2]. Так, у ст. 1 визначено за мету регламентування та впорядкування використання осаду стічних вод у сільському господарстві, яке має запобігати шкідливому впливу на ґрунти, рослинність, тварин та людей і водночас стимулювати раціональне використання таких відходів. Стаття 2 Директиви визначає поняття «осаду» та «переробленого осаду». Так, під терміном «осад» розуміється остаточний осад зі станції очищення стічних вод, що переробляють побутові або міські стічні води, а також з інших очисних станцій, що переробляють рідкі скиди, подібні за складом до побутових стічних вод; остаточний осад зі станцій очищення стічних вод, які не належать до категорії об'єктів, зазначених вище. Під терміном «перероблений (очищений) осад» стічних вод розуміється осад, який було піддано біологічній, хімічній

або термічній обробці (очищенню), тривалому зберіганню або будь-якому іншому процесу переробки, що забезпечує значне зниження його здатності до бродіння (ферментабельності) та шкоди для здоров'я за його використання. Цей осад можна використовувати в сільському господарстві за умови, що держава-член визнає це допустимим, щоб не завдати шкоди здоров'ю людей і довкіллю, а також за умови, якщо країна-член розробить спеціальні положення, які регламентують їх використання.

Слід зазначити, що в Європейському Союзі взагалі не розглядається застосування ОСВ у землеробстві так би мовити «без потреби», лише якщо це виправдано підвищенням урожайності на тих територіях, що потребують додатково удобрення в необхідних для цього дозах. Заборонено застосовувати ОСВ під фруктові та овочеві культури, на пасовищах і територіях, прилеглих до водних об'єктів.

**5. Вимоги щодо вмісту органічних забруднювачів та діоксинів у ОСВ, які використовують як добриво**

Забруднювач	Уміст, мг/кг сухої речовини
AOX	500
LAS	2600
DEHP	100
NPE	50
PAH	6
PCB	0,8
PCDD/F	100

Визначати дози внесення ОСВ в ґрунт і розглядати можливість взагалі такого внесення щодо екології та агрохімії потрібно для кожного окремого типу ґрунтів, вирощуваних культур з урахуванням хімічного складу ОСВ.

Хімічний склад ОСВ залежить від специфіки промисловості та комунального господарства, методів очищення, сезону накопичення тощо. Результати практичного дослідження складу мулів очисних споруд, на які надходять стічні води з різних джерел (побутові, з промислових підприємств, медичних закладів), отримані в різних країнах, показали значний діапазон коливань умісту не лише мікроелементів, а й основних елементів.

Осади міських стічних вод характеризуються високим умістом органічної речовини (до 75%) [3]. Вони можуть бути джерелом надходження фосфору та азоту в ґрунт, а значна частина калію в осадах перебуває в рідкій фазі мулу і може вимиватися в разі зберігання на 50–80%. Коливання вмісту основних елементів живлення — азоту становить 0,8–6%, фосфору — 0,6–5,6, калію — 0,1–0,5% [3].

**6. Норми необхідної сертифікації ОСВ**

Обсяг утворення ОСВ на очисних спорудах, т сухої речовини/рік	Мінімальна кількість аналізів на рік				
	Агрономічні показники	Важкі метали	Органічні забруднювачі	Діоксиди	Мікроорганізми
<250	2	2	–	–	2
250–1000	4	4	1	–	4
1000–2500	8	4	2	–	8
2500–4000	12	8	4	1	12
>4000	12	12	6	1	12

Наявність в ОСВ значної частини побутових осадів зумовлює потенційну появу в ньому патогенної мікрофлори. Санітарно-бактеріологічне нормування ОСВ здійснюють за наявністю бактерій групи кишкової палички, патогенної мікрофлори та життєздатних яєць геогельмінтів [4].

Чимало дослідників наголошують на тому, що найсерйозніша проблема, пов'язана з використанням ОСВ у землеробстві, полягає в можливості акумуляції важких металів у ґрунті та рослинах. Слід зазначити, що найбільш важливою характеристикою є не наявність елемента, а його концентрація, оскільки залежно від концентрації його можна розглядати як мікроелемент або важкий метал [5]. З урахуванням того, що ґрунт не завжди є повноцінним джерелом мікроелементів для рослинних організмів, уміст останніх у добриві розглядається як позитивний фактор.

Однак з огляду на наявні ризики застосування ОСВ у землеробстві потребує впровадження чіткої системи моніторингу процесів акумуляції важких металів у ґрунті та продукції. Норми вмісту ВМ у ОСВ (мг/кг сухої речовини) за їх застосування в землеробстві різних країн наведено в табл. 4.

Робочим документом щодо ОСВ нормовано також уміст органічних забруднювачів та діоксинів у ОСВ у разі його застосування в землеробстві (табл. 5).

Крім того, згідно з Робочим документом щодо ОСВ у разі їх застосування в сільському господарстві вони обов'язково мають проходити відповідну сертифікацію (табл. 6).

Зазначається, що сертифікацію може бути відкладено на 1–2 роки за систематичного дотримання вимог щодо якості ОСВ.

Крім хімічного складу ОСВ як лімітувального фактора, із застосуванням їх як добрива слід урахувувати топографію, ухил

**7. Вимоги щодо методу переробки ОСВ залежно від їх застосування**

Спосіб застосування	Звичайна переробка
Пасовища	Дозволена, глибоке внесення ОСВ без випасу худоби впродовж 6-ти тижнів
Кормові культури	Дозволена, без збирання врожаю впродовж 6-ти міс. після внесення ОСВ
Поля	Дозволена, глибоке внесення ОСВ
Овочі та фрукти	Недозволена, без збирання врожаю впродовж 12-ти міс. після внесення ОСВ
Овочі та фрукти, які споживають у сирому вигляді	Недозволена, без збирання врожаю впродовж 30-ти міс. після внесення ОСВ
Сади	Дозволена, глибоке внесення ОСВ без доступу людей впродовж 10-ти міс.

місцевості для внесення ОСВ та показники ґрунтів. До критеріїв придатності ґрунтів для внесення в них ОСВ належать гранулометричний склад, водопроникність, наявність ерозійних процесів, глибина залягання ґрунтових вод, рН ґрунту та вміст у ньому ВМ [6, 7]. Не використовують ОСВ на кислих ґрунтах та ґрунтах з дуже низькою або надмірно високою водопроникністю.

На основі залежностей, які є між рівнями інсоляції, фізико-хімічними властивостями ґрунтів та епідеміологічним ризиком, пов'язаним з утилізацією ОСВ у землеробстві, В.К. Хільчевський поділив основні типи ґрунтів на 3 групи. До I належать дерново-підзолисті ґрунти (ризик високий і дуже високий), II — сірі опідзолені та буроземні ґрунти (ризик середнього ступеня), III — каштанові та чорноземні ґрунти (ризик мінімальний) [6].

Проте безпосереднє внесення ОСВ у ґрунт може нести за собою значні екологічні ризики, тому у світі вважають більш раціональним застосовувати переробку цих відходів з метою максимального зменшення обсягів і забезпечення санітарно-гігієнічних норм кінцевого продукту [8].

Згідно з Робочим документом щодо ОСВ безпечно застосування його в сільськогосподарській практиці можливе лише після глибокої переробки. Звичайну переробку дозволено в деяких випадках (табл. 7).

До звичайних методів переробки ОСВ належать: термічна, киснева або безкиснева стабілізація за температури 55°C протягом 20-ти днів; обробка вапном, що забезпечує гомогенну суміш вапна та ОСВ, за рН більше 12-ти протягом 24-х год та мезофільна киснева ферментація за температури 35°C впродовж 15-ти днів.

До поглиблених методів переробки ОСВ

належать: термічна сушка, що забезпечує температуру ОСВ понад 80°C, зневоднення — до менше 10%; термічна киснева або безкиснева стабілізація за температури 55°C упродовж 20-ти год, термічна переробка рідкого ОСВ протягом 30-ти хв за температури 70°C з наступною мезофільною безкисневою ферментацією за температури 35°C протягом 12-ти днів та обробка вапном: рН 12 та вище за температури 55°C протягом 2-х год.

Розробка біотехнологічних процесів утилізації органічних відходів, які забезпечать організацію ефективних, безвідходних і природоохоронних технологій, пов'язана з глобальною проблемою накопичення відходів. У літературі зазначається, що одним із найперспективніших способів переробки ОСВ є їх компостування [9]. За літературними даними, цей спосіб дає змогу за короткий строк отримати органічне добриво з високим вмістом поживних речовин у доступній для рослин формі. До того ж компостування забезпечує стабілізацію і санітарне знезараження та поліпшує споживчі якості ОСВ. Є дані, що за компостування розвиваються мікроорганізми, які знижують рухомість важких металів і розкладають екологічно небезпечні органічні сполуки. Значна кількість авторів відзначають, що органічна речовина зрілих компостів являє особливу цінність для потенційного гумусоутворення в ґрунтах, оскільки містить стійкі до розкладання гумусні речовини, що характеризуються високою молекулярною масою [10].

Біотермічний процес визнаний найефективнішим у разі компостування сирих незброджених ОСВ [11]. Цей метод застосовують окремо і в комбінації з анаеробним зброджуванням у мезофільних умовах. Для

компостування механічно зневоднених або підсушених на мулових майданчиках ОСВ застосовують різні технології: у штабелях і траншеях на майданчиках, у біобарабах та ферментаторах тощо. Під час вибору технології компостування обов'язково

враховують витрати на впровадження і рівень складності цієї технології. За результатами досліджень, найбільш економічно вигідними технологіями обробки ОСВ є компостування у валках і тунельне компостування [11].

## **Висновки**

*Слід усвідомити, що процес очищення комунальних стічних вод не може вважатися повністю завершеним, якщо не знайдено і не впроваджено ефективний та екологічно безпечний спосіб утилізації ОСВ.*

*Світовий досвід свідчить про те, що найпоширенішим методом утилізації ОСВ є застосування їх як добрива за умов відповідності нормативним вимогам щодо складу ОСВ з урахуванням характеристик території внесення та вирощування культур. Численними дослідниками в різних країнах доведено необхідність*

*впровадження переробки ОСВ для забезпечення санітарно-гігієнічних норм і поліпшення якості кінцевого продукту.*

*Значні перспективи застосування технологій переробки ОСВ зумовлено також низькою собівартістю, постійно поновлюваною великотоннажною базою та високим удобрювальним потенціалом ОСВ. Раціональні науково обґрунтовані переробка та застосування ОСВ у землеробстві сприятимуть розв'язанню одразу кількох проблем: надходження органічної речовини й елементів живлення до ґрунту та утилізації цих відходів.*

## **Бібліографія**

1. McCarthy M.J. Recycling and reuse of sewage sludge/M.J. McCarthy. — London: Tomas Telford, 2011. — 371 p.

2. Council Directive of 12 June 1986 concerning the protection of the environment and in particular of the soil when sewage sludge is used in agriculture: Directive 86/278/EEC. — Official J. — 1986. — 6 с.

3. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения/Е.П. Пахненко. — М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. — 311 с.

4. Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошення та удобрення: ДСТУ 7369:2013 — [Чинний від 2014–01–01]. — К.: Мінекономрозвитку України. — 2014. — 7 с. (Національний стандарт України).

5. Фатеев А.І. Фоновий вміст мікроелементів в ґрунтах України/А.І. Фатеев, Я.В. Пащенко. — Х.: Друкарня № 13, 2003. — 122 с.

6. Використання осадів стічних вод у сільському господарстві/В.К. Хільчевський, В.М. Савицький, К.О. Чеботько та ін. — К.: ВПЦ «Київський ун-т»,

1997. — 103 с.

7. Lederer J. Comparative Goal-Oriented Assessment of Conventional and Alternative Sewage Sludge Treatment Options/J. Lederer, H. Rechberge//Waste Management. — 2010. — № 30. — P. 1043–1056.

8. Biosolids applied to land — Advancing standards and practices/National Research Council. — Washington: The National Academic Press, 2002. — 245 p.

9. Хакимов Ф.И. Компостирование обработанных аминокислотными реагентами осадков коммунальных сточных вод/Ф.И. Хакимов, С.М. Севостьянов//Агрохимия. — 2004. — № 3. — С. 41–47.

10. Organic matter transformation and humic indices of compost maturity stage during composting of municipal solid wastes /J. Drozd, E. Jamroz, M. Licznar [and other]//The role of Humic Substances in the ecosystems and in environmental protection: PTSH, 1997. — P. 855–863.

11. Чеботько К.О. Технології приготування органіномінеральних добрив на основі осадів стічних вод/К.О. Чеботько//Наук. вісн. Нац. аграр. ун-ту. — 2000. — № 26. — С. 85–87.

*Надійшла 13.12.2016.*