

Національний екологічний центр України

# Поводження з відходами тваринництва:

переваги технології  
анаеробного зброджування



КИЇВ 2015



## Національний екологічний центр України (НЕЦУ)

а/с 306, 01032, м. Київ, Україна

тел. (044) 353 78 42

тел./факс: (044) 238 62 59

електронна адреса: [nescu@nescu.org.ua](mailto:nescu@nescu.org.ua)

[www.nescu.org.ua](http://www.nescu.org.ua)

**Автори:** Марцинкевич Владлена, Коломієць Наталія

Ми висловлюємо особливу подяку Кучеруку Петру Петровичу, старшому консультанту НТЦ Біомаса, члену експертної ради Біоенергетичної асоціації України за надання матеріалів, консультацій, коментарів та пропозицій, які значно покращили роботу.

Публікацію було підготовлено за підтримки Шведського товариства охорони природи.



Naturskyddsföreningen

Зміст цієї публікації є винятковою відповідальністю НЕЦУ і за жодних обставин не може розглядатися як такий, що відображає позицію Шведського товариства охорони природи або інших донорів НЕЦУ.

Розповсюджується безкоштовно.

Замовник: НЕЦУ. Наклад: 100 шт.

Типографія Print Quick, ФОП Попов Дмитро Вікторович.

# Зміст

Вступ .....	2
Потенціал біомаси, відходів тваринництва для виробництва енергії .....	3
Екологічні проблеми з відходами тваринництва .....	7
Потенціал біогазових установок для вирішення екологічних проблем .....	10
Економічні переваги використання біогазових установок .....	13
Виконання міжнародних зобов'язань .....	16
Висновки .....	17
Література .....	19
Додаток. Робочі біогазові установки в Україні .....	20

# Вступ

В Україні є незадіяний потенціал для виробництва власної енергії з відновлюваних джерел – переробка відходів тваринництва (гною тварин та посліду птахів) з утворенням біогазу, який потім можливо використовувати для виробництва електроенергії, тепла або палива – аналогів природного газу (зокрема, для транспорту).

Наразі в Україні утворення великої кількості відходів на промислових фермах – це екологічна проблема, яка потребує вирішення. Переробка відходів тваринництва з утворенням біогазу дасть змогу частково розв'язати екологічні проблеми, а також отримати переваги у вигляді децентралізованого виробництва відновлюваної енергії або виробництва палива.

У цій роботі представлений огляд потенціалу відходів тваринництва як джерела енергії, екологічних проблем з відходами тваринництва та можливості їх часткового вирішення шляхом переробки відходів на біогазових заводах, економічні переваги та вигоди від переробки відходів тваринництва з утворенням біогазу, опис досвіду Німеччини та інших країн із поводженням з відходами тваринництва і висновки та рекомендації для України, особливо в умовах необхідності енергетичної незалежності та децентралізації енергосистеми.

# Потенціал біомаси, відходів тваринництва для виробництва енергії

Роль відновних джерел енергії у виробництві енергії невпинно зростає і наразі актуальним є питання збільшення частки відновних джерел в енергобалансі кожної окремої країни. У постачанні первинної енергії на частку відновлюваної енергетики припадає 13 % у світовому масштабі. З них на біомасу припадає 10 %, або 258 млн т н е на рік, тобто у світі біомаса забезпечує найбільшу частку постачання енергії з відновних джерел.<sup>1</sup> В Україні частка біомаси в первинному енергопостачанні становить лише 1,4 %, або 1695 тис т н е.<sup>2</sup>

Біомаса – це будь-яка органічна речовина, отримана від рослин або тварин та доступна на поновлювальній основі.<sup>3</sup> До біомаси зараховують деревину та сільськогосподарські культури, відходи рослинництва та тваринництва, муніципальні органічні відходи тощо.<sup>4</sup>

При переробці біомаси утворюється енергія, при чому в цьому процесі біомаса може використовуватися безпосередньо як паливо або перед цим перероблятися у газ чи паливо.<sup>5</sup>

Одним із перспективних напрямів для України є переробка біомаси відходів тваринництва, а саме – гною тварин та посліду птахів – шляхом анаеробного зброджування з утворенням біогазу, який потім власне і використовується для виробництва енергії або палива.

## Технологія анаеробного зброджування

Анаеробне зброджування – це природний процес мікробного розкладання органічної маси у вологому середовищі в анаеробних умовах (за відсутності кисню). Анаеробне зброджування відбувається у ферментері (біореакторі) біогазової установки, де бактерії, що трапляються в природі, спричиняють бродіння органічних речовин. Бродіння органічних речовин у ферментаторі подібне до того, яке відбувається в природі, на дні водойм, у болотах або гнійних ямах.

У біогазових установках використовуються, перш за все, сільськогосподарські субстрати, такі, як гній, послід, органічні муніципальні відходи, або енергетичні культури (кукурудза, жито, цукровий буряк тощо). Також можуть використовуватись інші субстрати, наприклад побічні продукти переробної сільськогосподарської промисловості (дробина, барда, ріпакова макуха, жом, бурякова січка та інше). У ферментерах під впливом мікроорганізмів субстрати розкладаються в чотири етапи до утворення біогазу.

Внаслідок зброджування біомаси у ферментері (окремо або в поєднанні з іншими субстратами) утворюється біогаз. Біогаз – це горючий газ, до складу якого входить метан (50–75 %), вуглекислий газ (25–50 %), водяна пара (2–4 % від маси газів), водень (0–1 %), аміак та сірководень. Основним компонентом біогазу є метан – горючий газ, при згоранні якого вивільняється енергія. Вміст метану в біогазі багато в чому залежить від використовуваних субстратів і процесу бродіння. Вироблений біогаз збирається за допомогою відповідного технічного обладнання і спалюється безпосередньо на блочній ТЕЦ або збагачується до біометану (очищеного біогазу), який може використовуватися як заміник природного газу на місці виробництва або подаватися до загальної газотранспортної мережі, зокрема використовуватися як пальне для транспорту.

1 IEA. Statistics. Total. 2012:

<http://www.iea.org/topics/renewables/>

2 IEA. Statistics. Ukraine. Посилання:

[http://www.iea.org/statistics/](http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/)

[statisticssearch/  
report/?country=UKRAINE&product=ba  
lances](http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=balances)

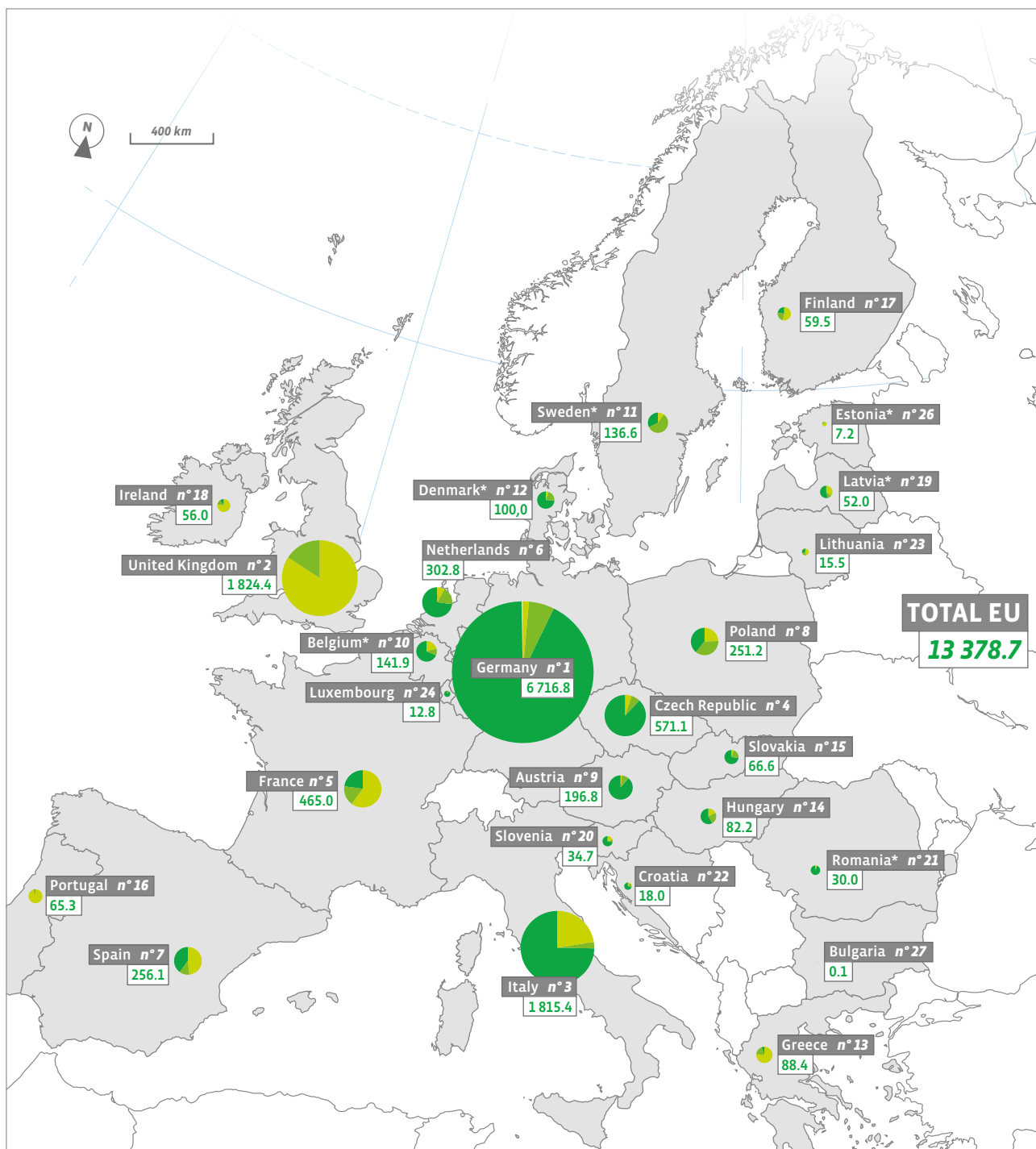
&year=2012 (станом на 1.12.2014)

3 IEA. Bioenergy. 2014:

[http://www.iea.org/topics/renewables/  
subtopics/bioenergy/](http://www.iea.org/topics/renewables/subtopics/bioenergy/)

3 ibid

4 ibid



**Мал. 1. Використання біогазу для виробництва первинної енергії у Європейському Союзі у 2013 р.**

Зелені цифри показують загальну кількість виробленої первинної енергії, кт н. е.

Блідо-зеленим позначено частку біогазу з полігонів твердих побутових відходів.

Салатовим позначено частку біогазу з муніципальних відходів.

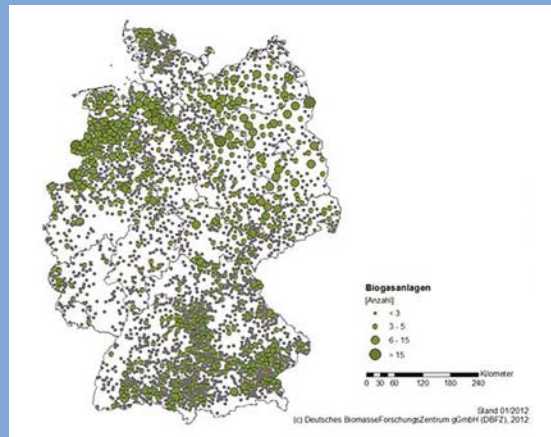
Темно-зеленим позначено частку біогазу з відходів агросектору та інших видів біомаси.

*Джерело: Euroserver. Biogas barometr. 2014.*

У світовій практиці частка біомаси з агросектору у виробництві біогазу є найбільшою. У Європейському Союзі часто використовується біогаз із полігонів твердих побутових відходів, але в окремих країнах частка біомаси з агросектору у виробництві біогазу може сягати понад 90 % (див. малюнок 1). Вважається, що відходи тваринництва належать до субстратів, які найбільш доцільно використовувати для виробництва біогазу (як окремий субстрат або в поєднанні з іншими субстратами). На відміну від інших видів біомаси, таких, як енергетичні культури, гній та послід утворюються як побічні відходи тваринництва, які потребують утилізації в екологічно безпечний спосіб. Крім того, гній ідеально підходить як субстрат, бо легко змішується з іншою доступною сировиною, такою, як силос окремих рослин, зокрема силос кукурудзи (стебел) та ін.

## Досвід Німеччини

На сьогодні в Німеччині експлуатуються 6000–7000 біогазових установок. Йдеться про установки з встановленою електричною потужністю від декількох кіловат до кількох мегават. Цього було досягнуто за останні 15 років. 1999 року в країні було близько 50 установок загальною потужністю біля 80 МВт, 2014 року кількість установок уже була понад 7000, із сумарною встановленою потужністю близько 3000 МВт. Середня встановлена електрична потужність біогазової установки становить понад 380 кВт. За даними Спеціального агентства відтворюваної сировини (FNR), частка виробництва електроенергії з біогазу 2010 року становила близько 12,8 млрд. кВт/г, що відповідає близько 2,1 % від загального обсягу споживання електроенергії в Німеччині або близько 12,6 % від постачання електроенергії з поновлюваних джерел енергії.



Мал. 2. Біогазові заводи в Німеччині, 2012 р.

Джерело: Шульц Р. Виробництво та використання біогазу в Україні. Рада з питань біогазу та Arzinger. 2012.

В Україні виробництво біогазу з відходів тваринництва розвивається надзвичайно низькими темпами. Станом на 2014 рік у нас діє шість біогазових установок, що використовують гній або послід (див. додаток). Декілька проектів біогазових установок перебувають на стадії будівництва. Проте потенціал отримувати біогаз шляхом анаеробного зброджування відходів тваринництва набагато більший. В Україні поголів'я тварин становить 2,5 млн голів великої рогатої худоби (ВРХ), 7,9 млн свиней та 230,3 млн птиці. У перерахунку на відходи, це становитиме до 15 млн м<sup>3</sup> гною ВРХ, 166 млн м<sup>3</sup> гною свиней та 1725 млн м<sup>3</sup> посліду птахів. З цих відходів можливо отримувати від 2831 Нм<sup>3</sup> до 4711 Нм<sup>3</sup> біогазу на рік, або від 1779 млн Нм<sup>3</sup> до 2862 млн Нм<sup>3</sup> біометану на рік.

Таблиця 1. Потенціал отримання біогазу з відходів тваринництва в Україні, 2014 рік

	Поголів'я, млн голів	Вихід гною або посліду, м <sup>3</sup> /тварино-місце/рік	Вихід біогазу, Нм <sup>3</sup> / т субстрату		Вміст метану, %	Вихід біогазу, Нм <sup>3</sup> / рік		Вихід біометану, Нм <sup>3</sup> / рік
			Діапазон вимірів*	Середнє		min	max	min
ВРХ	2,5	7,5–21,0	20–30	25	60	485	1360	279
Свині	7,9	1,2–6,0	20–35	28	65	251	1256	153
Птиця	230,3	7,5 (x100 тварино-місце на рік)	130–270	140	64	2095	2095	1347

\* Залежно від характеристик відходів та процесу переробки

Джерело: Оцінки на основі даних Державної служби статистики України. 2014.

Для розрахунку використовувалися лише дані щодо великої рогатої худоби, свиней та птиці, оскільки ці напрями забезпечують найбільшу частку в тваринництві і є найбільшими за поголів'ям. Проте оцінки виходу відходів від них є приблизними. Оцінки виходу гною, посліду та біогазу дуже залежать від конкретних умов та технології. Зокрема, вихід гною (та меншою мірою посліду) залежать від віку тварин, а також від місцевих рамкових умов та умов утримання. Наприклад, залежно від умов утримання, гній може мати високий показник вмісту води, що є одним із вирішальних чинників при зброджуванні, адже великий вміст води знижує інтенсивність

виходу біогазу з одиниці об'єму реактора. Часто вміст органічної сухої речовини є значно нижчим, ніж подані значення. Іншими причинами можуть бути різна якість кормів і залежний від цього склад субстрату.

Якщо порівнювати оцінки потенціалу відходів тваринництва з потенціалом інших видів біомаси в Україні (див. таблицю 2), потенціал відходів тваринництва для виробництва енергії в Україні може здатися невеликим. Зокрема, за розрахунками Біоенергетичної Асоціації України, економічний потенціал відходів тваринництва у 5 разів нижчий за економічний потенціал соломи зернових культур, або у 4,5 разів нижчий за відходи переробки кукурудзи. За іншими оцінками, зробленими Національним екологічним центром України, економічний потенціал відходів тваринництва нижчий за економічні потенціали соломи та відходів виробництва кукурудзи на зерно у 3,5 та 1,5 рази відповідно.

**Таблиця 2. Енергетичний потенціал біомаси в Україні за різними розрахунками**

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т. у. п. (за розрахунками БАУ) <sup>6</sup>	Економічний потенціал, млн т. у. п./рік (за розрахунками БАУ) <sup>7</sup>	Економічний потенціал, млн т. у. п./рік (за розрахунками НЕЦУ) <sup>8</sup>
Солома зернових культур	30,6	4,54	5,6
Відходи виробництва кукурудзи на зерно	40,2	4,39	2,4
Відходи виробництва соняшника	21,0	1,72	2,3
Біомаса з деревини	4,2	1,77	2,0
Рідкі палива (біодизель, біоетанол)	–	2,2	2,2
Біогаз із гною (або посліду)	1,6 млрд м <sup>3</sup> метану	0,97	1,6
Біогаз із полігонів ТПВ	0,6 млрд м <sup>3</sup> метану	0,26	0,3
Біогаз із стічних вод	1,0 млрд м <sup>3</sup> метану	0,27	0,2
Торф	–	0,4	0,6

<sup>6</sup> БАУ. Аналітична записка №9. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики України. 2014.

<sup>7</sup> ibid

<sup>8</sup> НЕЦУ. Концепція неатомного шляху розвитку енергетики. 2006.

Проте, на відміну від інших субстратів, переробка відходів тваринництва на додаток до енергетичного потенціалу має значні екологічні переваги. Анаеробне зброджування гною та посліду дає змогу запобігти суттєвим екологічним проблемам, які виникають, якщо великі кількості гною та посліду утилізуються традиційними методами. Особливо це актуально для великих промислових ферм.



# Екологічні проблеми з відходами тваринництва

Однією з найбільших екологічних проблем промислових ферм є утворення великої кількості гною або посліду. В Україні наразі немає жорстких вимог до того, як ферми будуть утилізувати відходи. Гній або послід може накопичуватися та зберігатися у спеціальних сховищах (з можливим подальшим компостуванням, або вельмикультивуванням частини фракції при розділенні на фракції), піддаватися анаеробній біологічній обробці для одержання біогазу, фізико-хімічній або механіко-біологічній обробці<sup>9</sup>.

На практиці, на більшості ферм використовується саме варіант накопичення та зберігання відходів – гній та послід накопичуються та зберігаються деякий час у лагунах (переважно відкритого типу – див. мал. 3–7).

Після цього гній або послід вносяться на поля як органічне добриво. Таке поводження з відходами не є екологічною проблемою, якщо ферма мала або середня і обсяги утворення відходів невеликі, дотримані правила безпеки поводження з відходами та режим внесення відходів у ґрунти. За таких умов гній та послід є цінним органічним добривом. Проблеми виникають, коли порушуються правила поводження з відходами і коли такий метод застосовується на великих промислових фермах. Промислові ферми мають поголів'я у сотні тисяч голів тварин або мільйони голів птахів на рік і, відповідно, тисячі кубічних метрів відходів, які збирають у лагуни та зберігають від декількох місяців до року перед винесенням на поля. В Україні близько 50 % тваринницьких ферм – промислові.

При зберіганні тисяч метрів кубічних відходів у лагунах можливе незаплановане витікання гною в навколишнє середовище через розгерметизацію лагун, злив, перевищення лімітів наповнення лагун. Крім того, гній або послід можуть вноситися у ґрунт із частотою та в обсягах, що перевищують норму. При понаднормовому внесенні у ґрунт, потраплянні до підземних та поверхневих вод, гній та послід є забрудниками.

Гній або послід багатий на азот, фосфор та інші поживні речовини, які при потраплянні у воду роблять її непридатною для питного водопостачання, завдають шкоди водно-болотним угіддям та водним екосистемам. Зокрема, перенасичення поживних речовин у воді спричиняє евтрофікацію – надлишок азоту, фосфору та інших поживних речовин, починають активно рости та розмножуватися водорості, відбувається «цвітіння» водоростей, які використовують кисень у воді. За відсутності кисню гине риба та інші мешканці водойм.



**Мал. 3.** Лагуна відкритого типу для зберігання відходів тваринництва

*Джерело: University of California. Manure nutrient management. Available at [http://manure.ucdavis.edu/illustrations/Dairy\\_Lagoons/](http://manure.ucdavis.edu/illustrations/Dairy_Lagoons/)*



**Мал. 4–5.** Накопичення та зберігання гною великої рогатої худоби на фермі на відкритих майданчиках

*Джерело: НТЦ Біомаса*

<sup>9</sup> Згідно з ДБН та ВНТП-АПК України.



**Мал. 6. Зберігання посліду на відкритому майданчику на території ферми**

Джерело: НТЦ Біомаса



**Мал. 7. Зберігання посліду на відкритому майданчику в полі**

Джерело: НТЦ Біомаса

Промислове тваринництво було визнано основним джерелом нітрогену, яке призвело до масштабних цвітінь водоростей у Південно-Китайському морі, включно з цвітінням 1998 року, коли загинуло близько 80 % риби на 100 квадратних кілометрів прибережної зони Гонконгу та Південного Китаю<sup>10</sup>.

Через просочування азоту, фосфору та інших речовин із гною або посліду до підземних вод відбувається забруднення горизонтів питного водопостачання. У США 1998 року було проведено дослідження 1600 свердловин, розташованих поблизу промислової ферми, та виявлено, що 34% із них забруднено нітратами, а у 10% свердловин рівень нітратів перевищує стандарт для питної води<sup>11</sup>.

При понаднормованому внесенні гною та посліду в ґрунт відбувається перенасичення ґрунту поживними речовинами. Накопичення надлишку поживних речовин та важких металів призводить до зменшення родючості ґрунтів та скорочення кількості земель, придатних для сільського господарства. У деяких азійських країнах близько чверті загальної площі сільгоспугідь потерпає від надлишкового внесення поживних речовин. Близько половини надлишкового внесення фосфору відбувається через промислове тваринництво<sup>12</sup>.

Гній та послід також містять патогени, бактерії, стійкі до антибіотиків, і тому можуть стати причиною поширенням хвороб. Близько половини всіх антибіотиків у світі використовуються саме в тваринництві для запобігання хворобам<sup>13</sup>. Надмірне використання антибіотиків на фермах призводить до виникнення та поширення вірусів та бактерій, стійких до антибіотиків. Через гній або послід вони потрапляють до навколишнього середовища і спричиняють захворювання тварин та людей. Наприклад, у відходах промислових ферм може міститися метицелін-резистентний стафілокок – смертельно небезпечна бактерія, стійка до антибіотиків<sup>14</sup>. Метицелін-резистентний стафілокок є збудником таких захворювань, як сепсис, пневмонія.

Гній та послід є також джерелом викидів аміаку, метану та інших газів у повітря. При зберіганні у лагунах відкритого типу або внесенні на поля у великій кількості місцеве населення, що проживає поряд з промисловими фермами, потерпає від неприємного специфічного запаху. В Україні такі складові запаху, як метилмеркаптан, диметиламін, диметилсульфід не нормуються. Нормуються лише основні сполуки, такі, як метан, аміак, діоксид азоту, але існуючі межі санітарно-захисних зон зазвичай недостатні, щоб запобігти експозиції місцевого населення до запаху, який спричинює зниження самопочуття, імунітету, алергічні реакції, респіраторні захворювання.

Окрім неприємного запаху, що розповсюджується на кілометри, викиди від промислових ферм є шкідливими для довкілля та спричиняють у зміну клімату. Відповідно до оцінок Всесвітньої організації з продовольства та сільського господарства, тваринництво відповідає за 18 % від усіх викидів парникових газів людства<sup>15</sup> – це більше, ніж викиди від транспорту. Гній та послід спричиняють викиди 7 % загальної кількості від викидів закису азоту, який є одним із найнебезпечніших парникових газів<sup>16</sup>. Промислове тваринництво через утворення великої кількості гною та посліду є одним із основних джерел викидів аміаку. Наприклад, у країнах ЄС (ЄС-27) тваринництво відповідає за 51 % всіх викидів аміаку<sup>17</sup>. Аміак виділяється в атмосферу переважно під час утворення гною та посліду на полях при вільновигульному утриманні,

<sup>10</sup> GEF. Livestock waste management in East Asia. Project executive summary. 2005.

<sup>11</sup> NRDC, "How Factory Farm Lagoons and Sprayfields Threaten Environmental and Public Health, Cesspools of Shame, Natural Resources Defense Council and the Clean Water Network," 2001. [www.nrdc.org/water/pollution/cesspools/cesspools.pdf](http://www.nrdc.org/water/pollution/cesspools/cesspools.pdf)

<sup>12</sup> FAO. Pollution from industrial livestock production. 2010.

<sup>13</sup> Compassion in world farming. Farmageddon. Facts and Statistics. 2014. Available at: <http://www.farmageddon.co/farmageddon/sharable-facts-and-stats#sthash.tmlifpfc.dpuf>

<sup>14</sup> McKenna Mary n, Almost three times the risk of carrying MRSA from living near mega-farm. 2014. Available at: <http://www.wired.com/2014/01/mrsa-col-cafo/>

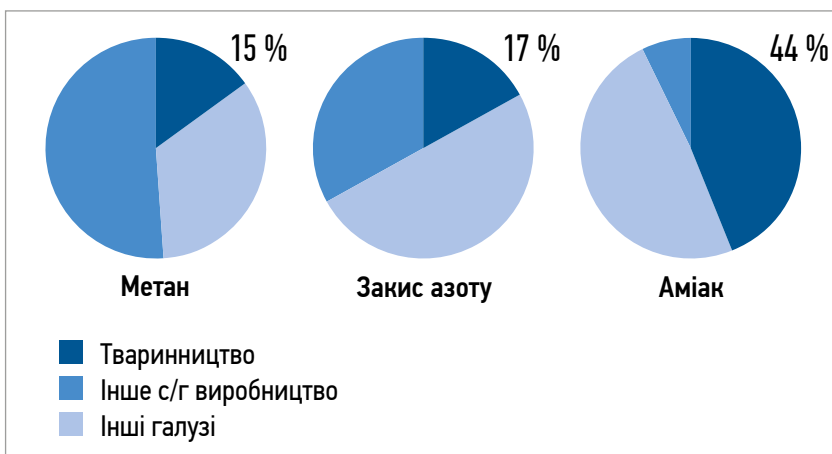
<sup>15</sup> FAO, Livestock's long shadow, 2006.

<sup>16</sup> Парниковий ефект, спричинений однією тонною закису азоту, дорівнює парниковому ефекту, який спричиняють 296 тон двоокису вуглецю.

<sup>17</sup> Oene Oenema et al., Emissions from agriculture and their control potentials. IIASA. 2012.

зберіганні гною та посліду в лагунах та внесенні гною та посліду на поля. Викиди аміаку небезпечні, оскільки аміак може викликати закиснення ґрунтів та евтрофіацію. На додаток до цього, аміак є передвісником вторинних PM2.5 та PM10 в атмосфері, які мають негативний вплив на здоров'я населення. Аміак також є непрямим джерелом оксиду азоту, потенційного парникового газу.

Враховуючи проблеми з відходами тваринництва, поводження з ними вимагає жорсткого регулювання, особливо для промислових ферм. Наприклад, у країнах Європейського Союзу Директива 2010/75/ЄС щодо промислових забрудників регулює екологічні вимоги для ферм потужністю більше 40 000 курей, 2000 свиней та 750 свиноматок. Вимоги, які висувають перед промисловими фермами щодо поводження з відходами та запобігання забрудненню унеможливають збір та накопичення відходів у відкритих лагунах в обсягах, характерних для України. Тому підприємства шукають альтернативні шляхи утилізації. За цих умов найбільш анаеробна переробка відходів тваринництва (окремо або в поєднанні з іншими субстратами) може розглядатися як найкраща з наявних технологій<sup>18</sup>, адже переробка відходів тваринництва на біогазових заводах дає змогу частково зменшити екологічні проблеми та має суттєві економічні переваги у вигляді децентралізованого виробництва відновлюваної енергії.



Мал. 8. Вплив тваринництва на викиди парникових газів.

Джерело: Food and Agricultural Organization. Pollution from the industrial livestock production. 2010.

18 Best available technologies for pig manure biogas plants in the Baltic Sea region. BalticSea2020. 2011.

# Потенціал біогазових установок для вирішення екологічних проблем

Анаеробне зброджування гною або посліду дасть змогу частково вирішити проблеми з відходами тваринництва, а саме зменшити ризик забруднення ґрунтів та води, зменшити викиди в атмосферу та вплив на зміни клімату.

При анаеробному зброджуванні відходів, гній та послід не зберігається тривалий час у лагунах, що зменшує ризики, пов'язані з розгерметизацією, вимиванням, аварійними ситуаціями. Також зменшується ризик понаднормового внесення гною або посліду на поля. Значно зменшується ризик забруднення ґрунтів та води азотом, фосфором та іншими поживними речовинами, та, відповідно, загроз для питного водопостачання та водно-болотних угідь. При анаеробному зброджуванні відходів тваринництва запах є значно менш інтенсивним, зменшується експозиція до запаху місцевого населення.

Залежно від технології переробки, залишки від процесу бродіння з біогазових установок можуть використовуватись в як добрива у сільському господарстві. Залишки від бродіння є повноцінним добривом, яке за своєю дією схоже на мінеральні добрива. У хімічному плані вони є набагато менш агресивними, ніж сирий гній, вміст мінералізованих форм азоту в них є вищим, а запах менш інтенсивним. Залишки від бродіння містять значну кількість легкодоступного для рослин азоту, крім того – фосфор, калій, сірку та мікроелементи (таблиця 3). Поживний склад залишків бродіння може сильно коливатися, залежно від субстратів, які використовуються, але в середньому вміст азотних речовин у залишках бродіння

зберігається на 70 %, вміст калію та фосфору – на 100 %, на відміну від сирого гною та посліду. Відповідно, фермер повинен компенсувати тільки 30 % азотних речовин за рахунок мінеральних добрив, а калій та фосфор покриваються в пропорції 1:1. За рахунок застосування залишків бродіння зменшується шкідливий вплив попереднього циклу на навколишнє середовище, як у зв'язку з парниковими викидами, так і в плані використання мінеральної сировини, що буде розглянуто нижче.

**Таблиця 3. Характеристики залишків бродіння**

Показники	Залишки процесу бродіння
Суха маса	6,10%
Кислотно-лужний баланс	8,3
Органічна речовина (нітрати)	42 кг/т СМ
Азот	4,8 кг/т СМ
Амоній	2,9 кг/т СМ
Фосфор	1,8 кг/т СМ
Калій	3,9 кг/т СМ

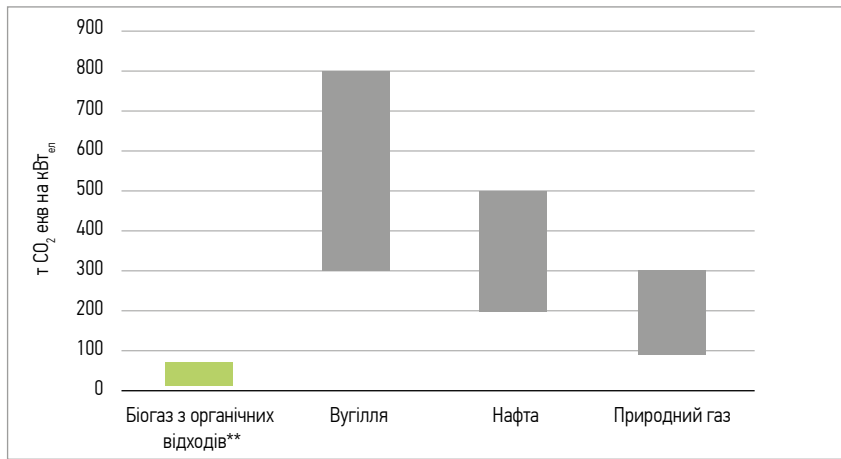
Джерело: Виробництво та використання біогазу в Україні, Arzinger, 2012.

Біогаз, отриманий анаеробним зброджуванням відходів тваринництва, може використовуватися для виробництва електроенергії та тепла, замінювати викопні енергоносії, такі, як вугілля, природний газ і нафта, використання яких спричиняє велику кількість парникових викидів.

На малюнку 9 показано викиди парникових газів у перерахунку на  $\text{CO}_2$  еквівалент на виробництво 1 кВт електроенергії залежно від енергоносія. Викиди парникових газів при використанні біогазу залежать, окрім викидів із попереднього циклу (виробництво біогазу), передусім від ступеня ефективності, використання тепла, а також від кількості метану у викидах від блочної ТЕЦ. Окрім значного впливу викидів із попереднього циклу (виробництва біогазу) і відповідних параметрів (типу процесу енергопостачання, використання відходів, викидів метану тощо), на кількість викидів істотно впливає ефективність використання тепла в різних установках. Загалом, при виробництві електроенергії з біогазу, який утворюється при переробці гною та посліду, можливе скорочення парникових викидів порівняно з викопними енергоносіями у 2–8 разів.

Крім того, при використанні біогазових установок відбувається зменшення викидів парникових газів за рахунок застосування добрив із залишками бродіння від виробництва біогазу. Мінеральні добрива отримуються на гірничих підприємствах в енергоємному процесі. Так, виробництво однієї тонни азотного добрива відповідає енергетичній цінності близько двох тон нафти. За рахунок використання залишків бродіння як заміника добрив відбувається заощадження парникових викидів до 16,24 кг  $\text{CO}_2$  екв./т сухої маси порівняно з мінеральними добривами. При використанні залишків бродіння як добрив порівняно зі звичайними органічними і мінеральними добривами, парникові викиди зменшуються приблизно на 67%. Наприклад, залишки бродіння, у зіставленні з гноєм, є менш глейкими і тому можуть набагато швидше проникати в ґрунт. Це зменшує вивільнення викидів азоту і закису азоту. Найбільша економія досягається в процесі ферментації гною великої рогатої худоби.

Екологічний вплив від виробництва біогазу з відходів тваринництва є одним з найменших порівняно з екологічним впливами виробництва

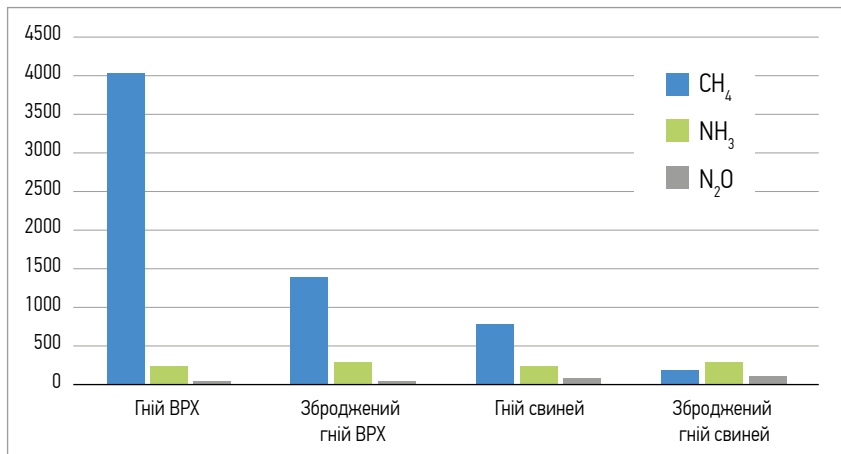


**Мал. 9. Викиди парникових газів у перерахунку на  $\text{CO}_2$  екв\* на одиницю виходу електроенергії при спалюванні біогазу з органічних відходів\*\* та викопних енергоносіїв\*\*\***

Джерело: Адаптовано з IEA, *Technology roadmap. Bioenergy for heat and power. 2012.*

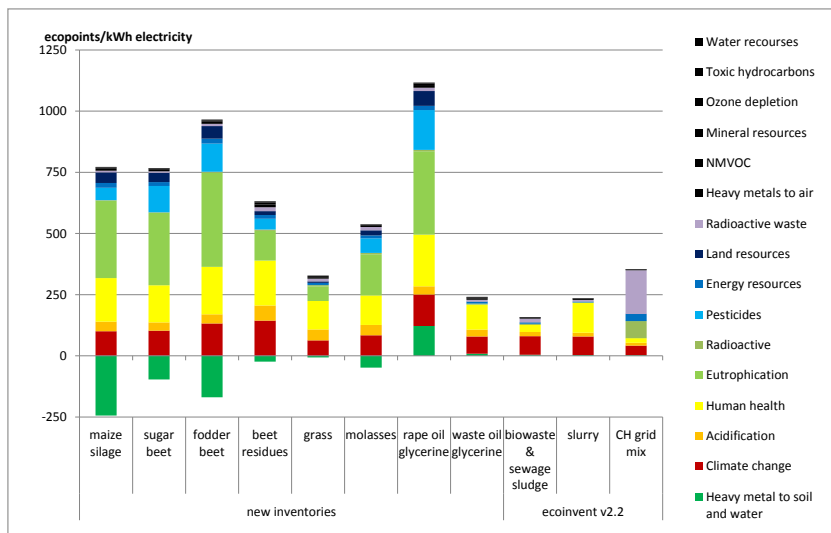
**Примітки:**

- \* Викиди прораховані впродовж усього етапу виробництва, проте без врахування зміни землекористування.
- \*\* Використання біогазу з органічних відходів, таких, як відходи с/г – переважно гній та послід, або органічні відходи муніципального сектору.
- \*\*\* Розрахунки представлені у вигляді діапазонів, які відображають коливання показника залежно від використання різних технологій.



**Мал. 10. Порівняння викидів від гною та відходів зброджування, г/т см**

Джерело: *Виробництво та використання біогазу в Україні. Arzinger. 2012.*



**Мал. 11. Оцінка екологічного впливу виробництва електроенергії з біогазу з різних субстратів. Вміст токсичних гідрокарбонатів, виснаження озонового шару, водні та мінеральні ресурси, неметанові леткі органічні сполуки та важкі метали незначні та майже не простежуються на малюнку.**

Джерело: Stucki et al. *Lifecycle assessment of biogas production from different substrates*. 2011.

19 Ecological scarcity impact assessment method. A brief description is available at: <http://www.earthshift.com/software/simapro/scarcity>

електроенергії з біогазу з відходів тваринництва має одне з найменших значень (240 балів, для порівняння, екологічний вплив виробництва біогазу з відходів муніципального сектору було оцінено у 200 балів, з ріпаку – близько у 1200 балів).

електроенергії з біогазу з інших субстратів. На малюнку 11 показані оцінки екологічних впливів (у вигляді суми балів за різні види впливу – на водні ресурси, руйнування озонового шару, токсичні гідрокарбонати, мінеральні ресурси, не-метанові леткі органічні сполуки, важкі метали, радіоактивне забруднення, вплив на земельні ресурси, енергетичні ресурси, пестициди, евтрофікація, здоров'я людини, закиснення, зміни клімату; тобто оцінка екологічного відбитку циклу виробництва електроенергії з біогазу з різних субстратів<sup>19</sup>). На малюнку показано оцінку екологічного впливу виробництва електроенергії з біогазу з різних субстратів на прикладі Швейцарії. Виробництво

## Дискусія в Швеції щодо зменшення викидів парникових газів в агропромисловому комплексі

У Швеції триває дискусія щодо економічно ефективних методів для зменшення викидів парникових газів для агропромислового комплексу (АПК). У країні агропромисловий комплекс є одним із основних вкладників в зміни клімату, на його частку припадає біля 13 % всіх викидів парникових газів. До основних викидів АПК належать викиди закису азоту з використання земель та відходів тваринництва та метану з сільськогосподарських тварин та відходів тваринництва. Розглядають два основні підходи до зменшення викидів із відходів тваринництва – податок на викиди парникових газів та підтримку конкретних ініціатив щодо зменшення викидів.

Оцінки показують, що податок на викиди для окремих господарств є невиправданим. Дуже важко оцінити кількісно викиди з кожної окремої ферми, а отже важко визначити ставку податку, є ймовірність що рівень прийняття податку буде низьким. Крім того, податок може не створювати належної ініціативи зменшувати викиди окремих ферм, оскільки окремі активності щодо зменшення викидів можуть не відобразитися у меншій ставці податку.

Іншим підходом є підтримка окремих ініціатив в АПК, для яких можливо кількісно виміряти зменшення ви-

кидів парникових газів. Наприклад, викиди метану можливо зменшити, якщо відходи тваринництва піддаються анаеробній переробці та використовуються для виробництва біогазу на противагу традиційному методу зберігання відходів у лагунах та використанню на полях. Залежно від кількісної оцінки соціального значення зменшення викидів парникових газів на кубічний метр виробленого біогазу, фермери можуть отримувати виплати.

Наразі у Швеції є непрямі субсидії для виробництва біогазу, оскільки цей процес позбавлений податків на енергію та викиди вуглецю. Розмір субсидії варіює, залежно від типу кінцевого споживання, та не залежить від того, як біогаз був вироблений. Відповідно, субсидії враховують ефекти від викидів парникових газів при споживанні біогазу, але не враховують викиди при виробництві біогазу. Тому, у Швеції розглядається можливість введення субсидій на виробництво біогазу, на додаток до чинних субсидій на споживання біогазу.

Джерело: Hojgard S. and Wilhelmsson F. *Biogas production from manure*. 2012.

# Економічні переваги використання біогазових установок

Однією з причин використання біогазових установок на основі відходів тваринництва в інших країнах є також економічні вигоди від технології. Істотними перевагами виробництва біогазу є використання власної відновлюваної сировинної бази і відмова від викопних енергоносіїв або імпорту, децентралізація енергопостачання.

Гній та послід – побічні відходи тваринництва, які можуть завдавати шкоди довкіллю та здоров'ю людей. З іншого боку, гній та послід – це біомаса, яку можна використовувати для виробництва відновлюваної енергії. Відходи тваринництва утворюються постійно, тваринницькі ферми розташовані по всій території України, незалежно від кліматичних та геологічних особливостей. Отже, використання відходів тваринництва для виробництва біогазу можливе по всій території України. Завдяки постійно доступній сировині – гною та посліду, – біогаз, а отже електроенергія і тепло, можуть вироблятися протягом усього року, незалежно від погодних умов. Гній та послід ідеально підходять як субстрат, легко змішуються з іншою сировиною. Наприклад, часто використовуються відходи сільгоспвиробництва, біогенні відходи харчової промисловості. Таким чином, можна створювати програми для конкретного місця розташування, що дають змогу раціонально використати наявні ресурси.

Біогаз пропонує дуже цікаві можливості для децентралізованого енергозабезпечення. Одразу після утворення біогаз може бути спалений для виробництва електроенергії та тепла або поданий напряму до бойлера для виробництва тепла. Біогаз може також очищуватися та збагачуватися до біометану<sup>21</sup> та подаватися до робочої газотранспортної мережі. Крім того, збагачений біогаз (біометан) може використовуватися як паливо в автомобілях на природному газі, на великих центральних когенераційних установках або для виробництва тепла у високоефективних газових конденсаційних котлах. Малюнок 13 ілюструє можливості використання біогазу.

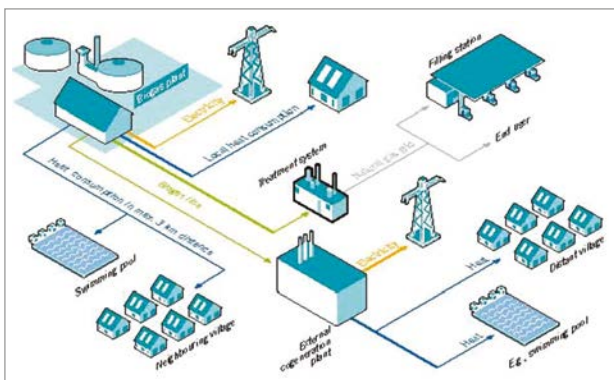
Наприклад, на фермі, що переробляє гній анаеробним зброджуванням в установці, з утворенням біогазу, подальше його використання можливе для виробництва тепла, електроенергії (спалювання біогазу для нагрівання води та утворення пари, яка пропускається через турбіну для



**Мал. 12.** Один з найновіших біогазових заводів в Угорщині, побудований німецькою компанією. Завод потужністю 4 МВт здатний переробляти до 90 000 т органічних відходів, включно з гноєм. Кількість енергії, яка виробляється на заводі, достатня для забезпечення електроенергією невеликого міста на 18000 мешканців<sup>20</sup>.  
*Джерело: Renewable energy magazine, 2014.*

**20** Price Toby. Biogas in Hungary. Renewable energy magazine. Available at: <http://www.renewableenergymagazine.com/article/cuttingedge-meatpowered-biogas-plant-opens>

**21** Біометан отримують з біогазу при видаленні CO<sub>2</sub> та інших домішок з нього, біометан за якістю є аналогом природного газу. При цьому збагачений біогаз може або використовуватися безпосередньо на місці або подаватися в наявну мережу природного газу.



**Мал. 13. Можливості використання біогазу та біометану**  
 Джерело: American council of Germany. *The German biogas experience: opportunities and key experiences for future US deployment.* 2013.

виробництва електроенергії, ця електроенергія може використовуватися на місці виробництва або подаватися в загальну мережу), біогаз може використовуватися локально як заміник природного газу або пропану або очищений біогаз може подаватися до загальної газотранспортної мережі.

Застосування біогазу у децентралізованому енергопостачанні також сприяє скороченню імпорту енергоносіїв та підвищенню надійності енергопостачання, зокрема у сільській місцевості. Фермерські господарства у Європі будують біогазові установки для власних потреб та забезпечення навколишніх сіл електроенергією і теплом. Часто проблемою децентралізованого виробництва електроенергії і тепла стає відсутність відведення утворюваного тепла,

. Тому до початку будівництва біогазової установки потрібно визначити потенційних споживачів тепла, аби підвищити загальну ефективність системи. Попри недостатнє тепловідведення в Німеччині за останні роки (цьому сприяв Закон про поновлювані джерела енергії – EEG) було побудовано багато установок, які використовуються переважно для децентралізованого виробництва електроенергії і випускають невикористане тепло в навколишнє середовище.



**Мал. 14. Біогазова установка у Сан Патерніано (Італія). Використовує кукурудзяний силос 40 тонн та 40 тонн посліду на добу, 3 реактора х 2400 м<sup>3</sup>, ТЕЦ Jenbacher 999 кВт ел.**  
 Джерело: Zorg Biogas Group. 2014.

Виробництво і використання біогазу може стати істотним внеском до зменшення енергоімпорту, а також підвищення безпеки постачання. На місцевому рівні, за рахунок виробництва біогазу з місцевих ресурсів створюються нові робочі місця у сільських місцевостях (логістика, інженерні послуги та будівництво споруд). На прикладі Німеччини, біоенергетика, займає першу позицію за кількістю робочих місць – 122.000 місць, і лише слідом за нею – сонячна енергетика (120.900 місць).



**Мал. 15. Біогазова станція на фермі великої рогатої худоби на 6300 голів в с. В.Крупіль Київської області. Працює на гнойових стоках ферми – 300 тон на добу (вологість 95 %). Ферментатори 2400 м<sup>3</sup> х 3 шт., когенераційна теплоелектростанція Jenbacher 635 кВт ел та 662 кВт тепла.**  
 Джерело: Zorg Biogas Group. 2014.

Для підприємства перевагами впровадження біогазового заводу є економія на витратах через виробництво електро- та теплової енергії з власної сировини, зменшення залежності від зовнішніх енергоносіїв, можливість забезпечувати енергією інших споживачів. Проте, економічні вигоди від використання біогазу в кожному конкретному випадку залежатимуть від типу відходів, доступних для переробки, інвестиційних можливостей, наявності локального енергетичного ринку та державних ініціатив. Наприклад, в європейській практиці поширені фермерські біогазові установки, які зазвичай належать одному власнику – фермеру, та централізовані біогазові установки, які мають більші потужності та, як правило, є об'єктами кооперативного права власності (належать декільком фермерам) та вважаються більш економічно ефективними (ефект масштабу)<sup>22</sup>. При плануванні спочатку визначаються всі наявні ресурси та розраховуються можливості їх використання за різних сценаріїв, після чого приймається рішення щодо розташування, типу установки, потужності та навантаження. В країнах Європейського Союзу період окупності біогазових установок для переробки відходів агропромислового комплексу в середньому становить 6-14 років, або з врахуванням зеленого тарифу при продажу електроенергії в мережу – 4-8 років<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> Best available technologies for pig manure biogas plants in the Baltic Sea region. BalticSea 2020. 2011.

<sup>23</sup> МФК. Обращение с отходами агропромышленного комплекса. Возможности для Украины. Консультативная программа МФК в Европе и Центральной Азии. 2013.



## Бар'єри розвитку біогазових технологій в Україні

В Україні анаеробна переробка відходів тваринництва на фермах з утворенням біогазу не є поширеною практикою. Експерти визначають декілька основних бар'єрів розвитку біогазових технологій на відходах тваринництва:

- Відсутність стимулів для впровадження нових технологій на фермерських господарствах. Зокрема відсутність жорстких екологічних вимог, які могли б слугувати стимулами для пошуку альтернативних шляхів поводження з гноем та послідом на фермерських господарствах. Наприклад, в країнах Європейського Союзу існують Директива 2010/75/ЄС з промислового забруднення та Директива щодо нітратів (1991), які забезпечують використання найбільш екологічно безпечних та економічно вигідних технологій поводження з гноем та послідом на промислових фермах. Директиви передбачають комплексну оцінку впливу на довкілля, включно із визначенням вразливих зон, використання найкращих доступних технологій, жорсткий екологічний моніторинг, запобіжні заходи та плани дій щодо зменшення ризиків на національних та локальних рівнях. Такий підхід мінімізує екологічні ризики та сприяє пошуку технологічних рішень для зменшення виходу відходів. Зокрема, це сприяє поширенню практики анаеробного зброджування відходів тваринництва з утворенням біогазу, оскільки фермерські підприємства перебувають під тиском максимально зменшити обсяги відходів та пов'язані з ними екологічні ризики.
- Період окупності інвестицій в будівництво біогазового заводу становить більше шести років і фермерські господарства не бажають інвестувати в довгострокові проекти. Через нестабільні умови ведення бізнесу існують труднощі з довгостроковим плануванням на фермерських господарствах і, відповідно, небажання вкладати кошти у довгострокові проекти що вимагають значних інвестицій, навіть якщо вони є вигідними в тривалій перспективі. Зараз тарифи на електроенергію для промислових підприємств (1-2 класи напруги) в середньому становлять 1,3–1,6 грн кВт\*год, для населення – 28,5–42,0 грн кВт\*год залежно від типу та обсягів використання енергії. На ринку електроенергії існує перехресне субсидування, коли тарифи для промислових споживачів є вищими за ринкову ціну, а тарифи для населення не покривають витрати на виробництво енергії. За таких умов фермерські господарства мають бути зацікавлені у виробництві електроенергії з доступної сировини для власних потреб. Проте господарства не бажають брати на себе проекти з періодом окупності більше п'яти років. Продаж електроенергії зовнішнім споживачам за зеленим тарифом також не створює істотного стимулу. Для електроенергії, виробленої з біогазу, в Україні діє зелений тариф – у 2014 році він становив 1,95 грн кВт\*год<sup>24</sup> (0,1239 євро кВт\*год (без ПДВ)), що мало сприяти розвитку відновлюваної енергетики. Але отримання зеленого

тарифу – це також тривалий та бюрократизований процес. Необхідно пройти численні етапи узгодження робіт та отримання дозволів у державних органах – отримання технічних умов та укладання договору для приєднання до електричної мережі, розробка проектної документації на приєднання до мережі, введення в експлуатацію установок, отримання ліцензії на виробництво енергії, підтвердження української складової, встановлення зеленого тарифу та членство в оптовому ринку електроенергії. 1 січня 2014 року набув чинності ЗУ «Про засади функціонування ринку електроенергії в Україні», який визначає функціонування нового ринку електроенергії, відхід від системи єдиного покупця-продавця електроенергії до систем двосторонніх договорів, ринку «на добу вперед», балансувального ринку та ринку допоміжних послуг. У цій новій схемі ринку для електроенергії, виробленої за «зеленим тарифом», працюватиме гарантований покупець – державне підприємство, до функцій якого входить закупівля електроенергії, яка продається за зеленим тарифом, і гарантовані розрахунки за неї. Теоретично, це має забезпечити гарантії для виробників за зеленим тарифом, що, незалежно від попиту, їх електроенергія гарантовано купуватиметься та регулюванням балансу. Проте наразі важко спрогнозувати, наскільки така схема слугуватиме стимулом для виробництва електроенергії з біогазу.

- Субсидування державою цін на газ та теплову енергію для населення та житлово-комунальних господарств (ЖКГ) робить невигідним використання біогазу для тепlopостачання для потреб населення. Наприклад<sup>25</sup>, 2013 року тепла енергія для ЖКГ була вироблена з газу, який мав закупівельну ціну 400 дол на 1000 м<sup>3</sup>, а відпускався підприємствам ЖКГ за ціною 1309 грн на 1000 м<sup>3</sup>, що дешевше, ніж ціна закупівлі у понад 4,5 рази. Для компенсації цієї різниці державний бюджет субсидував НАК Нафтогаз України на 25–30 млрд м<sup>3</sup> газу на рік. Середній тариф на теплову енергію, яка була вироблена з газу, для продажу населенню становив близько 230 грн на Гкал<sup>26</sup> (без ПДВ). За умови, що ця енергія вироблялась із газу за ринковою ціною, її середня вартість мала становити 779 грн на Гкал, тобто державне субсидування становить 549 грн на кожний Гкал, який продається населенню. Субсидування відбувається через два механізми: через субсидування ціни газу для ЖКГ та через субвенцію місцевими бюджетами на покриття різниці між тарифом на теплову енергію для населення та її собівартістю. При середньому тарифі на теплову енергію з газу з ЖКГ 230 грн/Гкал зброджування відходів із утворенням біогазу та виробництвом лише теплової енергії на продаж, такі проекти не є рентабельними. У липні 2014 року відбулося підвищення тарифів ЖКГ на теплову енергію для населення та коливається в межах 240–450 грн/Гкал. Істотно ситуації це не змінює.

<sup>24</sup> НКРЕ, Постанова від 31.07.2014 №1072 «Про встановлення «зелених тарифів» на електричну енергію»

<sup>25</sup> За розрахунками БАУ. Аналітична записка №9 Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. 2014.

<sup>26</sup> Всі ціни в даних розрахунках наведені без ПДВ

# Виконання міжнародних зобов'язань

Розповсюдження технології анаеробної переробки відходів тваринництва для виробництва енергії на фермах сприятиме виконанню Україною міжнародних зобов'язань. З лютого 2011 року Україна є членом Європейського Енергетичного Співтовариства. Члени співтовариства зобов'язалися лібералізувати свої енергетичні ринки і запровадити найважливіші законодавчі норми ЄС у галузях електроенергетики, газу, охорони навколишнього середовища і поновлюваних джерел енергії.

2010 року Комісія представила проект розширеної Енергетичної стратегії з довгостроковими цілями до 2050 року та виконання Плану дій у галузі енергетики з 2011 до 2020 року. Основними засадами Енергетичної стратегії ЄС є енергоефективність, захист споживачів, дослідження та розвиток, відновні джерела енергії, а також зовнішні відносини ЄС у сфері енергетики. У рамках договору про вхід України в Енергетичне Співтовариство Україна має впровадити на рівні державної політики певні директиви та регламенти Європейського Союзу. Зокрема, в галузі сприяння відновлюваних джерел енергії Україна зобов'язана впровадити вимоги Директиви 2009/28/ЄС «Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел, внесення змін та подальшої зміни директив 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС», Директиви 2001/77/ЄС «Про створення сприятливих умов продажу електроенергії, виробленої з відновних джерел, на внутрішньому ринку електричної енергії» та Директиви 2003/30/ЄС «Про сприяння використання біопалива та інших відновлюваних видів пального для транспорту». Крім того, частина зобов'язань України стосується охорони навколишнього середовища, зокрема щодо викидів певних забруднювальних речовин в атмосферне повітря.

Директива 2009/28/ЄС щодо стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел, внесення змін та подальшої заміни Директив 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС передбачає встановлення обов'язкових національних цільових показників для відновлюваної енергетики. Такі цілі мають до 2020 року забезпечити досягнення 11 % частки енергії з відновлюваних

джерел у загальному кінцевому енергоспоживанні та 10 % частки відновлюваної енергії в транспортному секторі України. З цією метою кожна країна має ухвалити національний план дій у галузі відновлюваної енергетики.

Директива 2009/28/ЄС також передбачає зменшення адміністративних та регуляторних бар'єрів розвитку відновлюваної енергетики. Україна має стежити за об'єктивністю, прозорістю, недискримінаційністю та пропорційністю правил і дозвільних процедур, сертифікації та ліцензування, для генерувальних об'єктів та інфраструктури з транспортування та розподілу електроенергії, виробництва енергії на опалення або охолодження з відновлюваних джерел, а також переробки біомаси для отримання біопалива або інших енергетичних продуктів. Незважаючи на критику з боку експертів, бізнесу та міжнародних фінансових інституцій, існують бар'єри для проектів відновних джерел енергії, зокрема у вигляді законодавчих перепон у використанні різного типу біомаси, зокрема відходів тваринництва. Крім того, в Україні відсутні нормативи подачі біометану до єдиної газотранспортної системи України, і тому він не може транспортуватися як у межах країни, так і на експорт. Через наявні бар'єри біогазові заводи, зокрема, які використовують відходи тваринництва як сировину, в Україні поширені мало.

# Висновки

Україна має незадіяний потенціал розвитку відновлюваних джерел енергії – виробництво біогазу з відходів тваринництва. У цій роботі було представлено огляд переваг та можливостей виробництва та використання біогазу саме з гною та посліду. Для інших видів біомаси, наприклад енергетичних культур, та виробництва біогазу з них, окремі положення, твердження, пропозиції та висновки щодо екологічних та економічних переваг можуть відрізнятись.

Одним із основних моментів щодо виробництва біогазу з відходів тваринництва є можливість вирішити екологічні проблеми поводження з відходами та отримати економічні переваги. Гній та послід є побічними продуктами тваринництва, та якщо вони утворюються у великій кількості, то можуть бути небезпечними для довкілля. Відходи тваринництва є основним джерелом нітратного забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод. Відходи тваринництва також спричиняють викиди аміаку в атмосферне повітря, які мають вплив на здоров'я та довкілля, оскільки пов'язані з процесами окиснення в ґрунтах, евтрофікацією водних об'єктів, приземним озоновим та іншими забрудненнями (діоксиду сірки, оксидів азоту, леткими органічними речовинами). Крім того, будь-яка діяльність, пов'язана з тваринництвом, управлінням відходами тваринництва та використанням добрив, має стосунок до вивільнення оксиду азоту (I) ( $N_2O$ ) та метану ( $CH_4$ ), парникових газів, які мають потенціал глобального потепління відповідно в 10 та 21 разів більший за  $CO_2$ .

У країнах Європейського Союзу тваринництво є інтегрованою частиною сільськогосподарського комплексу і в переважній більшості країн тваринництво орієнтується на малі та середні фермерські господарства та органічне виробництво, для яких характерні відносно невеликі обсяги утворення гною та посліду та менші ризики для здоров'я та довкілля. Діяльність великих фермерських господарств та поводження з відходами регулюються Директивою 2010/75/EU з промислового забруднення та Директивою щодо нітратів (1991). Директиви передбачають комплексну оцінку впливу на довкілля, включно з визначенням вразливих зон, використання найкращих доступних технологій, жорсткий екологічний моніторинг, запобіжні заходи та плани дій щодо зменшення ризиків на національних та локальних рівнях. Такий підхід мінімізує екологічні ризики та сприяє пошуку технологічних рішень для зменшення виходу відходів. Зокрема, в країнах Європейського Союзу поширена практика анаеробного зброджування відходів агропромислового комплексу, зокрема тваринництва, з утворенням біогазу, який потім використовується для виробництва енергії. Лише в Німеччині експлуатуються близько 7000 біогазових установок потужністю від декількох кіловат до кількох мегават, близько 90 % всіх біогазових установок працює на біомасі з агропромислового комплексу.

В Україні ситуація складається іншим чином. Майже 50 % тваринницьких ферм – промислові, обсяги утворених відходів становлять сотні та тисячі метрів кубічних на рік. Проте система регулювання та моніторингу поводження з відходами в країні не стимулює ферми зменшувати ризики для здоров'я та довкілля. Одним із можливих шляхів вирішення наявних екологічних проблем на тваринницьких фермах, та навіть більше, отримання економічних вигід, є анаеробне зброджування відходів тваринництва з утворенням біогазу.

Використання гною та посліду для виробництва біогазу має багато переваг, дає змогу вирішити проблеми, пов'язані з навколишнім середовищем, зокрема зменшення забруднення нітратами та іншими локальними збудниками, зменшити викиди парникових газів. Відходи (залишки бродіння), що залишаються від виробництва біогазу в біогазових установках, є високоякісним добривом, яке можна використовувати замість штучних добрив. Крім того, переробка гною та посліду з утворенням біогазу має істотні економічні переваги у вигляді енергетичної безпеки, власного виробництва відновлюваної енергії, можливості диверсифікації енергоносіїв та децентралізації енергосистеми. Біогаз може використовуватися на місці його виробництва для тепла та електроенергії, тому біогаз пропонує дуже цікаві можливості для децентралізованого енергозабезпечення. Біогаз доведений до якості природного газу (біометану) може подаватися в загальну газороздільну мережу, яка є відмінним шляхом транспортування біогазу до споживачів та енергонакопичувачів, та для транспорту. Використання біогазових установок також робить внесок в стратегічний економічний розвиток сільськогосподарського сектору та сільських територій. Крім того, сприяння переробці відходів тваринництва з утворенням біогазу може стати складовою виконання зобов'язань щодо міжнародних домовленостей, зокрема зобов'язань України в рамках Енергетичного співтовариства.

Наразі в Україні технологія майже не використовується через численні перепони. Діє лише шість біогазових заводів, які переробляють відходи тваринництва з утворенням біогазу, тоді як половина фермерських господарств є промисловими підприємствами, де утворюються сотні та тисячі тон відходів на рік. На переважній більшості господарств відходи збираються та зберігаються у відкритих лагунах, що пов'язано з численними екологічними ризиками. Зважаючи на потенціал використання біогазових установок для вирішення екологічних проблем тваринництва, а також економічні переваги використання технології, варто сприяти ініціативам щодо переробки відходів тваринництва шляхом анаеробного зброджування.

# Література

- Al Seadi T. Biogas handbook. Bigeast. 2008.
- American council of Germany. The German biogas experience: opportunities and key experiences for future US deployment. 2013.
- Compassion in world farming. Farmageddon. Facts and Statistics. 2014. Available at: <http://www.farmageddon.co/farmageddon/sharable-facts-and-stats#sthash.tmlifpfc.dpuf>
- EC. Council Directive 1991/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources.
- EC. Directive 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention and control).
- Euroobserver. Biogas barometr. 2014.
- FAO. Livestock's long shadow. 2006.
- FAO. Pollution from industrial livestock production. 2010
- FNR. Руководство по биогазу. От получения до использования. 2010.
- Frandsen E. et al. Best available technologies for pig manure biogas plants in the Baltic Sea region. BalticSea2020. 2011.
- GEF. Livestock waste management in East Asia. Project executive summary. 2005.cc
- German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection. Bioenergy in Germany: facts and figures. 2014.
- Guillermo J. Biogas production in farms through anaerobic digestion of cattle and pig manure. Case studies and research activities in Europe. 2010.
- Hojgard S. and Wilhelmsson F. Biogas production from manure. 2012.
- IEA. Bioenergy. 2014: <http://www.iea.org/topics/renewables/subtopics/bioenergy/>
- IEA. Biogas country overview. IEA Bioenergy. 2014.
- IEA. Energy technology perspectives. 2012.
- IEA. Good practice guidelines. Bioenergy project development and biomass supply. 2007.
- IEA. Technology roadmap. Bioenergy for heat and power. 2012.
- IEA. Technology roadmap. Biofuels and transport. 2011.
- IEA. Statistics. Total. 2012: <http://www.iea.org/topics/renewables/>
- IEA. Statistics. Ukraine. 2012: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=balances&year=2012>
- Mckenna Maryn, Almost three times the risk of carrying MRSA from living near mega-farm. 2014: <http://www.wired.com/2014/01/mrsa-col-cafo/>
- Price Toby. Biogas in Hungary. Renewable energy magazine. Available at: <http://www.renewableenergymagazine.com/article/cuttingedge-meatpowered-biogas-plant-opens>
- Stucki M. et al. Lifecycle assessment of biogas production from different substrates. 2011.
- Zorg Biogas Group. Projects. 2014. Available at: <http://zorg-biogas.com/about/facilities?lang=en>
- БАУ. Аналітична записка №3 Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні. 2013.
- БАУ. Аналітична записка №4 Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні. 2013.
- БАУ. Аналітична записка №5 Перспективи виробництва електричної енергії з біомаси в Україні. 2013.
- БАУ. Аналітична записка №6 Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. 2013.
- БАУ. Аналітична записка №7 Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. 2014.
- БАУ. Аналітична записка №8 Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси. 2014.
- БАУ. Аналітична записка №9 Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. 2014.
- Берташ Б. та ін. Все про біомасу. Рівненський центр маркетингових досліджень. 2011.
- Веденев А.Г., Веденева Т.А. Введение в биогазовые технологии. Альта Принт. 2012.
- Державна служба статистики України. Сільське господарство. 2014: [http://ukrstat.org/uk/operativ/menu/menu\\_u/cg.htm](http://ukrstat.org/uk/operativ/menu/menu_u/cg.htm)
- Діксі груп. Україна та енергетичне співтовариство: час настав? 2014.
- Глетуха Г., Лакида П. Енергетичний потенціал біомаси в Україні. Навчально-науковий інститут лісового та садово-паркового господарства НУБіП України. 2011.
- Глетуха Г. та ін. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Промислова теплотехніка. т.33, №1. 2011.
- МФК. Обращение с отходами агропромышленного комплекса. Возможности для Украины. Консультативная программа МФК в Европе и Центральной Азии. 2013.
- МФК. Стимулювання відновлюваної енергетики в Україні за допомогою «зеленого тарифу». Посібник для інвесторів. Консультативна програма МФК в Європі та Центральній Азії. 2012.
- НЕЦУ. Концепція неатомного шляху розвитку енергетики. 2006.
- Шульц Р. Виробництво та використання біогазу в Україні. Рада з питань біогазу та Arzinger. 2012.

# Додаток. Робочі біогазові установки в Україні

## Робочі біогазові установки в Україні

Підприємство	Рік запуску	Поголів'я	Види сировини	Об'єм сировини, т/добу	Встановлена електрична потужність, кВт <sub>е</sub>	Постачальник технології
Свиноферма комбінату «Запоріжсталь», м. Запоріжжя	1993	8000–12 000	Гній свиней	20–22	–	Bigadan Ltd, Данія
Свиноферма корпорації «Агро-Овен», с. Оленівка, Дніпропетр. обл.	2003	15 000	Гній свиней, жирові відходи забою птиці	80	180	BTG, Нідерланди
С/г компанія «Еліта», с. Терезине, Київська обл.	2009	1000	Гній ВРХ та свиней (90:10 за СР)	60	250	LIPP, Німеччина
Ферма ВРХ «УМК», с. В.Крупіль, Київська обл.	2009	4000+2000	Гній ВРХ	400	625 + 330	Зорг, Україна
Птахофабрика МХП «Оріль-Лідер», с. Єлізаветовка, Дніпропетр. обл.	2012		Послід та силос	140 посліду та 80 силосу	5000	NVT, Нідерланди
Свинокомплекс Даноша, с. Копанки, Івано-Франківська обл.	2013		Гній свиней та відходи с/г	4000	1000	–

Джерело: Глетуха та ін. 2014.





**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР УКРАЇНИ**  
[www.necu.org.ua](http://www.necu.org.ua)