

Ринкове дослідження можливостей використання дигестату в Україні

Технологічні та економічні аспекти

[Кучерук Петро](#)

Постановка питання

Діючі в Україні біогазові станції щороку генерують до **2 млн т дигестату**, в середньому **40-50 тис. т на 1 МВт_{ел.}**. В ряді випадків в операторів виникають складнощі з утилізацією дигестату

Перманентне погіршення родючих властивостей ґрунтів в Україні (ерозія, ущільнення, опустелювання, закисленість...).

Зниження вмісту гумусу на понад 20%, що еквівалентно **450 млрд грн**

?

Теоретичний потенціал удобрювальної цінності побічної продукції АПК, перетвореної на біогаз

C_{орг} > 12 млн т → до **0,4 т/га ріллі**
N > 0.7 млн т → до **100% імпорту**
P₂O₅ > 0.4 млн т → до **100% імпорту**
K₂O > 0.3 млн т → до **100% імпорту**

Значна залежність від імпорту мінеральних добрив.

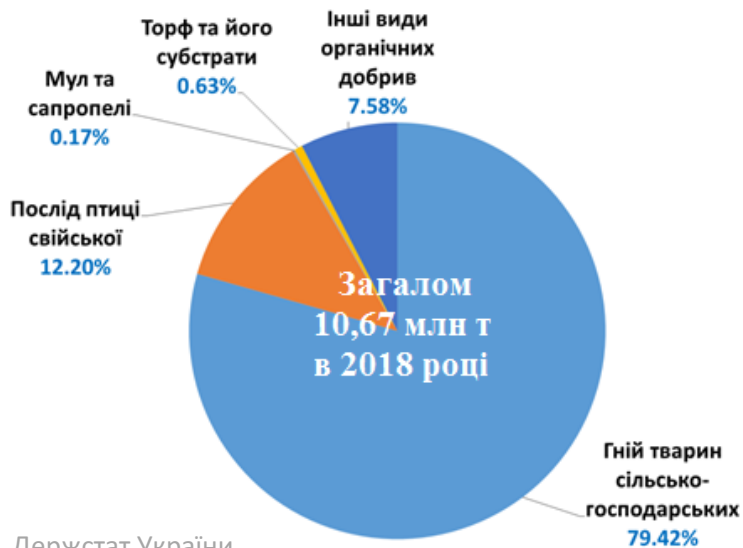
В 2018 році імпортовано на майже **1 млрд €**

Все більше видів і обсягів побічної продукції харчової промисловості не знаходять шляхів корисної утилізації (жом, олійні фузи, тощо), але можуть бути перетворені на біогаз та дигестат

Однією з причин відхилення ідеї будівництва біогазової станції є відсутність власних полів у компанії та попиту на утворений дигестат

Використання добрив в Україні

Внесення органічних добрив, 2018



Держстат України

Внесення мінеральних добрив, 2018

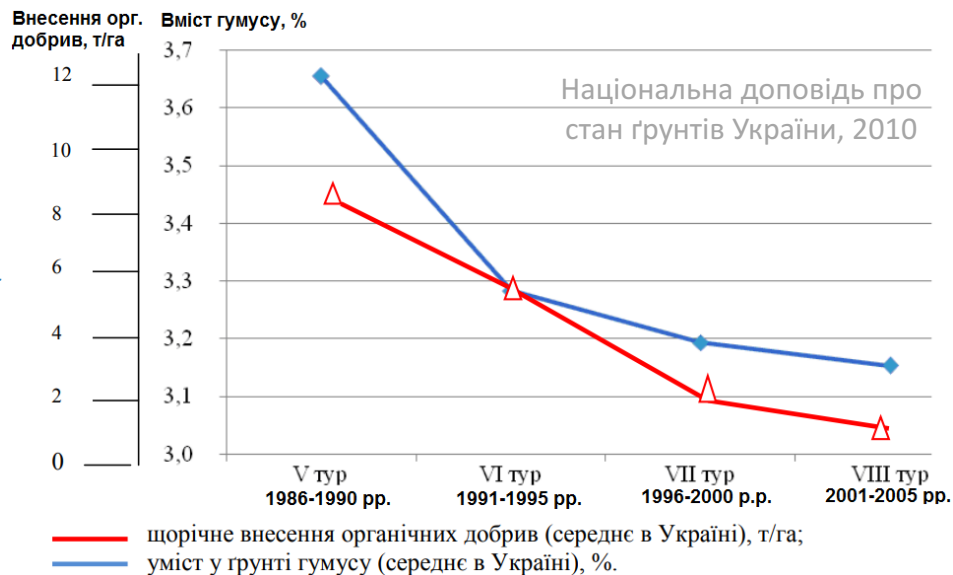


Держстат України

Внесення органічних добрив на 1 га земель, 1990-2018



Держстат України



Дигестат як основа сталого органічного виробництва

- Побічні продукти рослинництва та тваринництва
- Побічні продукти харчової промисловості
- Енергетичні культури

Перетворення практично будь-яких органічних продуктів в придатне до внесення в ґрунт органічне добриво



Ключові цінності дигестату

- ✓ Містить органічний вуглець, в т.ч. в складі гумінових речовин (1...3% по масі)
- ✓ Містить комплекс необхідних для рослин макро- та мікронутрієнтів (N, P, K, Mg, S, ...)
- ✓ Підвищує урожайність с/г культур, у порівнянні з міндобривами
- ✓ Висока частка доступного для рослин азоту (до +10...70% у порівнянні з не збродженими матеріалами)
- ✓ Оптимальне для ґрунту співвідношення C:N = 20...30
- ✓ Оптимальне для ґрунту значення показника рН 6,8...7,5
- ✓ Містить активні популяції бактерій, що сприяють розпаду органіки в ґрунті
- ✓ Волога (сприяє проникненню в ґрунт поживних речовин, в т.ч. міндобрив)
- ✓ Сприяє зниженню щільності та підвищенню вологоутримуючої здатності ґрунтів
- ✓ Потенціал скорочення викидів парникових газів (до 6 кг CO_{2eq} на 1 кг заміщених азотних добрив)

Шляхи використання дигестату

Рівень обробки дигестату	Поводження з дигестатом	Рекомендації відповідно рівням
<p>Базовий рівень: Поточна переважаюча практика</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Розділення на рідку та тверду фракції в шнековому сепараторі ▪ Зберігання рідкої та твердої фракції до внесення на поля (весна/осінь) ▪ Дигестат вноситься на поля як побічний продукт (відходи) переробки відходів/продукції рослинного та тваринного походження ▪ Дигестат вноситься на власні поля компаній та агрохолдингів, розташовані в безпосередній близькості до біогазової станції 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Мінімізація обсягів утворення дигестату на етапі технологічного проектування біогазової станції ▪ Зменшення витрат на доставку ▪ Використання кращих практик щодо внесення дигестату
<p>Альтернатива 1-го рівня:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ обсяги дигестату перевищують можливості по внесенню на власні поля; ▪ компанія не має власних полів в доступній близькості 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Мінімізація обсягів з використанням скидного тепла від КГУ та/або подальшим концентруванням методами фільтрації ▪ Коригування вмісту поживних речовин в концентрованих розчинах до стандартизованих показників (виробництво спеціалізованого добрива під тип ґрунту та/чи під тип культури) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Рекомендується при необхідному радіусі доставки більше 40-50 км ▪ Залучення спеціалізованих компаній з виробництва добрив на основі органічної сировини
<p>Альтернатива 2-го рівня:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Доступних полів для внесення дигестату немає в економічно доцільному радіусі доставки; ▪ Існує/створено попит на високоякісні органічні добрива з високою доданою вартістю 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Створення сертифікованих ринкових продуктів – органічних добрив чи покращувачів ґрунту з дигестату чи його похідних, з використанням скидного тепла від КГУ та електричної енергії ▪ Розміщення продуктів на ринку добрив (агрохімікатів) ▪ Експорт 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Створення оператором системи контролю та забезпечення стандартизованої якості дигестату ▪ Створення системи добровільної сертифікації ▪ Залучення спеціалізованих компаній з виробництва добрив

Основні методи поглибленої обробки дигестату та їх застосування

Група методів	Метод	Застосування
Концентрування	Сушіння та гранулювання твердої фракції	Розширення можливості комерціалізації Зниження витрат на транспортування та внесення
	Випаровування рідкої фракції (атмосферне, вакуумне)	Зменшення (до 50%) об'єму рідкого дигестату Зниження витрат на транспортування та внесення
	Фільтрація рідкої фракції (мікро-, ультра-, нано- фільтрація, зворотній осмос)	Концентрування дигестату у рідкій формі Виробництво струвіту Зниження витрат на транспортування та внесення
Виділення окремих сполук	Віддувка аміаку з рідкої фракції (повітрям, парою)	Як правило використовується для зниження вмісту азоту в дигестаті при внесенні його в поля або поверненні в процес зброджування. Похідним продуктом є цінне добриво комерційного класу – сульфат амонію (або аміачна вода)
	Осадження струвіту ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) з пермеату після фільтрації	Виробництво аналогу синтетичних магнізієво-амонієво-фосфатних добрив
	Адсорбція/гранулювання у рідкій фракції	Виробництво концентрованого продукту з рідкої фракції – гранульованого органічного

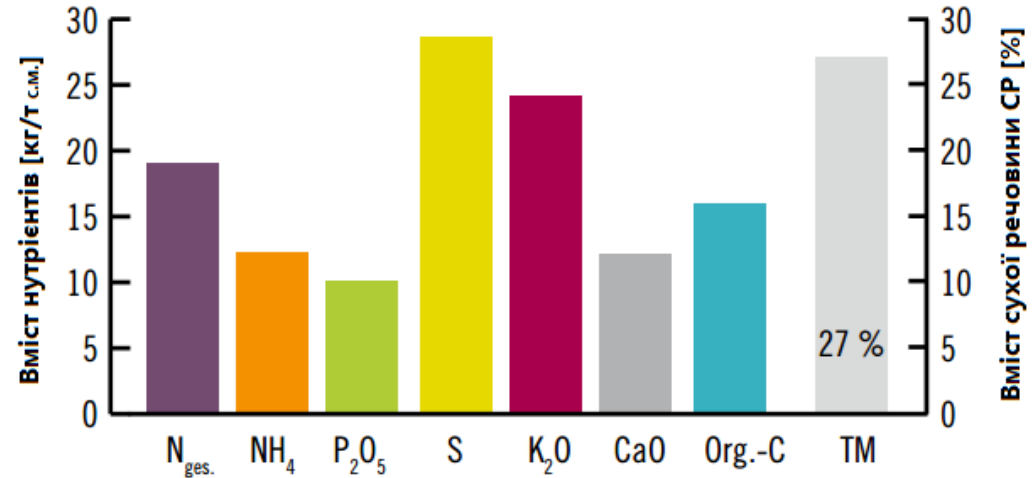
Приклади поглибленої обробки дигестату

Вакуумне випаровування дигестату на біогазовій станції Versenbrück 1,3 МВт_{ел} (Німеччина)

Багатоступеневий випарник Arnold



Склад сконцентрованого дигестату після вакуумного випаровування



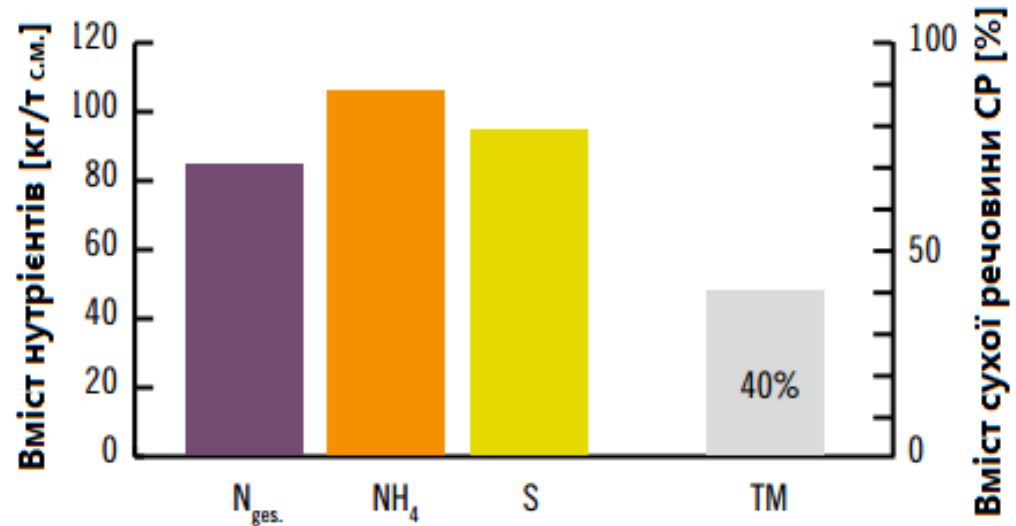
- **30 000 тон дигестату** механічно розділяють на рідку і тверду фракції
- рідку фракцію нагрівають у випарнику скидним теплом з теплообмінників КГУ, а потім випарюють під вакуумом
- установка потребує лише **0,28 кВт-год на 1 л випаруваної води**
- для запобігання випаровуванню аміаку, значення рН дигестату перед нагріванням понижують додаванням сірчаної кислоти
- витрати на транспортування та утилізацію скорочуються приблизно на **70%**
- випарувана рідина конденсується і скидається в водойму

Приклади поглибленої обробки дигестату

Віддувка аміаку на біогазовій станції в м. Tully потужністю 3 МВт (Північна Ірландія)

Віддувні колони BioFlex 20 Ballymena

Склад розчину сульфату амонію



→ **40 000 тон** посліду

→ одна з перших подібних станцій у світі, здатних переробляти **100% посліду** у вхідній сировині

→ завдяки технології віддувки BioFlex, значна частина азоту постійно видаляється, що дозволяє запобігати інгібуванню бактерій в анаеробних реакторах

→ система здатна переробляти **20 м³/год дигестату**

→ кінцеві продукти: **сульфат амонію з вмістом SR 40%** та рідкий N-збіднений дигестат

Визначення цінності дигестату

Сировина	СР	Азот	Фосфор	Калій	Вихід дигестату	Еквівалентна вартість NPK	
	% с.м.	N _{tot} , кг/т с.м.	P, кг/т с.м.	K, кг/т с.м.	т/т с.м.	€/т дигестату	€/т с.м.
Силос кукурудзи	30	4.50	0.75	3.39	0.78	6.42	5.03
Жом	13	3.12	0.18	0.52	0.91	1.90	1.72
Гній ВРХ	18	5.76	1.44	7.47	0.92	10.08	9.31
Гноївка свиней	2.5	2.30	0.50	0.52	0.99	1.95	1.92
Послід	30	15.00	6.60	5.40	0.89	21.39	19.01

Примітки: с.м. – свіжа маса. Прийнято ціну на N, P, K 0.75, 1.53, 0.68 €/кг відповідно. Доступність N в 1-й рік внесення прийнято 60%.



Розподіл цінності в твердій та рідкій фракції дигестату після сепарації (приклади)

Сирий дигестат	Рідка фракція	Тверда фракція
EUR / т	EUR / т	EUR / т
3.28	2.32	17.10
6.65	4.90	23.68

Вміст органічного карбону, бактерій, мікро-нутрієнтів, як і потенціал скорочення викидів ПГ, також потрібно додавати до цінності дигестату!

Приклад розрахунку економії на закупівлі мінеральних добрив

Приклад:

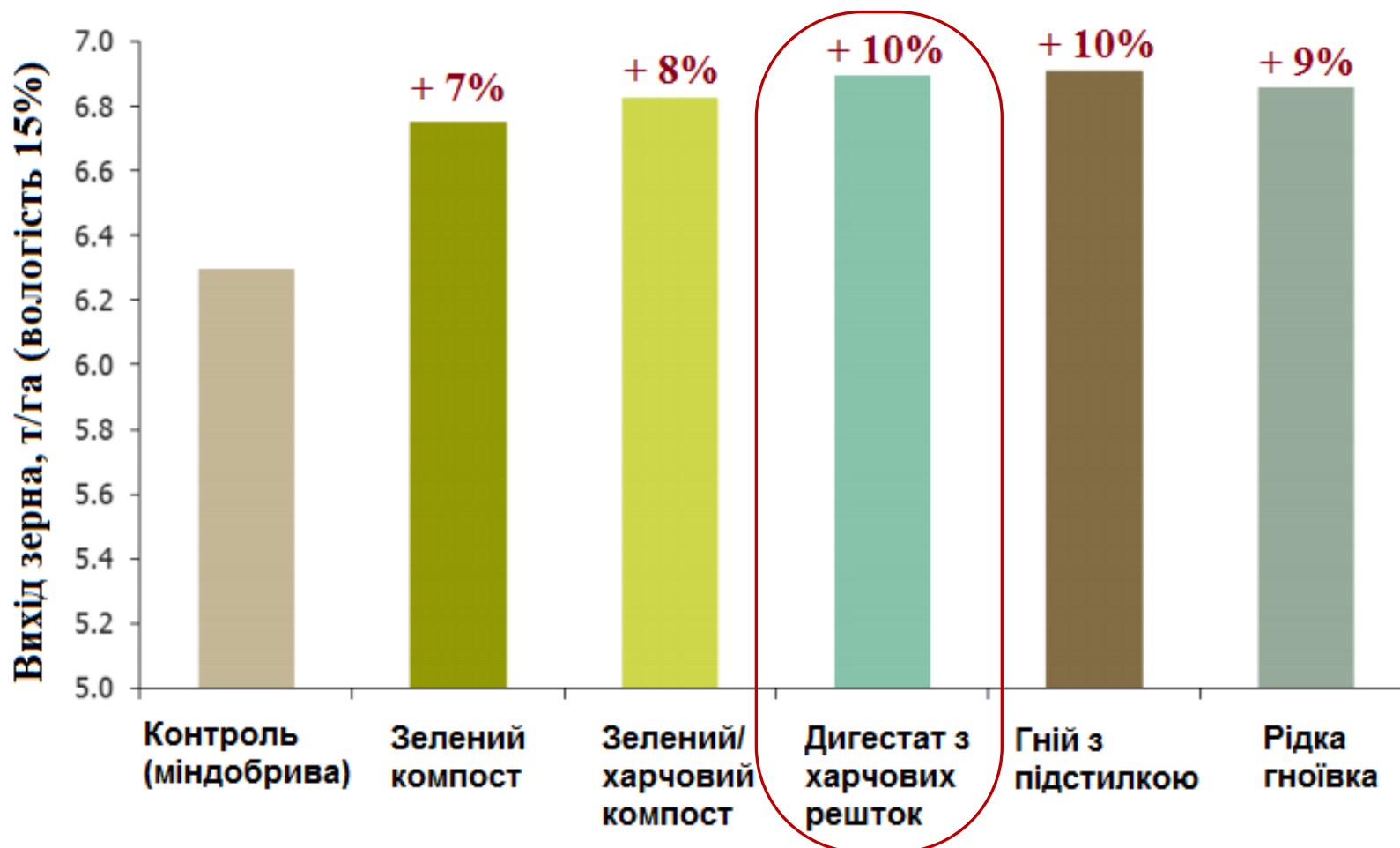
весняне внесення 30 м³/га дигестату з фермерської біогазової установки під вирощування врожаю ярого ячменю*

Показник	Азот (N)	Фосфат (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)	Економія (€/га)
1. Оцінений вміст NPK в «сирому» дигестаті (кг/т)	3.6	1.7	4.4	
2. Розрахункове внесення NPK з 30 м ³ /га «сирого» дигестату (кг/га)	108	51	132	
3. Доступність NPK у «сирому» дигестаті, прийнята при плануванні балансу потреб рослин в NPK (%)	0.55	1	1	
4. Розрахункове внесення NPK з дигестатом (кг/га)	59	51	132	
5. Загальна потреба ярого ячменю в NPK (кг/га)	145	56	77	
Необхідні витрати на NPK (€)	92.4	40.3	40.9	173.6
6. Потреба в мінеральних NPK добривах у доповнення до дигестату (показник 5 мінус показник 4)	86	5	0	
Необхідні витрати на мінеральні NPK добрива (€)	54.8	3.6	0.0	58.4
7. Фактична економія витрат за перший рік	50.3	23.8	34.5	108.6

Еквівалентна ринкова цінність такого дигестату складає 3.65 €/т

Вплив дигестату на урожайність

Результати спостережень за урожайністю озимих зернових протягом 2011-2013 років на 8 експериментальних ділянках в Англії*



* [https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/DC-Agri Work Package 1 - Effects on Soil and Crop Quality.pdf](https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/DC-Agri_Work_Package_1_-_Effects_on_Soil_and_Crop_Quality.pdf)

Основні бар'єри при використанні дигестату як органічного добрива в Україні

- Більшість біогазових проектів в Україні створено на основі концепції енергетичного підприємства, орієнтованого на отримання основного доходу від продажу електроенергії за «зеленим» тарифом → **розміщення дигестату на ринку як органічного добрива не розглядалось**
- Більшість біогазових установок в Україні не виконують регулярний контроль якості вхідної сировини та утворюваного дигестату за комплексом показників, а технологічні режими змінюються протягом року → **фізико-хімічний склад дигестату є неконтрольованим і непрогнозованим**
- Дигестат з більшості біогазових станцій в Україні не може вважатись *органічним* добривом для органічного рослинництва → **відсутність попиту в сегменті ринку органічного виробництва**
- Відсутність державного контролю якості дигестату та поводження з ним + Відсутність власної системи забезпечення/стандартизації якості утворюваного дигестату операторами більшості біогазових станцій в Україні → **відсутність довіри серед потенційних споживачів та, відповідно, попиту**
- Відсутність системи добровільної сертифікації та забезпечення якості дигестату (поза сегментом ринку органічного виробництва) → **відсутність можливості створення іміджу якісного продукту → відсутність довіри серед потенційних споживачів та, відповідно, попиту**
- Відсутність державних норм та вимог щодо виробництва та використання органічних добрив загалом, і дигестату зокрема → **гальмує створення ринку органічних добрив з дигестату**

Висновки

- Дигестат біогазових установок може бути цінним ресурсом для підтримки/поновлення родючості ґрунтів в Україні та зробити значний внесок в заміщення імпортованих мінеральних добрив
- Найбільш поширеним і рентабельним способом використання дигестату є внесення його рідкої та твердої фракції на прилеглих полях компанії оператора біогазової станції. Необхідність поглибленої обробки дигестату може виникати при потребі доставляти на відстані > 40-50 км
- На сьогодні в Україні існують ряд бар'єрів та обмежень при необхідності передачі дигестату іншим компаніям чи комерціалізації продуктів з нього
- Підвищення рівня довіри серед споживачів та сприяння комерціалізації продуктів з дигестату можливі шляхом розробки системи стандартизації та сертифікації дигестату в Україні

Дякую за увагу!

Кучерук Петро Петрович

Старший науковий співробітник ІТТФ НАН України, к.т.н.

Старший консультант НТЦ Біомаса

Член експертної ради Біоенергетичної асоціації України з питань біогазу

+380 97 917 7047

kucheruk@secbiomass.com

<http://www.secbiomass.com>

Біоенергетична асоціація України: www.uabio.org