Представлення Аналітичної записки
«Виробництво передового біометану з проміжних та покривних культур»
Вебінар 23.05.2025

Потенціал виробництва біометану з проміжних і покривних культур в Україні та ЄС

Тетяна Желєзна, к.т.н.

Біоенергетична асоціація України

Види проміжних культур

Основні культури: займають поле протягом більшої частини вегетаційного періоду. Після збирання багатьох з них та за наявності вологи в ґрунті можна вирощувати рослини для одержання додаткової продукції.

ПРОМІЖНІ (ПОКРИВНІ) КУЛЬТУРИ: вирощуються в інтервалі часу, **вільного** від вирощування основних культур. За їх рахунок з однієї площі протягом року (періоду 12 міс.) можна мати **2**, а на зрошуваних землях – і 3 **врожаї**.

Залежно від біологічних особливостей та технології вирощування **проміжні культури** поділяють на **післяукісні, післяжнивні, озимі, підсівні.**

Післяукісні: вирощуються після зібраної на зелений корм, силос або сіно культури в поточному році й використовують меншу частину періоду можливої вегетації. Вегетаційний період до 140-150 днів.

Післяжнивні: вирощують після збирання основних культур у поточному році. Вегетаційний період набагато коротший (70-100 днів), а умови забезпечення вологою і теплом гірші, ніж у післяукісних проміжних культур.

Озимі: висівають у рік збирання основної культури, а урожай збирають навесні наступного року.

Вирощування суміші післяжнивних культур після кукурудзи у США (фото експерта БАУ)

Підсівні: підсівають навесні під покрив зернових та інших культур і збирають восени того самого року (після збирання основних культур) чи наступної весни. Підсів можна проводити по сходах ярих і озимих культур.

https://textbook.com.ua/geografiya/1473445276

Проміжні культури в Директиві ЄС RED III

- **Проміжні** культури фактично **виключені** з поняття «харчових/кормових» (п. 40 Статті 2 «Визначення»): *«харчові та кормові культури» означає багаті крохмалем культури, цукрові або олійні культури, вирощені на сільськогосподарських угіддях як основна культура, **за винятком** залишків, відходів або лігноцелюлозного матеріалу та **проміжних** культур, таких як **міжпосівні та покривні** культури, за умови, що використання таких проміжних культур не викликає попиту на додаткові землі».*

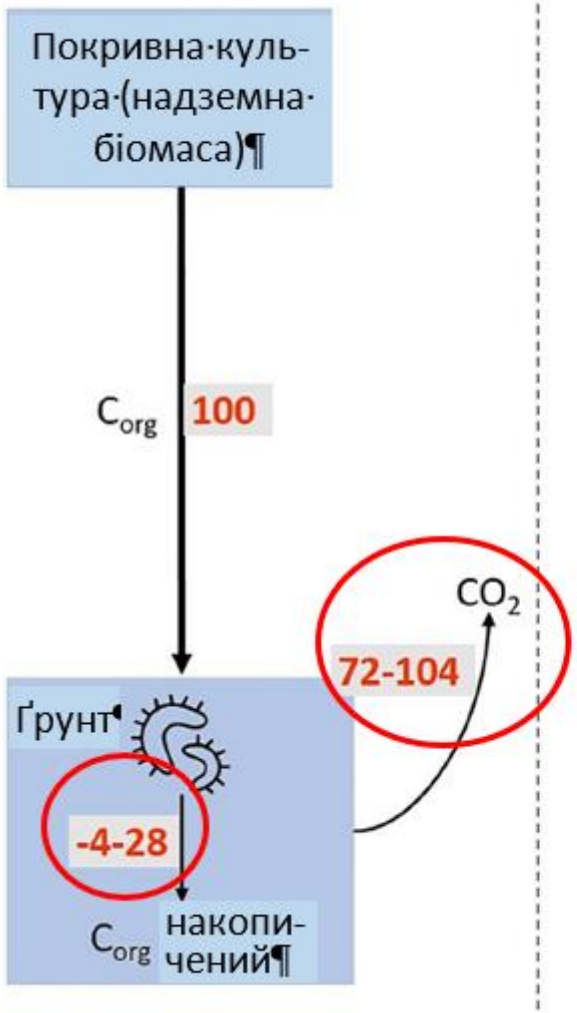
- **Частина А** Додатку IX RED III. Сировина для виробництва біогазу для транспорту та передових рідких біопалив:
«**Проміжні культури**, такі як міжпосівні та покривні, що вирощуються на територіях, де через короткий вегетаційний період виробництво продовольчих і кормових культур обмежується одним урожаєм, і за умови, що їх використання не викликає попиту на додаткові землі, а також за умови збереження вмісту органічної речовини в ґрунті, і якщо вони використовуються для виробництва **рідкого біопалива для авіаційного сектора**».

https://swellseedco.com/blogs/news/what-are-cover-crops

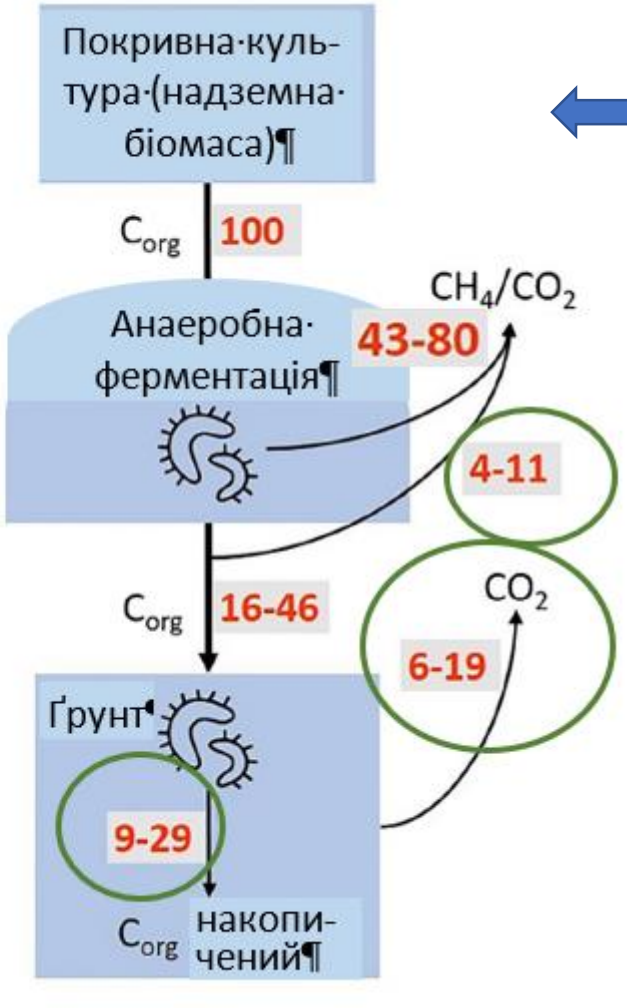
- До **частині Б** Додатку IX RED III (Сировина для виробництва рідких біопалив та біогазу для транспорту) проміжні культури включені з таким же формулювання за виключенням того, що передбачене використання є «**не для виробництва біопалива для авіаційного сектора**».

Directive (EU) 2018/2001 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018L2001-20240716

Вплив на ґрунт від використання біомаси з проміжних культур для виробництва біометану



баланс $C_{орг}$ від -4 до 28



баланс $C_{орг}$ позитивний: 9…29

Теоретичне дослідження французьких фахівців (2022 р.): Вуглецевий баланс від внесення в ґрунт надземної біомаси покривної культури та від повернення дигестату після її зброджування https://doi.org/10.1007/s13593-022-00790-8

Польове дослідження та моделювання австрійських фахівців *(проєкт Syn-Energy 2010-2015 рр., 5 варіантів ПК):* При збиранні біомаси ПК з урожайністю 2,5 т с.р./га із поверненням дигестату на поле, **надходження вуглецю гумусу** в ґрунт складають **112** кг/га. При прикопуванні ПК у ґрунт як зелене добриво, ця величина – **80** кг/га.
https://publications.waset.org/10005395/biogas-from-cover-crops-and-field-residues-effects-on-soil-water-climate-and-ecological-footprint

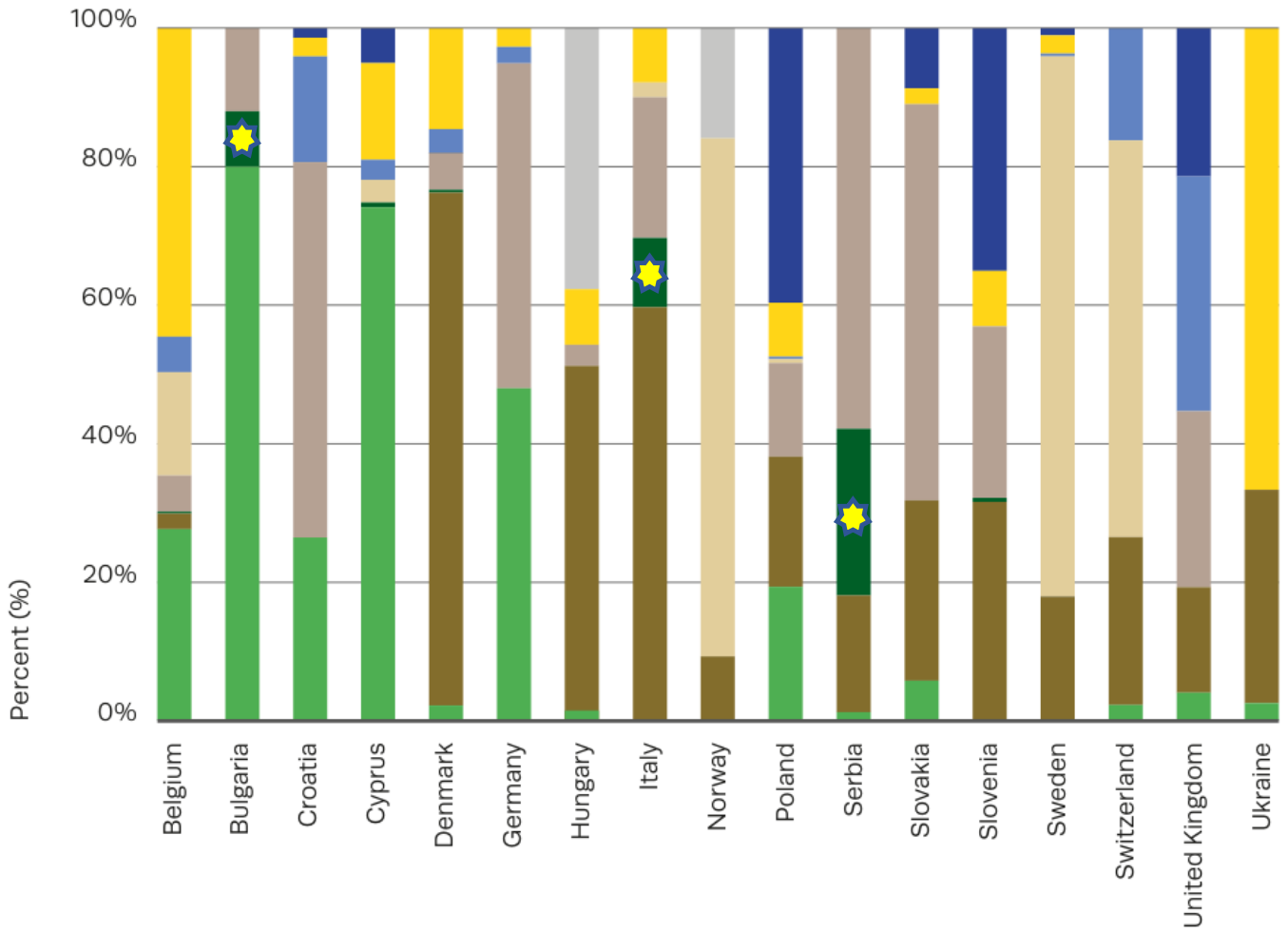
Концепція BiogasDoneRight на прикладі фермерського господарства в північній Італії (Паданська рівнина)

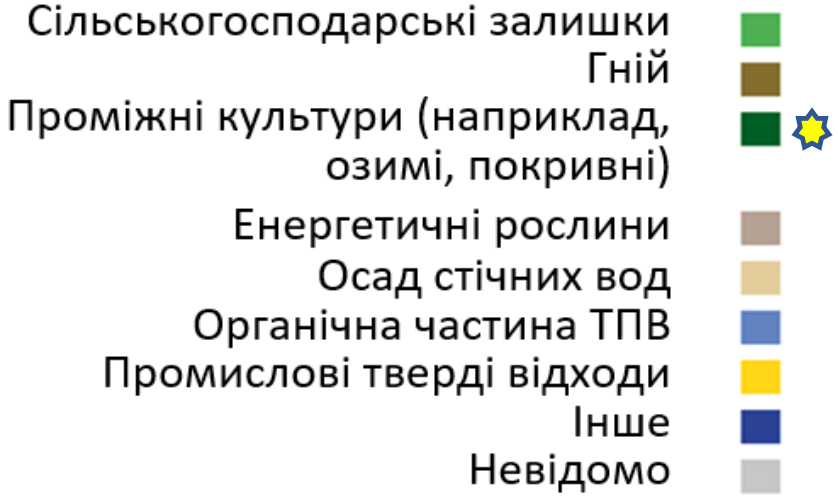
Культури на окремих ділянках землі	Площі під культурами, га			Площі під культурами з різними напрямками використання врожаю, га		
	Озимі	Монокультури	Ярі	Корм для худоби	Продаж	Сировина для біогазу
Ділянка 30 га:						
Пшениця на силос*	30					30
Кукурудза на силос**			30	30		
Ділянка 110 га:						
Пшениця на зерно**	110				110	
Кукурудза на силос*			110			110
Ділянка 60 га:						
Озимі зернові/азот-фіксуючі культури*	60					60
Кукурудза на зерно**			60		60	
Ділянка 100 га:						
Тритікале на силос*	100					100
Сорго на силос**			10			10***
Соя**			90		90	
Ділянка 20 га:						
Люцерна		20		20		
Загалом площа, га (320 га)	300	20	300	50	260	310

** Проміжні/покривні культури. ** Основні культури. *** Єдине виключення – використання сорго на силос (основна культура) як сировини для БГУ.*

https://www.consorziobiogas.it/wp-content/uploads/2017/05/Biogasdoneright-No-VEC-Web.pdf

Структура сировини для виробництва біогазу у вибраних країнах Європи, 2023 р.

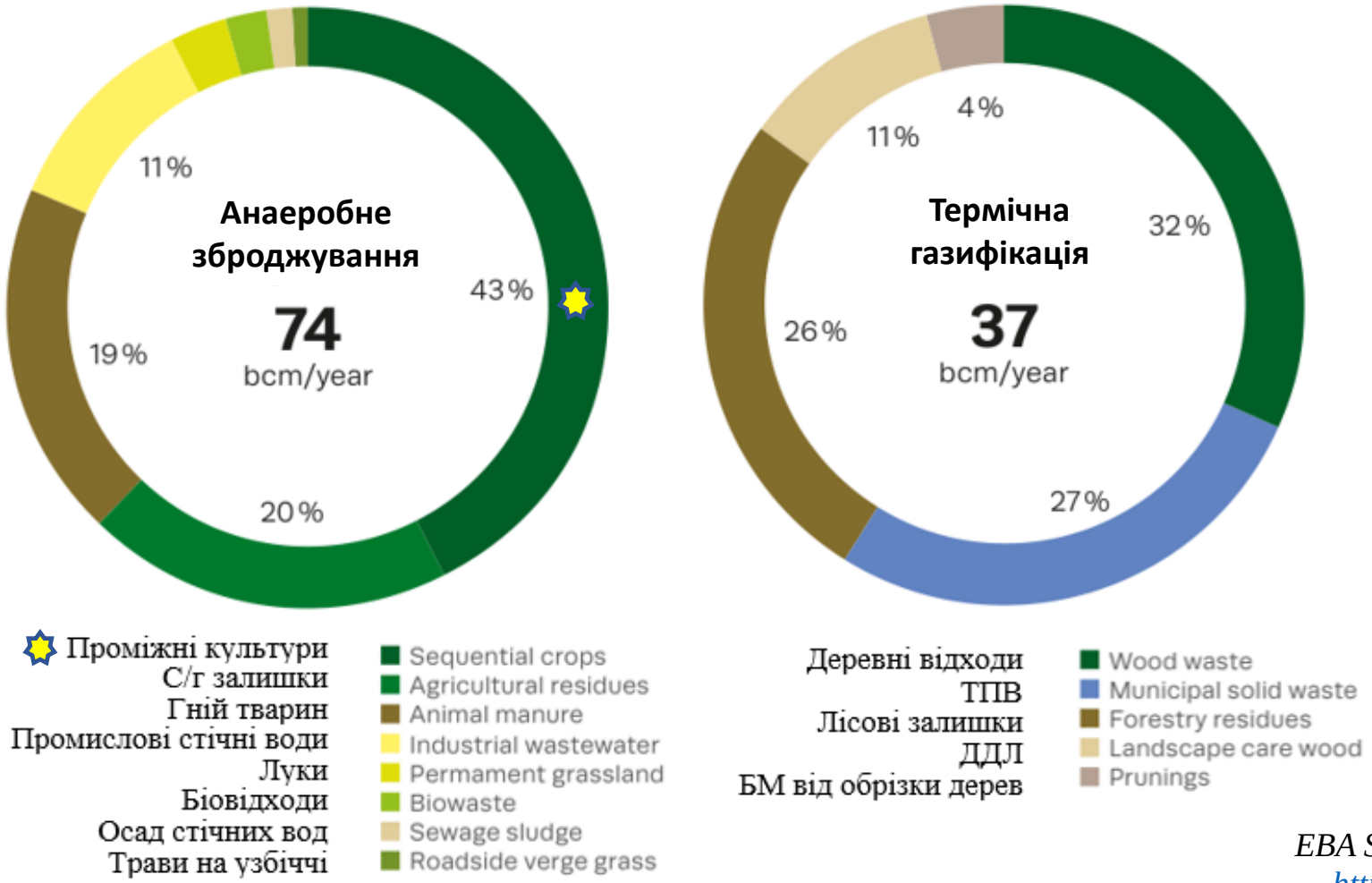




EBA Statistical Report 2024 (Європейська біогазова асоціація).
https://www.europeanbiogas.eu/eba-statistical-report-2024/

Без врахування промислових стічних вод і біогазових установок на полігонах ТПВ

Структура потенціалу виробництва біометану в Європі, 2040 р.



БМ – біомаса, ДДЛ – деревина від догляду за ландшафтом

Потенціал в Європі (ЄС), млрд м³/рік

2030: 44 (40)

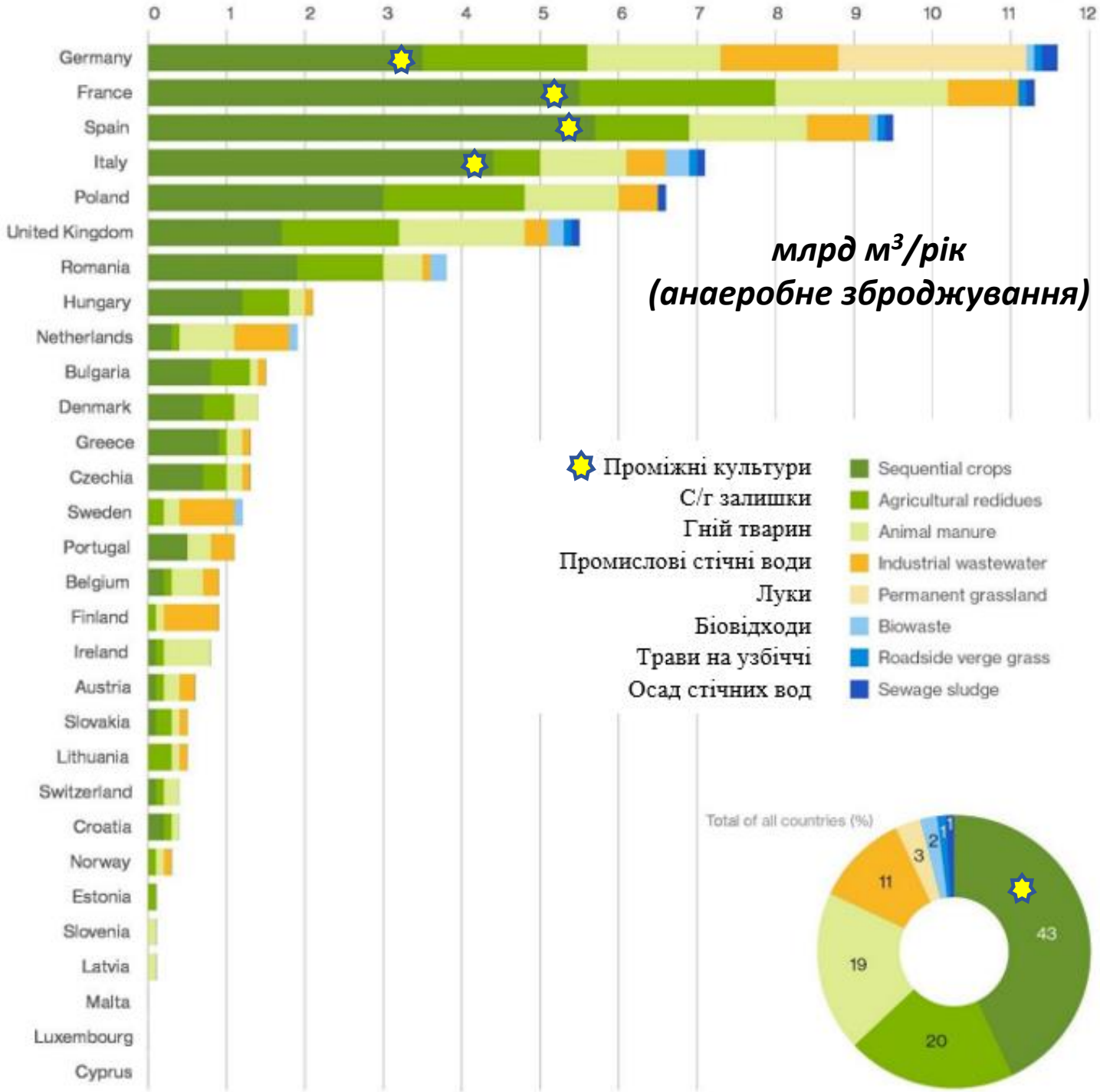
2040: 111 (101), у т.ч. 32 з ПК

2050: 165 (150)

Потенціал 2040 р.: 67% за рахунок анаеробного зброджування,
33% – термічною газифікацією біомаси

EBA Statistical Report 2024 (Європейська біогазова асоціація).
https://www.europeanbiogas.eu/eba-statistical-report-2024/

Потенціал виробництва біометану за видами сировини в країнах Європи, 2040 р.



Очікується, що **лідерами** виробництва біометану з проміжних/покривних культур у 2040 р. будуть (*млрд м³/рік*) **Іспанія** (5,7), **Франція** (5,5), **Італія** (4,4), **Німеччина** (3,5)

Biogases towards 2040 and beyond. Guidehouse, EBA, 2024. https://guidehouse.com/-/media/new-library/services/sustainability/documents/2024/biogases-towards-2040-and-beyond.ashx

Потенціал виробництва біометану з проміжних культур в Європі до 2050 р. з урахуванням типу кліматичних зон різних регіонів

Частка і площа земель для системи послідовного вирощування, прийняті у сценаріях

Тип клімату (країни)[1)]	Консервативний сценарій: частка площі під ярими культурами[2)] для послідовного вирощування[4)]	Площа під послідовне вирощування, тис. га	
		Консервативний сценарій: 20%[3)]	Максимальний сценарій: 80%[3)]
Середземноморський (центральна і південна Іспанія, Португалія, південна Франція, Італія, Греція, Албанія)	23%	2651	10604
Атлантичний (центральна і північна Франція, Ірландія, Об'єднане Королівство, Бельгія, Нідерланди)	22%	3943	15773
Континентальний (Німеччина, Люксембург, Данія, Польща, Австрія, Швейцарія, Чехія, Словаччина, Угорщина, Румунія, Болгарія, Балкани)	**31%**	8945	35781

1. *Країни регіону* ***північного*** *клімату (Норвегія, Швеція, Фінляндія, Естонія, Латвія, Литва) були* ***виключені*** *через непридатні умови для послідовного вирощування.* ***2.*** *Кукурудза, сорго, соя, соняшник, кукурудза на силос.* ***3.*** *Прийнята частка від загальної площі під основними культурами.* ***4.*** *Експертна оцінка фахівців у сфері с/г. Для розрахунків прийнято єдине консервативне значення для всіх типів клімату –* ***20%****.*

Дослідження бельгійських фахівців з Гентського університету (2021 р.) https://doi.org/10.3390/Agronomy11112102

Потенціал виробництва біометану з проміжних культур в Європі до 2050 р. з урахуванням типу кліматичних зон різних регіонів (2)

ПОКАЗНИКИ	РЕГІОНИ ЄВРОПИ ЗА ТИПОМ КЛІМАТУ		
	Середземноморський	Атлантичний	Континентальний
Площа під ярими проміжними культурами (ПК), тис. га:			
- консервативний сценарій	1326	1972	4473
- максимальний сценарій	6513	9612	19026
Площа під озимими ПК, тис. га:			
- консервативний сценарій	1326	1972	4473
- максимальний сценарій	4092	6161	16754
Вихід біогазу, $м^3$/га: ярі ПК	8925	6248	7140
озимі ПК	6050	4066	4418
Потенціал виробництва біометану, млрд $м^3$/рік:			
- консервативний сценарій*	**9,9**	**10,2**	**25,8**
- максимальний сценарій**	37,9	42,5	104,9

** В сумі **45,9** млрд $м^3$/рік (для порівняння: **31,8** млрд $м^3$/рік у 2040 р. згідно звіту Європейської біогазової асоціації 2024 р.).*

*** В сумі **185,4** млрд $м^3$/рік.*

Дослідження бельгійських фахівців з Гентського університету (2021 р.) https://doi.org/10.3390/Agronomy11112102

Потенціал виробництва біометану з послідовних/ротаційних культур в ЄС-27

	Максимальний потенціал біометану від нових сівозмін (млрд м³)	КОРИГУВАЛЬНІ КОЕФІЦІЄНТИ						Реальний потенціал виробництва біометану з нових сівозмін (млрд м³)
		їжа проти палива	Конкуренція за біомасу	Сумісність з рільництвом	Готовність ріллі*	Вплив клімату	Невизначеність	
Австрія	0,2	100%	98%	89%	78%	Невідомий	80%	0,1
Бельгія	0,9	95%	98%	71%	78%		80%	0,4
Болгарія	2,8	100%	98%	94%	78%		80%	1,6
Хорватія	1,1	95%	98%	92%	78%		80%	0,6
Кіпр	0,2	100%	98%	78%	78%		80%	0,1
Чехія	2,2	100%	98%	92%	78%		80%	1,2
Данія	1,9	95%	98%	86%	78%		80%	0,9
Естонія	0,1	90%	98%	90%	78%		80%	0,0
Фінляндія	0,7	90%	98%	84%	78%		80%	0,3
Франція	18,4	95%	98%	89%	78%		80%	**9,5**
Німеччина	9,5	100%	98%	88%	78%		80%	**5,1**
Греція	2,8	100%	98%	84%	78%		80%	1,4
Угорщина	3,7	100%	98%	91%	78%		80%	2,1
Ірландія	0,2	90%	98%	95%	78%		80%	0,1
Італія	12,7	100%	98%	83%	78%		80%	**6,4**
Латвія	0,2	90%	98%	90%	78%		80%	0,1
Литва	0,3	90%	98%	89%	78%		80%	0,1
Люксембург	0,1	100%	98%	96%	78%		80%	0,1
Мальта	0,0	100%	98%	68%	78%		80%	0,0
Нідерланди	0,8	90%	98%	59%	78%		80%	0,3
Польща	10,0	100%	98%	88%	78%		80%	**5,4**
Португалія	0,6	95%	98%	70%	78%		80%	0,2
Румунія	6,2	100%	98%	95%	78%		80%	**3,6**
Словаччина	0,1	100%	98%	92%	78%		80%	0,1
Словенія	0,1	100%	98%	94%	78%		80%	0,1
Іспанія	10,4	95%	98%	61%	78%		80%	**3,7**
Швеція	0,8	90%	98%	89%	78%		80%	0,4
ВСЬОГО ЄС-27	**87,0**							**44,0**

Оцінка Робочої групи 3.1 Промислового партнерства з біометану (2025 р.) базується на дослідженні Гентського університету (2021 р.) і моделі BiogasDoneRight, але використовує ***новітній підхід до моделювання*** потенціалу біометану з нових сівозмін.

** З покращенням стану ґрунтів зростатиме й потенціал виробництва біометану в ЄС.*

Biomethane Industrial Partnership (квітень 2025 р.)
https://bip-europe.eu/wp-content/uploads/2025/04/BIP-Task-Force-3.1_Biomethane-Potential-Novel-Cropping-Systems_April2025.pdf

Оцінка потенціалу виробництва біометану з проміжних культур в Україні

ПОКАЗНИКИ	ЗНАЧЕННЯ	КОМЕНТАР
Посівна площа, млн га (I)	28,4	Дані 2021 р.
Частка посівної площі під вирощування проміжних культур (II), %	20	Прийнято з урахуванням даних роботи «The Role of Sequential Cropping and Biogasdoneright™ in Enhancing the Sustainability of Agricultural Systems in Europe» (2021). *(Дослідження бельгійських фахівців з Гентського університету* *https://doi.org/10.3390/Agronomy11112102*)
Середня врожайність проміжних культур, т с.р./га/рік (III)	5	
Вихід біогазу з проміжних культур, м³/т с.р. (IV)	570	
Концентрація метану в біогазі (V), %	57	Відповідає показнику, прийнятому в оцінці потенціалу біометану консорціуму компаній Gas for Climate (2022). *https://gasforclimate2050.eu/wp-content/uploads/2023/12/Guidehouse_GfC_report_design_final_v3.pdf*
Потенціал отримання біометану з проміжних культур, млрд м³/рік (I× II/100 × III × IV × V/100)	**9,23**	Оцінка згідно **консервативного** підходу. Збільшення вихідних показників (площа під проміжними культурами, врожайність цих культур) дасть більш високий результат оцінки потенціалу.

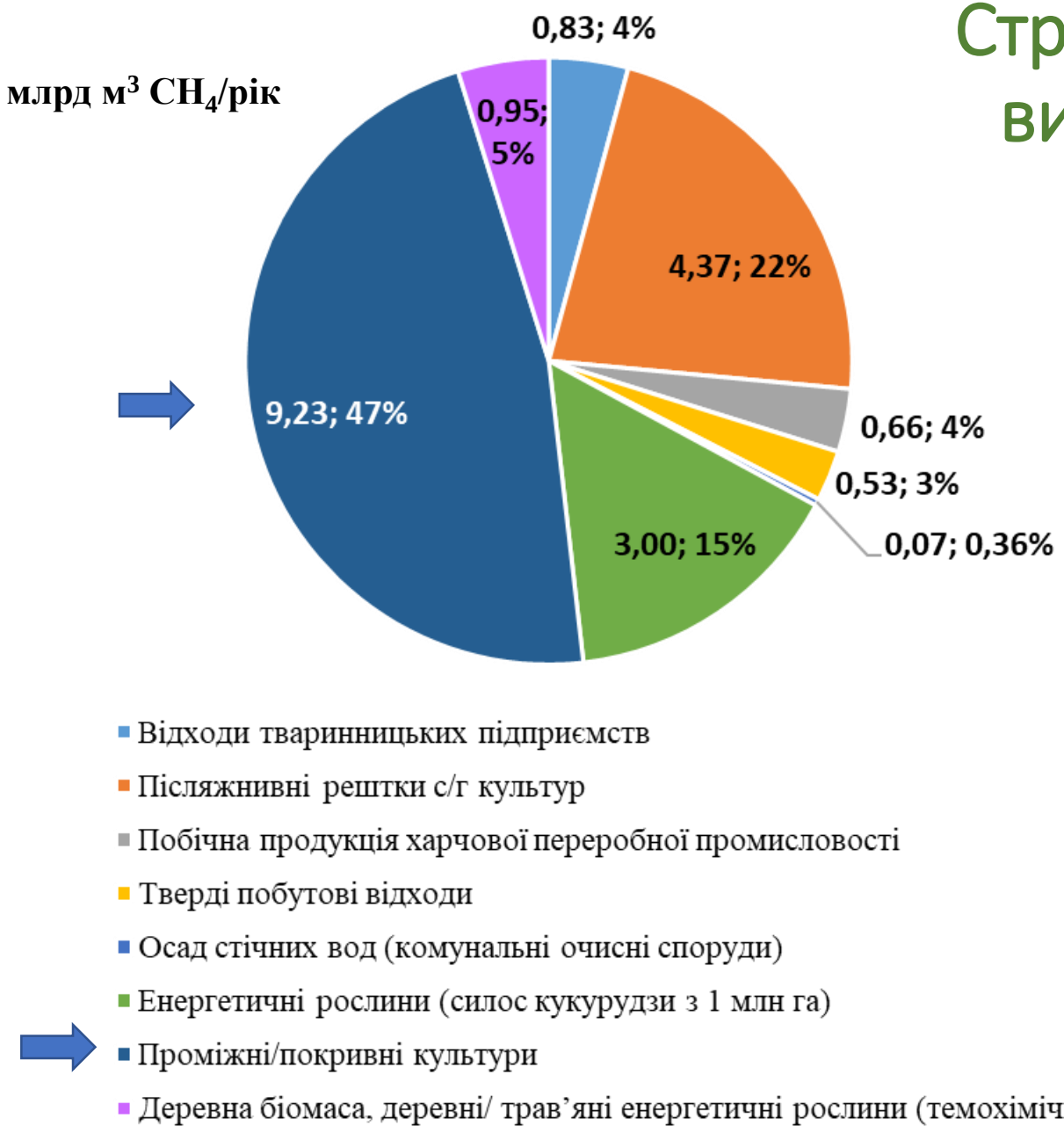
с.р. – суха сировина

Оцінка загального потенціалу виробництва біометану в Україні

Види сировини для виробництва біометану	Теоретичний потенціал виробництва млрд м^3 CH_4/рік	Потенціал, доступний для енергетики (економічний) [1]	
		Частка теоретичного потенціалу, %	млрд м^3 CH_4/рік
Відходи тваринницьких підприємств (гній)	1,04	80	0,83
Післяжнивні рештки с/г культур	16,79	26	4,37
Побічна продукція харчової переробної промисловості	1,69	39	0,66
Тверді побутові відходи	0,70	75	0,53
Осад стічних вод (комунальні очисні споруди)	0,07	100	0,07
Енергетичні рослини (силос кукурудзи з 1 млн га)	3,00	100	3,00
ПРОМІЖНІ КУЛЬТУРИ	**9,23**	**100**	**9,23**
Деревна біомаса, деревні/ трав'яні енергорослини[2]	9,51	10	0,95
БІОМЕТАН, всього	**42,03**	**47**	**19,64**

1) *Без урахування тимчасово окупованих територій України станом на 2021 р.* ***2)*** *10% теоретичного потенціалу деревної біомаси і деревних/трав'яних енергорослин (верба, тополя, міскантус) відведено на отримання біометану шляхом термохімічної газифікації біомаси.*

Структура економічного потенціалу виробництва біометану в Україні



Всього: <u>19,64</u> млрд м³ CH_4/рік

https://phys.org/news/2023-09-agriculture-crops-mixtures-unexpected-results.html
https://thebreakthrough.org/issues/food-agriculture-environment/cover-crops-climate-hype

Висновки

- Проміжні культури – потенційне джерело сталої біомасової сировини, у тому числі для виробництва біометану.
- Перспективний сегмент біоенергетики для ЄС і для України. До 2040 р. проміжні культури можуть зайняти найбільшу частку структури потенціалу отримання біометану шляхом анаеробного зброджування.
- Біометан з проміжних культур – найбільший в загальній структурі потенціалу виробництва біометану в Україні.
- Необхідні подальші дослідження для практичного впровадження в Україні.

https://agroelita.info/pidsiv-pokryvnoi-kultury-iak-zasib-polipshennia-fizyko-khimichnykh-vlastyvostey-gruntu/

Дякую за увагу!

Тетяна Желєзна

zhelyezna@uabio.org

https://uabio.org/

UABIO