Проєкт міжнародної технічної допомоги «Економічна підтримка Східної України»

Онлайн-тренінг щодо енергетичного потенціалу біомаси для виробництва моторних біопалив 1-го і 2-го покоління, 03 жовтня 2023 р.

Оцінка потенціалу біомаси для виробництва в Україні моторних палив 1-го і 2-го покоління

Петро Кучерук, к.т.н.

Біоенергетична асоціація України

Розглянуті в дослідженні види моторних біопалив

БІОДИЗЕЛЬ

- з ріпаку
- з енергетичних олійних культур
- з некондиційних олій та жирів
- з використаної харчової олії
- з жирів від забою худоби і птиці

БІОЕТАНОЛ

- з с/г кукурудзи
- з меляси
- з кукурудзиння

БІОМЕТАН

- з відходів тваринництва
- з післяжнивних решток
- з побічних продуктів харчової промисловості
- з оТПВ
- з осадів стічних вод
- з силосу кукурудзи
- з покривних культур
- з деревної біомаси, шляхом термогазифікації

Економічний потенціал виробництва моторних біопалив в Україні

ПОТОЧНИЙ
2021 р.

БІОДИЗЕЛЬ – 1117 млн л (0,88 млн т н.е.)

БІОЕТАНОЛ – 1794 млн л (0,92 млн т н.е.)

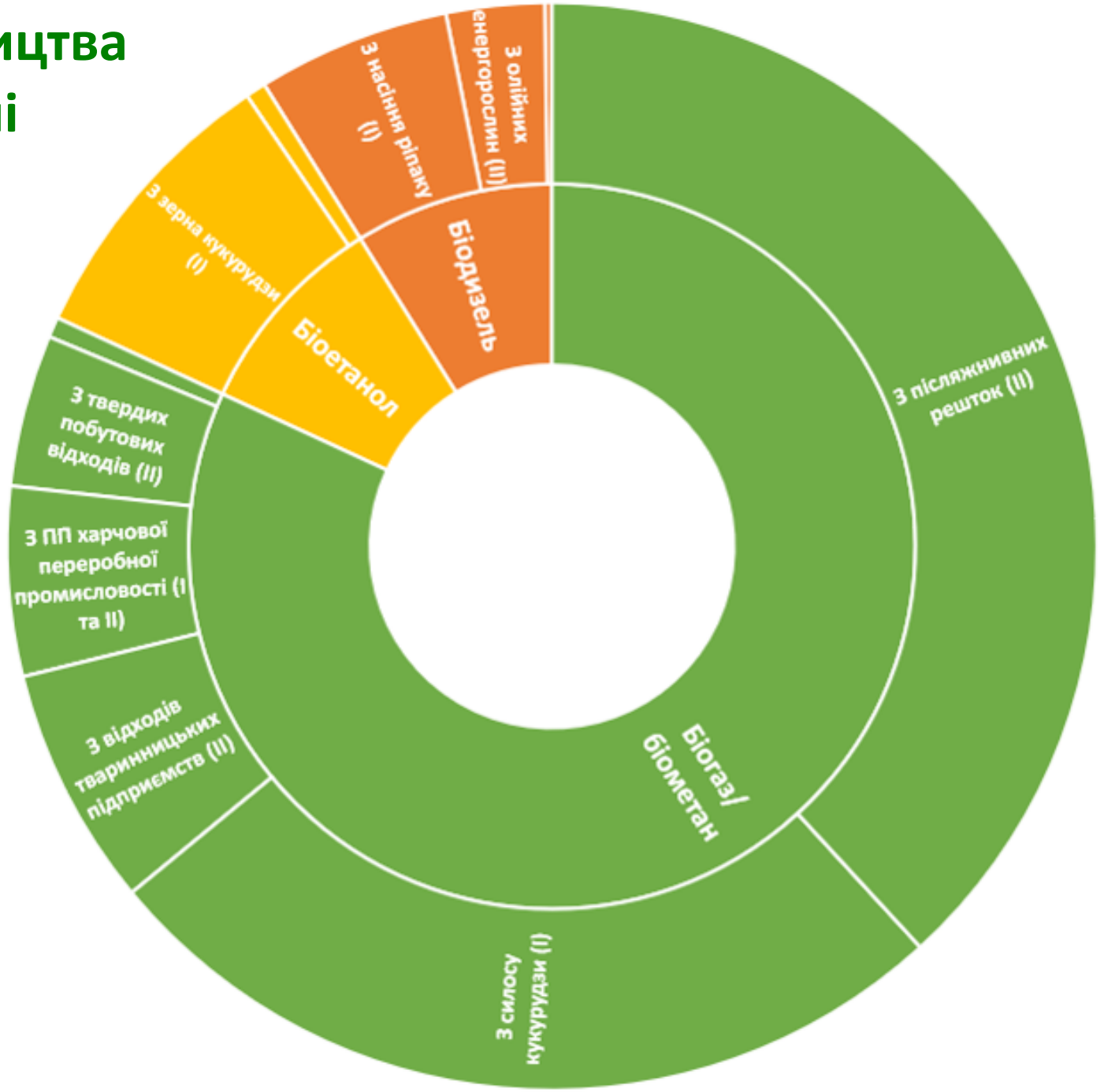
БІОМЕТАН – 9,51 млрд м^3 (8,16 млн т н.е.)

ПЕРСПЕКТИВНИЙ
2050 р.

БІОДИЗЕЛЬ – 1565 млн л (1,22 млн т н.е.)

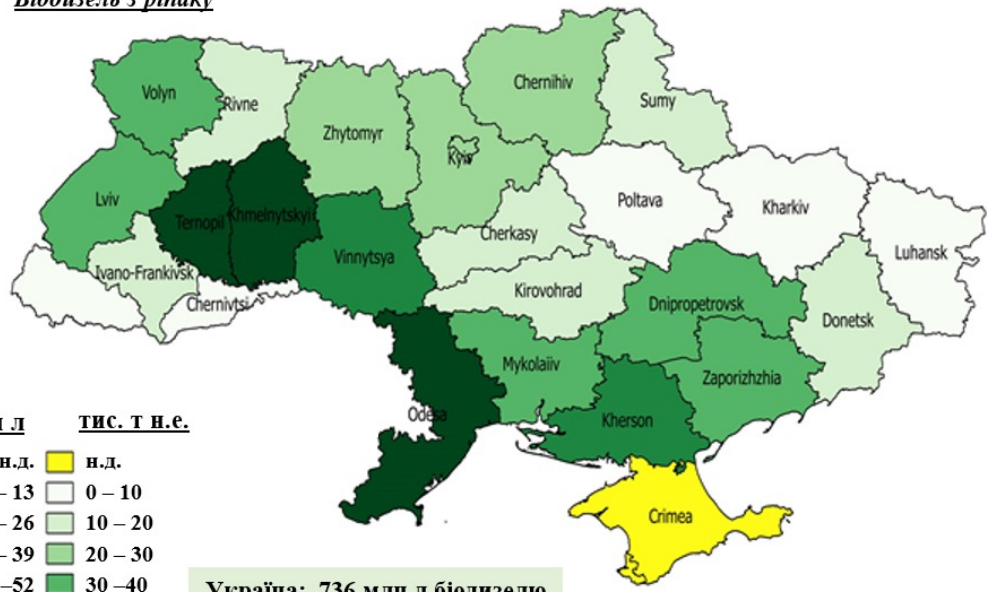
БІОЕТАНОЛ – 2645 млн л (1,35 млн т н.е.)

БІОМЕТАН – 21,75 млрд м^3 (18,65 млн т н.е.)



Регіональний розподіл економічного потенціалу виробництва біодизелю, біоетанолу та біометану (2021)

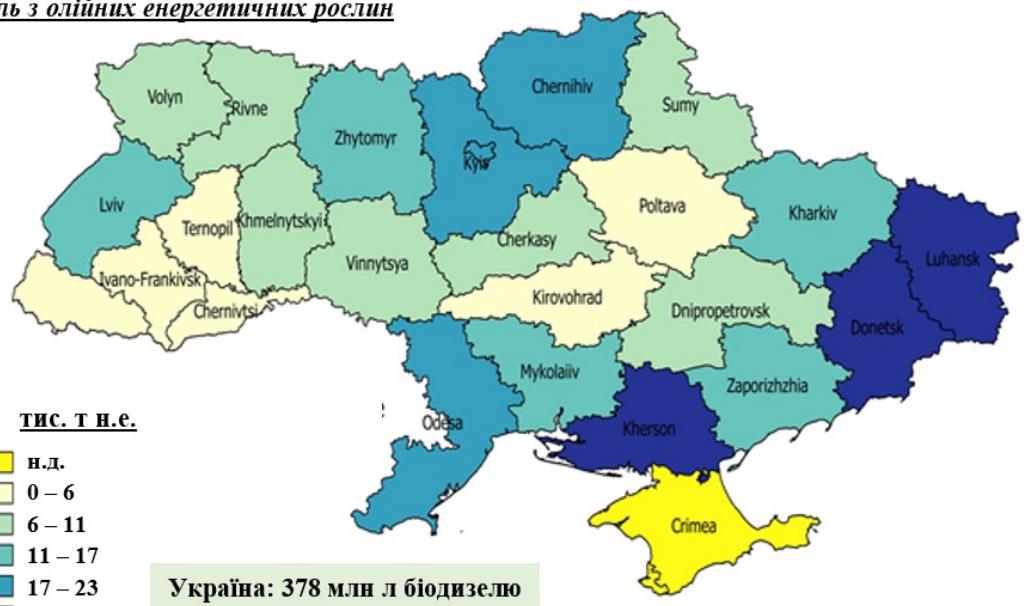
Біодизель з ріпаку



млн л	тис. т н.е.
н.д.	н.д.
0 – 13	0 – 10
13 – 26	10 – 20
26 – 39	20 – 30
39 –52	30 –40
52 – 65	40 – 50
65 – 78	50 – 60

Україна: 736 млн л біодизелю
574 тис. т н.е.

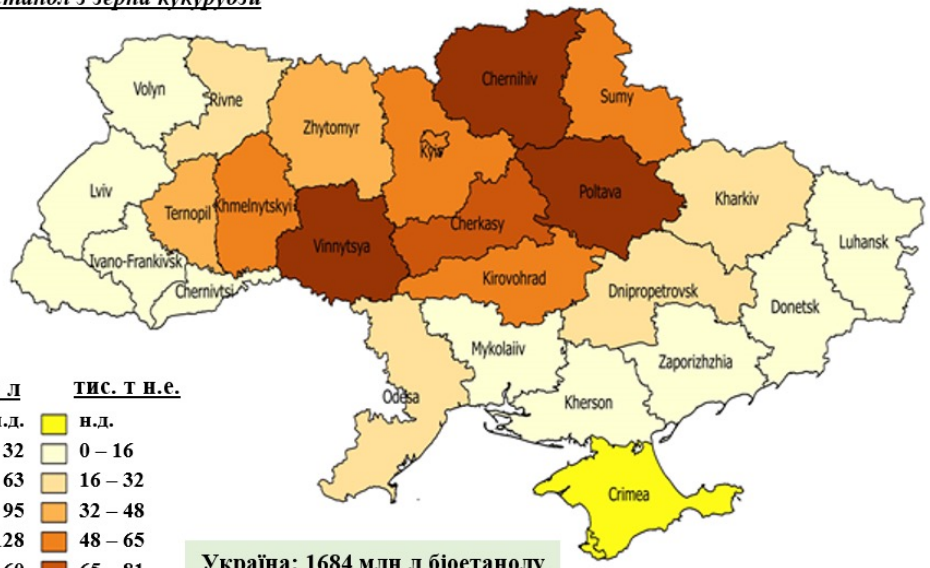
Біодизель з олійних енергетичних рослин



млн л	тис. т н.е.
н.д.	н.д.
0 – 8	0 – 6
8 – 14	6 – 11
14 – 22	11 – 17
22 – 30	17 – 23
30 – 36	23 – 28
36 – 44	28 – 34

Україна: 378 млн л біодизелю
295 тис. т н.е.

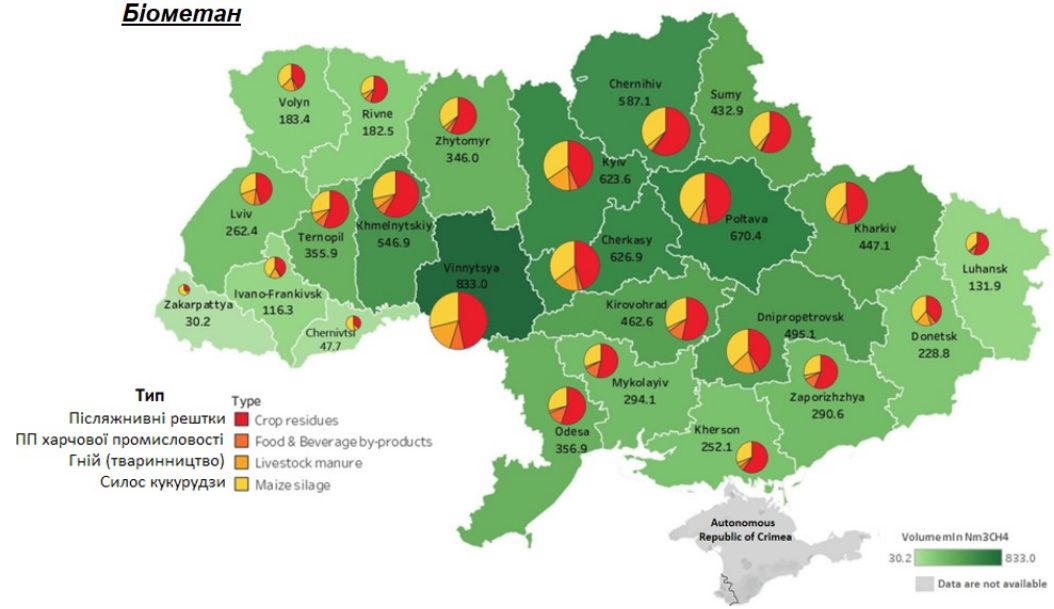
Біоетанол з зерна кукурудзи



млн л	тис. т н.е.
н.д.	н.д.
0 – 32	0 – 16
32 – 63	16 – 32
63 – 95	32 – 48
95 – 128	48 – 65
128 – 160	65 – 81
160 – 192	81 – 97

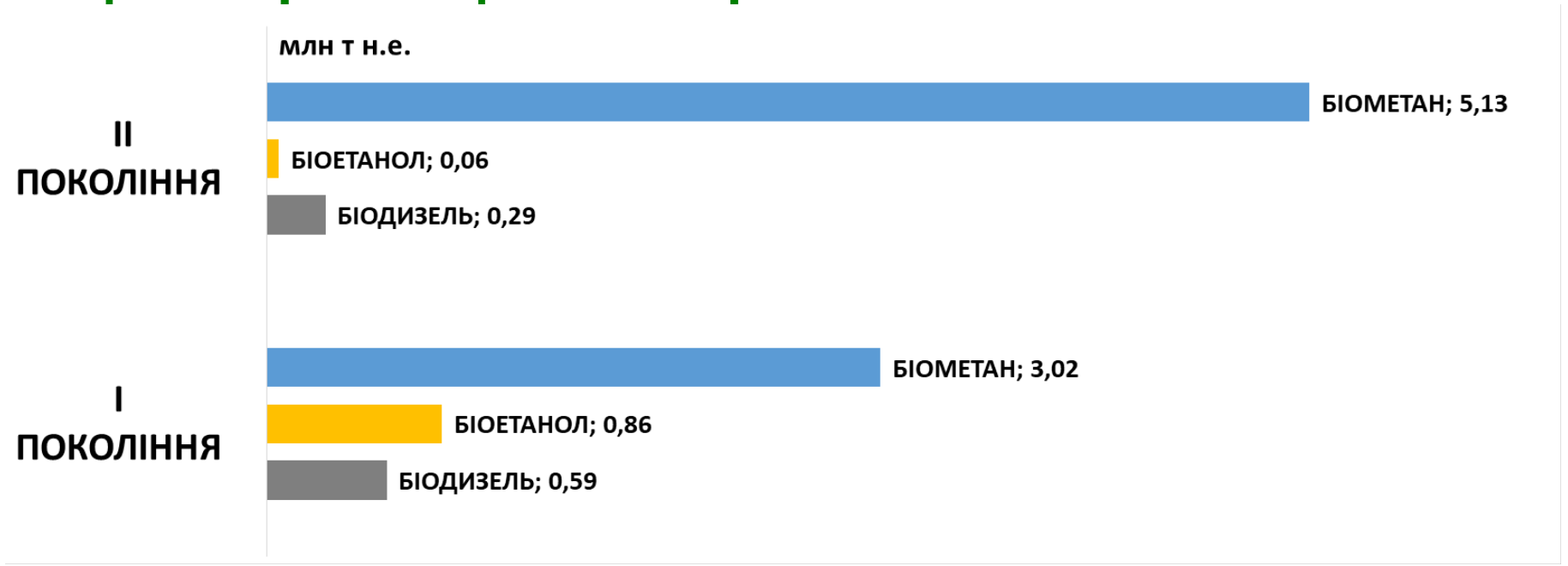
Україна: 1684 млн л біоетанолу
855 тис. т н.е.

Біометан

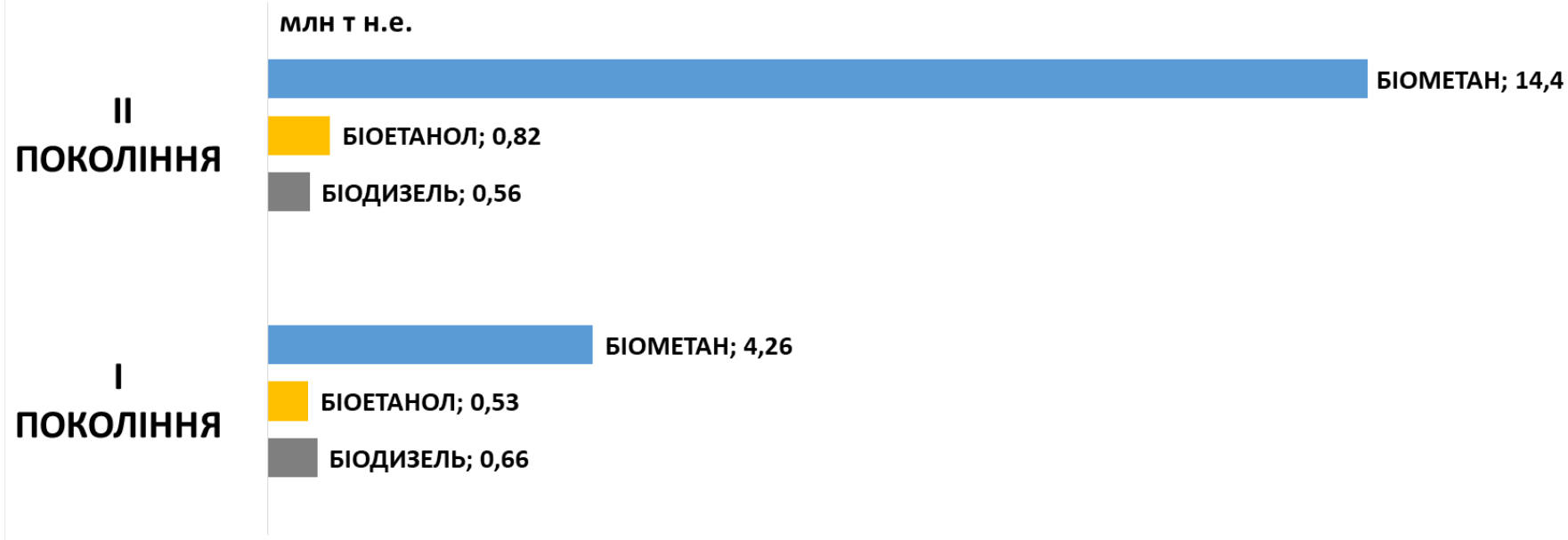


Економічний потенціал виробництва моторних біопалив I та II поколінь

Поточний (2021)



Перспективний (2050)



Структура перспективного потенціалу (2050) виробництва біодизелю та біоетанолу I та II поколінь

ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ (2050 рік)	Економічний потенціал (річний)					
	ВСЬОГО		у тому числі:			
			БП I покоління		БП II покоління	
БІОДИЗЕЛЬ	**млн л**	**млн т н.е.**	**млн л**	**млн т н.е.**	**млн л**	**млн т н.е.**
ВСЬОГО	**1565**	**1,22**	**845**	**0,66**	**720**	**0,56**
з с/г ріпаку	736	0,57	736	0,57		
з олійних енергорослин на незадіяних с/г землях (1 млн га)	720	0,56			720	0,56
з некондиційних олій, рослинних і тваринних жирів	1,69	0,001	1,69	0,001		
з жирів від забою худоби і птиці	19,7	0,02	19,7	0,02		
з використаної харчової олії	88	0,07	88	0,07		
БІОЕТАНОЛ	**млн л**	**млн т н.е.**	**млн л**	**млн т н.е.**	**млн л**	**млн т н.е.**
ВСЬОГО	**2645**	**1,35**	**1053**	**0,53**	**1592**	**0,82**
з с/г кукурудзи (5% врожаю зерна)	1053	0,53	1053	0,53		
з меляси	110	0,06			110	0,06
з побічних продуктів виробництва кукурудзи на зерно (кукурудзиння) (10% загального обсягу утворення)	1482	0,76			1482	0,76

Структура потенціалу виробництва біометану I та II поколінь

ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ (2050 рік)	Економічний потенціал (річний)					
	ВСЬОГО		у тому числі:			
			БП I покоління		БП II покоління	
БІОГАЗ / БІОМЕТАН	**млрд м^3 CH_4**	**млн т н.е.**	**млрд м^3 CH_4**	**млн т н.е.**	**млрд м^3 CH_4**	**млн т н.е.**
ВСЬОГО	**21,75**	**18,65**	**4,96**	**4,26**	**16,79**	**14,4**
Біогаз з відходів тваринницьких підприємств, в т.ч.:	**0,88**	**0,75**	**0**	**0**	**0,88**	**0,75**
з гною великої рогатої худоби	0,14	0,12			0,14	0,12
з гною свиней	0,251	0,216			0,251	0,216
з посліду птахів	0,483	0,414			0,483	0,414
з гною малої рогатої худоби	0,003	0,002			0,003	0,002
Біогаз з післяжнивних решток сільськогосподарських культур, у т.ч.:	**5,21**	**4,47**	**0**	**0**	**5,21**	**4,47**
з соломи колосових (пшениця, жито, ячмінь)	1,692	1,451			1,692	1,451
зі стебел кукурудзи	2,502	2,145			2,502	2,145
зі стебел та кошиків соняшнику	0,389	0,334			0,389	0,334
з соломи сої	0,18	0,154			0,18	0,154
з соломи ріпаку	0,235	0,202			0,235	0,202
з ботвини цукрових буряків	0,215	0,184			0,215	0,184
Біогаз з побічної продукції харчової переробної промисловості, у т.ч.:	**0,67**	**0,57**	**0,54**	**0,46**	**0,13**	**0,11**
з побічних продуктів олійної промисловості, зокрема:	0,319	0,274	0,257	0,22	0,062	0,054
Макуха / Жмих від виробництва олії соняшникової	0,203	0,174	0,203	0,174		
Лушпиння соняшнику	0,062	0,054			0,062	0,054
Фуз від виробництва олії соняшникової	0,032	0,027	0,032	0,027		
Соапсток від виробництва олії соняшникової	0,022	0,019	0,022	0,019		
з побічних продуктів молочної промисловості (сироватка)	0,006	0,005	0,006	0,005		
з побічних продуктів борошномельно-круп´яної промисловості	0,056	0,048	0,056	0,048		
з побічних продуктів пивної промисловості	0,016	0,013	0,016	0,013		
з побічних продуктів спиртової промисловості	0,043	0,036			0,043	0,036
з побічних продуктів цукрової промисловості, зокрема:	0,229	0,197	0,205	0,176	0,024	0,021
Меляса (патока)[3)]	0,024	0,021			0,024	0,021
Жом цукрових буряків	0,205	0,176	0,205	0,176		
Біогаз з твердих побутових відходів	0,526	0,451			0,526	0,451
Біогаз з осадів стічних вод (комунальні очисні споруди)	0,084	0,072			0,084	0,072
Енергетичні рослини: біогаз з силосу кукурудзи (з 1 млн га)	3,75	3,215	3,75	3,215		
Біогаз з покривних культур	9,75	8,36			9,75	8,36
Біогаз з БМ, отриманий термогазифікацією:	0,886	0,76	0,674	0,578	0,212	0,182
паливна деревина, порубкові рештки, відходи деревообробки, зокрема:	0,21	0,18	0,149	0,128	0,061	0,052
Паливна деревина	0,149	0,128	0,149	0,128		
Порубкові рештки, відходи деревообробки	0,061	0,052			0,061	0,052
сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН	0,152	0,13			0,152	0,13
енергетичні рослини (верба, тополя, міскантус на 1 млн га)	0,525	0,45	0,525	0,45		

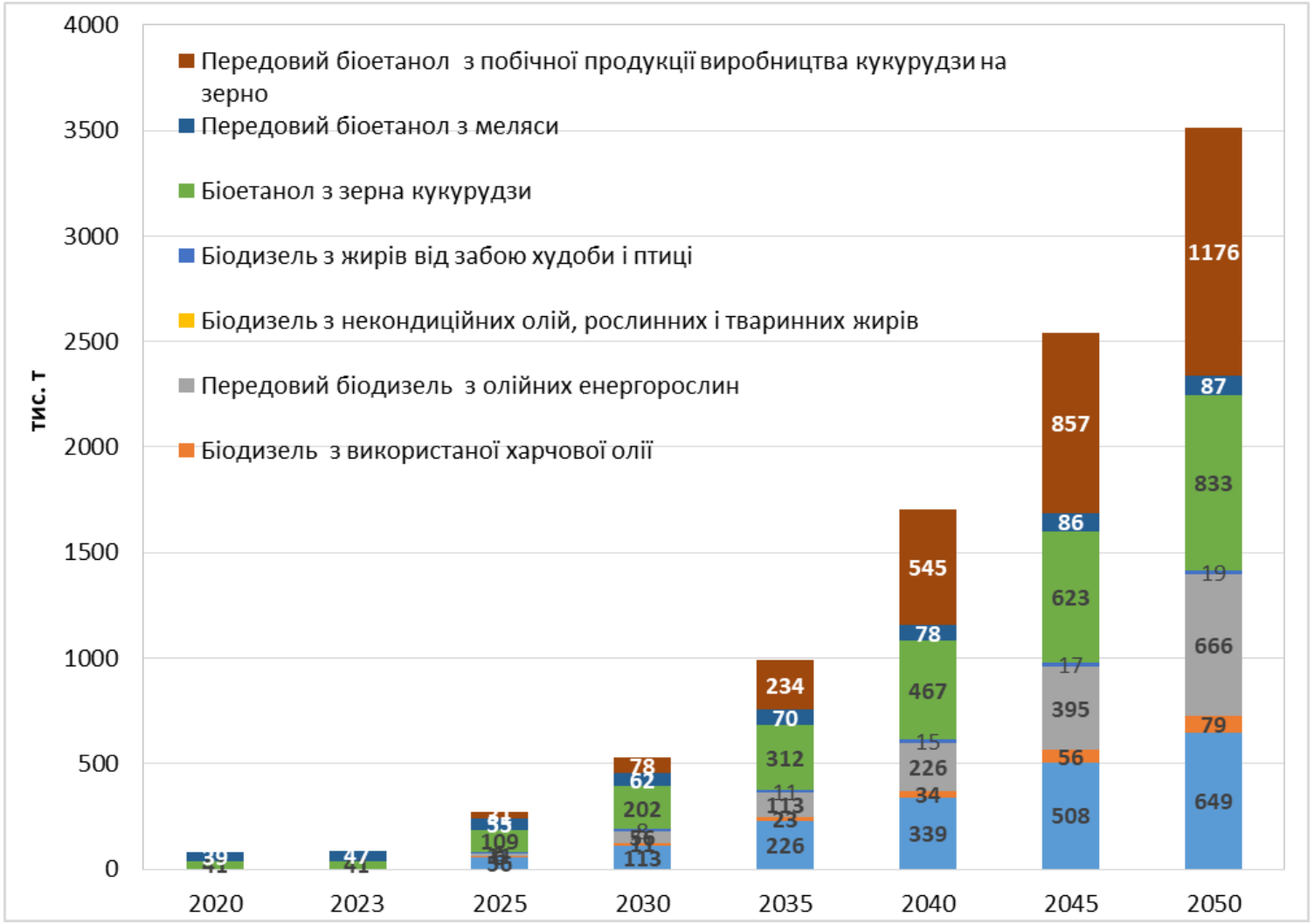
Прогноз виробництва біодизелю та біоетанолу в Україні до 2050 року

Загальний річний обсяг **БІОЕТАНОЛУ** - 2100 тис. т (1345 тис. т н.е.), зокрема:

- Біоетанол із зерна кукурудзи – 830 тис. т (535 тис. т н.е.)
- Передовий біоетанол з меляси – 87 тис. т (56 тис. т н.е.)
- Передовий біоетанол з побічних продуктів виробництва кукурудзи на зерно – 1175 тис. т (755 тис. т н.е.)

Загальний річний обсяг **БІОДИЗЕЛЮ** – 1415 тис. т (1253 тис. т н.е.), зокрема:

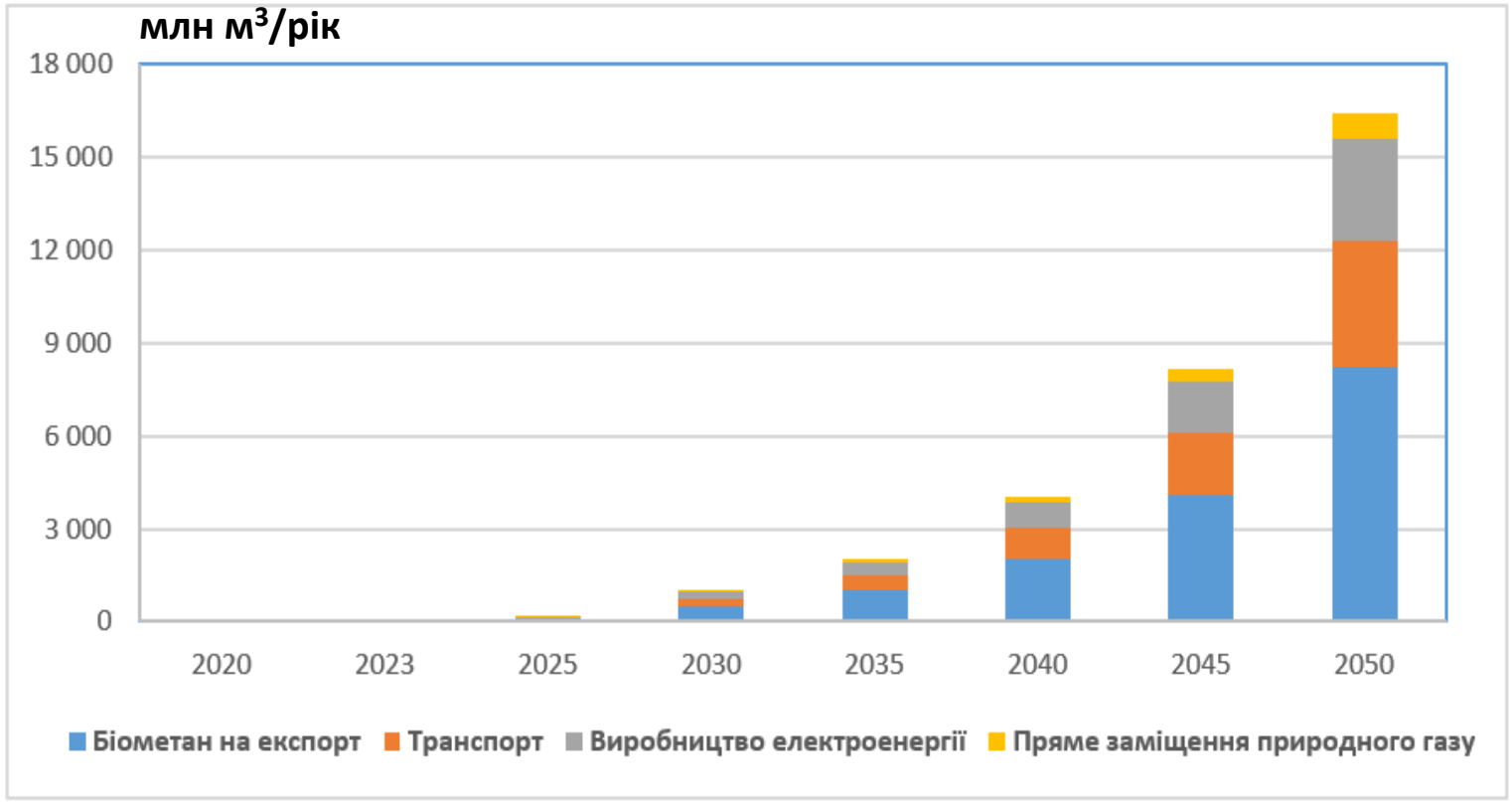
- Біодизель з ріпаку – 650 тис. т (575 тис. т н.е.)
- Біодизель з використаної харчової олії – 80 тис. т (70 тис. т н.е.)
- Передовий біодизель з олійних енергетичних рослин, що вирощуються на незадіяних сільськогосподарських землях – 665 тис. т (590 тис. т н.е.)
- Біодизель з некондиційних олій, рослинних і тваринних жирів – 1,5 тис. т (1,3 тис. т н.е.)
- Біодизель з жирів від забою худоби і птиці – 19 тис. т (17 тис. т н.е.)



Прогноз виробництва біометану в Україні до 2050 року

Річний обсяг виробництва **БІОМЕТАНУ** – 16380 млн м^3 (14000 тис. т н.е.), у тому числі:

- Біометану на експорт (50%) – 8190 млн м^3 (7000 тис. т н.е.)
- **Біометану як моторного палива (Bio-CNG і Bio-LNG) (25%) – 4095 млн м^3** (3500 тис. т н.е.)
- Біометану для виробництва електроенергії (20%) – 3280 млн м^3 (2800 тис. т н.е.)
- Біометану для прямого заміщення природного газу (5%) – 820 млн м^3 (700 тис. т н.е.)



Ринкові передумови для моторних біопалив в Україні

Поточний рівень споживання моторних палив та природного газу в Україні

Вид палива	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Газ природний, млрд м^3, у тому числі:	31,5	31,6	27,8	29,9	28,8
транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	2,3	2,1	1,0	1,0	немає даних
Бензин моторний, млн т*	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0
Газойлі (паливо дизельне), млн т*	5,1	5,4	5,8	5,2	5,7
Пропан та бутан скраплені, млн т	0,89	1,0	1,2	1,4	1,3

* З урахуванням обсягів роздрібного продажу через автозаправні станції.

- Поточний потенціал заміщення бензину складає **200 тис. т/рік**, що відповідає домішуванню до нього до 10% об'ємних ***біоетанолу***
- Поточний потенціал заміщення дизелю складає **285 тис. т/рік**, що відповідає домішуванню до нього до 5% об'ємних ***біодизелю***
- Поточний потенціал заміщення стисненого ПГ на транспорті ***біометаном*** складає **0,15-0,17 млрд м^3**, що відповідає рівню споживання СПГ через мережу АГНКС в 2020 році, а перспективний до 2030 – до 1 млрд м^3 (згідно прогнозу *УкрАвтоГаз*)

Виробництво та споживання моторних біопалив в Україні

Споживання біоетанолу, біодизелю і біогазу на транспорті в Україні згідно звітів України для Енергетичного Співтовариства за 2014-2020 рр. щодо стимулювання та використання ВДЕ *

Вид біопалива	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Біоетанол, тис. т н.е.	42,4	35,1	38,4	47,0	37,2	88,1	51,1
тис. т	67,3	55,7	60,9	74,6	59,0	139,8	81,1
Біодизель, тис. т н.е.	-	-	-	-	-	-	-
Біогаз, тис. т н.е.	-	-	-	-	-	-	-

Річне споживання в Україні:
Бензин моторний – близько **2** млн т
Паливо дизельне – близько **5,5** млн т
Біоетанол (2020) - **2,5%** загального споживання бензину (по енерговмісту)

Очікуване споживання моторних біопалив на транспорті згідно проєкту НПДВЕ 2030 (01.2022)**

НАПРЯМ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ З ВДЕ, тис. т н.е.	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Споживання рідкого біопалива (БЕ, БД), у т.ч.:	51	110	124	168	190	210	235	257	281	302	325
БІОЕТАНОЛ:	51	110	119	158	171	184	195	206	217	226	238
біоетанол з харчових і кормових культур	51	110	119	128	137	147	156	164	173	181	190
біоетанол з відходів, залишків (II покоління)				30	34	37	39	42	44	45	48
БІОДИЗЕЛЬ:		0	5	10	19	26	40	51	64	75	87
біодизель з харчових і кормових культур			5	10	16	21	32	41	52	61	70
біодизель з відходів, залишків (II покоління)					3	5	8	10	12	14	17
Споживання БІОМЕТАНУ, у т. ч.						1	2	3	4	5	6
біометан з харчових і кормових культур						1	2	3	4	5	5
біометан з відходів, залишків (II покоління)											1

11

* https://saee.gov.ua/uk/content/informatsiyni-materialy ** https://saee.gov.ua/uk/events/previews/4092

Поточний стан сектору біодизелю в Україні

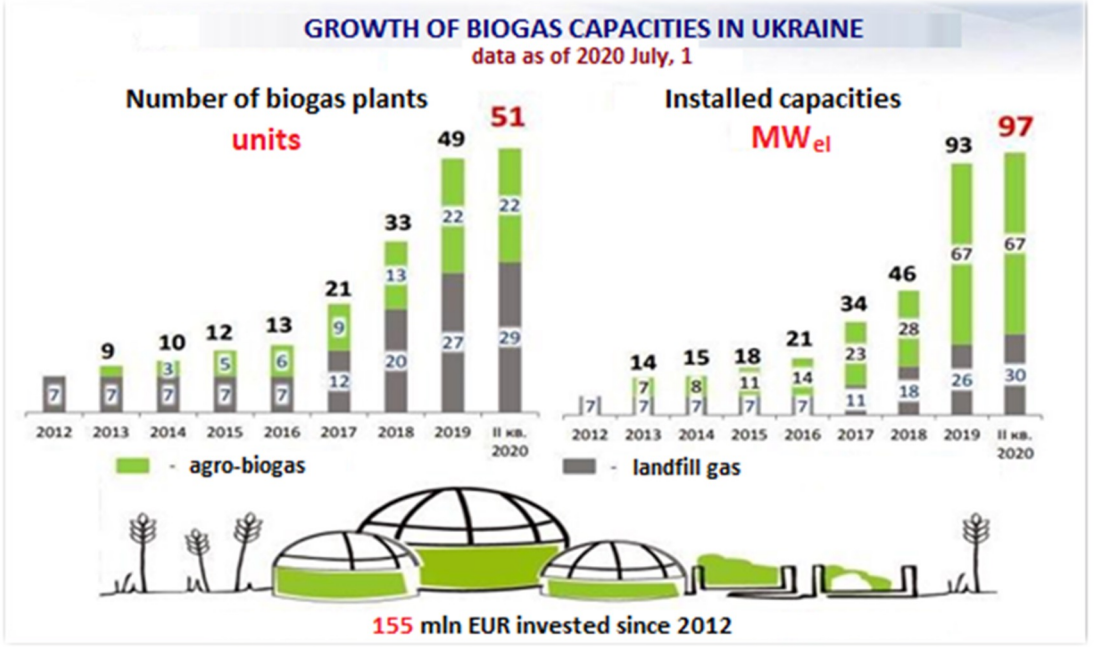
- ✓ На виконання Програми розвитку виробництва дизельного біопалива (2006 р.), в Україні було побудовано **14** крупних біодизельних заводів загальною потужністю 300 тис. т/рік. Однак, ці заводи фактично простоюють, головним чином через економічні проблеми.
- ✓ Протягом останнього десятиріччя виробництво і споживання біодизелю в Україні практично **відсутнє**.
- ✓ Сьогодні існує **дуже обмежена** кількість реальних гравців ринку, що відповідають вимогам якості палива.
- ✓ Виробництво **ріпаку** (потенційної **сировини** для отримання біодизелю) в Україні складає **2,94** млн т, з яких **2,67** млн т експортується, головним чином в Європу (2021 р.).
- ✓ У випадку зниження цін на нафту, виробництво біодизелю не буде розвиватися в Україні без **законодавчої підтримки.**

Поточний стан сектору біоетанолу в Україні

- ✓ В Україні існують 22 невеликих біоетанольних заводи, які загалом можуть виробити ~**400** тис. т (**500** млн л) біоетанолу на рік. З них **7** – нові приватні виробництва, інші – реконструйовані старі державні заводи.
- ✓ Споживання біоетанолу в Україні протягом останнього десятиріччя було доволі **низьким** – в середньому близько **75** тис. т/рік.
- ✓ В Україні щорічно виробляється великий обсяг кукурудзи (одного з потенційних видів **сировини** для отримання біоетанолу) – **42,1** млн т у 2021 р.
- ✓ Розвиток сектору біоетанолу потребує **законодавчої підтримки**.
- ✓ Якість біоетанолу для виготовлення палива моторного сумішевого і добавок до палив на основі біоетанолу в Україні регламентує **ДСТУ 7166:2010** «Біоетанол. Технічні умови», який діє з 01.01.2011.

Поточний стан сектору біометану в Україні

- ✓ **31** агробіогазових заводів номінальною потужністю **217 мільйонів м³ CH_4 на рік**
- ✓ Сумарна електрична потужність біогазових заводів – **86,44 МВт$_e$**, в межах **0,12 до 12,0 МВт$_e$** кожен.
- ✓ Переважна більшість **(85% потужностей**) біогазових заводів постачають електроенергію за зеленим тарифом.
- ✓ **Жом цукрових буряків, кукурудзяний силос, гній, пташиний послід- найбільш поширена сировина**. Пожнивні рештки, покривні культури, гній/підстилка – є найбільш перспективними видами сировини для виробництва біометану.



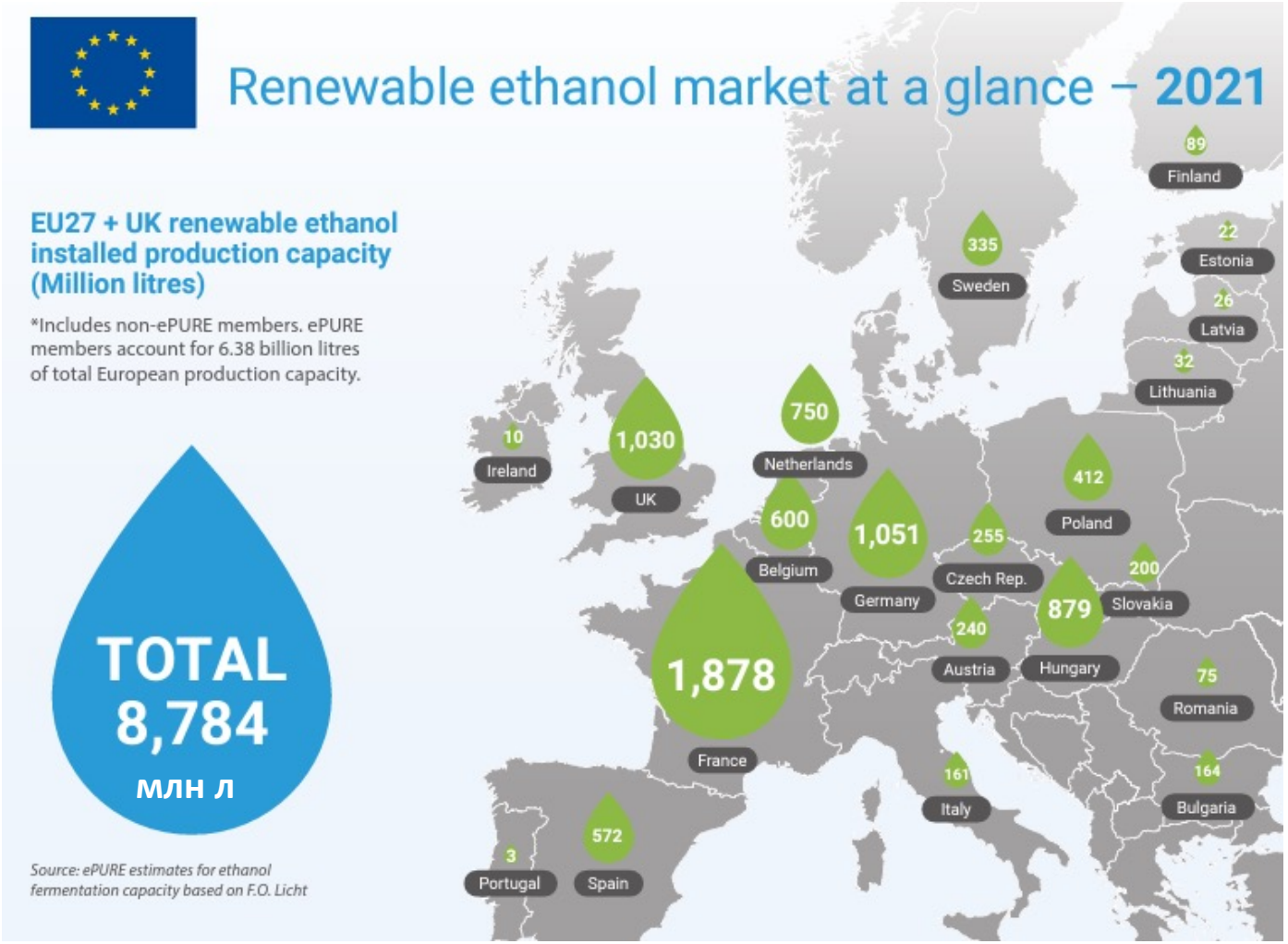
- ✓ Станом на кінець 2022 не було виробництва біометану. У 2023 році декілька діючих біогазових заводів почали виробляти біометан.
- ✓ **Експорт біометану в ЄС є наразі найбільш привабливою опцією.**
- ✓ **Реєстр біометану знаходиться на стадії розробки** та згодом дозволить видавати GoOs (Гарантія походження).
- ✓ Виробництво **Bio-LNG та Bio-CNG** з біометану на сьогодні залишається не стандартизованим.

Виробництво біодизелю в ЄС

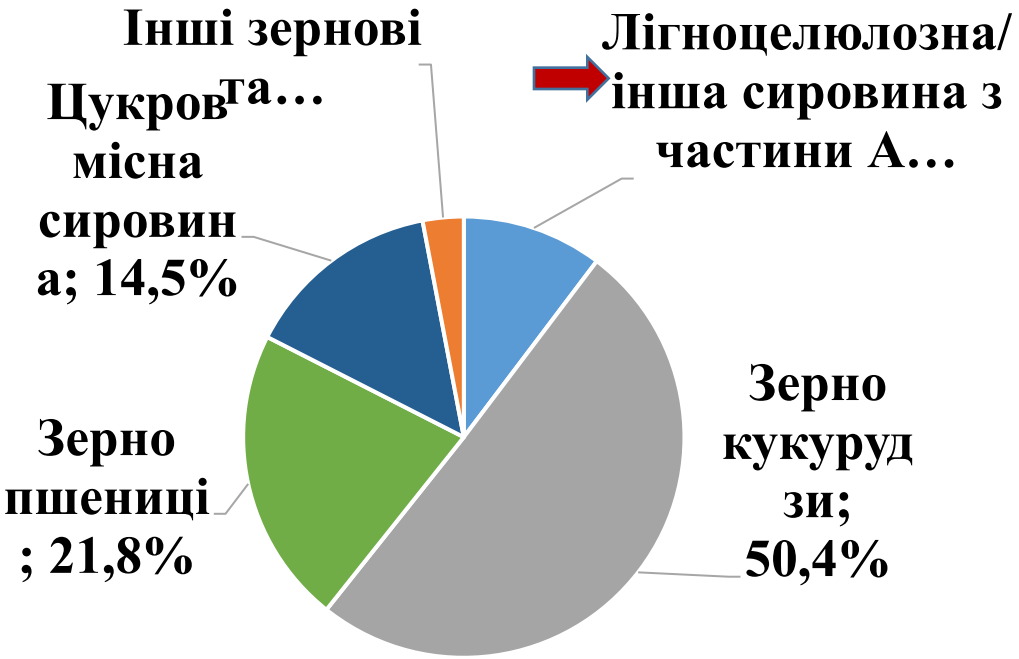
FAME (біодизель), млн л					
	2018[r]	**2019[r]**	**2020[r]**	**2021[e]**	**2022[f]**
Німеччина	3799	4070	3875	3919	3860
Франція	2806	2556	2241	2152	2060
Іспанія	2008	1835	1550	1450	1350
Польща	1001	1091	1081	1138	1160
Нідерланди	1010	1081	1124	1136	1140
РАЗОМ (включ. інші)	**12495**	**13339**	**12180**	**12100**	**11900**
HVO (гідроочищена рослинна олія), млн л					
	2018[r]	**2019[r]**	**2020[r]**	**2021[e]**	**2022[f]**
Нідерланди	1218	1218	1218	1218	1220
Італія	323	328	797	750	800
Іспанія	482	549	480	460	460
Фінляндія	354	424	381	397	410
РАЗОМ (включ. інші)	**2705**	**2921**	**3604**	**3490**	**3560**
Примітка: [r] = перевірено; [e] = оцінка; [f] = прогноз.					

Джерело: USDA Biofuels Annual. European Union https://www.fas.usda.gov/data/european-union-biofuels-annual-2

Виробництво біоетанолу в ЄС-27 і Об'єднаному Королівстві. Лідери: Франція, Німеччина, UK



Структура виробництва біоетанолу з різних видів сировини в Європі

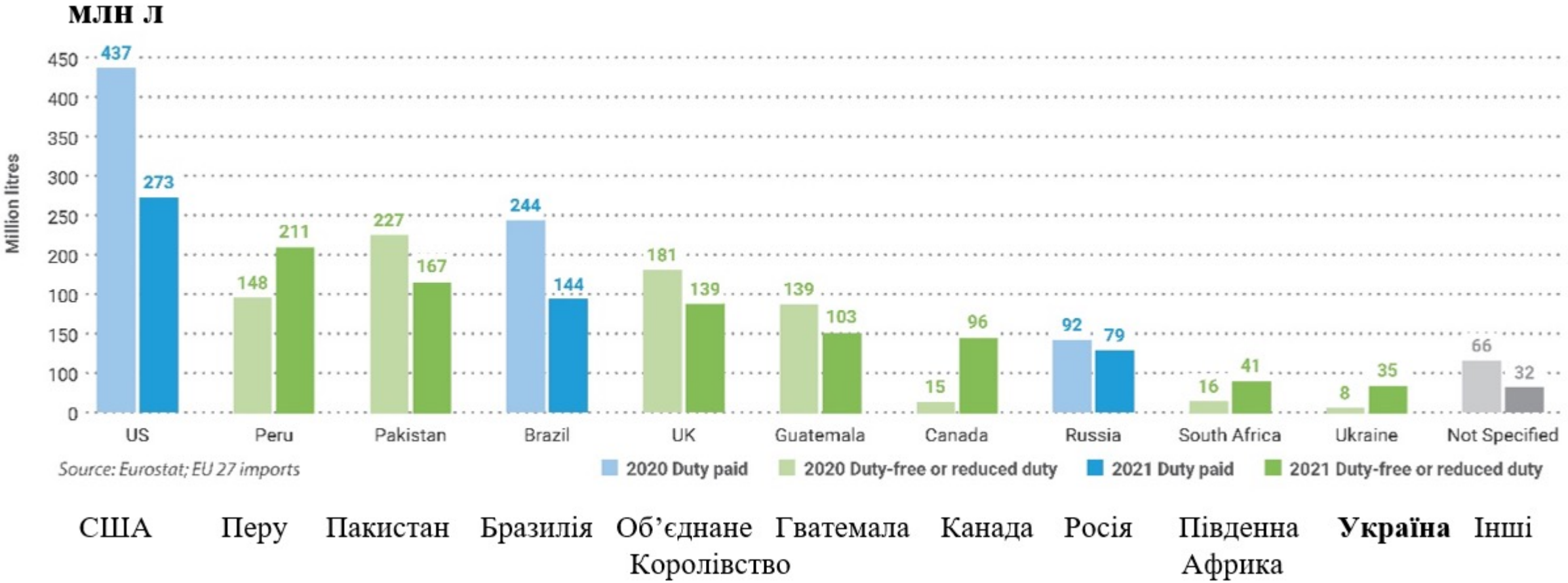


https://www.epure.org/about-ethanol/fuel-market/fuel-blends/

https://bioenergyeurope.org/article/377-biofuels-for-transport-2022.html

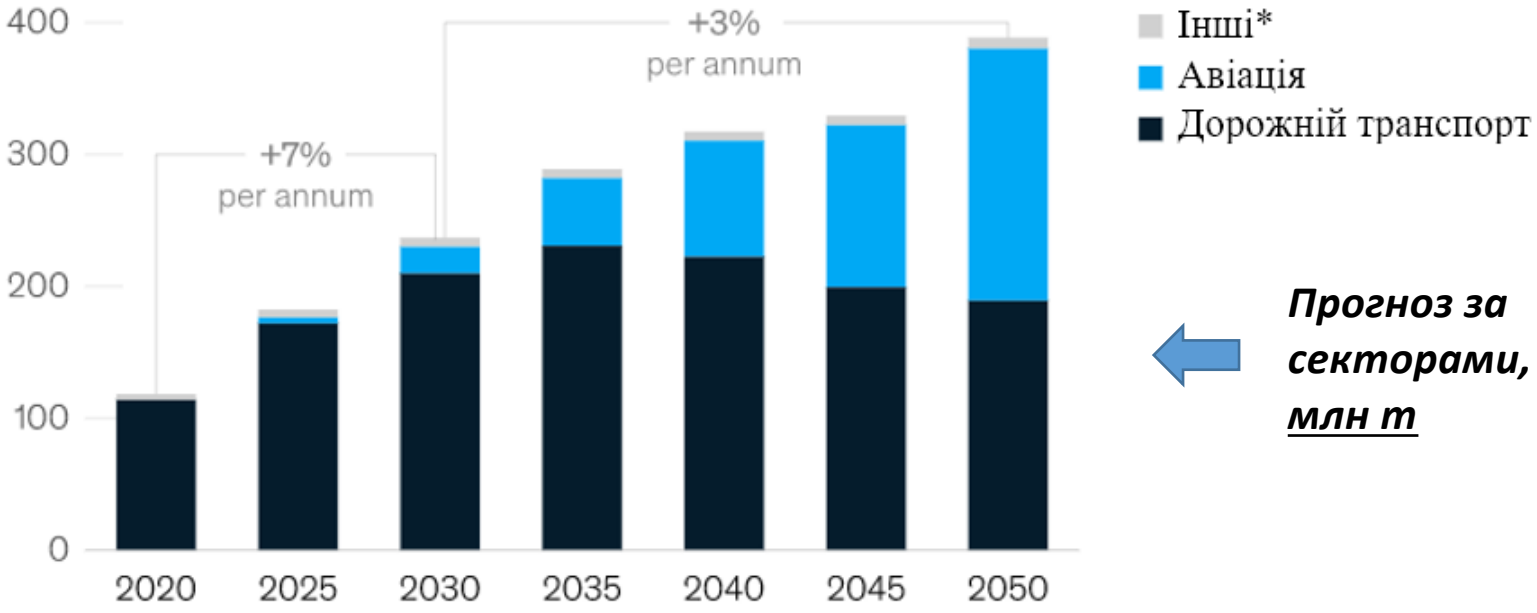
Імпорт біоетанолу в ЄС

- В 2021 році ЄС-27 імпортував біоетанол обсягом близько 1120 тис. т/рік (719 тис. т н.е./рік).
- Україна входить в топ 10 експортерів, з постачанням 35 млн л біоетанолу



European Renewable Ethanol https://www.epure.org/resources-statistics/statistics-infographics/

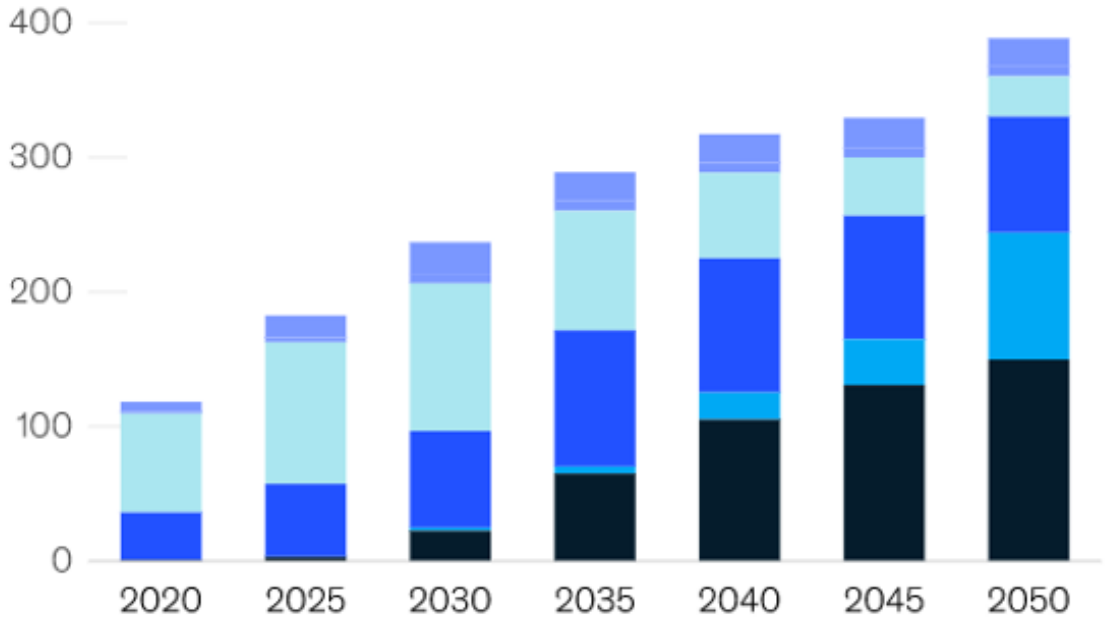
ПРОГНОЗ СВІТОВОГО ПОПИТУ НА СТАЛЕ ПАЛИВО



Прогноз за секторами, млн т

* *Інші: морський транспорт, залізничний транспорт, будівництво, промисловість*

Прогноз за видами сировини, млн т



https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/charting-the-global-energy-landscape-to-2050-sustainable-fuels

Директива ЄС 2018/2001 (RED II)

- Директива ЄС 2018/2001 (RED II) ставить за мету досягти частки ВДЕ в кінцевому енергоспоживанні сектору транспорту ЄС не менше 14% у 2030 р.
- Директива вимагає, щоб у 2030 році на транспорті країн ЄС використовувалось не менше 3,5% **передових біопалив**.
- ***Передовими*** Директива RED II визначає біопалива за джерелом їх походження, а саме – це біопалива, отримані з видів сировини, перелічених в частини А Додатку IX RED II.
- Директива RED II обмежує частку рідких біопалив, вироблених з харчової/кормової сировини, у досягненні цілей з ВДЕ на транспорті. Частка таких біопалив в певній країні ЄС у 2030 р. може бути не більш, ніж на 1% вище частки цих біопалив у валовому кінцевому споживанні енергії дорожнім та залізничним транспортом цієї країни у 2020 р., але не більше 7%.
- Для України (як потенційного члена ЄС) зазначений підхід означає, що частка рідких біопалив І покоління у кінцевому споживанні енергії на транспорті у 2030 р. не може перевищувати 1,85%, оскільки у 2020 р. цей показник був 0,85%.

Частина А. Види сировини для виробництва ***біогазу*** для транспорту і ***передових рідких біопалив***, при використанні яких застосовується **подвійний залік** (по енерговмісту) у виконання цілей ЄС по частці ВДЕ на транспорті:
Водорості, вирощені в наземних ставках або фотобіореакторах.
Біомасова фракція змішаних побутових відходів, але не відокремлені домашні побутові відходи, що підлягають переробці згідно пункту (а) Статті 11(2) Директиви ЄС 2008/98.
Біовідходи приватних домогосподарств згідно пункту (4) Ст. 3 Директиви ЄС 2008/98, що підлягають роздільному збиранню як визначено пунктом (11) Ст. 3 цієї Директиви.
Біомасова фракція промислових відходів, що не може бути використана для виробництва продуктів харчування або кормів, включаючи речовини з роздрібної та гуртової торгівлі, агрохарчової та рибної промисловості, *окрім сировини* з частини В цього Додатку.
Солома.
Гній тварин та стічні води.
Стічні води від виробництва пальмової олії та пусті оболонки пальмових плодів.
Пек таловий.
Необроблений гліцерин.
Багаса (жом цукрової тростини).
Виноградні вичавки та винний осад.
Шкаралупа горіхів.
Лушпиння.
Пусті стрижні кукурудзи.
Біомасова фракція відходів та залишків лісового господарства та лісопромислових галузей, а саме: кора, гілки, деревина з пре-комерційних проріджувань, листя, голки, верхівки дерев, тирса, обрізки, чорний луг, коричневий луг, фібровий осад, лігнін та талова олія.
Інші нехарчові целюлозні матеріали. Серед іншого, включають трав'янисті енергетичні рослини з низьким вмістом крохмалю, наприклад, свічграс, міскантус, а також покривні культури[1)].
Інші лігноцелюлозні матеріали, крім пиловочних колод та фанерних кряжів. Серед іншого, включають деревоподібні енергетичні рослини[2)].
Частина В. Види сировини для виробництва ***рідких біопалив*** і ***біогазу*** для транспорту, при використанні яких застосовується **подвійний залік** (по енерговмісту) у виконання цілей ЄС по частці ВДЕ на транспорті:
Використана харчова олія.
Тваринні жири категорії 1 і 2 згідно Регламенту ЄС № 1069/2009.

Від чого може залежати реалізація потенціалу виробництва моторних біопалив в Україні?

- Рентабельність виробництва за поточних ринкових умов
- Ціни на ПГ, нафту та нафтопродукти
- Доступ до капіталів
- Можливість експорту в ЄС
- Популяризація моторних біопалив серед споживачів
- Уведення як стимулюючих, так і зобов´язучих механізмів використання біопалив на транспорті
- Зміни в енергетичній політиці України та ЄС щодо моторних біопалив
- Конкуренція між різними напрямками енергетичного використання біомаси
- Конкуренція технологій в сфері автотранспорту, зокрема з електромобільністю та водневими паливними технологіями

Дякую за увагу!

Петро Кучерук

kucheruk@secbiomass.com

https://uabio.org/

UABIO