

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2025. № 12.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.12.100>

УДК 662.756:620.92

Д. М. Токарчук,

*к. е. н, доцент, доцент кафедри адміністративного менеджменту та
альтернативних джерел енергії,*

Вінницький національний аграрний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6341-4452>

СЦЕНАРІЇ ОРГАНІЗАЦІЙ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВ В АПК УКРАЇНИ¹

D. Tokarchuk,

*PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Administrative
Management and Alternative Energy Sources,*

Vinnitsia National Agrarian University

SCENARIOS OF ORGANIZATION OF BIOFUEL PRODUCTION AND USE IN THE UKRAINIAN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

У статті досліджено теоретичні засади, сучасний стан та перспективи розвитку виробництва біопалив в агропромисловому комплексі України з урахуванням викликів енергетичної безпеки, кліматичних змін, воєнного стану та завдань повоєнного відновлення економіки. Особливу увагу

¹ Дослідження підготовлено в межах виконання державної НДР «Новітня концепція розвитку АПК України на засадах «зеленої» економіки» (номер державної реєстрації 0124U000470).

приділено аналізу сировинного потенціалу АПК, який формує основу для виробництва рідких, твердих і газоподібних видів біопалив, а також оцінці технологічних, економічних і нормативно-правових передумов розвитку біоенергетичного сектору. Обґрунтовано доцільність інтеграції біопаливних виробництв у аграрну інфраструктуру.

На основі узагальнення вітчизняних і зарубіжних наукових підходів, стратегічних документів та статистичних даних розроблено сценарний підхід до організації виробництва біопалив в АПК України, який передбачає формування песимістичного, реалістичного та оптимістичного сценаріїв розвитку до 2040 року. У межах запропонованих сценаріїв обґрунтовано ключові параметри розвитку біоетанольного, біодизельного та біогазового (біометанового) напрямів; визначено особливості організації виробничих процесів, рівень залучення інвестицій, ступінь технічної модернізації та інтеграції у внутрішні й зовнішні енергетичні ринки.

З використанням сценарних припущень розраховано необхідні обсяги виробництва біопалив, показники заміщення традиційних енергоносіїв, а також площі вирощування основних сільськогосподарських культур і біоенергетичної сировини. Встановлено, що досягнення цільових показників сценаріїв потребує залучення від 1,8% до 6,4% середньої посівної площі, що не створює загроз продовольчій безпеці держави. Зроблено висновок, що реалізація запропонованих сценаріїв сприятиме підвищенню енергонезалежності України, розвитку децентралізованої енергетики та формуванню конкурентоспроможного біопаливного сектору в агропромисловому комплексі.

The paper examines the theoretical foundations, current state and prospects for the development of biofuel production in the agro-industrial complex of Ukraine, taking into account the challenges of energy security, climate change, martial law and the tasks of post-war economic recovery. Particular attention is paid to the analysis of the raw material potential of the agro-industrial complex,

which forms the basis for the production of liquid, solid and gaseous types of biofuels, as well as the assessment of the technological, economic and regulatory prerequisites for the development of the bioenergy sector. The feasibility of integrating biofuel production into the agricultural infrastructure as an effective tool for diversifying energy supply, reducing dependence on imported energy carriers, increasing the sustainability of agricultural enterprises and the development of rural areas is substantiated.

Based on the generalization of domestic and foreign scientific approaches, strategic documents and statistical data, a scenario approach to the organization of biofuel production in the agro-industrial complex of Ukraine has been developed, which involves the formation of pessimistic, realistic and optimistic development scenarios until 2040. Within the framework of the proposed scenarios, the key parameters of the development of bioethanol, biodiesel and biogas (biomethane) directions are substantiated, the features of the organization of production processes, the level of investment attraction, the degree of technical modernization and integration into domestic and foreign energy markets are determined.

Using scenario assumptions, the necessary volumes of biofuel production, indicators of substitution of traditional energy carriers, as well as the areas of cultivation of main agricultural crops and bioenergy raw materials are calculated. It was established that achieving the target indicators requires the involvement of from 1.8% to 6.4% of the average sown area, which does not pose a threat to the food security of the state. It is concluded that the implementation of the proposed scenarios will contribute to increasing the energy independence of Ukraine, the development of decentralized energy and the formation of a competitive biofuel sector in the agro-industrial complex.

Ключові слова: біопалива, сценарії, біоетанол, біодизель, біогаз, біометан, АПК.

Keywords: biofuels, scenarios, bioethanol, biodiesel, biogas, biomethane, agro-industrial complex.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У контексті сучасних викликів, пов'язаних з енергетичною безпекою, змінами клімату та необхідністю підвищення енергонезалежності, розвиток біоенергетики в агропромисловому комплексі України набуває особливої актуальності. АПК має значний потенціал у забезпеченні сировиною для виробництва біопалив, зокрема завдяки наявності великого обсягу біомаси та аграрних відходів. Проте ефективна реалізація цього потенціалу потребує продуманих організаційних підходів, що враховують як регіональні особливості, так і загальнодержавні виклики. Зокрема, повномасштабна війна в Україні істотно вплинула на логістику, інфраструктуру та ринки енергоресурсів, що вимагає адаптивних сценаріїв для розвитку біопаливного сектору. У цьому контексті особливе значення має формування сценаріїв організації виробництва біопалив, які поєднують аграрний потенціал з інноваційними технологіями та енергетичними потребами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх років науковці все активніше досліджують значення біоенергетики загалом та біопалив зокрема у зміцненні енергетичної, екологічної та економічної стабільності держави. На офіційному порталі Держенергоефективності біоенергетику охарактеризовано як напрям енергетики, що базується на застосуванні біопалива, виробленого з біомаси [1]. У працях С.М. Лутковської та Н.В. Зеленчук [2] біоенергетика визначається як один із напрямів відновлюваної енергетики, що базується на використанні біомаси, біогазу та інших біологічних ресурсів. М.О. Будько [3] розглядає біоенергетику переважно з технічної точки зору – як галузь, що охоплює процеси перетворення різноманітної біомаси на електроенергію, тепло або біопаливо.

Дослідженням ефективності виробництва і використання різних видів біопалив присвячі праці Г. Калетніка [4; 5], І. Гончарук [5], Н. Пришляк [4; 6], Г. Гелетухи [7] та ін. З огляду на важливість розвитку біоенергетики

розробляються різні стратегічні бачення розвитку галузі, оскільки єдина стратегічна візія наразі відсутня. Із вагомих розробок – Біоенергетична асоціація України представила Дорожню карту розвитку біоенергетики України до 2050 року [8], яка в подальшому може лягти в основу розробки стратегії на державному рівні. Варто зазначити, що вторгнення РФ в Україну зробило свій внесок у дестабілізацію енергетичного сектору загалом в т.ч. біоенергетичної галузі. Наразі існує потреба розробки дієвих сценаріїв організацій виробництва біопалив в АПК України з огляду на всі зовнішні та внутрішні виклики та загрози. В умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення особливо актуальним стає формування адаптивних моделей виробництва біопалив, інтегрованих у аграрну інфраструктуру, що дозволить не лише компенсувати втрати традиційної енергетики, але й сприяти сталому розвитку аграрного сектору та сільських територій.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є формування адаптивних моделей виробництва біопалив, інтегрованих у аграрну інфраструктуру, що дозволить не лише компенсувати втрати традиційної енергетики, але й сприяти сталому розвитку аграрного сектору та сільських територій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Організація виробництва біопалив в агропромисловому комплексі України ґрунтується на сукупності економічних, технологічних, екологічних і нормативно-правових передумов, які формують сприятливе середовище для поступового переходу до сталих джерел енергії в агросекторі.

Основна ресурсна база потенціалу виробництва біопалив продукується саме в АПК (рис. 1).

Ресурсна частина потенціалу виробництва біопалив охоплює як біологічні ресурси, так і технічні можливості їх переробки. До біологічної сировини належать сільськогосподарські відходи, органічні відходи агропромислових підприємств, енергетичні культури, а також деревина та відходи деревообробки. Технічна складова включає біогазові установки,

обладнання для брикетування, ферментації та інших технологічних процесів, що забезпечують трансформацію біомаси у придатні для використання види біопалив. Кінцевий результат цих процесів представлений у результативній складовій, яка відображає основні види біопалив, що можуть бути отримані з відповідних ресурсів. Зокрема, мова йде про біогаз, біометан, рідкі біопалива (біоетанол, біодизель), а також тверді форми, такі як пелети та брикети.



Рис. 1. Потенціал АПК у виробництві біопалив і кінцева продукція

Джерело: доповнено автором на основі [9]

Потенціал для організації виробництва біопалив в Україні є одним із найвищих у Європі, насамперед завдяки наявності розвиненого сільського господарства, значного обсягу агровідходів, географічного положення поруч із ринком ЄС і високої залежності від викопного палива в паливному балансі сільськогосподарського виробництва.

За даними Державної служби статистики України, сукупне річне споживання дизельного пального в аграрному секторі коливається в межах

1,8-2,4 млн тонн залежно від урожайності та площ обробітку [10]. Це становить понад 90% паливного балансу сільського господарства. Така залежність є не лише екологічно шкідливою, а й економічно вразливою через нестабільність цін на нафтопродукти, імпортозалежність і логістичні ризики, зокрема в умовах війни.

За підрахунками потенціал виробництва рідких біопалив в Україні еквівалентний 1 млн. т н.е. [1]. Що стосується виробництва біоетанолу, то воно поживалося за останні роки (рис. 2), є великий потенціал подальшої модернізації та переоснащення існуючих спиртових заводів (у т.ч. законсервованих) для виробництва цього виду біопалива.

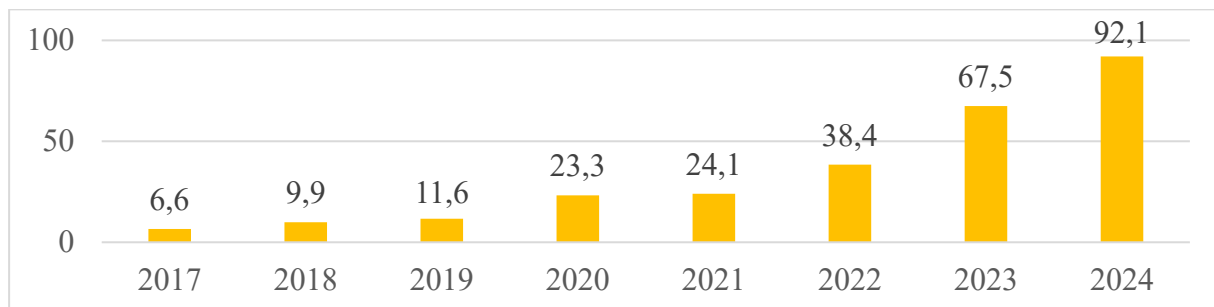


Рис. 2. Виробництво біоетанолу в Україні, 2017-2024, тис. т

Джерело: [11]

Україна має всі необхідні сировинні передумови для створення широкої мережі підприємств з виробництва біоетанолу. Використовуючи аналітичну платформу YC.Market, науковцями були ідентифіковані сільськогосподарські компанії у різних областях станом на кінець жовтня 2025 року, які теоретично можуть постачати сировину для виробництва біоетанолу. У вибірку включено активні підприємства, що мають відповідні коди економічної діяльності, а також демонструють річний дохід понад 1 млн грн (рис. 3).

Дані рис. 3. підтверджують, що сільськогосподарська галузь України, за умови ефективного управління, здатна постачати необхідну кількість сировини для виробництва біоетанолу без шкоди для продовольчої безпеки країни.

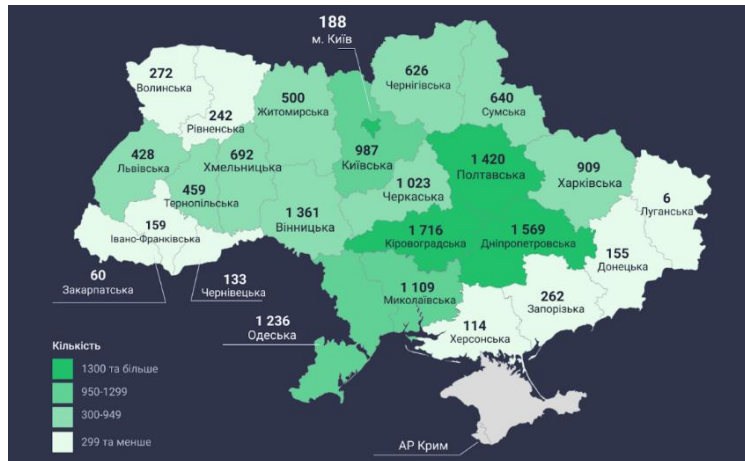


Рис. 3. Загальна кількість сільськогосподарських підприємств, що можуть забезпечити сировинну базу для виробництва біоетанолу в Україні

Джерело: [12]

Щодо біодизелю, то Україна має значний аграрний потенціал з вирощування ріпаку як провідної сировини для виробництва цього виду біопалив. Його валовий збір у 2024/2025 році сягнув 3,8 млн тонн, з яких близько 82% експортувалося (рис. 4) [1]. При локальній переробці лише 1 млн тонн насіння ріпаку можна отримати близько 350-400 тис. тонн біодизелю.

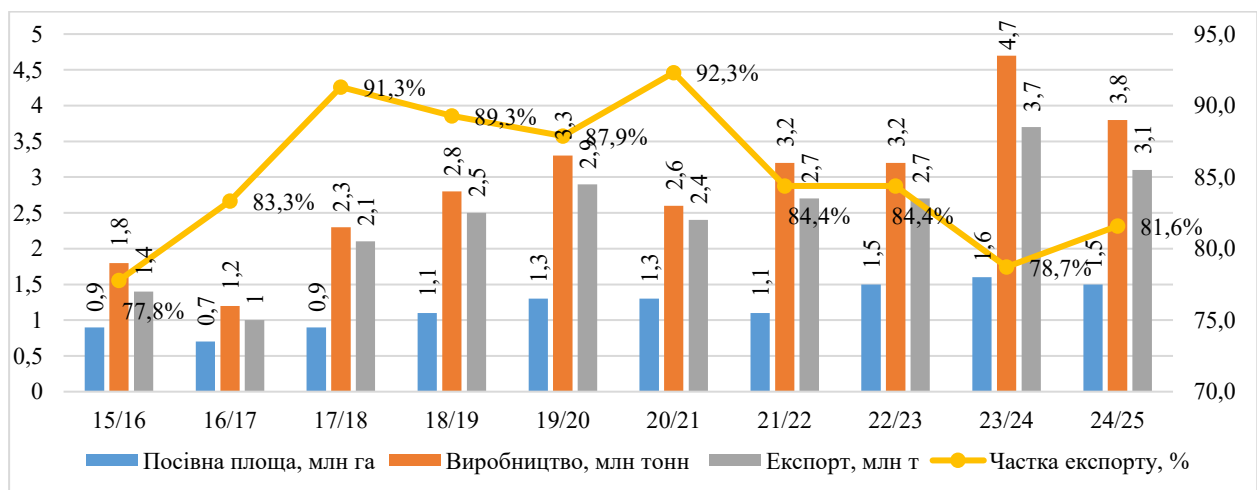


Рис. 4. Посівні площі, валові збори і експорт ріпаку в Україні

Джерело: побудовано на основі даних [10; 13]

У сфері газоподібних біопалив, зокрема біогазу та біометану, потенціал є ще вагомішим. Згідно з даним Біоенергетичної асоціації України [14], в

Україні щорічно генерується понад 100 млн тонн органічних відходів (гній, жом, солома, силос, лушпиння, залишки кукурудзи), які можна використовувати як сировину для біогазових установок. Сукупний енергетичний потенціал біометану оцінюється в до 8 млрд м³ на рік, що майже дорівнює обсягу річного споживання природного газу всім житловим сектором України (до повномасштабного вторгнення рф у 2022 році).

Основними видами сировини для виробництва біометану є осад стічних вод, гній, пожнивні рештки та енергетичні культури. Осад стічних вод містить велику кількість органіки та формується в процесі очищення побутових і промислових стоків. Гній сільськогосподарських тварин є стабільним джерелом біомаси, особливо в аграрних регіонах. Пожнивні рештки (солома, стебла, листя) широко доступні після збору врожаю і мають значний енергетичний потенціал. Енергетичні культури (міскантус, кукурудза на силос тощо) вирощуються спеціально для біоенергетики завдяки високій урожайності. Найвищий потенціал виробництва біометану в Україні мають центральні та північні області, зокрема Київська, Вінницька, Черкаська, Житомирська та Полтавська (рис. 5). У цих регіонах спостерігається висока концентрація всіх основних видів сировини – гною, пожнивних решток, осаду стічних вод і енергетичних культур.

Нормативно-правові умови для розвитку біоенергетики в Україні поступово вдосконалюються. Прийняття Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану» [15] у 2021 році створило правову основу для сертифікації виробництва біометану, його транспортування через ГТС, а також для розвитку ринку гарантій походження. У 2023 році урядом було затверджено Енергетичну стратегію України до 2050 року [16], у якій біоенергетиці відведено важливу роль у досягненні кліматичних та енергетичних цілей.

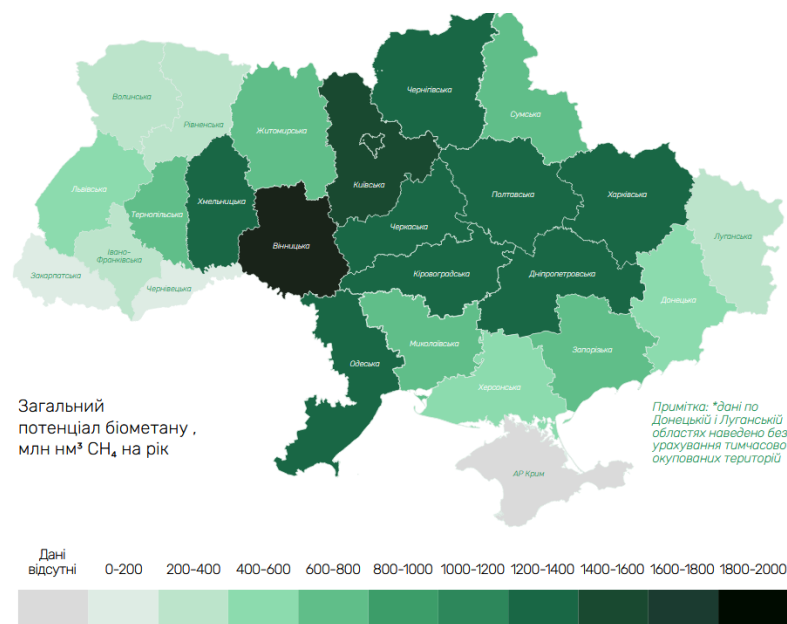


Рис. 5. Регіональний розподіл потенціалу виробництва біометану в Україні

Джерело: [7]

Євроінтеграційний напрям також створює потужні стимули для розвитку сектору. В межах ініціативи REPowerEU [17] Євросоюз до 2030 року планує виробляти 35 млрд m^3 біометану на рік, і Україна розглядається як стратегічний партнер і потенційний постачальник цього виду палива. Уже зараз українські компанії подають заявки на реєстрацію виробничих потужностей відповідно до європейських стандартів сертифікації.

Певною мірою війна в Україні прискорила тенденції до децентралізації енергозабезпечення й переходу до відновлюваних джерел, зокрема в АПК. Біопаливні установки на місцевому рівні розглядаються як інструмент енергонезалежності фермерських господарств і громад, а також як джерело нових робочих місць у сільській місцевості.

Виробництво біопалив в агропромисловому комплексі України має свої особливості, що зумовлені специфікою сільськогосподарського виробництва, сировинного та технологічного потенціалу, нормативного середовища та економічних умов. Біопаливна галузь в Україні є багатокомпонентною, оскільки включає виробництво рідких, твердих і газоподібних видів палива.

Кожен з напрямів має власні організаційні особливості, переваги та обмеження (табл. 1).

Таблиця 1. Організаційні особливості виробництва біопалив в АПК України

Вид біопалива	Основна сировина	Особливості організації	Основні бар'єри
Біоетанол	Кукурудза, пшениця, цукровий буряк, солома	Реконструкція спиртових заводів, потреба в державній підтримці, високі інвестиції для організації нового виробництва.	Нестабільне нормативно-правове регулювання, конкуренція з експортом.
Біодизель	Ріпакова олія	Малі й середні заводи, часто в межах аграрного підприємства.	Складнощі з доступом до реагентів та збутом побічної продукції, проблеми сертифікації.
Біогаз/біометан	Гній, жом, силос, залишки культур	Високі інвестиції, технічна складність, інтеграція до ГТС.	Висока вартість обладнання, необхідність підключення, регуляція.
Тверді біопалива	Солома, лушпиння, деревина	Мобільне/стаціонарне обладнання, простота виробництва.	Утруднена логістика, проблеми з ринком збуту.

Джерело: узагальнено автором

Як видно з аналізу, організація кожного типу біопалива має свої характерні риси, що потребують диференційованого підходу до державного регулювання, інвестиційної політики та наукового супроводу. Поглиблення співпраці з ЄС у рамках Європейського зеленого курсу, а також зростання внутрішньої потреби в енергонезалежності створюють унікальне вікно можливостей для масштабного впровадження біопаливних технологій в АПК України

Зважаючи на значний біоенергетичний потенціал АПК нашої країни розробляються різні прогнози щодо його подальшого розвитку і використання для виробництва біопалив. У Дорожній карті розвитку біоенергетики, запропонованій Біоенергетичною асоціацією України (БАУ), представлено прогноз енергетичного потенціалу біомаси в Україні у 2050 році (табл. 2).

Таблиця 2. Прогноз енергетичного потенціалу біомаси в Україні у 2050 році

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Потенціал, доступний для енергетики (економічний)	
		Частка теор. потенціалу, %	млн т н.е.
Солома зернових культур*	49,2	30	5,04
Солома ріпаку	4,9	40	0,68
Побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)*	58,1	40	4,45
Побічні продукти виробництва соняшника (стебла, корзинки)	26,9	40	1,54
Вторинні сільськогосподарські залишки (лушпиння соняшника)	2,4	100	1,00
Деревна біомаса (паливна деревина, порубкові залишки, відходи деревообробки)*	12,3	96	2,88
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН)	8,8	45	1,02
Біодизель (I і II покоління)*	-	-	1,10
Біоетанол (I і II покоління)*	-	-	2,33
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК*	8,4 млрд м ³ CH ₄	83	5,92
Біогаз з ТПВ*	0,7 млрд м ³ CH ₄	70	0,42
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)*	0,4 млрд м ³ CH ₄	31	0,11
Енергетичні рослини*:			
- верба, тополя, міскантус**;	34,5	100	14,65
- кукурудза (на біогаз)**.	7,5 млрд м ³ CH ₄	100	6,43
Всього	-	-	47,57

* Складові потенціалу біомаси, ріст яких очікується до 2050 року. Інші складові, згідно консервативного підходу, залишені на рівні значень потенціалу 2018 року.

** За умови вирощування на 2 млн га незадіяних сільськогосподарських земель.

Джерело: [8]

Ключові чинники зростання енергетичного потенціалу біомаси, на думку науковців БАУ, до 2050 року охоплюють кілька взаємопов'язаних аспектів:

1. Очікується суттєве підвищення врожайності сільськогосподарських культур, особливо зернових.

2. Прогнозується значне зростання економічного потенціалу виробництва біогазу за рахунок розширення сировинної бази (зокрема

використання поживних решток), збільшення обсягів продукції у відповідних галузях, укрупнення тваринницьких підприємств та переходу від захоронення твердих побутових відходів до їх механіко-біологічної обробки.

3. Очікується розширення площ під енергетичними культурами і підвищення їх урожайності; у прогнозах прийнято, що до 2050 року площі під швидкоростучими породами, такими як верба, тополя та міскантус, складатимуть близько 2 млн гектарів, а під кукурудзою для біогазу – ще 2 млн гектарів.

4. Прогнозується збільшенням частки рубок річного приросту деревини в лісових масивах.

5. Передбачається поступовий перехід на використання моторних біопалив другого покоління, вироблених із лігноцелюлозної сировини, а також розширення джерел для виробництва біопалив першого покоління за рахунок нових видів сировини, таких як відходи харчової рослинної олії і тваринних жирів.

Бачення науковців БАУ щодо розвитку виробництва і використання біопалив в Україні до 2025 року є досить оптимістичним (рис. 6)

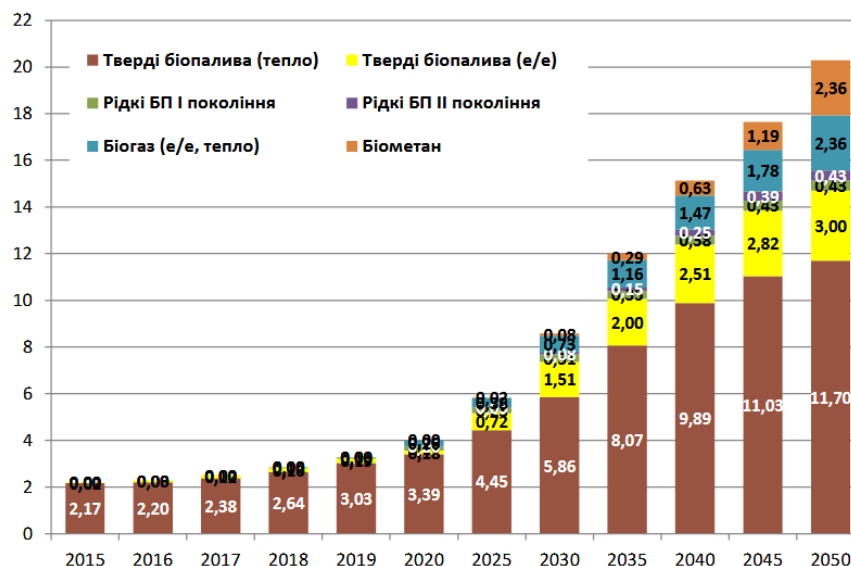


Рис. 6. Сценарій БАУ щодо структури використання біопалив в Україні до 2050 р. за видами отриманого енергоносія, млн т н.е.

Джерело: [8]

На жаль, повномасштабне вторгнення РФ у лютому 2022 року внесло свої корективи у розвиток країни загалом та біоенергетичного сектору зокрема. Поряд з руйнуваннями об'єктів традиційної енергетики постраждали і біоенергетичні об'єкти, з іншої сторони – зростає роль децентралізації енергопостачання і біоенергетика може бути суттєвою її складовою.

Вважаємо за доцільне розробити сценарії організації виробництва біопалив в Україні з основним акцентом на ті його види, що наразі мають найбільший потенціал розвитку в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення: біоетанол, біодизель та біогаз (біометан), а також визначити період планування – до 2040 року, оскільки технології швидко розвиваються, можливий технологічний прорив у біопаливах другого і третього покоління, що потребуватиме перегляду сценаріїв.

Пропонуємо три базові сценарії організації виробництва біопалив в АПК України: песимістичний, реалістичний та оптимістичний. Ключові вихідні параметри кожного сценарію представлено у табл. 3.

При розрахунках взято до уваги:

- середнє споживання палива в Україні за 2020-2024 рр. – 6,6 млн т біодизелю; 2,0 млн т бензину;
- обсяг споживання природного газу на рівні 25 млрд куб. м на рік (більше, ніж під час воєнного стану (економіка і виробництво відновляться), але менше, ніж у довоєнний період (за рахунок енергоефективних технологій))

**Таблиця 3. Ключові характеристики сценаріїв організації
виробництва біопалив в АПК України**

Сценарій	Песимістичний	Реалістичний	Оптимістичний
Ключові показники сценарію	Частка рідких біопалив на транспорті – 6%; частка заміни природного газу біометаном – 10%	Частка рідких біопалив на транспорті – 12%; частка заміни природного газу біометаном – 15%	Частка рідких біопалив на транспорті – 20%; частка заміни природного газу біометаном – 20%
Обсяги біопалив для досягнення ключових показників	біоетанол – 120 тис т біодизель – 396 тис. т біометан – 2,5 млрд. куб.м	біоетанол – 240 тис т біодизель – 792 тис. т біометан – 3,75 млрд. куб.м	біоетанол – 400 тис т біодизель – 1320 тис. т біометан – 5,0 млрд. куб.м
Особливості організації виробництва біопалива за кожним із сценаріїв	Мінімальні інвестиції, використання наявних потужностей, локалізоване виробництво біопалива переважно у великих агропідприємствах.	Помірне розширення виробництва, державно-приватне партнерство, залучення інвестицій у модернізація існуючих біоенергетичних об'єктів, стимулювання серед-ніх агровиробників.	Масштабне індустріальне виробництво, активна участь іноземних інвесторів, створення біоенергетичних кластерів, повна інтеграція АПК у ринок біопалив.
Рушійні сили сценарію	Мінімальні державні стимули, високі ціни на вичопне паливо, локальні екологічні ініціативи.	Збалансована державна політика, стабільний попит на біопаливо, підтримка ЄС, ріст цін на традиційні енергоносії.	Сильна політична воля, жорсткі екологічні норми, реалізація спільних програм відновлення України на «зеленій» основі, високий попит на експорт біометану та біопалив,
Можливі ризики	Тривалий воєнний стан, нестабільність регуляторної політики, відсутність інвестицій, низька рентабельність, конкуренція з імпортованими паливами.	Продовження воєнного стану до 2027 р., коливання цін на сировину, недостатній рівень координації між учасниками ринку, обмеженість фінансування.	Перевантаження інфраструктури, нестача кваліфікованих кадрів, можливі конфлікти за ресурси (земля, вода), глобальні ринкові шоки.

Джерело: сформовано автором

Сценарії розвитку біопаливного сектору в АПК України не лише окреслюють цільові показники та очікувані обсяги виробництва, а й передбачають суттєві відмінності в структурі, масштабах і підходах до організації самого виробничого процесу. Рівень залучення інвестицій, ступінь технічної модернізації, тип сировини та інтеграція у логістичні та енергетичні ланцюги – всі ці фактори варіюються залежно від сценарію. Таблиця 4 деталізує особливості організації виробництва біоетанолу,

біодизелю та біометану в межах песимістичного, реалістичного та оптимістичного сценаріїв.

Таблиця 4. Особливості організації виробництва біопалив в АПК України за сценаріями

Вид біопалива	Песимістичний сценарій	Реалістичний сценарій	Оптимістичний сценарій
Біоетанол	- основні потужності виробництва – переобладнані спиртові заводи; локальне виробництво; - обмежена сировинна база (кукурудза, цукровий буряк); - висока енергоємність.	- основні потужності виробництва – модернізовані спиртові заводи, малі спеціалізовані підприємства; - сировина: кукурудза, цукровий буряк, цукрове сорго; - енергоефективні технології; - часткова інтеграція в паливний ринок.	- основні потужності виробництва – індустріальні біоетанольні комплекси - сировина: кукурудза, цукровий буряк, цукрове сорго, лігніно-целюзна сировина (біоетанол II покоління); - сучасні технології з високим ККД; - експорт до ЄС.
Біодизель	- основні потужності виробництва – малі виробництва (переважно аграрні); - сировина: ріпак; - відсутність очищення до стандартів; - низький попит.	- основні потужності виробництва – створення середніх спеціалізованих підприємств, біодизельні кооперативи; - сировина: ріпак, соя; - стандартизація продукції; - державна підтримка.	- основні потужності виробництва – масштабні спеціалізовані підприємства, біодизельні кооперативи - сировина: ріпак, соя; відпрацьовані олії (біодизель II покоління); - блендинг на нафтобазах.
Біометан	- пілотні установки на окремих підприємствах; - біогаз без повної очистки; - відсутність доступу до ГТС; - низька інвестиційна привабливість	- створення біометанових хабів у регіонах; - очистка біогазу до стандарту біометану; - часткове підключення до ГТС; - розвиток сертифікації.	- промислові заводи з інтеграцією в ГТС; - різноманітна сировина (гній, силос, відходи); - розвиток ринку біометан-сертифікатів; - експорт біометану в ЄС.

Джерело: узагальнено автором

Для реалізації визначених сценаріїв необхідно прорахувати необхідні площі вирощування основних сільськогосподарських культур, які виступатимуть сировиною для виробництва (табл. 5).

Таблиця 5. Необхідні площі вирощування біоенергетичної сировини для досягнення цільових показників згідно сценаріїв організації виробництва та використання біопалив в АПК України

Вид біопалива/ сільськогосподарська культура	Вихід біопалива	Необхідна площа вирощування сільськогосподарських культур, тис. га		
		песимістичний сценарій	реалістичний сценарій	оптимістичний сценарій
Біоетанол:				
- кукурудза	1,93 т/га	33,6	67,2	164,0
- цукровий буряк	3,71 т/га	17,5	34,9	11,8
- пшениця	1,24 т/га	26,1	52,3	202,6
Біодизель:				
- ріпак	0,99 т/га	381,8	763,6	1272,7
Біометан:				
- кукурудза на силос	4,5 тис. куб.м/га			
Разом	х	459,0	918,0	1651,2
Частка від середньої посівної площі (2020-2023 рр.), %	х	1,8%	3,6%	6,4%

Джерело: розраховано автором

У розрахунках прийнято:

- для виробництва біоетанолу використовуватимуться кукурудза, цукровий буряк та пшениця; в оптимістичному сценарії додасться ще лігніно-целюлозна сировина (солома). Вважатимемо, що по 40% біоетанолу вироблятиметься з кукурудзи і цукрового буряку відповідно, 20% – з пшениці. В оптимістичному сценарії: по 35% – з кукурудзи та з цукрового буряку, 20% – з пшениці і 10% – з соломи (побічна продукція вирощування зернових, додаткові посівні площі не потрібні);
- основною культурою для виробництва біодизелю виступатиме ріпак, який має найбільший біоенергетичний потенціал;
- для виробництва біометану будуть відведені площі під вирощування кукурудзи на силос, проте основним видом сировини залишаться органічні відходи АПК;
- середня посівна площа за 2020-2023 рр. склала 25735,2 тис. га (дані за 2024 р. відсутні).

Таким чином, досягнення цільових показників за кожним із сценаріїв організації виробництва біопалив в АПК України потребуватиме відведення від 1,8% до 6,4% посівних площ, що не становитиме загрози продовольчій безпеці.

Висновки. Проведене дослідження показало, що агропромисловий комплекс України має значний потенціал для розвитку виробництва біопалив на основі власної сировинної бази. Біоенергетика в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення може стати важливим чинником підвищення енергонезалежності, зниження імпортозалежності та посилення децентралізації енергопостачання.

Запропонований сценарний підхід дозволяє гнучко оцінювати можливі напрями розвитку біопаливного сектору України з урахуванням економічних, технологічних і регуляторних ризиків, а також загроз воєнного стану. Згідно сценаріїв визначено цільові показники організації виробництва та використання біопалив в АПК України до 2040 року: частку заміни біопаливами традиційних рідких палив на транспорті та частку заміни біометаном природного газу: песимістичний сценарій – 6% палива на транспорті та 10% природного газу; реалістичний – 12% та 15% відповідно, оптимістичний – по 20%. Розрахунки свідчать, що досягнення цільових показників виробництва біоетанолу, біодизелю та біометану потребує залучення відносно невеликої частки посівних площ, що не конкурує з продовольчим виробництвом.

Література

1. Держенергоефективності. «Біоенергетика». URL: <https://saee.gov.ua/diialnist/vidnovliuvalna-enerhetyka/alternatyvna-enerhetyka/bioenerhetyka> (дата звернення: 12.12.2025 р.).
2. Лутковська С.М., Зеленчук Н.В. Розвиток біоенергетики в Україні – енергетична та економічна безпека в умовах сталого розвитку. *Ефективна економіка*. 2021. № 12. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105->

2021.12.2 URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2021/4.pdf (дата звернення: 15.09.2025 р.).

3. Будько М.О. *Біоенергетика: Курс лекцій. Частина I*. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 109 с.

4. Kaletnik G., Pryshliak N., Tokarchuk D. Potential of Production of Energy Crops in Ukraine and Their Processing on Solid Biofuels. *Ecological Engeneering & Environmental Technology*. 2021. Vol. 22. Issue 3. P. 59-70. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/135447>

5. Калетнік Г. М., Гончарук І. В. Економічні розрахунки потенціалу виробництва відновлювальної біоенергії у формуванні енергетичної незалежності агропромислового комплексу. *Економіка АПК*. 2020. № 9. С. 6-16. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202009006>

6. Pryshliak N., Tokarchuk D., Shevchuk H. The socio-economic and environmental importance of developing biofuels: the Ukrainian case on the international arena. *Polityka Energetyczna*. 2021. № 24 (1). P.133-152. DOI: <https://doi.org/10.33223/epj/131829>

7. Гелету́ха Г., Матвеєв Ю., Кучерук П., Драгнєв С., Крамар В., Пастух А. Виробництво біометану в Україні: можливості та виклики. UABIO, 2025. URL: https://uabio.org/wp-content/uploads/2025/11/WEB_UABIO_brochure_final.pdf?t=1763462836 (дата звернення: 12.12.2025).

8. Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року. Біоенергетична асоціація України, 2020. URL: <https://uabio.org/materials/9115/> (дата звернення: 12.12.2025).

9. Харчук Л.В. Понятійний апарат проблематики формування біоенергетичного потенціалу. *Ефективна економіка*. 2014. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2930> (дата звернення: 12.12.2025).

10. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 12.12.2025 р.).

11. Аналіз ринку біоетанолу в Україні. 2024 рік. Pro-Consulting. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-bioetanola-v-ukraine-2024-god> (дата звернення: 12.12.2025 р.).
12. Ринок біоетанолу в Україні: потенціал, переваги та перспективи виробництва на Одещині. Українська служба інформації, 2025. URL: <https://usionline.com/rynok-bioetanolu-v-ukraini-potentsial-perevahy-ta-perspektyvy-vyrobnytstva-na-odeshchyni/> (дата звернення: 12.12.2025).
13. АПК-Інформ підвищив прогноз виробництва ріпаку в Україні у 2024 році. АПК-Інформ, 2025. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/conferences/Veg-Oils-Meals-Trade-2024/news/1540993> (дата звернення: 12.12.2025 р.).
14. Офіційний сайт Біоенергетичної асоціації України. URL: <https://uabio.org/> (дата звернення: 12.12.2025).
15. Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану: Закон України № 1820-IX від 21.10.2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1820-20#Text> (дата звернення: 12.12.2025).
16. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року: Розпорядження КМУ №373-р від 21.04.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення: 12.12.2025).
17. REPowerEU Affordable, secure and sustainable energy for Europe. European Commission, 2022. URL: https://commission.europa.eu/topics/energy/repowereu_en (дата звернення: 12.12.2025).

References

1. State Agency for Energy Efficiency (2025), “Bioenergy”, available at: <https://saee.gov.ua/diialnist/vidnovliuvalna-enerhetyka/alternatyvna-enerhetyka/bioenerhetyka> (Accessed 12 December 2025).

2. Lutkovska, S.M. and Zelenchuk, N.V. (2021), “Development of bioenergy in Ukraine – energy and economic security in the context of sustainable development”, *Efektivna ekonomika*, [Online], vol. 12, available at: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2021/4.pdf (Accessed 12 December 2025).
3. Budko, M.O. (2021), *Bioenerhetyka: Kurs leksii. Chastyna I* [Bioenergetics: Lecture Course. Part 1], KPI im. Ihoria Sikorskoho, Kyiv, Ukraine.
4. Kaletnik, G. Pryshliak, N. and Tokarchuk, D. (2021), “Potential of Production of Energy Crops in Ukraine and Their Processing on Solid Biofuels”. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, vol. 22, no. 3, pp. 59-70.
5. Kaletnik, H.M. and Honcharuk, I.V. (2020), “Economic calculations of the potential of renewable bioenergy production in the formation of energy independence of the agro-industrial complex”, *Ekonomika APK*, vol. 9, pp. 6–16.
6. Pryshliak, N. Tokarchuk, D. and Shevchuk, H. (2021), “The socio-economic and environmental importance of developing biofuels: the Ukrainian case on the international arena”, *Polityka Energetyczna*, vol. 24 (1), pp.133–152.
7. Heletukha, H. Matvieiev, Yu. Kucheruk, P. Drahniev, S. Kramar, V. and Pastukh, A. (2025), *Vyrobnytstvo Biometanu v Ukraini: mozhlyvosti ta vyklyky* [Biomethane production in Ukraine: Opportunities and Challenges], UABIO, Kyiv, Ukraine.
8. BAU (2020), “Roadmap for the development of bioenergy in Ukraine until 2050”, available at: <https://uabio.org/materials/9115/> (Accessed 12 December 2025).
9. Kharchuk, L.V. (2014), “Conceptual framework of the issues of bioenergetic potential formation”, *Efektivna ekonomika*, [Online], vol. 4, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2930> (Accessed 12 December 2025).
10. The official site of State Statistics Service of Ukraine (2025), available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (Accessed 12 December 2025).

11. Pro-Consulting (2025), “Analysis of the bioethanol market in Ukraine”, available at: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-bioetanola-v-ukraine-2024-god> (Accessed 12 December 2025).
12. Ukrainian information service (2025), “Bioethanol market in Ukraine: potential, advantages and prospects of production in the Odessa region”, available at: <https://usionline.com/rynok-bioetanolu-v-ukraini-potentsial-perevahy-ta-perspektyvy-vyrobnytstva-na-odeshchyni> (Accessed 12 December 2025).
13. APK-Inform (2025), “APK-Inform increased the forecast for rapeseed production in Ukraine in 2024”, available at: <https://www.apk-inform.com/uk/conferences/Veg-Oils-Meals-Trade-2024/news/1540993> (Accessed 12 December 2025).
14. The official site of Bioenergy Association of Ukraine (2025), available at: <https://uabio.org/> (Accessed 12 December 2025).
15. The Verkhovna Rada of Ukraine (2021), The Law of Ukraine “On amendments to certain laws of Ukraine regarding the development of biomethane production”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1820-20#Text> (Accessed 12 December 2025).
16. Cabinet of Ministers of Ukraine (2023), Resolution “On approval of the Energy Strategy of Ukraine for the period until 2050”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (Accessed 12 December 2025).
17. European Commission (2022), “REPowerEU Affordable, secure and sustainable energy for Europe”, available at: https://commission.europa.eu/topics/energy/repowereu_en (Accessed 12 December 2025).

Стаття надійшла до редакції 15.12.2025 р.