

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА В УКРАЇНІ

А.В. Доронін

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник
Національна академія аграрних наук України (м. Київ, Україна),
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: doronin_av@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2106-6239>

Для України біоенергетика є ключовим напрямом у розвитку відновлюваної енергетики, особливо в умовах залежності від імпортованих енергоносіїв, таких як природний газ, нафта та кам'яне вугілля. Україні існує значний потенціал біомаси, що ще не використовується для виробництва пального. Вітчизняна біопаливна галузь забезпечує виробництво біогазу, біоетанолу та “зеленої” електроенергії, проте кожен із цих видів палива розвинений різною мірою. Величезний потенціал відновлюваної енергетики, яким володіє Україна, ще недостатньо використовується. Порівняно з країнами Євросоюзу Україна лише наближається до повного освоєння цих ресурсів.

Ключові слова: біоенергетичні культури, екологія, біопаливо, біоетанол, біогаз, ефективність, альтернативна енергетика.

ВСТУП

Провідні країни світу усвідомили необхідність активного впровадження альтернативних джерел енергії, зважаючи на глобальні кліматичні зміни та значну екологічну шкоду, спричинену тривалим використанням невідновлюваних вуглеводневих ресурсів. Крім того, енергетична криза загострюється з кожним роком через постійне виснаження традиційних джерел енергії, що стимулює людство дедалі більше зосереджувати увагу на розвитку відновлюваної енергетики.

Хоча біоенергетика не здатна повністю замінити традиційні джерела енергії, її розвиток може суттєво знизити споживання викопного палива. В Україні частка біоенергетики в загальному енергетичному балансі значно нижча порівняно з країнами ЄС: якщо в ЄС вона становить 18–20%, то в Україні цей показник — близько 5%. Проте за умови належного розвитку “зелена” енергетика має потенціал повністю забезпечити потреби населення.

Завдяки унікальному клімату та природним ресурсам біомаса в Україні має значні ринкові перспективи, що сприятиме зміцненню енергетичної безпеки, забезпеченню енергоресурсами та досягненню екологічних цілей країни.

Метою дослідження є обґрунтування практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності виробництва альтернативних видів палива з сільськогосподарської продукції та розроблення шляхів забезпечення стабільного розвитку ринку альтернативного палива в Україні.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вивченням актуальних питань виробництва біопалива в Україні займаються такі вчені, як Г. Калетнік, М. Коденська, М. Роїк, В. Сінченко, О. Ганженко, П. Саблук, О. Шпичак, В. Бондарь, А. Фурса та ін. Однак потребує подальшого вивчення питання інноваційних підходів до виробництва біопалива.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі написання статті застосовано методи системного аналізу та логічного узагальнення для дослідження перспектив виробництва біопалива; порівняльний аналіз — для обробки статистичної інформації; розрахунково-конструктивний метод — для визначення показників економічної ефективності виробництва альтернативних видів палива; монографічний метод — для обґрунтування необхідності диверсифікації продукції галузі; методи індукції та дедукції — для узагальнення результатів дослідження; абстрактно-логічний метод — для формулювання висновків і пропозицій.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Україна щороку витрачає значні кошти на закупівлю нафтопродуктів, природного газу та вугілля. Зокрема, у 2020 році нафтопродукти було закуплено на суму 3,806 млрд дол. США, природний газ — на 1,948 млрд дол. США, вугілля — на 1,786 млрд дол. США. Слід зазначити, що споживання природного газу в

2020 р. становило понад 28 млрд куб. м, з яких 15,9 млрд куб. м було імпортовано. При цьому енергетичний потенціал України для заміщення природного газу оцінюється майже в 37 млрд куб. м, з яких 20 млрд куб. м припадає на енергетичні культури, 9,3 млрд куб. м — на відходи сільського господарства та 7,8 млрд куб. м — на біометан [1].

Враховуючи сучасну енергетичну та екологічну ситуацію в Україні, необхідно активно впроваджувати біоенергетичні технології та використовувати всі види біопалива: тверде, рідке, газове. Однак це має відбуватися з урахуванням принципів сталого розвитку та необхідності збереження біорізноманіття країни.

Наразі основним джерелом енергії в Україні є лісова біомаса, хоча аграрний потенціал країни значно більший. За даними Біоенергетичної асоціації України (англ. Bioenergy Association of Ukraine, UABio), аграрна біомаса може становити до 76% від усієї біомаси, потенційно доступної для використання до 2050 року. Окрім деревних культур, значну роль відіграють такі культури, як міскантус, пруттоподібне просо, кукурудза, сорго, а також цукрові та кормові буряки. Ці джерела здатні забезпечити до 23 млн тонн умовного палива. При цьому на частку соломи та відходів рослинництва припадає 44%, а багаторічні насадження дають 32%. Прогнозується, що до 2050 року можна досягти повного переходу на відновлювані джерела енергії (ВДЕ) для виробництва електрики та тепла [2].

Перехід на відновлювані джерела енергії є найбільш вигідним як з економічної, так і з екологічної точки зору (рис. 1) [2].

Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА; англ. International Energy

Agency, IEA), для того, щоб запобігти підвищенню глобальної температури більш ніж на 2°C, до 2050 року необхідно знизити викиди CO₂. Це можна досягти шляхом підвищення енергоефективності на 40% та збільшення частки відновлюваних джерел енергії до 30% [3].

Такий підхід до енергетичного планування вже впроваджено в Австрії. Кілька країн наблизилося до досягнення 100% використання відновлюваних джерел енергії, серед яких Ісландія, Парагвай, Коста-Ріка, Норвегія, Нікарагуа та Шотландія. Багато інших держав уже активно рухається в цьому напрямку: 53 країни мають перед собою мету — перехід на 100% ВДЕ в окремих секторах, здебільшого у виробництві електроенергії. Швеція та Данія вже затвердили офіційні енергетичні стратегії, які передбачають повний перехід на ВДЕ в усіх секторах до 2050 року.

Слід підкреслити, що це завдання є надзвичайно складним для України. Проте стратегічно воно є правильним, і рухатися в цьому напрямку необхідно. Питання полягає в тому, якими будуть темпи цього процесу і за рахунок яких ресурсів це буде досягнуто. Біоенергетичне паливо залишається дешевшим та екологічним порівняно з традиційними видами палива.

Розвиток біоенергетики сприятиме заміщенню природного газу, зменшенню імпортозалежності та зміцненню економіки України. Енергія біомаси є одним з найперспективніших відновлюваних джерел енергії. Завдяки потужному аграрному сектору та високому потенціалу його розвитку біоенергетика стає критично важливим напрямом для нашої країни.

Біоенергетика розвивається в кількох основних напрямках: виробництво електроенергії, теплової енергії, заміщення природного газу,

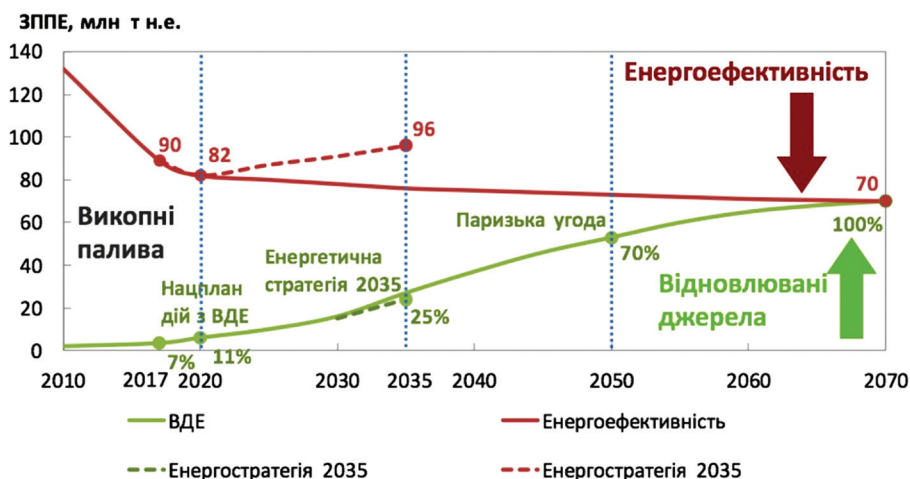


Рис. 1. Концепція переходу України на відновлювані джерела енергії

Примітка: ЗППЕ — загальне постачання первинної енергії.

а також виробництво рідких і твердих видів пального та біогазу (табл. 1).

Для стимулювання виробництва електричної енергії з біомаси та біогазу в Україні існують два механізми: “зелений тариф” і система аукціонів. “Зелений тариф” вже встановлений і гарантований державою до 2030 року.

Вітчизняна біопаливна індустрія пропонує біоетанол, біогаз та “зелену” електроенергію. Кожен із цих видів біологічного палива вже досяг певного рівня розвитку. Однак значний потенціал альтернативної енергетики, яким володіє Україна, досі не використовується повною мірою. Якщо порівняти з країнами Європейського Союзу, то наша країна тільки починає рухатися в напрямку ефективного впровадження цих технологій.

У всьому світі біоетанол із меляси виробляють на цукрових заводах, і розвинене в Україні

буряківництво слугує універсальною базою для його виготовлення. Біоетанол можна виготовляти на переобладнаних спиртових і цукрових заводах. Сировиною для його виробництва можуть бути крохмаленосні культури, зокрема кукурудза та пшениця, продукція переробки яких використовується для харчування людей. У контексті глобальної проблеми нестачі продовольства виробництво біоетанолу з кукурудзи та пшениці є недоцільним. Натомість побічна продукція переробки цукрових буряків не використовується безпосередньо для харчування, що підтверджує доцільність її застосування у виробництві біоетанолу (табл. 2).

Сировиною для виробництва біоетанолу, окрім меляси та безпосередньо цукрових буряків, можуть слугувати продукти переробки цукрових буряків із високим вмістом цукру, зокрема зелена патока та сироп. Суттєво на

Таблиця 1

Напрями використання біомаси в Україні

Споживачі	Потреби	Види енергії, що виробляються		Технології та обладнання		Види палива
Індивідуальне теплопостачання	Опалення та гаряче водопостачання, приготування їжі	Теплова		Опалювальні печі, каміни, варочні плити	Котли	Дрова, брикети, пелети, тюкована солома
Централізоване теплопостачання	Опалення та гаряче водопостачання для потреб споживачів, виробництво електричної енергії	Теплова	Електрична (постачання до електромереж)	Котли різних типів за принципом спалювання (отримання теплової енергії)	Когенерація (ТЕЦ) — паровий цикл, органічний цикл Ренкіна	Дрова, деревна тріска, тирса, пелети, брикети, тюкована солома, органічна частина ТПВ
Промисловий сектор і сільське господарство	Опалення, технологічні потреби, виробництво електричної енергії	Теплова для опалення та технологічних потреб	Електрична (використання для виробничих потреб та постачання до електромереж)	Різних типів за принципом спалювання, сушарки, промислові печі, біогазові установки, газифікатори	Когенерація (ТЕЦ) на базі парових турбін або ДВЗ, виробництво лише електроенергії (ТЕС)	Дрова, деревна тріска, пелети, брикети, тюкована солома, відходи виробництва, біогаз, синтез-газ

Джерело: сформовано за даними [4].

Таблиця 2

Розрахунок виходу біоетанолу з різних видів сировини

Сировина	Вихід біоетанолу з 1 т продукції, т
Цукрові буряки (неочищений сік)	0,074–0,079
Меляса (переробка цукрових буряків на цукор)	0,222–0,237
Пшениця	0,237–0,311
Кукурудза	0,321–0,346

Джерело: сформовано за даними [5].

зменшення собівартості біоетанолу і, відповідно, підвищення його конкурентоспроможності впливає технологія виробництва. Технологія біоетанолу складається з двох етапів: виробництва етанолу-сирцю та подальшого зневоднення (дегідратації). Для дегідратації етилового спирту використовують азеотропну ректифікацію, адсорбцію на молекулярних ситах і випаровування через мембрану [5].

Біоетанол з найнижчою собівартістю отримують шляхом випаровування через мембрану, незалежно від виду сировини для переробки. Аналогічну залежність отримано й за виробництва біоетанолу з зеленої патоки, сиропу та меляси.

Найнижча собівартість біоетанолу була досягнута з меляси за всіх трьох технологій переробки.

Найбільший вихід біоетанолу з одиниці площі за відповідного рівня урожайності можна одержати з цукрових буряків. Водночас при переробці цукрових буряків на цукор отримуємо мелясу, залежно від якості якої вихід біоетанолу з 1 т може бути 0,222–0,237 т. Найбільший вихід біоетанолу маємо з 1 т кукурудзи — 0,321–0,346 т. При цьому середня собівартість виробництва біоетанолу, залежно від ціни сировини та технології переробки, становить: з цукрових буряків (неочищений сік) — 52000–60000 грн/т; меляси — 35600–39000 грн/т.

За умови, коли меляса не буде товаром і, відповідно, не матиме реалізаційної ціни, а цукрові заводи перероблятимуть її на біоетанол, собівартість його може значно знизитися. Крім того, комбіноване виробництво цукру для споживчого ринку та біоетанолу з меляси значно підвищує конкурентоспроможність підприємств цукробурякової галузі.

Надалі Україні потрібно трансформувати свої цукрові підприємства за європейським зразком, створюючи комплекси глибокої переробки сировини, які одночасно вироблятимуть цукор, біоетанол, біогаз тощо. Як ефективну сировину для біоетанолу можна використовувати кукурудзу.

Виробництво біогазу є перспективною галуззю біопаливної промисловості поряд із виробництвом біодизелю та біоетанолу. Однією з переваг біогазу є його низька собівартість завдяки дешевій сировині. Крім того, є можливості для створення біогазових установок у різних

регіонах, що дозволяє забезпечити гнучкість у виробництві.

Загальний потенціал заміщення газу біоенергетикою може досягати 37 млрд м³ на рік. Із цього обсягу біометан може забезпечити 7,8 млрд м³, енергетичні культури — майже 20 млрд м³, а відходи сільського господарства — 9,3 млрд м³. Навіть використання половини цього потенціалу дозволить значно зменшити залежність України від імпорту газу, заміщуючи його за рахунок внутрішнього виробництва [6, 7].

В Україні частка біоенергетики в загальній структурі енергоспоживання значно нижча, ніж у країнах Європейського Союзу. Якщо в ЄС біоенергетика становить 18–20% ринку, то в Україні цей показник — лише 5%. Проте потенційно “зелена” електроенергія здатна повністю задовольнити потреби населення.

Зважаючи на унікальні кліматичні умови та природні ресурси України, біомаса має великі перспективи на ринку, що може забезпечити енергетичну безпеку країни, сприяти виробництву енергії та допомогти в досягненні екологічних цілей.

Біоенергетика не зможе повністю замінити інші джерела енергії, однак її розвиток сприятиме значному зниженню споживання викопних ресурсів.

Враховуючи поштовх розвитку біоенергетики в Україні та необхідність збільшення використання відновлюваних джерел енергії замість викопних, передбачається збільшення використання альтернативних видів палива. При цьому в структурі альтернативних джерел енергії зростатиме частка рідких видів палива (11,8% — 2030 р.) та біогазу (35,3% — 2030 р.), в той час як частка твердих видів палива зменшиться (52,9% — 2030 р.) [8, с. 17].

ВИСНОВКИ

Для забезпечення збалансованого природокористування та сталого розвитку ринку альтернативних видів палива необхідна кооперація виробництва сировини для біопалива та кінцевої продукції у вигляді енергії. Використання альтернативних видів палива, а також розробка і впровадження нових технологій для їх розвитку — це пріоритет для економіки нашої країни, що забезпечить енергетичну незалежність та виробництво екологічного, порівняно з традиційними видами, палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/SAEE_VDE_26.03.2021_0.pdf (дата звернення: 02.12.2024).
2. Інноваційна платформа Global 100 RE Ukraine. URL: <https://100re.org.ua/about/> (дата звернення: 02.12.2024).

3. Renewable Power Generation Costs in 2017. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018_summary.pdf (accessed: 02.12.2024).
4. Біоенергетична асоціація України. URL: <https://uabio.org/> (дата звернення: 02.12.2024).
5. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійничук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: моногр. К.: Видавничий дім "Асканія", 2009. 424 с.
6. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). URL: <http://saee.gov.ua/uk/ae> (дата звернення: 02.12.2024).
7. Малиновська О.Я., Височанська М.Я. Енергетична безпека України як головний критерій ефективності функціонування національної економіки. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 16–28. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2023.276723
8. Бондар В.С., Фурса А.В., Гументик М.Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 8. С. 17–25.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF ALTERNATIVE FUEL PRODUCTION IN UKRAINE

Doronin A.

Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine),
Institute of Agroecology and Environmental Management of the NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: doronin_av@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2106-6239>

For Ukraine, bioenergy is a key area of renewable energy development, especially in the context of dependence on imported energy sources such as natural gas, oil, and coal. The country has significant biomass potential that has not yet been used for fuel production. The domestic biofuel industry ensures the production of biogas, bioethanol, and green electricity, but each of these fuel types is developed to a different extent. The vast potential of renewable energy available to Ukraine has not yet been fully exploited. Compared to EU countries, Ukraine is only approaching the full utilization of these resources.

Keywords: *bioenergy crops, ecology, biofuels, bioethanol, biogas, efficiency, alternative energy.*

REFERENCES

1. Rozvytok vidnovliuvanykh dzherel enerhii v Ukraini. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy [Development of Renewable Energy Sources in Ukraine. State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine]. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/SAEE_VDE_26.03.2021_0.pdf [in Ukrainian].
2. Innovatsiina platforma Global 100 RE Ukraine [Innovative Platform Global 100 RE Ukraine]. URL: <https://100re.org.ua/about/> [in Ukrainian].
3. International Renewable Energy Agency. (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017. Abu Dhabi. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018_summary.pdf [in English].
4. Bioenerhetychna asotsiatsiia Ukrainy [Bioenergy Association of Ukraine]. URL: <https://uabio.org/> [in Ukrainian].
5. Shyian, P.L., Sosnytskyi, V.V., & Oliinichuk, S.T. (2009). *Innovatsiini tekhnolohii spyrtovoi promyslovosti. Teoriia i praktyka: monografiia* [Innovative technologies in the alcohol industry: theory and practice: monograph]. Kyiv: Publishing house "Askania" [in Ukrainian].
6. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy [State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine]. URL: <http://saee.gov.ua/uk/ae> [in Ukrainian].
7. Malinowska O.Ya., Vysochanska M.Ya. (2023). Enerhetychna bezpeka Ukrainy yak holovnyi kryterii efektyvnosti funktsionuvannia natsionalnoi ekonomiky [Energy security of Ukraine as the main criterion for the effectiveness of the functioning of the national economy]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 16–28. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2023.276723 [in Ukrainian].
8. Bondar, V.S., Fursa, A.V., & Humentyk, M.Ya. (2018). Stratehiia ta priorytety rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [Strategy and Priorities for the Development of Bioenergy in Ukraine]. *Ekonomika APK*, 8, 17–25 [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ДОРОНІН Андрій Володимирович, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, начальник відділу землеробства, меліорації та механізації, Національна академія аграрних наук України (вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, Київ, Україна, 01010); Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: doronin_av@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2106-6239>).