



УДК 606:63

FEASIBILITY STUDY OF THE BIOTECHNOLOGY PRODUCTION PROJECT**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБ ГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА****Kovalenko V. M. / Коваленко В. М.***PhD (agric.sc.), as.prof. / к.с.-г.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-9830-3370

Bashlai S. V. / Башлай С. В.*PhD (econom.sc.), as.prof. / к.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2247-5440

*Sumy National Agrarian University, Sumy, Herasya Kondratieva 160, 40000**Сумський національний аграрний університет, Суми, Герасима Кондратьєва, 160, 40000*

Анотація. В роботі розглядаються окремі моменти необхідності та можливостей впроваджувати та застосовувати нові альтернативні засоби виробітку енергії. Враховуючи майже невичерпні сировинні ресурси, все більше уваги в світі привертають біотехнології. Прагнення до сталого розвитку та сприятливі зміни в законодавстві додатково стимулюють інвесторів вкладати кошти у створення біотехнологічних установок потужностей. Однією із основних сфер, що сприяє вирішенню проблем біоенергозабезпечення виступає сільське господарство, де відбувається активне впровадження ефективних заходів переробки відповідних видів біомаси з метою отримання позитивного економічного й екологічного ефекту від виробництва енергоресурсів. Метою дослідження є обґрунтування доцільності реалізації проектів щодо генерацією енергії із біоресурсів та покращення екологічної ситуації в світі.

Ключові слова: основи проектування, біотехнологічні процеси, техніко-економічне обґрунтування, біомаса, біопаливо

Вступ.

Процеси світової глобалізації принципово змінює співвідношення між зовнішніми і внутрішніми чинниками сталого розвитку. При цьому з'являються нові можливості для переливання капіталів та технологій, практично, у будь-якому напрямі на земній кулі. Світова економіка зазнає значних трансформацій, зумовлених новою хвилею технологічних інновацій четвертої промислової революції. Такий стрімкий розвиток виробничих технологій та неодмінне прагнення до їхньої екологізації стимулюють пошук нових джерел енергії. Зокрема, серед напрямків альтернативної енергетики, все більшого розвитку набувають біотехнологічні форми, що базуються на використанні, в якості відновлювального джерела енергії, в першу чергу, органічних речовин тваринного і рослинного походження. Зокрема, така енергія може бути отримана, як із органічних відходів, так і з продуктів рослинницької галузі сільського господарства, так званих, «енергетичних» рослин.

Результати окремих досліджень [2-5] дають підстави стверджувати, що досягнення сталого розвитку та економічної стійкості, є залежними саме від зеленого економічного зростання. В першу чергу, це відбувається через те, що саме екологічно чисті, енергозберігаючі інновації, а також прагнення до сталого виробництва енергії та розширення енергетичного балансу (з використанням



технологій відновлюваних джерел енергії) стають рушійними силами забезпечення зеленого економічного зростання. Особлива увага, все частіше, приділяється застосуванню біоенергетичних технологій. Зокрема, в сучасній енергетиці особливе місце займає переробка біомаси (наприклад, сільськогосподарських відходів) та знезаражених органічних добрив метановим бродінням з отриманням біогазу, який містить близько 70 % метану. З іншого боку, в сільському господарстві особливо важливою є утилізація біомаси. За різними джерелами можна констатувати, що у світовій практиці відомо близько 60 різновидів біометанових енергетичних біотехнологій [5].

Виробництво різних видів палива із біомаси сільськогосподарського походження – один з ефективних способів її утилізації та оперування необхідною енергією з відновлюваних джерел. Подібні технології та стратегії вкрай важливі для країн, що є залежними від імпорту первинних енергоносіїв. Повною мірою, це стосується і України, адже, рівень забезпеченості вітчизняними енергоресурсами становить лише 20-25 %, а стан довкілля потребує нагального покращання.

Основний текст

Під екологічно чистими технологіями ведення аграрного виробництва варто розуміти комплексні підходи до сталого використання природи та природних елементів на благо людини та водночас поліпшення стану природи. Надважливо, при цьому те, що рішення мають бути адаптовані до місцевих потреб (наприклад, захист місцевого населення від повеней) та умов довкілля (наприклад, місцеві екосистеми, клімат).

Серед виробничих секторів економіки України найбільшим потенціалом наділений саме агропродовольчий. Зокрема, саме в ньому відзначається потенціал для заміни викопної сировини біоресурсами – більше 57 % ресурсів оцінюється як замінні. Наступним в ранзі секторів із найбільшою часткою ресурсів, що можуть бути замінені, на думку дослідників цього питання, є сектор переробної промисловості (біля 48 %). Також в трійці перспективних – сфери енергетики (46 %) та текстильна промисловість (45,6 %) [6].

В Європі виробництво енергії з твердої біомаси помітно зросло за останні десятиліття, досягнувши піку в 2021 році рівня в понад 100 млн. метричних тон нафтового еквівалента. Ці ресурси біомаси, в першу чергу, охоплюють різноманітний спектр матеріалів агропромислової та лісової галузей. Зокрема, сировина отримана з дерев і лісових залишків, часто використовується у вигляді колод, трісок або гранул. В рослинництві активно культивуються енергетичні – спеціально через їхню високу урожайність та енергетичний вміст. Продукти тваринного походження, зокрема гній для худоби, також можуть бути перероблені для виробництва біогазу.

Сектор біоенергетики також здатний використовувати відходи для виробництва енергії; включаючи звалищ ний газ, тверді побутові відходи та осад стічних вод. Для країн Європейського Союзу біомаса зробила значний внесок у сектор відновлюваної енергетики. Зокрема, тільки за 2022 рік, в такий спосіб, було вироблено 169,4 терават-год. електроенергії, що стало третім, за обсягами, джерелом відновлюваної енергії після вітрової та гідравлічної [7].



Подібно до біомаси, виробництво біопалива в країнах ЄС також суттєво зросло. За період 2000-2022 рр. видобуток зріс з 12 тис. на день до, близько 228 тис. барелів нафтового еквівалента на день. А споживання біопалива для транспорту в Європейському Союзі досягло масштабу в 17,1 млн. метричних тон нафтового еквівалента. Далі зростання продовжувалося і в 2023 р. виробництво біопалива склало вже, близько 295 тис. барелів нафтового еквівалента на день, тобто, приблизно на 1,5 % більше, ніж у попередньому році. Однак, найвище зафіксоване значення було досягнуте у 2019 р. – виробництво становило 300 тис. барелів нафтового еквівалента щодня. В контексті соціально-економічного впливу сектору біоенергетики, у 2022 р. для створення біомаси було задіяно близько 331,7 тис. осіб. [6, 7].

Техніко-економічне обґрунтування проекту виступає тим важливим документом, який, на основі системи показників та розрахунків дозволяє визначати ефективність відповідних інвестиційних рішень за ним. Згідно стандартизованого підходу до його формування закладена можливість для детального обґрунтування відповідальних проектних рішень: з будівництва потужностей, якості та конкурентоспроможності продукції, вартості проекту та визначення техніко-економічних показників ефективності, оцінки впливу на навколишнє середовище та ін.

В рамках першочергової дії при розробці та реалізації проекту на засадах біотехнологічного виробництва, доцільно чітко визначити його ключові елементи: етапи діяльності, напрямки та джерела фінансування, а також складові успіху біотехнологічного проекту (рисунок 1).

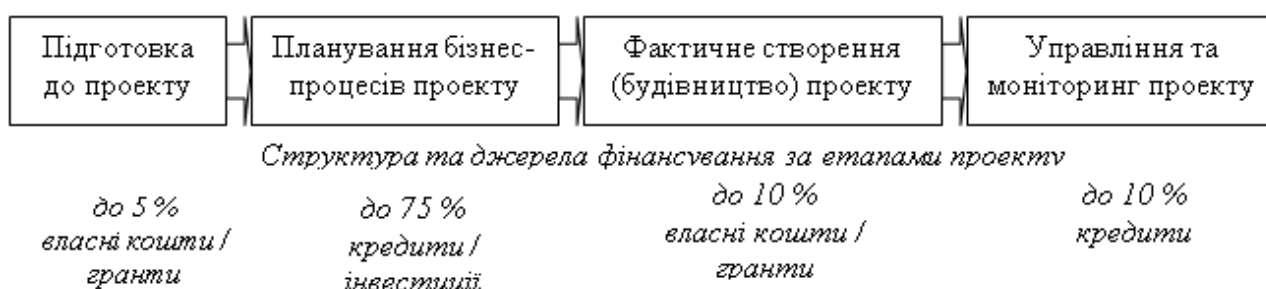


Рисунок 1 – Схема етапів і джерел фінансування біотехнологічного проекту
Джерело: авторська розробка за даними [6, 7]

Ключовими соціально-еколого-економічними орієнтирами (цілями) розробки та реалізації проекту, наприклад, в сфері біоенергетичного забезпечення будуть виступати наступні:

- зменшити споживання традиційних ресурсів за рахунок заміщення біопаливом;
- збільшити обсяги виробництва теплової енергії з біомаси;
- модернізувати обладнання з можливістю використання біопалива;
- утилізувати відходи виробництва з отриманням корисної енергії;
- зменшити собівартість виробництва теплової енергії за рахунок використання біопалива;
- збільшити кількість споживачів теплової енергії;



- зменшити викиди парникових газів;
- створити нові робочі місця на підприємстві та ін.

Біотехнологічна переробка є ключовим аспектом забезпечення сталості економіки в рамках відповідної стратегії Європейського Союзу. В цьому контексті, саме зелена економіка, що спрямована на підвищення добробуту людей та соціальну рівність, одночасно зменшуючи екологічні загрози та дефіцит природних ресурсів, активно впроваджує в себе розвиток чистих, відновлюваних біотехнологічних технологій. Сталий розвиток економіки включає в себе не лише розвиток чистих енергетичних технологій та енергоефективності, але й впровадження сталого споживання та виробництва, інтегрованої продуктової політики, зелених державних закупівель, створення зелених робочих місць та проєкологічної фіскальної реформи. Це дозволить забезпечити стабільність екологічно чистих біотехнологій та сприятиме більш сталому розвитку [8].

Отже, використання екологічно чистих технологій діяльності, що базуються на прийнятті природо-орієнтованих рішень в аграрній сфері – це реалізація заходів, заснованих на природних процесах. Такі рішення базуються на тому, що природа використовує силу функціонуючих екосистем як інфраструктуру для надання екосистемних послуг на користь суб'єктів аграрного виробництва, суспільства та довкілля.

В політиці циркулярної економіки центральна роль у процесі прийняття рішень відводиться ефективному використанню ресурсів – забезпечення доданої вартості з більш тривалим та повторним використанням ресурсів. В такому разі, зменшується кількість відходів, знижується попит на ресурси (такі як вода, викопне паливо і енергія), підвищується ефективність і зменшуються затрати. Використання біомаси має значний потенціал виробництва тепла та електроенергії завдяки наявним залишкам рослинництва та тваринництва у сільському господарстві, сприятливим кліматичним умовам, наявністю сільськогосподарських угідь, відносно недорогою робочою силою та великою кількістю полігонів твердих побутових відходів.

У біомасі накопичується первинна сонячна енергія при зростанні рослин, а це означає, що першоджерело внутрішньої енергії біомаси – випромінювання Сонця. Рослинна біомаса – одне з найважливіших екологічно чистих джерел енергії Землі. Вона утворюється при фотосинтезі з діоксиду вуглецю та води з виділенням кисню. При утворенні 1 кг рослинної біомаси поглинається близько 1,83 кг діоксиду вуглецю і стільки ж виділяється при її розкладанні (окисленні та горінні). Отже, вміст діоксиду вуглецю в атмосфері залишається незмінним. Крім того, при спалюванні біомаси виділяється набагато менше сірки та золи, ніж при спалюванні, наприклад, вугілля. Внесена у ґрунт зола від спаленої біомаси служить добривом, сприяє зростанню та розвитку рослин. Отже, всі процеси, від росту рослин до різних перетворень біомаси, є природним безвідходним кругообігом біогенних речовин у біосфері.

В контексті визначення доцільності реалізації проєктів біотехнологічного виробництва, в першу чергу, варто зважати на доволі перспективний напрямок використання біомаси – виробництво біоетанолу і біодизеля. Зазначені



екологічні палива з продукції аграрної сфери господарювання є особливо привабливими в часи енергетичної залежності та економічних криз.

Біоетанол – це обезводнений етиловий спирт із супутніми домішками, вироблений із біомаси та/або біологічно розкладних компонентів. До найпоширеніших сировинних джерел виробництва біоетанолу варто віднести наступні: цукрова тростина, меляса, цукровий буряк та зерно (90 % кукурудза). Досить важливим екологічним чинником, при цьому, є той факт, що біоетанол, практично, нейтральний щодо викидів парникових газів і відрізняється тим, що скорочує їх до 75 %, у порівнянні з мінеральним паливом. За даними міжнародних джерел, в 2022 році біоетанол заміщував більше 11 % бензинів, а до 2030 р. цей показник має досягти значення в 14 % [7].

До основних економічних переваг виробництва біоетанолу варто віднести наступне: стабільно зростаючий ринковий попит, швидка оборотність (до 5 днів), висока рентабельність виробництв як самого біоетанолу – 35 %, так і субпродуктів (CO_2 , CH_4) – більше 100 %. Процес виробництва біоетанолу сприяє трансформаційному переходові до застосування відновлюваних джерел енергії, стимулюючи розвиток аграрного сектора економіки, підвищуючи екологічну та енергетичну безпеку відповідних виробництв.

Біодизель (дизельне біопаливо, $\text{C}_{13}\text{H}_{24}$) – складний метиловий ефір, що може бути отриманий із олії рослинного або тваринного походження. В основі його виробництва – суміш моноалкільних ефірів жирних кислот. При цьому, найчастіше, використовують соняшникову, рапсову, лляну та інші рослинні олії. Оптимальною сировиною є сільськогосподарська культура ріпак, адже відсоток виходу дизельного палива з 1 т його олії досягає 96 %. З позиції організації технологій сільськогосподарського виробництва – ріпак ідеальна культура для сівозміни з пшеницею. Його вирощування дозволяє добре структурувати ґрунт, внаслідок чого урожайність зернових культур-послідовників, може зростати до 10-15 ц/га.

Техніко-економічний аналіз проекту полягає у виявленні можливих рішень, що мають бути реалізовані, зокрема, з урахуванням технічної, економічної, екологічної та інституційної доцільності. За результатами такого аналізу є можливим формувати та основні проектні рішення; визначати потужність виробництва; управляти номенклатурою та якістю продукції; дбати про належне забезпечення сировиною, матеріалами, напівфабрикатами, паливом, електро- та теплоенергією, водою і трудовими ресурсами; впливати на вартість будівництва та основні техніко-економічні показники; надавати всебічну оцінку впливів планованої діяльності на стан навколишнього середовища.

При проектуванні також важливо враховувати наявні та потенційні обмеження, що можуть прямо чи опосередковано впливати на результат. До таких варто віднести: фінансово-економічні, часові, соціальні, організаційно-технічні та екологічні обмежуючі чинники впливу.

Поруч з цим кожен такий проект реалізується в рамках існування та потенційного прояву певного спектру ризиків: правових, ринкових, адміністративних, проектних, фінансових, операційних та інших.



В умовах ринкової економіки, визначальним моментом стають оперативність та точність оцінки доцільності (ефективності) біотехнологічного проекту. Для досягнення цієї мети проектування можна застосувати цілий спектр різноманітних методів, що можна об'єднати в наступні системні види:

- 1) фінансово-економічної оцінки проекту (статичні, динамічні);
- 2) аналізу ефективності проекту (витрат і вигід, мультикритеріальний аналіз, ефективності, мінімізації чи корисності витрат).

Висновки.

В якості підсумків дослідження актуальності та ключових аспектів проектування біотехнологічного виробництва, на прикладі використання сировини аграрної сфери господарювання, оцінимо плюси й мінуси використання біомаси як енергетичного ресурсу.

До основних недоліків біомаси, як джерела для отримання біоенергетичної продукції, можна віднести наступні:

- це сировина з нижчою теплотворною здатністю, ніж вугілля чи природний газ;
- внаслідок спалювання біомаси в котлах утворюється велика кількість золи, тому опалювальну систему доводиться постійно очищати;
- пелети, тріску чи соломі треба зберігати належним чином, інакше вони швидко вбирають вологу та втрачають ефективність;
- ціна сировини для виробництва біомаси зростає внаслідок підвищення цін на енергоносії.

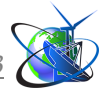
Основні переваги біомаси:

- ✓ не потребує видобутку і є 100-відсотковим відновлювальним та загальнодоступним ресурсом;
- ✓ утворюється внаслідок утилізації побутових відходів чи екскрементів тварин, тобто матеріалу, тисячі тон якого щодня виробляється у всьому світі;
- ✓ має природне походження, а тому біологічні відходи не завдають шкоди навколишньому середовищу, а отримана з них зола – чудове органічне добриво;
- ✓ можна екологічно виробляти з відходів обробки деревини;
- ✓ цінне джерело біопалива – спеціальні енергетичні культури, що їх вирощують на пустирях або на безплідних постіндустріальних ґрунтах;
- ✓ швидкорослі види рослин (верба або топінамбур) використовуються як сировина для виробництва біопалива, при цьому виробляють кисень і покращують стан ґрунтів.

Отже, біомаса – один із найперспективніших видів сировини, без якого складно уявити сучасну світову енергетику.

Література:

1. Глобалізаційні процеси у світовій економіці: виклики та можливості для України : колективна монографія / за заг. ред. д.е.н., проф. О.О. Борзенко ; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозів. НАН України». Київ, 2022. 264 с. URL: <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2022/10/Globalizaciyni-procesy-u-svitoviy->



economici.pdf .

2. Башлай С. В., Сохацька О. М., Рубан О. О. Вплив зеленої економіки на стале зростання та економічну стійкість країни: переваги та виклики. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки»*. 2024. № 7. DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-7-10103>.

3. Aldieri L., Brahmi M., Bruno B., Vinci C. Circular economy business models: the complementarities with sharing economy and eco-innovations investments. *Sustainability*. 2021. № 13 (22). DOI: <https://doi.org/10.3390/su132212438>.

4. L.-N. Hao, M. Umar, Z. Khan, W. Ali Green growth and low carbon emission in G7 countries: how critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is? *Sci. Total Environ.* 2021. № 752. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.141853](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141853).

5. Башлай С. В., Резніченко В. П. «Зелена хімія» та інноваційні матеріали: екологічно безпечні продукти. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки»*. 2023. № 6 (327). С. 142-149. DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-327-6>.

6. Вострякова В., Зайцева-Чіпак Н., Фау Є. Інноваційний розвиток біоекономічного потенціалу України. Вінниця. 2024. 52 с.

7. Energy & Environment. *Statistica – The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies*. URL: [khttps://www.statista.com/markets/408/energy-environment/](https://www.statista.com/markets/408/energy-environment/).

8. Bashlai S., Pihul O., Somushkin V., Glukh V., and Kulahin D. Environmental management of modern international corporations in the context of sustainable development. *E3S Web of Conferences*, 559 (2024) 01001. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455901001>.

Abstract. *This paper discusses some aspects of the need and opportunities to introduce and use new alternative means of energy production. Given the almost inexhaustible raw material resources, biotechnology is attracting more and more attention around the world. The desire for sustainable development and favorable changes in legislation further encourage investors to invest in the creation of biotechnology facilities. One of the main areas that contributes to solving the problems of bioenergy supply is agriculture, where there is an active implementation of effective measures for processing the relevant types of biomasses in order to obtain a positive economic and environmental effect from energy production. The purpose of the study is to substantiate the feasibility of implementing projects to generate energy from bioresources and improve the environmental situation in the world.*

Key words: *design basics, biotechnological processes, feasibility study, biomass, biofuels*

Статтю надіслано: 08.01.2025 р.

© Коваленко В. М.