

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТА В ДОМОГОСПОДАРСТВАХ УКРАЇНИ

FACTORS INFLUENCING THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF BIOGAS PRODUCTION AT ENTERPRISES AND HOUSEHOLDS IN UKRAINE

У статті констатовано, що зростаюча потреба в екологічно чистих та стійких джерелах енергії стимулює розвиток біогазового виробництва. Досліджено фактори, які впливають на еколого-економічну ефективність виробництва біогазу на підприємствах та в домогосподарствах. Виявлено, що на еколого-економічну ефективність виробництва біогазу впливають такі фактори: тип субстрату, технологія виробництва, розмір біогазової установки, якість управління, державна підтримка, ціни на енергоносії, попит на біогаз, екологічні норми та соціальна прийнятність. Визначено, що використання малих біогазових установок може мати широку поширення в сільських домогосподарствах зважаючи що більшість з них мають індивідуальні будинки – понад 94% та підсобні господарства. Оптимізація біогазового виробництва з урахуванням усіх цих факторів може забезпечити значні екологічні та економічні переваги. Виробництво біогазу в домогосподарствах може бути доцільним, але потребує ретельного аналізу та оцінки ризиків.

Ключові слова: біогаз, еколого-економічна ефективність, фактори впливу, підприємства, домогосподарства.

The purpose of the study was to analyze the factors influencing the ecological and economic efficiency of biogas production at enterprises and households in Ukraine. The research methods were: analysis of literary sources, statistical analysis, synthesis, induction, deduction and expert surveys. The article states that the growing need for ecologically clean and sustainable energy sources stimulates the development of biogas production. Factors affecting the ecological and economic efficiency of biogas production at enterprises and households were studied. It was found that the following factors influence the ecological and economic efficiency of biogas production: type of substrate, production technology, size of the biogas plant, quality of management, state support, energy prices, demand for biogas, environmental norms and social acceptability. It is substantiated that a balanced approach to assessing the ecological and economic efficiency of biogas production, which takes into account both ecological and economic aspects, can help Ukraine develop sustainable and efficient biogas production, which can bring significant benefits to the environment and the country's economy. It was determined that the use of small biogas plants can be widespread in rural households, considering that most of them have individual houses – more than 94% and outbuildings. It is argued that choosing a substrate with a high energy value and potential for biogas generation (eg, manure, food waste) provides higher biogas yield and better economic efficiency. Favorable government policies, which include subsidies, tax breaks, guarantees and other incentives, have been proven to make biogas projects more economically attractive, stimulating investment and technology adoption by households in rural areas. Optimizing biogas production taking into account all these factors can provide significant environmental and economic benefits. Household biogas production may be feasible, but requires careful analysis and risk assessment. The results of the research can be used by enterprises and households to optimize biogas production, as well as by state authorities to develop policies and programs aimed at supporting the development of biogas production.

Key words: biogas, ecological and economic efficiency, influencing factors, enterprises, households.

УДК 338.2: 620.95(075.8)

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.12-8>

Зеленчук Н.В.¹

аспірантка,
Вінницький національний аграрний
університет

Zelenchuk Nataliia

Vinnitsia National Agrarian University

Постановка проблеми. Зростаюче занепокоєння щодо зміни клімату та виснаження викопних ресурсів стимулює пошук альтернативних джерел енергії. Біогаз, який отримується в результаті анаеробного розкладання органічних матеріалів, є перспективним джерелом енергії, що має значний потенціал для заміни викопного палива в різних секторах економіки.

Виробництво біогазу на підприємствах може мати значні еколого-економічні переваги, включаючи: зменшення викидів парникових газів, покращення якості повітря, зменшення залежності від викопного палива, використання органічних відходів, виробництво цінних продуктів, таких як органічні добрива.

Однак еколого-економічна ефективність виробництва біогазу на підприємствах та домогоспо-

дарствах залежить від ряду факторів, які потребують ретельного вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні дослідженням перспектив розвитку виробництва біогазу на підприємствах та домогосподарствах присвячені праці Калетніка Г.М. [1; 2], Лутковської С.М. [1], Юрчук Н.П. [3], Пришляк Н.В. [4], Білокінна І.Д. [5], Токарчук Д.М. [7] та ін. Аналіз численних літературних джерел свідчить про те, що визначення факторів впливу на еколого-економічну ефективність виробництва біогазу вивчено недостатньо, що зумовлює актуальність дослідження.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження факторів впливу на еколого-економічну ефективність виробництва біогазу на підприємствах та в домогосподарствах України.

¹ ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7140-1571>

Виклад основного матеріалу дослідження.

Зростаюче занепокоєння щодо зміни клімату та виснаження викопних ресурсів стимулює пошук альтернативних джерел енергії. Біогаз, який отримується в результаті анаеробного розкладання органічних матеріалів, є перспективним джерелом енергії, що має значний потенціал для заміни викопного палива в різних секторах економіки. Досить актуальним це є для покращення екологічного стану навколишнього середовища.

Як зазначає С. Лутковська, необхідна екологізація шляхом впровадження в технологічний процес інноваційних технологій, а саме:

- контроль і моніторинг забруднення навколишнього середовища, в тому числі біотехнологічний;
- застосування очисних споруд, що знижують рівень забруднення навколишнього середовища пересувними та стаціонарними джерелами;
- екологічно чисті та ресурсозберігаючі: новітні виробничі процеси, що зменшують забруднення повітря або більш ефективно використовувати природні ресурси;
- впровадження інноваційного обладнання для уловлювання та утилізації шкідливих викидів у атмосферу;
- впровадження інноваційних розробок у сфері збереження природи [с. 1130].

Як зазначає Г. Калетнік, впровадження біогазових установок, що працюють на відходах рослинництва та тваринництва в домогосподарствах України, є актуальним і економічно доцільним. Біогазові установки з переробки гною тварин є найпростішими і набули широкого застосування в усьому світі. Використання біогазових установок не лише сприяє вирішенню проблем агрохімії, землеробства та енергетики. Вважаємо, що впровадження біогазових установок в домогосподарствах (а також і в сільськогосподарських підприємствах) дозволить у майбутньому досягнути енергонезалежності сільських територій і України в цілому [2, с. 12].

Враховуючи зростання цін на енергоносії, загострення екологічних проблем, розвиток технологій у сфері альтернативних джерел енергії економічна доцільність впровадження альтернативної енергетики не підлягає сумнівам. Біомаса являє собою величезне джерело доступної відновлюваної енергії, що робить використання її в Україні дуже перспективним. Біоенергетика, створює також економічні та екологічні передумови для стимулювання розвитку сільських територій [3].

Як зазначає Н. Пришляк, окрім досягнення домогосподарствами очевидного еколого-економічного ефекту, при використанні індивідуальних біогазових установок необхідно враховувати соціальний ефект, який полягає у поліпшенні здоров'я та добробуту населення [4, с. 56].

Як зазначає І. Білокінна, практика встановлення індивідуальних біогазових установок є корисною для вітчизняних домогосподарств, оскільки вона сприяє вирішенню двох проблем одночасно: утилізації органічних відходів та забезпеченню альтернативним джерелом енергії. Індивідуальна установка для виробництва біогазу може бути встановлена на будь-якому подвір'ї домогосподарства, яке має корів, свиней, курей і т. д. Для виробництва біогазу використовуються гної, кухонні харчові відходи, трава, відходи садівництва та городництва [5].

На еколого-економічну ефективність виробництва біогазу впливають численні фактори, які можна поділити на дві групи, а саме які можна класифікувати на зовнішні та внутрішні (табл. 1).

Виробництво біогазу може мати значний еколого-економічний ефект для України, якщо воно буде розвиватися стійко та ефективно.

Доцільно виокремити фактори впливу на еколого-економічну ефективність виробництва біогазу на підприємствах та в домогосподарствах України:

- вплив типу субстрату: різні субстрати (наприклад, гній, харчові відходи, енергетичні культури) мають різну енергетичну цінність, вміст метану та потенціал біогазоутворення;
- вплив технології виробництва: застосування сучасних та ефективних технологій біогазового виробництва може значно збільшити вихід біогазу та зменшити витрати (наприклад, тип реактора, режим ферментації, методи очистки біогазу) суттєво впливають на еколого-економічну ефективність;
- вплив розміру біогазової установки: біогазові установки більшого розміру, як правило, мають кращу економічну ефективність, але потребують більших інвестицій. Вплив розміру біогазової установки впливає на співвідношення капітальних та експлуатаційних витрат, вихід біогазу та загальну еколого-економічну ефективність;
- вплив якості управління: ефективне управління біогазовою установкою може значно вплинути на її продуктивність та екологічну безпеку (наприклад, контроль параметрів ферментації, моніторинг роботи установки, кваліфікація персоналу) суттєво впливають на еколого-економічну ефективність;
- вплив державної підтримки: наявність державних програм підтримки, таких як субсидії, податкові пільги, гарантії та інші стимули, може значно стимулювати розвиток біогазового виробництва на підприємствах;
- вплив цін на енергоносії: високі ціни на енергоносії роблять біогаз більш конкурентоспроможним видом палива, що може стимулювати його виробництво;
- вплив попиту на біогаз: наявність ринку для біогазу, такого як теплові електростанції,

Таблиця 1

Фактори впливу на еколого-економічну ефективність виробництва біогазу

1. Внутрішні фактори	2. Зовнішні фактори
Тип субстрату: різні субстрати (наприклад, гній, харчові відходи, енергетичні культури) мають різну енергетичну цінність, вміст метану та потенціал біогазоутворення. Вибір субстрату значно впливає на економічну та екологічну ефективність біогазового виробництва.	Державна підтримка: наявність державних програм підтримки, таких як субсидії, податкові пільги, гарантії та інші стимули, може значно стимулювати розвиток біогазового виробництва.
Технологія виробництва: застосування сучасних та ефективних технологій біогазового виробництва може значно збільшити вихід біогазу та зменшити витрати.	Ціни на енергоносії: високі ціни на енергоносії роблять біогаз більш конкурентоспроможним видом палива, що може стимулювати його виробництво.
Розмір біогазової установки: біогазові установки більшого розміру, як правило, мають кращу економічну ефективність, але потребують більших інвестицій.	Попит на біогаз: наявність ринку для біогазу, такого як теплові електростанції, транспортний сектор або виробництво біометану, є ключовим фактором для економічної життєздатності біогазового виробництва.
Якість управління: ефективне управління біогазовою установкою може значно вплинути на її продуктивність та екологічну безпеку.	Екологічні норми: суворі екологічні норми можуть стимулювати використання біогазу як екологічно чистого та стійкого джерела енергії.
	Соціальна прийнятність: підтримка з боку місцевих громад є важливим фактором для розвитку біогазового виробництва, оскільки деякі люди можуть мати занепокоєння щодо запахів, шуму та інших потенційних проблем, пов'язаних з біогазовими установками.

Джерело: систематизовано автором

транспортний сектор або виробництво біометану, є ключовим фактором для економічної життєздатності біогазового виробництва (попит на біогаз впливає на ціноутворення, завантаженість біогазових установок та їх еколого-економічну).

Важливо враховувати всі ці фактори при оцінці еколого-економічної ефективності виробництва біогазу на підприємствах та в домогосподарствах України.

Збалансований підхід до відповідної оцінки, який враховує як екологічні, так і економічні аспекти, може допомогти Україні розвивати стійке та ефективне біогазове виробництво, яке може принести значну користь для довкілля та економіки країни.

На сьогодні присутні вітчизняні розробки для виробництва біогазу в домогосподарствах та фермерських формуваннях малої енергетичної потужності (табл. 2).

Більш досконалим на нашу думку є аналог розроблений науковцями Вінницького національного аграрного університету в основу корисної моделі якого поставлена задача удосконалення біогазового реактора з повітряним підігрівом шляхом підвищення ефективності, підтримання температури прогрівання субстрату для виділення біогазу. Даний біогазовий реактор, містить резервуар, трубу, мішалку, бункер із шиберною заслінкою та вивантажувальний шнек, додатково містить порожнисті вал та лопаті, крізь які нагнітається тепле повітря, у результаті чого здійснюється підігрівання субстрату із одночасним його перемішуванням [7, с. 1].

Використання даних установок може мати широку поширення в сільських домогосподарствах зважаючи що більшість з них мають індивідуальні будинки – понад 94 % (табл. 3).

Слід зауважити, що виробництво біогазу в домогосподарствах може мати ряд екологічних

Таблиця 2

Моделі біогазових установок виробництва ТОВ «Екотенк»

Модель	БГУ-20	БГУ-30	БГУ-50	БГУ-100
Об'єм біореактора, м ³	20	30	50	100
Доброве завантаження свіжого гною, вологістю 75%, кг	308	462	770	1540
Доброве завантаження рідкого гною, вологістю 94%, кг	966	1449	2415	4830
Добовий вихід біогазу / еквівалент природного газу, м ³	18,62/ 12	27,93/18	46,55 / 30	93,1 / 60
Річний вихід біодобрих з вологістю 95% / еквівалент нітроаммофоски, тонн	350 / 1,12	511 / 1,68	876 / 2,8	1700 / 5,6
Площа удобрення, га	3,2	4,8	8	16
Розмір виробництва, м	5x20	10x15	10x30	15x40

Джерело: [6]

та економічних переваг, але його доцільність залежить від численних факторів, які потребують ретельного аналізу.

До переваг можна віднести:

- зменшення залежності від традиційних джерел енергії: Біогаз може використовуватися для опалення, приготування їжі та освітлення, що може допомогти зменшити залежність від викопного палива та знизити рахунки за енергоносії;

- екологічна чистота: біогаз є відновлюваним джерелом енергії, яке не сприяє викидам парникових газів та забрудненню повітря;

- утилізація органічних відходів: виробництво біогазу дозволяє утилізувати органічні відходи, такі як харчові залишки, гній та інші органічні матеріали, що може покращити санітарні умови та зменшити кількість відходів, які потрапляють на звалища;

- економія коштів: завдяки власному виробництву біогазу можна економити кошти на покупці традиційних джерел енергії;

- енергетична незалежність: виробництво біогазу в домогосподарствах може підвищити енергетичну незалежність та стійкість, зменшуючи залежність від централізованих поставок енергії.

До недоліків можна віднести:

- високі початкові інвестиції: будівництво та обладнання біогазової установки може потребувати значних початкових інвестицій;

- складність обслуговування: біогазова установка потребує регулярного обслуговування та моніторингу, що може бути складним для деяких домогосподарств.

Висновки. Виробництво біогазу на підприємствах та домогосподарствах може мати значні еколого-економічні переваги, але його ефективність залежить від комплексного врахування численних факторів.

Ключовими факторами, які суттєво впливають на еколого-економічну ефективність біогазового виробництва, є:

- тип субстрату: вибір субстрату з високою енергетичною цінністю та потенціалом біогазоутворення (наприклад, гній, харчові відходи) забезпечує більший вихід біогазу та кращу економічну ефективність;

- технологія виробництва: застосування сучасних та ефективних технологій (наприклад, високопродуктивні реактори, оптимізовані режими ферментації, економічні методи очистки) суттєво збільшує вихід біогазу, зменшує витрати та покращує екологічні показники;

- розмір біогазової установки: оптимальний розмір установки, який відповідає потребам підприємства та доступним ресурсам, забезпечує баланс між капітальними та експлуатаційними витратами, гарантуючи рентабельність проекту;

- якість управління: ефективне управління біогазовою установкою, яке включає кваліфікований персонал, чіткий контроль параметрів ферментації, моніторинг роботи установки та дотримання правил техніки безпеки, гарантує високу продуктивність, стабільність роботи та мінімізує екологічні ризики;

- державна підтримка: сприятлива державна політика, яка включає субсидії, податкові пільги, гарантії та інші стимули, робить біогазові проекти більш економічно привабливими, стимулюючи інвестиції та впровадження технологій;

- ціни на енергоносії: високі ціни на традиційні енергоносії роблять біогаз більш конкурентоспроможним видом палива, підвищуючи його рентабельність та стимулюючи виробництво;

- попит на біогаз: стійкий попит на біогаз з боку ринку (теплові електростанції, транспортний сектор, виробництво біометану) гарантує реалізацію продукції, забезпечуючи економічну життєздатність проектів;

- екологічні норми: суворі екологічні норми стимулюють використання біогазу як екологічно чистого та стійкого джерела енергії, роблячи його більш пріоритетним напрямком розвитку;

Таблиця 3

Характеристика житла домогосподарств в Україні в 2021–2022 рр.

	Всі домогосподарства		у тому числі, які проживають (%)					
			у міській місцевості			у сільській місцевості		
	2021	2022	у великих містах	у малих містах	всього			
	2021	2022	2022		2021	2022	2021	2022
Кількість домогосподарств (тисяч)	14678,1	14549,2	5767,1	4096,6	9944	9863,7	4734,1	4685,5
Розподіл домогосподарств (%) за типом житла:								
окрема квартира	46,3	47,3	81,8	48,1	66,1	67,8	4,7	4,1
комунальна квартира	0,4	0,2	0,6	0,1	0,6	0,4	0,1	-
індивідуальний будинок	49,3	49,1	12,6	48,4	28,1	27,5	93,9	94,5
частина індивідуального будинку	1,9	1,7	1,4	2,4	2,2	1,8	1,3	1,4
гуртожиток	2,1	1,7	3,6	1,0	3,0	2,5	-	-
Всього	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100,0	100,0	100,0

Джерело: [8]

– соціальна прийнятність: підтримка з боку місцевих громад та врахування їхніх занепокоєнь щодо запахів, шуму та інших потенційних проблем біогазових установок є важливим фактором для успішного впровадження технологій.

Оптимізація біогазового виробництва з урахуванням усіх цих факторів може забезпечити значні екологічні та економічні переваги, сприяючи сталому розвитку та декарбонізації економіки.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Lutkovska S.M., Kaletnik G.M. Strategic Priorities of the System Modernization Environmental Safety under Sustainable Development. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Fall, 5 (45). Volume XI. P. 1124-1136.

2. Калетник Г.М., Здырко Н.Г., Фабіянська В.Ю. Біогаз в домогосподарствах – запорука енергонезалежності сільських територій України. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2018. № 8. С. 7–22.

3. Юрчук Н.П. Моделювання оцінки конкурентоспроможності застосування біогазових установок в системі енергозабезпечення сільських територій. *Ефективна економіка*. 2018. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6671>. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2018.11.68>

4. Пришляк Н.В. Оцінка ефективності використання індивідуальних біогазових установок для переробки біовідходів селянських господарств. *Економіка АПК*. 2021. № 3. С. 50–60. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202103050>

5. Пришляк Н.В., Білокінна І.Д. Нові знання щодо ефективності використання індивідуальних біогазових установок для переробки відходів домогосподарств. *Економіка та суспільство*. 2024. Випуск № 54. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-43>

6. Сайт ТОВ «Екотенк». URL: <https://ekotenk.com.ua/products/prod4/> (дата звернення 17.04.2024 р.)

7. Гончарук І.В., Токарчук О.А., Токарчук Д.М., Пришляк Н.В. Біогазовий реактор з повітряним підігрівом. Пат. № 146896 Уа, МПК 146895 С02F 11/04 у 2020 06001; заяв. 21.09.2021, опубл. 31.03.2021, Бюл. № 13. 5 с.

8. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 21.04.2024)

REFERENCES:

1. Lutkovska S.M., Kaletnik G.M. (2020) Strategic Priorities of the System Modernization Environmental Safety under Sustainable Development. *Journal of Environmental Management and Tourism*. Fall, 5 (45). Volume XI. P. 1124–1136 [in Romania]

2. Kaletnik G.M., Zdyrko N.H., Fabianska V.Yu. (2018) Biohaz v domohospodarstvakh – zaporka enerhonzalezhnosti sil'skykh terytorii Ukrainy [Biogas in households is the key to energy independence of rural areas of Ukraine]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky – Economics, finance, management: topical issues of science and practice*, vol. 8, pp. 7–22. [in Ukrainian]

3. Iurchuk N.P. (2018) Modeliuvannia otsinky konkurentospromozhnosti zastosuvannia biohazovykh ustanovok v systemi enerhozabezpechennia sil'skykh terytorii [Modeling assessment of the competitiveness of the use of biogas plants in the energy supply system of rural areas]. *Efektivna ekonomika – Efficient economy*, vol. 11. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6671>. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2018.11.68> [In Ukrainian].

4. Pryshliak N.V. (2021) Otsinka efektyvnosti vykorystannia individualnykh biohazovykh ustanovok dlia pererobky biovidkhodiv selianskykh hospodarstv [Evaluation of the effectiveness of the use of individual biogas plants for the processing of biowaste of peasant households]. *Ekonomika APK – Economy of agro-industrial complex*, vol. 3, pp. 50–60. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202103050> [in Ukrainian].

5. Pryshliak N.V., Bilokinna I. D. (2024) Novi znannia shchodo efektyvnosti vykorystannia individualnykh biohazovykh ustanovok dlia pererobky vidkhodiv domohospodarstv [New knowledge about the efficiency of using individual biogas plants for household waste processing]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and society*, vol. 54. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-43> [in Ukrainian].

6. Sait TOV «Ekotenk» [Site of "Ekotank" LLC]. Available at: <https://ekotenk.com.ua/products/prod4/> (data zvernennia 17.04.2024 r.)

7. Honcharuk I.V., Tokarchuk O.A., Tokarchuk D.M., Pryshliak N.V. Biohazovyi reaktor z povitrianyim pidihrivom [Biogas reactor with air heating]. Pat. № 146896 Ua, MPK 146895 S02F 11/04 u 2020 06001; zaiav. 21.09.2021, opubl. 31.03.2021, Biul. № 13. 5 p.

8. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [The State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> (accessed April 21, 2024).