

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-46>

УДК 620.925:658.567:631.115.11(477)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ДОМОГОСПОДАРСТВ

EFFICIENCY OF USING INDIVIDUAL BIOGAS PLANTS FOR THE PROCESSING OF HOUSEHOLD WASTE

Березюк Сергій Володимировичкандидат економічних наук, доцент,
Вінницький національний аграрний університет
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0950-1998>**Березюк Юлія Борисівна**кандидат економічних наук, директор,
ТОВ «Університет»
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5607-2538>**Медвідь Тетяна Юріївна**магістрантка,
Вінницький національний аграрний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7617-4871>**Berezyuk Serhiy, Medvid Tetyana**
Vinnytsia National Agrarian University**Bereziuk Yuliia**
"University" LLC

Визначено, що новітні системи малої генерації біопалив особливо в сучасних умовах військового стану можуть забезпечити частково енергетичну безпеку держави в короткостроковій перспективі. Доведено, що малі біогазові установки можуть використовуватися в межах системи розумного сільського господарства «Smart Farming», яке в свою чергу побудоване на базі новітніх технологій господарювання на засадах органічного виробництва продовольства. В результаті проведеного аналізу досліджено стан розвитку виробництва біогазу в Україні. Встановлено, що виробництво біогазу в домогосподарствах дасть можливість підвищити енергетичну незалежність економіки держави та забезпечити населення гарячим водопостачанням даних суб'єктів. Встановлено, що потенційна вартість введення в експлуатації малої біогазової установки становитиме 50 тис. грн., а термін окупності складатиме 2,2 роки. Визначено необхідність переорієнтацію державних субсидій з компенсацій вартості природного газу на повернення коштів домогосподарствам що купуватимуть біогазові установки малої потужності вітчизняного виробництва для власних потреб.

Ключові слова: біогаз, індивідуальні біогазові установки, переробка, особисті селянські господарства, державна підтримка.

The purpose of the study is to review and analyze new scientific discoveries and research on the effectiveness of using individual biogas plants for household waste processing and to provide a clear idea of their capabilities and limitations. The theoretical and methodological basis of this study are the following methods and techniques: dialectical and abstract-logical; monographic; statistical; comparison, grouping, graphic; calculation and construction; economic and mathematical programming. It was determined that the practice of using low-tech biogas plants, which select organic waste and excrement from individual households, is widespread in rural areas of China and India. In such cases, biogas is also used for cooking, lighting or heating. Therefore, the practice has been tested in other countries and should be adapted to the real Ukrainian economy. It was determined that the newest systems of small generation of biofuels, especially in the conditions of martial law, can partially ensure the energy security of the state in the short term. It has been proven that small biogas plants can be used within the Smart Farming system, which in turn is built on the basis of the latest farming technologies based on organic food production. As a result of the analysis, the state of development of biogas production in Ukraine was investigated. It has been established that

the production of biogas in households will provide an opportunity to increase the energy independence of the state economy and provide the population with hot water supply of these entities. It was established that the potential cost of operating a small biogas plant of BSU 03/15. The cost of operation and operation will be UAH 50,000, and the payback period will be 2.2 years. The necessity of reorientation of state subsidies from compensation of the cost of natural gas to refunds to households that will purchase low-power biogas plants of domestic production has been determined. It was established that the relevant installations can be used within the framework of the "Smart Farming" intelligent agriculture system, which in turn is built on the basis of the latest farming technologies based on the principles of organic food production.

Key words: biogas, individual biogas plants, processing, personal peasant farms, state support.

Постановка проблеми. Сучасні технології виробництва відновних джерел енергії мають значний позитивний вплив на стан навколишнього середовища за рахунок цілеспрямованого використання як сировини значних за обсягом органічних відходів тваринного та рослинного походження. При цьому новітні системи малої генерації біопалив особливо в умовах військового стану може забезпечити частково енергетичну безпеку держави в короткостроковій перспективі. Таким чином, актуальним та перспективним напрямом застосування побутових відходів домогосподарств є виробництво з них біогазу для забезпечення гарячого тепловодопостачання та дигестату для підживлення сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам дослідження стану та технологій виробництва біогазу присвячені наукові праці Токарчук Д. М. [1], Мазур К. В. [2], Гончарук І. В. [4–5], Фурман І. В. [4; 6–8], Гонтука Я. В. [9] та ін. Проте дослідження доцільності використання індивідуальних біогазових установок в домогосподарствах населення є надзвичайно необхідним, що зумовлює актуальність даного дослідження.

Виділення раніше не вирішених частин загальної проблеми. На сьогодні необхідним є розроблення та обґрунтування доцільності створення малих біогазових установок в домогосподарствах

Формування цілей статті. Метою статті є дослідження ефективності використання малих біогазових установок в домогосподарствах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Забезпечення альтернативними джерелами енергії в умовах військового стану є одним з першочергових завдань держави.

Як зазначає Д. Токарчук, Україна володіє достатніми земельними площами, щоб гарантувати енергетичну безпеку при використанні сільськогосподарської сировини на виробництво біопалива, не загрожуючи безпеці продовольчій [11, с. 171]. Проте доцільним першочергово використовувати потенціал відходів

аграрного сектору для виробництва біогазу.

Параметром, який безпосередньо визначає кількість біогазу, отриманого з гною, є кількість тварин, що утримуються. Теоретично гній будь-яких тварин можна перетворити на біогаз. Однак, враховуючи технічні вимоги та фінансові витрати, лише частина гною можна ефективно переробляти. Через подвійну структуру господарств можна припустити, що в Україні лише ферми, зазначені як підприємства, відповідають умовам експлуатації біогазової установки проте продукування біогазу в домогосподарствах для власного забезпечення гарячим тепловодопостачанням за рахунок використання низько технологічних біогазових установок також є доцільним. Для сільського господарства важливий не тільки ефективний процес виробництва біогазу, а й його раціональне використання підприємства. Існують різні способи використання отриманого біогазу в межах аграрних формувань та домогосподарств від виробництва біогазу для власних потреб до його продажу на ринку енергоносіїв.

Як зазначає К. Мазур, малі біогазові установки в основі мають реактори з готових поліетиленових ємностей, вироблених методом ротаційного формування. Такі ємності випускають деякі заводи у різних країнах, зокрема й в Україні [2, с. 35].

Слід зазначити що в останні роки обсяг утворення відходів в домогосподарствах має тенденцію до зростання (рис. 1).

Однак слід зазначити, що при інтерпретації результатів даного дослідження слід пам'ятати про це це лише оцінки на основі наявних статистичних даних. Істотна перешкода для більш точного оцінок була відсутність детальних доступних даних щодо окремих елементів сільськогосподарської діяльності в Україні, включаючи детальні дані про поголів'я худоби (розподілені за типом, віком, вагою), технології виробництва (екстенсивна, інтенсивна) і системи розведення. Тоді аграрні формування звітують свої оперативні дані до Укрстату, залишається суттєва про-

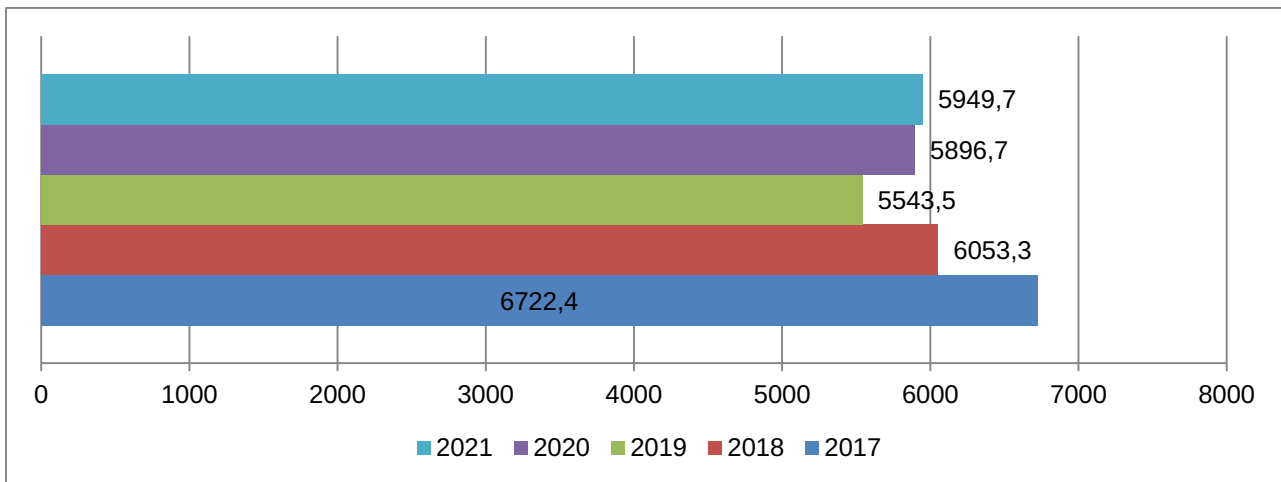


Рис. 1. Утворення відходів внаслідок діяльності в домогосподарствах України, тис. т

Джерело: сформовано авторами на основі [3]

галина в даних про особисті (домашні) господарства, які не були добре охоплені в даному аналізі та мають певні неточності від фактичного обсягу органічних відходів.

Звісно більш промисловим можна вважати утилізацію побутових відходів на сміттєзвалищах. Проте, як свідчать дослідження І. Гончарук, в Україні недостатньо розвинута система сортування, переробки та утилізації ТПВ. Проте, є дієві громади, які в сучасних умовах показують приклад формування комплексу заходів у сфері забезпечення переробки й утилізації побутових відходів, наприклад, Іллінецька територіальна громада [4, с. 11].

Проте, основним стримуючим фактором для розвитку біогазового виробництва на полігонах твердих побутових відходів є, насамперед, відсутність державного стимулювання та необхідного обсягу інвестицій [5].

Тому на нашу думку розвиток виробництва біогазу в індивідуальних біогазових установках в короткостроковій перспективі дасть можливість забезпечити частково енергетичну безпеку за значно менших обсягів інвестування.

Дослідження І. Фурман свідчать, що створення відповідних підсобних виробництв на базі домогосподарств орієнтованих на виробництво біогазу дасть можливість: зменшити залежність громад від енергоносіїв; здійснювати переробку відходів від власного виробництва та життєдіяльності особистих селянських господарств; мінімізувати витрати на опалення будинків; забезпечити домогосподарства високоякісним органічним добривом – дигестатом [6–7].

Доцільним було б створення виробництв орієнтованих на переробку аграрних відходів на базі сільськогосподарських підприємств проте запуск промислових біогазових установок потребує залучення значних інвестицій та покращення інвестиційного клімату, що є надзвичайно складним завданням в умовах військового стану.

На думку І. Фурман, покращення інвестиційно-інноваційної діяльності в аграрному секторі потребує удосконалення діючих механізмів залучення інвестицій [8, с. 46]. Особливо це актуально в сучасних умовах військового стану коли держава має надавати гарантії під інвестиції, які залучаються в АПК.

Як зазначає Я. Гончарук, державна підтримка галузі виробництва біопалива може сприяти його розвитку. Це може включати фінансову підтримку, податкові пільги, створення сприятливого регуляторного середовища та інші заходи [9, с. 245].

Проте необхідно визначити доцільність такого державного стимулювання малої генерації біогазу в домогосподарствах. Нами обраховано потенційна вартість експлуатації малої біогазової установки БДУ 03/15 (табл. 1). Вартість експлуатації та ведення в дію становитиме 50 тис. грн а термін окупності складатиме 2,2 роки.

Відповідні установки можуть використовуватися в межах системи розумного сільського господарства «Smart Farming», яке в свою чергу побудоване на базі новітніх технологій господарювання на засадах органічного виробництва продовольства.

Використання сучасних малих біогазових реакторів дасть можливість в коротко-

Таблиця 1

Структура витрат на ведення в експлуатації малого біогазового реактору

Показник	
Об'єм органічної складової відходів, м ³	2
Вихід біогазу під час анаеробного розпаду органічних речовин м ³ /добу	15
У перерахунку на біометан, м ³ /добу	9
Загальний вихід біогазу на місяць	450
Загальний вихід біометану на місяць м ³	270
Загальний вихід біометану на рік, м ³	3240
Вартість установки, тис грн	40
Експлуатаційні витрати, тис. грн./рік	10
Період окупності при ціні 7грн/м ³ , років	2,2

Джерело: власні дослідження

строковій перспективі забезпечити гарячим тепловодопостачанням особисті селянські господарства за рахунок переробки органічних відходів в тому числі за рахунок відходів підсобних домогосподарств (органічні рештки рослинництва та відходи тваринництва).

Обраховано, що річна потреба в біогазі для обігріву житлового будинку і роботи та супутніх приладів складає 45м³ газу на 1м² житлової площі (з розрахунку площі 70м²) 45м³ газу*70м² буд = 3150м³ газу, що є достатнім виходячи з потужностей запропонованого вище біогазового реактора. Звісно вартість даної установки для більшості домогосподарств в сільській місцевості є надто значною. Проте слід зауважити, що в той же час держава надає субсидії на опалення житла домогосподарствам і в сільській місцевості в тому числі. Тому доцільним є спрямування відповідних коштів на закупівлі обладнання для малих біогазових установок замість компенсації вартості природного газу чи твердого палива (дрова, вугілля тощо).

Практика використання низько технологічних біогазових установок, що використовують органічні відходи та екскременти індивідуальних домогосподарств, широко поширені в сільських районах Китаю та Індії. У таких випадках безпосередньо біогаз також використовується для приготування їжі, освітлення або опалення. Тому практика є відпрацьована в інших країнах та має бути адаптована до реалій української економіки.

Також досить ефективним є використання біогазових реакторів малої потужності на фермерських господарствах. Малі біогазові установки генерують екологічні та соціально-економічні переваги. В першу чергу невелика

біогазова установка приносить дохід фермерам продаж електроенергії. Зразкові розрахунки з Німеччини для біогазових установок з електричною потужністю 75 кВт, які використовують виключно рідкий гній як субстрат вказати чистий річний дохід до 38,5 тис. євро.

Через більшу потребу в енергії для опалення метантенків існує обмежений надлишок тепла, доступний від малих біогазових установок для зовнішнього використання, особливо в холодну пору року. Тим не менш, тепла потужність може бути достатньою для заміни традиційного опалення садиби та ферми будівлі. Незважаючи на низьку теплову потужність малих біогазових установок, більшість тепла може бути доступним для альтернативного використання влітку, якщо це буде виконано потужності споживачів.

Досить доцільним є інтеграція біогазових установок в існуючу інфраструктуру ферми. Наприклад, гноезбірна яма з насосами та труби можуть бути використані для живлення біогазової установки, тоді як резервуар для органічних відходів можна використовувати для зберігання дигестату. Виробництво біогазу є важливим напрямком забезпечення сільськогосподарських підприємств енергетичними ресурсами. На невеликих фермах рекомендується встановлювати прості біогазові установки, які, з одного боку, прості в експлуатації працюють, а з іншого, мають проблеми з рівномірністю нагрівання субстрату. У запропонованій конструкції в біогазовий реактор, проблема вирішується модернізацією нагрівального елемента очисним пристроєм.

Для підприємств, що налічують 30 голів великої рогатої худоби, 15 голів свиней, 15 голів дійних корів і 30 голів овець, кращий

варіант використання біогазу для забезпечення роботи ТЕЦ, котельні та заміни дизельного палива.

Отже, використання малих біогазових установок можливе у виді індивідуальних пристрій для домогосподарств населення орієнтоване на власні забезпечення власним тепло-водопостачанням та для малих фермерських господарств для забезпечення теплом та частково для заміни традиційних паливних ресурсів для машин та обладнання.

Висновки із цього дослідження і подальші перспективи в цьому напрямку. Розвиток виробництва біогазу на за допомогою малих реакторів дасть змогу:

- зменшити обсяги викидів органічних відходів в навколишнє середовище;
- значно обмежити обсяги імпорту при-

родного газу в короткостроковій перспективі;

- оптимізувати витрати на субсидування домогосподарств за рахунок компенсації вартості обладнання для біогазових виробництв вітчизняного виробництва;

- забезпечити домогосподарства органічним добривом – дигестатом.

Отже, зосередження на розробці ефективних механізмів буде стимулювати розвиток біогазової галузі, зокрема це матиме вплив на податкові пільги для фермерських господарств, підтримку через державні програми та стратегії розвитку. Очікується, що подальші дослідження сприятимуть подальшому розвитку біогазових установок у Україні, забезпечуючи стале джерело енергії, скорочуючи викиди парникових газів та сприяючи економічному розвитку країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Фурман І. В., Токарчук Д. М. Продовольча безпека та економічні засади виробництва біопалива. *Економічний аналіз*. 2018. № 1. С. 168–174.
2. Мазур К. В., Гонтарук Я. В. Перспективи розвитку виробництва біопалива в особистих селянських господарствах. *Підприємництво та інновації*. 2022. Випуск 23. С. 32–36. DOI: <https://doi.org/10.37320/2415-3583/23.6>
3. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. Гончарук І. В., Фурман І. В., Дмитрик О. В. Комплексна переробка твердих побутових відходів як шлях вирішення екологічних проблем Іллінецької територіальної громади. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2022. № 1 (59). С. 7–20. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2022-1-1>
5. Honcharuk I., Tokarchuk D., Gontaruk Y., Hreshchuk H. Bioenergy recycling of household solid waste as a direction for ensuring sustainable development of rural areas. *Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal*. 2023. Volume 26. Issue 1. P. 23–42. DOI: <https://doi.org/10.33223/epj/161467>.
6. Фурман І. В., Дмитрик О. В., Лисогор І. О. Стратегічні напрями розвитку біоенергетичного потенціалу Іллінецької територіальної громади. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. Випуск 15. С. 134–143. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.15.16>
7. Фурман І. В., Дмитрик О. В. Формування стратегічних напрямів розвитку сільських територій. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2022. Випуск 13. С. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2022.13.5>
8. Фурман І. В. Система фінансового регулювання аграрного сектору України: оцінка сучасного стану та активізація функціонування. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2017. № 5. С. 35–50.
9. Гонтарук Я. В., Ясінська Б. О. Оцінка біоенергетичного потенціалу Іллінецької територіальної громади. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. № 8(08). С. 242–247. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-120>

REFERENCES:

1. Furman I. V., Tokarchuk D. M. (2018) Prodovolcha bezpeka ta ekonomichni zasady vyrobnytstva biopalyva [Food security and economic principles of biofuel production]. *Ekonomichnyi analiz*, vol. 1, pp. 168–174 [in Ukrainian].
2. Mazur K. V., Hontaruk Y. V. (2022) Perspektyvy rozvytku vyrobnytstva biopalyva v osobystykh selianskykh gospodarstvakh [Prospects for the development of biofuel production in personal peasant farms]. *Pidpryemnytstvo ta innovatsii*, vol. 23, pp. 32–36. DOI: <https://doi.org/10.37320/2415-3583/23.6>
3. Ofitsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [The State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Honcharuk I. V., Furman I. V., Dmytryk O. V. (2022) Kompleksna pererobka tverdyykh pobutovykh vidkhodiv yak shliakh vyrishennia ekolohichnykh problem Illinetskoï terytorialnoi hromady [Complex processing of solid

household waste as a way to solve environmental problems of Ilyinets territorial community]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky*, vol. 1 (59), pp. 7–20. [In Ukrainian].

5. Honcharuk I., Tokarchuk D., Gontaruk Y., Hreshchuk H. (2023) Bioenergy recycling of household solid waste as a direction for ensuring sustainable development of rural areas. *Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal*. Volume 26. Issue 1. P. 23–42.

6. Furman I. V., Dmytryk O. V., Lysohor I. O. (2023) Stratehichni napriamy rozvytku bioenerhetychnoho potentsialu Ilinetskoï terytorialnoi hromady [Strategic directions for the development of the bioenergy potential of the Ilinets territorial community]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Ekonomika*, vol. 15, pp. 134–143. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.15.16>

7. Furman I. V., Dmytryk O. V. (2022) Formuvannia stratehichnykh napriamiv rozvytku silskykh terytorii [Formation of strategic directions for the development of rural areas]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Ekonomika*, vol. 13, pp. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2022.13.5>

8. Furman I. V. (2017) Systema finansovoho rehuliuвання аhrарного сектору Украïны: otsinka suchasного стану та акtyvizatsiia funktsionuvannya [The system of financial regulation of the agricultural sector of Ukraine: assessment of the current state and intensification of functioning]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky*, vol. 5, pp. 35–50. [in Ukrainian].

9. Hontaruk Ya. V., Yasinska B. O. (2023) Otsinka bioenerhetychnoho potentsialu Ilinetskoï terytorialnoi hromady [Assessment of the bioenergy potential of the Ilinets territorial community]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*, vol. 8(08), pp. 242–247. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-120> (in Ukrainian).