

УДК 330.131.5:67.08:636-027:662.767.2

Мірзосва Тетяна Володимирівна
доктор економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки
Національного університету біоресурсів і
природокористування України
mirzoeva2018@ukr.net

Ткач Назар Максимович
аспірант кафедри економіки
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
tkach2908@gmail.com

**АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ
ТВАРИННИЦТВА У БІОГАЗ У КОНТЕКСТІ ЗАГРОЗ ЕНЕРГЕТИЧНІЙ БЕЗПЕЦІ
ДЕРЖАВИ**

Анотація. Метою публікації є проаналізувати економічну ефективність переробки відходів життєдіяльності тварин у біогаз через обґрунтування інвестиційного проекту щодо виробництва біогазу у досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області. Особливо актуальним є дане питання в умовах сучасної енергетичної кризи. Для досягнення поставленої мети були використані загальнонаукові методи: статистичний і розрахунково-математичний – за допомогою яких було сформовано всю необхідну вихідну інформацію для розробки інвестиційного проекту; наукового експерименту – для розробки інвестиційного проекту з виробництва біогазу; аналізу – для оцінки його ефективності з використанням показників оцінки ефективності інвестиційних проектів. Користуючись методом наукового узагальнення було розкрито актуальність теми в умовах загрози енергетичній безпеці держави. Для формування базису дослідження передусім було проаналізовано динаміку поголів'я тварин у досліджуваних підприємствах. Основними результатами дослідження, що представляють наукову новизну стали визначені: потенційно можливий обсяг виходу біосировини для виробництва біогазу у розрізі кожного з досліджуваних підприємств Броварського району, Київської області; потенційний вихід біогазу, кількість можливого одержання чистого метану після очищення біогазу та економічно можливе виробництво біогазу за умови використання продуктів життєдіяльності тварин у досліджуваних підприємствах; інвестиції для проекту з виробництва газоподібного біопалива; потенційні вигоди проекту щодо застосування біогазової установки в досліджуваних підприємствах за 1-ий період виробництва; економічна ефективність запропонованого проекту з виробництва біогазу за перші два виробничі періоди; економічна доцільність проекту щодо виробництва біогазу шляхом дослідження дисконтованих показників економічної ефективності при тому, що життєвий цикл проекту буде розрахований на 5 років. Практична значимість отриманих результатів завдяки представленому чіткому алгоритму дій реалізації інвестиційного проекту полягає у можливості їх запровадження пересічними підприємствами у своїй діяльності.

Ключові слова: економічна ефективність; біогаз; переробка відходів; біосировина; інвестиції.

Mirzoieva Tetiana, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, National University of Life and Environmental sciences of Ukraine; Tkach Nazar, graduate student of the Department of Economics, National University of Life and Environmental sciences of Ukraine.

Analysis of economic efficiency of processing of animal waste into biogas in the context of threats to energy security of the state

Abstract. The purpose of the publication is to analyze the economic efficiency of processing animal waste into biogas by substantiating the investment project for biogas production in the studied enterprises of Brovary district, Kyiv region. This issue is especially relevant in the conditions of the current energy crisis. To achieve this goal in the course of the study were used general scientific methods: statistical and computational-mathematical – with which all the necessary initial information for the development of the investment project was formed; experiment – to develop an investment project for biogas production; analysis – to assess its effectiveness using indicators to assess the effectiveness of investment projects. Using the method of scientific generalization, the relevance of the research topic in the face of threats to the energy security of the state was revealed. To form the basis of the study, the dynamics of livestock in the studied enterprises of Brovary district, Kyiv region was analyzed. The main results of the research, representing scientific novelty, were determined: potentially possible output of bio raw materials for biogas production in the context of each of the studied enterprises of Brovary district, Kyiv region; the potential yield of biogas and the amount of possible production of pure methane after purification of biogas; economically possible production of biogas provided the use of animal products in the studied enterprises; investments for a project for the production of gaseous biofuels; potential benefits of the project on the use of biogas plants in the studied enterprises for the 1st period of production; economic efficiency of the proposed project for biogas production for the first two production periods; economic feasibility of the project for biogas production by studying the discounted indicators of economic efficiency in terms of the project life cycle of 5 years. The practical significance of the results obtained due to the presented clear algorithm of actions of the investment project is the possibility of their implementation by ordinary enterprises in their activities.

Key words: economic efficiency; biogas; waste processing; bio raw materials; investments.

Актуальність. В умовах сьогодення людство втрачає біорізноманіття на планеті, живе в епоху масштабного забруднення довкілля, опустелювання; посилення дії негативних погодних явищ, втрати та забруднення прісної води, втрати лісових ресурсів. Перелічене – або є результатом змін клімату, або спричиняє їх. Загальновідомим є факт – у людства є період до 2030 року, коли зміни клімату стануть незворотними. На фоні таких загрозливих перспектив, а також через виснаження запасів викопного палива, збільшення глобального попиту на енергію, постійно зростаючі ціни на паливо, воєнні конфлікти, що порушують енергетичні баланси держав, людство все більше уваги приділяє альтернативним джерелам енергії та пошуку її ефективних відновлюваних джерел. Для України виробництво біогазу є ефективною та інвестиційно привабливою технологією, що значною мірою зумовлюється по-перше, наявністю значного сировинного потенціалу, по-друге, сприятливими природно-кліматичними умовами, по-третє, низьким рівнем собівартості виду енергії, про який іде мова. Ще на початку 2022 р. вітчизняні фахівці зазначали, що однією з альтернатив природному газу на фоні його подорожчання та загрози припинення транзиту з російського боку може бути біогаз, виробництвом якого може займатися український аграрний сектор. За розрахунками Біоенергетичної асоціації України, наша держава має можливість продукувати до 8 млрд куб. м

біогазу завдяки розвиненому аграрному виробництву [9]. Такі оптимістичні прогнози нині є особливо актуальними на фоні військової агресії з боку країни-сусіда і, відповідно, загрози енергетичній безпеці нашої держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Варто відмітити, що розвитку виробництва біогазу в Україні приділяється досить значна увага з боку науковців і практиків. Так, голова правління Біоенергетичної асоціації України у своїх виступах і публікаціях акцентує увагу на необхідності розвитку виробництва біометану (який отримують шляхом очищення біогазу), яке відповідає ідеї циркулярної економіки, так як перетворює потоки відходів, наприклад, побічної продукції сільського господарства або побутових відходів, в енергію, одночасно забезпечуючи рециркуляцію поживних речовин до сільськогосподарських угідь [3]. У свою чергу, аналітик Мостова М., аналізуючи сучасний стан і перспективи розвитку сфери біогазу в Україні наводить вражаючі цифри – за 2012-2019 рр. у біогазові потужності в Україні було інвестовано близько 140 млн євро, а темпи зростання біогазових потужностей у нашій державі у 2019 році майже в 3,5 рази були вищими за показники 2018 року [8]. Науковці Діброва А.Д. та Чебан І.В., розглядаючи сучасний стан формування ринку рідкого біопалива в Україні, наголошують, що використання рідкого біопалива, а також розроблення та запровадження нових технологій для їх розвитку – це пріоритет для економіки нашої держави [12, 14]. Талавири М.П. приділяє увагу розвитку біоенергетичного потенціалу країни в умовах європейської інтеграції, аналізуючи енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії [10].

Як правило виробництво сільськогосподарського біогазу аналітики та експерти аналізують і оцінюють з трьох основних точок зору: екологічної, економічної та соціальної [1, 4, 6, 2, 13, 15, 16]. Між тим в Україні, не дивлячись на існуюче розуміння важливості застосування біогазу та певні зусилля уряду й бізнесу, зростання загального обсягу виробництва відновлюваної енергії, зокрема з біомаси, відстає від очікуваного зростання. Це зумовлює необхідність постійної уваги і поглиблених досліджень з боку науковців і практиків, особливо в сучасних умовах загрози енергетичній безпеці держави.

Мета дослідження: аналіз економічної ефективності переробки відходів життєдіяльності тварин у біогаз через обґрунтування інвестиційного проекту щодо виробництва біогазу у досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області.

Матеріали та методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в ході дослідження були використані загальнонаукові методи дослідження: емпіричні – такі як опис і експеримент, зокрема, моделювання; теоретичні – аналіз, узагальнення, пояснення; статистичні, розрахунково-математичні з використанням показників оцінки ефективності інвестиційних проектів і дисконтованих показників економічної ефективності при тому, що життєвий цикл проекту розрахований на 5 років.

Результати дослідження та їх обговорення. Варто відмітити, що виробництво біогазу в Україні розвивається вже досить тривалий час. Так, за даними біоенергетичної асоціації України тільки за 2020 рік в Україні ввели в дію 68 біогазових станцій. При цьому 28 з них виробляють біогаз із агросировини; 27 в якості сировини використовують тверді побутові відходи; 9 продукують біогаз шляхом анаеробного очищення промислових стічних вод; з осаду господарсько-побутових стічних вод біогаз отримують на одній станції; 3 станції призначені для виробництва так званого генераторного газу (вони теж класифікуються як біогазові станції) [9]. Існує багато варіантів біосировини, придатної для виробництва біогазу – від індиного посліду і відбраковування м'ясного виробництва до залишків жиру та виноградної макухи. Авторами даної публікації вже проводилися дослідження економічної ефективності переробки зернових і олійних культур у біогаз, у ході яких підтвердився її високий рівень [11, 7].

У межах даного дослідження в полі уваги – виробництво біогазу з відходів життєдіяльності тварин. Об'єктами даного дослідження було обрано п'ять підприємств Броварського району,

Київської області: ФГ «Журавушка», ТОВ «Голосіїво», ПАТ «Інделіка», ДП «Племінний завод «Плосківський», ТОВ «Княжицьке». Саме ці підприємства були вибрані, зважаючи на те, що вони лідирують у районі з виробництва продукції тваринництва та, відповідно, мають таку сировину як гній. Причому, це як традиційні ВРХ і свині, так і так звані нішеві напрямки – вівці, індики, кози. Отже, потенційне виробництво біогазу залежить від кількості гною, яку продукують тварини в даних підприємствах. Тому насамперед було розглянуто динаміку поголів'я тварин у досліджуваних підприємствах у 2018-2021 рр. (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка поголів'я тварин у досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області, голів

	Рік				2021 до 2018,%
	2018	2019	2020	2021	
ФГ «Журавушка»					
ВРХ	516	336	434	542	105,04
Свині	240	98	91	74	30,83
Індики	-	-	80	-	-
ТОВ «Голосіїво»					
ВРХ	384	662	378	416	108,33
Свині	509	441	470	421	82,71
Вівці	376	554	64	28	7,45
ПАТ «Інделіка»					
Індики	102816	105670	100076	120112	116,82
ДП «ПЗ «Плосківський»					
ВРХ	402	235	464	637	158,46
ТОВ «Княжицьке»					
ВРХ	201	88	73	112	55,72
Вівці	-	53	27	-	-
Кози	96	131	43	59	61,45

Джерело: складено авторами за даними статистичної звітності підприємств.

У період із 2018 по 2021 р. у досліджуваних підприємствах ФГ «Журавушка» та ТОВ «Голосіїво» поголів'я свиней скоротилося на 70% та 17% відповідно, поголів'я ВРХ зменшилося майже вдвічі в ТОВ «Княжицьке» (табл. 1). Натомість, підприємство ДП «ПЗ «Плосківський» наростило поголів'я ВРХ майже в 1,6 рази, а підприємства ФГ «Журавушка» та ТОВ «Голосіїво» збільшили поголів'я ВРХ на 5% та 8% відповідно.

У сукупності досліджуваних підприємств вирощуванням овець станом на 2021 рік займалося лише одне підприємство ТОВ «Голосіїво», яке за попередні 4 роки скоротило їхню кількість на 92,5%. Поголів'я кіз скоротилось в ТОВ «Княжицьке» на 38,5%, решта підприємств не займалися вирощуванням кіз протягом досліджуваного періоду. Поголів'я індиків зросло тільки в ПАТ «Інделіка» на 16,82%, це пояснюється тим, що лише дане підприємство безпосередньо спеціалізується на вирощуванні даного виду птиці. У ході дослідження визначено потенційно можливий обсяг виходу біосировини для виробництва біогазу у розрізі кожного з досліджуваних підприємств наведено (табл. 2).

Таблиця 2

Вихід гною у досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області, 2021 рік, т

ВРХ		Свині		Вівці		Кози		Індики		Усього за рік**
за добу*	за рік	за добу*	за рік	за добу*	за рік	за добу*	за рік	за добу*	за рік	
ФГ «Журавушка»										
0,036	7121,9	0,007	189,1	0,002	-	0,002	-	0,0004	-	7310,95
ТОВ «Голосіїво»										
0,036	5466,3	0,007	1075,7	0,002	20,5	0,002	-	0,0004	-	6562,34
ПАТ «Інделіка»										
0,036	-	0,007	-	0,002	-	0,002	-	0,0004	18851,6	18851,58
ДП «ПЗ «Плосківський»										
0,036	8370,2	0,007	-	0,002	-	0,002	-	0,0004	-	8370,18
ТОВ «Княжицьке»										
0,036	1471,7	0,007	-	0,002	-	0,002	43,1	0,0004	-	1514,75
Усього										
х	22430,0	х	1264,73	х	20,44	х	43,07	х	18851,58	42609,79

* від однієї голови

** за умови стійлового періоду в 360 днів

Джерело: розраховано авторами.

Найбільше відходів тваринництва продукується на підприємстві ПАТ «Інделіка» (табл. 2), а саме в розмірі 18,85 тис. т індичого посліду на рік. Найменше на підприємстві ТОВ «Княжицьке» – 1,52 тис. т на рік, де відходи представлені в основному гноєм ВРХ. Загалом, 5 досліджуваних підприємств Броварського району, Київської області продукують за рік 42609,79 т гною тварин, із яких найбільше гною ВРХ – 22,4 тис. т. Варто відмітити, що одним із найбільш застосовуваних видів сировини для біогазу є гній великої рогатої худоби. Пояснюється це тим, що він дешевий і доступний у великих обсягах, короткий робочий цикл, що триває близько двох тижнів, його можна використовувати без рослинних добавок [5].

Вихід біогазу залежить, головним чином, від виду біосировини. Із 1 т гною ВРХ виходить 90 м³ біогазу, де частка метану 50%. Із 1 т гною свиней із підстилкою отримують 75 м³ біогазу з часткою метану 60%. Із 1 т овечого та козячого гною отримують 108 м³ біогазу (з часткою метану 55%). Із 1 т свіжого пташиного посліду – 100 м³ (з часткою метану 65%). При цьому, вихід біометану залежить від частки метану в біогазі. Так, у біогазі з пташиного посліду частка метану складає 60%, а в біогазі із гною ВРХ – 50%. Відповідно, при виробництві біометану варто спочатку використовувати сировину, що може найбільше спродувати метану.

Потенційний вихід біогазу, а також кількість можливого чистого метану в результаті очистки біогазу, розраховані в межах дослідження, у розрізі кожного виду сировини та в цілому наведено в табл. 3 для кожного досліджуваного підприємства.

Таблиця 3

**Потенційний вихід біогазу та частка метану в ньому для досліджуваних підприємств
Броварського району, Київської області, 2021 рік, тис. м³**

Підприємство	Вихід біогазу з гною					Усього за рік
	ВРХ	Свині	Вівці	Кози	Індики	
ФГ «Журавушка»	641,0	14,2	-	-	-	655,1
ТОВ «Голосіїво»	492,0	80,7	2,2	-	-	574,8
ПАТ «Інделіка»	-	-	-	-	1885,2	1885,2
ДП «ПЗ «Плосківський»	753,3	-	-	-	-	753,3
ТОВ «Княжицьке»	132,5	-	-	4,7	-	137,1
Підприємство	Частка метану в біогазі					Усього за рік
	ВРХ	Свині	Вівці	Кози	Індики	
ФГ «Журавушка»	320,5	8,5	-	-	-	329,0
ТОВ «Голосіїво»	246,0	48,4	1,2	-	-	295,6
ПАТ «Інделіка»	-	-	-	-	1225,4	1225,4
ДП «ПЗ «Плосківський»	376,7	-	-	-	-	376,7
ТОВ «Княжицьке»	66,2	-	-	2,6	-	68,8

Джерело: розраховано авторами.

Розрахунки свідчать, що найбільше біогазу здатне спродувати підприємство ПАТ «Інделіка» в кількості 1885,2 тис. м³. Найбільше біометану також може спродувати підприємство ПАТ «Інделіка» Після очищення біогазу від супутніх газів у розмірі 1225,4 тис. м³.

У процесі розрахунків було виявлено, що економічно обґрунтований обсяг переробки гною на біогаз становить 2,5 т на добу або 900 т на рік у досліджуваних підприємствах. За таких умов економічно можливе виробництво біогазу у розрізі досліджуваних підприємств наведено в табл. 4. Варто відзначити, що зазначені види відходів можна всі змішувати, щоправда, крім пташиного посліду, який повинен ферментуватися окремо. Таким чином, доцільно буде використовувати насамперед більш метановмісну сировину, зокрема, за виходом метану з 1 т сировини серед розглянутих видів сировини на першому місці є пташиний послід – 65 м³ метану, за ним ідуть гній кіз і овець – 54 м³, а також гній ВРХ й свиней – 45 м³.

Таким чином, відповідно до розрахунків, представлених у табл. 4 можливо зробити висновок, що з 900 т біосировини, найбільше може спродувати біогазу ПАТ «Інделіка», а саме 90 тис. м³ з часткою метану 58,5 тис м³, решта підприємств можуть спродувати однакову кількість біометану в розмірі 40,5 тис. м³ – пояснюється це тим, що сировина, яку вони використовують є схожою за здатністю до метаноутворення.

З метою оцінки доцільності виробництва рідкого біопалива, авторами розраховано потенційні вигоди, а також витрати для кожного проекту і для кожного досліджуваного підприємства (табл. 5, 6). Було визначено, що для запровадження запропонованого проекту з виробництва біогазу досліджуваним підприємствам потрібні інвестиції в розмірі 3827,96 тис. грн кожному. Вкладення коштів передбачається здійснювати у чотири етапи:

- для початку першого виробничого періоду потрібні грошові вливання у розмірі 1372,6 тис. грн з метою налагодження виробничого процесу – насамперед для купівлі обладнання, ковшового навантажувача, автомобілю доставки, виробничого приміщення та споруди для зберігання органічних добрив;

- для початку другого – 912,6 тис. грн, для того, щоб збільшити виробництво вдвічі та збільшити площі зберігання біодобрих – це дасть змогу отримати додатковий прибуток;

- на початок 3 і 4 періоду потрібними є грошові вкладення на пролонгування контракту оренди біогазових установок – 693,36 тис. грн і 849,4 тис. грн відповідно. Ці два останні інвестиційні транші можливо реалізувати за рахунок власних прибутків підприємства уже власне від роботи біогазової установки (БГУ) у попередні роки.

Таблиця 4

Економічно можливе виробництво біогазу в досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області

Підприємство	Вихід біогазу з гною, тис. м ³					Усього за рік
	ВРХ	Свині	Вівці	Кози	Індики	
ФГ «Журавушка»	64,0	14,2	-	-	-	78,2
ТОВ «Голосіїво»	81,0	-	-	-	-	81,0
ПАТ «Інделіка»	-	-	-	-	90,0	90,0
ДП «ПЗ «Плосківський»	81,0	-	-	-	-	81,0
ТОВ «Княжицьке»	77,1	-	-	4,7	-	81,8
Підприємство	Частка метану в біогазі, тис. м ³					Усього за рік
	ВРХ	Свині	Вівці	Кози	Індики	
ФГ «Журавушка»	32,0	8,5	-	-	-	40,5
ТОВ «Голосіїво»	40,5	-	-	-	-	40,5
ПАТ «Інделіка»	-	-	-	-	58,5	58,5
ДП «ПЗ «Плосківський»	40,5	-	-	-	-	40,5
ТОВ «Княжицьке»	38,6	-	-	2,3	-	40,9

Джерело: розраховано авторами.

Інвестиційні витрати для запровадження проекту, що пропонується в досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області наведено в табл. 5.

Для виробництва біогазу в якості сировини досліджуваним підприємствам пропонується використовувати гній тварин, який надходить циклічно. Зокрема, потрібний обсяг сировини з розрахунку 2,5 т на добу кожне підприємство може отримати. Для даної сировини будувати окреме місце під її зберігання не потрібно. Тобто, щоб розпочати виробництво біогазу потрібно лише обладнання для його виробництва, навантажувач і збудувати робоче приміщення. Вартість БГУ досить значна і її доцільно купувати за проектної потужності не менше 600 кВт. Проектна потужність БГУ для досліджуваних підприємств складає 25 кВт, відтак вважаємо її варто взяти в оренду. Виконаний аналіз ринку свідчить, що зазначену послугу можна замовити у ПП «Імперія біогазу», яке надає БГУ потужністю 25кВт на 3 роки за 648 тис. грн. Обслуговувати таку установку може один працівник. Для того, щоб завантажити сировину в бункер БГУ потрібно мати ковшовий навантажувач. Придбати його можна за 269,7 тис. грн у приватної особи, це буде техніка, що була у вжитку в країнах ЄС. Окрім того, для реалізації проекту, що пропонується з виробництва біогазу потрібно збудувати приміщення для персоналу і техніки розміром 15 м², для чого необхідно витратити 50 тис. грн. Для БГУ будувати окреме приміщення не потрібно, так як вона може бути розташована під відкритим небом.

Таблиця 5

Інвестиції для проекту з виробництва газоподібного біопалива

Обладнання та приміщення	Модель	Інвестиції, грн	Структура витрат, %	
			в періоді	загальна
1 період				
Оренда БГУ	БГУ-80	648000	47,21	16,93
Компресор 25 м3/год	Forte 50VFL	4900	0,36	0,13
Міні-навантажувач	Mustang 930a	269700	19,65	7,05
Автомобіль	ЗИЛ-130	120000	8,74	3,13
Цистерна	Вакуумна	80000	5,83	2,09
Приміщення для персоналу та техніки	СПП-панелі	50000	3,64	1,31
бункер для Рідкого добрива 360	Бетон	200000	14,57	5,22
Усього	х	1372600	100,00	35,86
2 період				
Оренда БГУ	БГУ-80	693360	75,98	18,11
бункер для Рідкого добрива 360	Бетон	214000	23,45	5,59
компресор 25 м3/год	Forte 50VFL	5400	0,59	0,14
Усього	х	912600	100,00	23,84
4 період				
Оренда БГУ	БГУ-80	693360	100,00	18,11
5 період				
Оренда БГУ	БГУ-80	849400	100,00	22,19
Усього за 5 періодів	х	3827960	х	100

Джерело: розраховано авторами за ринковими цінами 2021 р.

Після переробки сировини в БГУ кінцевим продуктом є газ метан, а побічним – рідкі добрива. З метою ефективного закачування газу в балони необхідно придбати компресор підвищеної продуктивності – щоб справитися із задачею перекачки газу потрібно придбати компресор із продуктивністю 25 м³/год, вартість якого 4,9 тис. грн. Для того, щоб зберігати рідке добриво необхідно збудувати бункер на 360 м³, планова вартість якого становитиме 200 тис. грн. Необхідно також придбати транспортний засіб, щоб реалізувати біодобрива і доставляти сировину споживачам. Вартість такого транспортного засобу – 200 тис. грн, з яких 120 тис. грн коштує автомобіль марки «ЗИЛ-130», а 80 тис. грн вакуумна цистерна об'ємом у 5 тис. л.

Оскільки, виробничі потужності для всіх досліджуваних підприємств прийняті в одному діапазоні, витрати (табл. 6) мають майже однакові розміри для всіх. У 2-му періоді проектні витрати повинні зрости на 12%, однак ймовірний обсяг виробництва збільшиться вдвічі.

Таблиця 6

Витрати на виробництво брикетів для досліджуваних підприємств для 1-го запланованого виробничого періоду, тис. грн

Підприємство	Постійні витрати	Змінні витрати	Загальні витрати
ФГ «Журавушка»	676,82	362,88	1039,7
ТОВ «Голосіїво»	677,67	362,88	1040,55
ПАТ «Інделіка»	678,98	362,88	1041,86
ДП «ПЗ «Плосківський»	676,82	362,88	1039,7
ТОВ «Княжицьке»	676,88	362,88	1039,76

Джерело: розраховано авторами.

Складовою частиною розрахунку ефективності проекту також є й вигоди проекту, які були розраховані по кожному з підприємств (табл. 6). Аналіз потенційних вигод проекту щодо застосування біогазової установки за 1-ий період виробництва (табл. 7) свідчить, що за практично однакових витрат найбільше доходу може отримати ПАТ «Інделіка». Такий результат є наслідком того, що зазначене підприємство спеціалізується на вирощуванні індиків, послід яких має найбільший рівень виходу біогазу в розмірі 100 м³ з 1 т посліду та найбільшу частку метану в біогазі – 65%. Цей факт може бути також і аргументом на користь розвитку виробництва індиків. У свою чергу, розрахунки засвідчили, що виробництво біодобрих може бути більш вигідною справою порівняно з реалізацією біометану – у середньому в 7 р.

Таблиця 7

Потенційні вигоди проекту щодо застосування БГУ в досліджуваних підприємствах за 1-ий період виробництва

Показник	ФГ «Журавушка»	ТОВ «Голосіве»	ПАТ «Інделіка»	ДП «ПЗ «Плосківський»	ТОВ «Княжиське»
Виробництво біометану					
Середньорин-кова ціна, грн/ м ³	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49
Вироблено біометану, тис. м ³	40,5	40,5	58,5	40,5	40,9
Ціна реалізації, грн/м ³	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45
Валовий дохід, тис. грн	261,23	261,23	377,33	261,23	263,73
Чистий дохід, тис. грн	235,76	235,76	340,54	235,76	238,01
Виробництво біодобрих					
Середньорин-кова ціна, грн/т	5300	5300	5300	5300	5300
Вироблено біодобрих, т	1017	1017	1017	1017	1017
Ціна реалізації, грн/т	1500	1500	1500	1500	1500
Валовий дохід, тис. грн	1525,5	1525,5	1525,5	1525,5	1525,5
Чистий дохід, тис. грн	1376,76	1376,76	1376,76	1376,76	1376,76
Всього валового доходу, тис. грн	1786,73	1786,73	1902,83	1786,73	1789,23
Всього чистого доходу, тис. грн	1612,52	1612,52	1717,30	1612,52	1614,78

Джерело: розраховано авторами.

Зважаючи на це, вважаємо, підприємствам більш доцільно реалізувати біодобрих, а отриманий біогаз споживати з метою опалення приміщень, виробництва електроенергії, а також для заправки автомобільного транспорту, що дозволить деякою мірою зменшити виробничі витрати на вирощування тварин.

Аналіз простих показників економічної ефективності для проекту виробництва газоподібного біопалива, а саме біогазу з гною тварин і посліду птахів у досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області (табл. 8) свідчить про доцільність впровадження проекту переробки відходів життєдіяльності тварин і птахів на біопаливо у досліджуваних підприємствах.

Економічна ефективність запропонованого проекту з виробництва біогазу (для досліджуваних підприємств Броварського району, Київської області) за перші два виробничі періоди

Показник	Підприємство									
	ФГ «Журавушка»		ТОВ «Голосіїво»		ПАТ «Інделіка»		ДП «ПЗ «Плосківський»		ТОВ «Княжицьке»	
	1 період	2 період	1 період	2 період	1 період	2 період	1 період	2 період	1 період	2 період
EBITDA*, тис. грн	21313,16		21313,16		21429,26		21313,16		21315,16	
Рентабельність EBITDA*, %	113,6		113,6		113,5		113,6		113,6	
Рівень рентабельності, %										
— товарної продукції	171,9	263,7	171,9	263,7	182,6	263,3	171,9	263,7	172,1	263,7
— продажів	32,1	46,4	32,1	46,4	35,5	51,8	32,1	46,4	32,1	46,5
Продуктивність праці, тис. м ³ /ос	20,25	40,5	20,25	40,5	20,25	40,5	20,25	40,5	20,25	40,5
Трудомісткість, тис. грн	0,21	0,1	0,21	0,1	0,21	0,1	0,21	0,1	0,21	0,1
Матеріаломісткість, тис. грн	0,50	0,47	0,50	0,47	0,47	0,47	0,50	0,47	0,50	0,47
Матеріаловіддача, тис. грн	1,99	2,12	1,99	2,12	2,11	2,12	1,99	2,12	1,99	2,12
Норма прибутку, %	41,7	194,5	41,7	194,5	49,2	217,2	41,7	194,5	41,9	195,0
- за авансованим капіталом	32,1	46,4	32,1	46,4	35,5	51,8	32,1	46,4	32,1	46,5
- за обсягом реалізованої продукції										
- за повною собівартістю	55,1	122,4	55,1	122,4	64,8	136,5	55,1	122,4	55,3	122,7
Термін окупності	2 роки 7 міс.		2 роки 7 міс.		2 роки 5 міс.		2 роки 7 міс.		2 роки 7 міс.	

*розраховано, виходячи з тривалості проекту в 5 років

Джерело: розраховано авторами.

Показник EBITDA, розрахований на 5 років, для всіх досліджуваних підприємств вище 15,5 млн грн. У середньому за 5 років рівень рентабельності за показником EBITDA – 113,6%. Найбільший рівень рентабельності виробництва біогазу та біодобрив спостерігається у ПАТ «Інделіка». Рівень рентабельності продажів біогазу та біодобрив у перший період є порівняно низьким, проте в наступні виробничі періоди він зростає. Найвища продуктивність праці спостерігається в ПАТ «Інделіка», а саме 508,5 т біодобрив та 45 тис. м³ біогазу в першому періоді. Однак виробіток біометану на одного працівника в усіх досліджуваних підприємствах однаковий і становить 20,25 тис. м³ та 40,5 тис. м³ в першому та другому періодах відповідно. Найбільша матеріаловіддача також спостерігається у ПАТ «Інделіка», а саме 2,11 грн на гривню вартості витрачених виробничих матеріалів. Найменша матеріаломісткість, відповідно, теж спостерігається в даному підприємстві – 0,47 тис. грн. Термін окупності для всіх досліджуваних підприємств знаходиться в межах двох з половиною років. З метою аналізу економічної ефективності запропонованого проекту, що передбачає виробництво газоподібного біопалива у довгостроковій перспективі було здійснено також дослідження дисконтованих показників економічної ефективності з визначеним життєвим циклом проекту 5 років (табл. 9).

Показник NPV щодо виробництва газоподібного біопалива в досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області для кожного становить понад 3,62 млн грн за п'ять виробничих періодів. Розглядаємо цей показник як абсолютну міру ефективності проектів, який прямо залежить від масштабів бізнесу. Виявлено, що найбільший NPV може створити ПАТ «Інделіка» – у розмірі 34,22 млн грн. Загальний розмір індексу прибутковості PI для досліджуваних підприємств коливається в межах 2,26-2,47. За критерієм BCR – коефіцієнтом дисконтованих вигід-витрат – виробництво газоподібного біопалива є економічно перспективним для всіх досліджуваних підприємств Броварського району, Київської області, так як зазначений показник коливається в діапазоні 1,65-1,72.

Таблиця 9

Економічна доцільність проекту щодо виробництва біогазу у досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області *

Показник	Підприємство				
	ФГ «Журавушка»	ТОВ «Голосіво»	ПАТ «Інделіка»	ДП «ПЗ «Плосківський»	ТОВ «Княжицьке»
Продискон-тований чистий грошовий потік, тис. грн	6503,31	6502,46	7093,30	6503,31	6515,87
Продискон-тована сума інвестицій, тис. грн	2874,90	2874,90	2874,90	2874,90	2874,90
NPV	3628,41	3627,56	4218,40	3628,41	3640,98
PI	2,26	2,26	2,47	2,26	2,27
Продискон-товані вигоди проекту, тис. грн	1110,97	11108,97	11830,82	11108,97	11124,54
Продискон-товані витрати, тис. грн	6751,65	6752,50	6883,51	6751,65	6754,66
BCR	1,65	1,65	1,72	1,65	1,65
PBP	3 роки	3 роки	2 роки 9 місяців	3 роки	3 роки

*розраховано, виходячи з тривалості проекту в 5 років

Джерело: розраховано авторами.

За показником РВР, який в повній мірі характеризує термін окупності авансованого капіталу кожним підприємством, з урахуванням зниження цінності грошей в часі, виробництво газоподібного біопалива у досліджуваних підприємств Броварського району, Київської області може окупитися у період від двох з половиною до трьох років.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Здійснивши аналіз економічної ефективності переробки відходів життєдіяльності тварин у біогаз через обґрунтування інвестиційного проекту щодо виробництва біогазу у досліджуваних підприємствах Броварського району, Київської області, дійшли висновку, що при тривалості життєвого циклу розробленого проекту в п'ять років економічно доцільним є його запровадження у досліджуваних підприємствах. Окрім того, господарства можуть отримати синергетичний ефект, налагодивши реалізацію біодобрив і забезпечуючи себе біопаливом власного виробництва, що в нинішніх кризових умовах може стати інструментом не тільки для розвитку, а й, можливо, для виживання. Представлений інвестиційний проект передбачає використання сировини власного виробництва, тому у нього закладено порівняно незначні витрати та розрахований він на малі і середні фермерські господарства, що займаються тваринництвом і які можуть реалізувати його при наявності власних вільних коштів або залучення позичкових. У цілому, перевагами для аграрного сектору та національної економіки загалом за умови реалізації такого чи подібного проекту можуть бути: посилення ролі біоенергії в енергетичному балансі держави та підвищення рівня самозабезпечення аграріїв біопаливом, що надзвичайно важливо в умовах сучасних викликів і загроз енергетичній безпеці держави; активізація переходу до розвитку рослинництва на засадах сталості за рахунок ширшого використання біодобрив, відповідно, сприяння відновленню якості ґрунтів; вірогідний поштовх для розвитку тваринництва. Майбутні наукові пошуки авторів будуть спрямовані на дослідження економічної ефективності виробництва біогазу різними за розмірами і формою власності вітчизняними підприємствами аграрного сектору в умовах воєнного та повоєнного періодів.

Література

1. Біогаз та біометан в Україні. 2022. URL: <https://uabio.org/biogas-and-biomethane/>
2. Біогаз і біометан мають замінити імпорту природного газу – президент «МХП Еко Енерджи». 2021. URL: <https://itta.info/biogaz-i-biometan-mayut-zamistiti-import-prirodnogo-gazu-prezident-mxp-eko-enerdzhi/>
3. Гелетука Г. Біометан – відновлюваний газ, що збереже планету. 2021. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/blog/742598.html>
4. Гоцик І. Біометан – європейський досвід і українські реалії. 2021. URL: <https://eba.com.ua/biometan-yevropejskyj-dosvid-i-ukrayinski-realiyi/>
5. Домбровський О., Гелетука Г., Лукашевич Є. Для чого Україні біогаз. 2020. URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2020/05/12/660303/>
6. Кузьмін А. Біогазова зброя. Як Україні перемогти в енергетичній війні з росією. 2021. URL: https://glavcom.ua/new_energy/publications/biogazova-zbroya-yak-ukrajini-peremogti-v-energetichniy-viyni-z-rosijeyu--795284.html
7. Мірзоева Т.В., Ткач Н.М. Аналіз економічної ефективності переробки олійних культур у біопаливо. *Intellektuelles Kapital – die Grundlage für innovative Entwicklung: Wirtschaft, Management und Marketing. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft».* Buch 6. Teil 5. 2021. с. 82-92. URL: <https://www.sworld.com.ua/simpge6/sge6-05.pdf>
8. Мостова М. Сфера біогазу в Україні: великі перспективи та реальність. 2020. URL: <https://energytransition.in.ua/sfera-biohazu-v-ukraini-velyki-perspektyvy-ta-real-nist/>

9. Сирота М. Аграрний сектор України може виробляти до 8 млрд кубів біогазу на рік – заява. 2022. URL: <https://kurkul.com/news/29222-agrarniy-sektor-ukrayini-moje-viroblyati-do-8-mlrd-kubiv-biogazu-na-rik--zayava>
10. Талавирия М., Газуда Л., Газуда М. Перспективи розвитку біоекономіки замкнутого циклу в Україні. Геополітика України: історія і сучасність. 2021. Випуск 2 (27). С. 128-138.
11. Ткач Н.М., Мірзоєва Т.В. Обґрунтування економічної доцільності переробки зернових культур у біогаз. Біоекономіка та аграрний бізнес. 2021. №4. С. 5-17. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bioeconomy/article/view/15504/14056http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bioeconomy/article/view/15504>
12. Cheban, I., Dibrova, A. (2020). Development of liquid biofuel market: Impact assessment of the new support system in Ukraine. Journal of International Studies this link is disabled. 13(1). 262–278. URL: https://www.jois.eu/files/17_759_Cheban_Dibrova.pdf
13. Kaletnik, G., Honcharuk, I., Okhota, Yu. (2020). The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural. Journal of Environmental Management and Tourism. Vol. XI. № 3(43). 513-522.
14. Kucher, O., Hutsol, T., Glowacki, S., Andreitseva, I., Dibrova, A., Muzychenko, A., Szeląg-Sikora, A., Szparaga, A., Kocira, S. (2022). Energy Potential of Biogas Production in Ukraine. Energies. Vol. 15, Is. 5. URL: <https://doi.org/10.3390/en15051710>.
15. Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Honcharuk, T., Telekalo, N. (2018). Elements of Cultivation Technology on Bioethanol Production Under Conditions of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. № 8(3). 47-53.
16. Skrypnyk, A., Klymenko, N., Talavyria, M., Goray, A., Namiasenko, Y. (2020). Bioenergetic potential assessment of the agricultural sector of the Ukrainian economy. International Journal of Energy Sector Management this link is disabled. 14(2). 468–481.

References

1. Biohaz ta biometan v Ukraini. (2022). Retrieved from <https://uabio.org/biogas-and-biomethane/>
2. Biohaz i biometan maiut zamistyty import pryrodnoho hazu – prezident «MKhP Eko Enerdzhy». (2021). Retrieved from <https://itta.info/biogaz-i-biometan-mayut-zamistiti-import-prirodnogo-gazu-prezident-mxp-eko-enerdzhi/>
3. Heletukha, H. (2021) Biometan – vidnovliuvanyi haz, shcho zberezhe planet. Retrieved from <https://ua.interfax.com.ua/news/blog/742598.html>
4. Hotsyk, I. (2021) Biometan – yevropeyskyi dosvid i ukrainski realii. Retrieved from <https://eba.com.ua/biometan-yevropeyskyj-dosvid-i-ukrayinski-realiyi/>
5. Dombrovskyi, O., Heletukha, H., Lukashevych, Ye. (2020) Dlia choho Ukraini biohaz. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2020/05/12/660303/>
6. Kuzmin, A. (2021) Biohazova zbroia. Yak Ukraini peremohty v enerhetychnii viini z rosiieiu. Retrieved from https://glavcom.ua/new_energy/publications/biogazova-zbroya-yak-ukrajini-peremogti-v-energetichny-viyni-z-rosijeyu--795284.html
7. Mirzoieva, T.V., & Tkach, N.M. (2021). Analiz ekonomichnoi efektyvnosti pererobky oliinykh kultur u biopalyvo. Intellektuelles Kapital – die Grundlage für innovative Entwicklung: Wirtschaft, Management und Marketing. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». 6/5, 82-92. Retrieved from <https://www.sworld.com.ua/simpge6/sge6-05.pdf>
8. Mostova, M. (2020). Sfera biohazu v Ukraini: velyki perspektyvy ta realnist. Retrieved from <https://energytransiOon.in.ua/sfera-biohazu-vukraini-velyki-perspektyvy-ta-real-nist/>
9. Syrota, M. (2022) Ahrarnyi sektor Ukrainy mozhe vyroblyaty do 8 mlrd kubiv biohazu na rik – zaiava/ Retrieved from <https://kurkul.com/news/29222-agrarniy-sektor-ukrayini-moje-viroblyati-do-8-mlrd-kubiv-biogazu-na-rik--zayava>

10. Talavyria, M.P., Koval, O.M., & Dobrivska, M.V. (2017). Rozvytok bioenerhetychnoho potentsialu v Ukraini. Visnyk KhNAU, 3, 229-239.
11. Tkach, N.M., & Mirzoieva, T.V. (2021) Obgruntuvannia ekonomichnoi dotsilnosti pererobky zernovykh kultur u biohaz. Bioeconomics and agrarian business, 4, 5-17.
12. Cheban, I., Dibrova, A. Development of liquid biofuel market: Impact assessment of the new support system in Ukraine. Journal of International Studies this link is disabled. 2020. 13(1). 262–278. URL: https://www.joies.eu/files/17_759_Cheban_Dibrova.pdf
13. Kaletnik, G., Honcharuk, I., Okhota, Yu. (2020). The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural. Journal of Environmental Management and Tourism. Vol. XI. № 3(43). 513-522.
14. Kucher, O., Hutsol, T., Glowacki, S., Andreitseva, I., Dibrova, A., Muzychenko, A., Szelaż-Sikora, A., Szparaga, A., Kocira, S. (2022). Energy Potential of Biogas Production in Ukraine. Energies. Vol. 15, Is. 5. URL: <https://doi.org/10.3390/en15051710>
15. Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Honcharuk, T., Telekalo, N. (2018). Elements of Cultivation Technology on Bioethanol Production Under Conditions of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. № 8(3). 47-53.
16. Skrypnyk, A., Klymenko, N., Talavyria, M., Goray, A., Namiasenko, Y. (2020). Bioenergetic potential assessment of the agricultural sector of the Ukrainian economy. International Journal of Energy Sector Management this link is disabled. 14(2). 468–481.

Стаття надійшла до редакції 20. 07. 2022 р.