

УДК 658:005.412

Д. М. Токарчук,

к. е. н., доцент, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

ORCID ID: 0000-0001-6341-4452

Н. В. Пришляк,

к. е. н., доцент, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

ORCID ID: 0000-0002-0544-1441

Я. В. Паламаренко,

к. е. н., старший викладач, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

ORCID ID: 0000-0001-9972-4313

DOI: 10.32702/2306-6792.2020.22.51

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ РОСЛИННИЦТВА НА ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ В УКРАЇНІ*

D. Tokarchuk,

PhD in Economics, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsya

N. Prishlyak,

PhD in Economics, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsya

Y. Palamarenko,

PhD in Economics, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsya

PROSPECTS FOR USE OF CROP WASTE FOR BIOGAS PRODUCTION IN UKRAINE

В умовах здороження традиційних видів палива, загострення проблеми енергозабезпечення та погіршення екологічної ситуації особливої актуальності набуває необхідність перегляду структури наявних джерел енергії на користь технологій, що використовують відновлювані енергоресурси. Одним з перспективних напрямів вирішення проблеми та переорієнтації на екологічно чисте паливо є виробництво та використання біогазу. У статті значну увагу зосереджено на перспективах використання відходів рослинництва на виробництво біогазу. Зокрема проведено комплексну оцінку перспектив застосування відходів рослинництва на виробництво біогазу. Також проведено аналіз енергетичного потенціалу сільськогосподарських культур та відходів рослинництва, відходів харчової промисловості рослинного походження та овочевих культур на виробництво біогазу. Авторами запропоновано рекомендації з оптимального використання відходів рослинництва на виробництво біогазу на основі даних про вихід енергії.

The problem of efficient processing and disposal of waste is one of the most acute in the world. The attention to the issues of rational waste management in Ukraine on the part of both the authorities and the scientific community has significantly increased in recent years. The solution to the problem is possible due to the introduction of effective measures for the fast, safe recycling of waste and obtaining a positive economic and environmental effect from the recycling and repeated use of raw materials. The rate of accumulation of waste generated in Ukraine is increasing every year. In turn, biomass makes it possible to obtain one seventh of the world's fuel volume, and takes third place along with natural gas in terms of the amount of energy received. At the same time, biogas, regardless of origin, is a significant competitor to traditional fuel due to the low cost of biomass. In the context of rising prices for traditional fuels, the aggravation of the problem of energy supply and the deterioration of the environmental situation, the need to revise the structure of available energy sources in favor of technologies using renewable energy resources becomes especially urgent. One of the promising areas for solving the problem and reorienting to environmentally friendly fuels is the production and use of biogas. The article focuses on the prospects for the use of crop waste for biogas production. In particular, a comprehensive assessment of the prospects for the use of crop waste for biogas production was carried out. An analysis of the energy potential of crops and crop waste, food industry waste of plant origin and vegetable crops for biogas production was also carried

* Стаття включає результати досліджень відповідно до НДДКР "Розробка новітньої концепції використання відходів сільськогосподарства для забезпечення енергетичної автономії аграрних підприємств" Вінницького національного аграрного університету (номер державної реєстрації 0119U100786 від 19.02.2019 р.).

out. The authors have proposed recommendations for the optimal use of crop waste for biogas production based on energy output data. Ukraine has a great agricultural potential for the production of alternative energy sources. Taking this into account, at present the issue of production and consumption of biogas is extremely relevant, because the energy security of our state is almost entirely dependent on the import of traditional energy sources.

Ключові слова: відходи рослинництва, сільське господарство, енергетичний потенціал, біогаз, зелена енергія, ефективність.

Key words: crop waste, agriculture, energy potential, biogas, green energy, efficiency.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Україна має значний потенціал біомаси, що є економічно можливою для виробництва енергії. Основні складові потенціалу включають первинні відходи сільського господарства (солома, кукурудза та соняшник) та енергетичні культури, вирощуванням яких у промислових масштабах активно розвивається в Європейському Союзі [13; 14].

Сучасне поводження з відходами, у тому числі рослинництва та харчової промисловості, вимагає значних інвестицій та постійної адаптації до зростання їх кількості та різноманітності. Якщо Україна має намір стати повноправним членом ЄС, сьогодні необхідно внести зміни в поводження з відходами відповідно до європейської практики [12]. Дуже важливим сьогодні є розглянути питання можливості використання відходів рослинництва задля їх використання у біогазових установках, адже щодня збільшується популяція населення, що тягне за собою збільшення витрат енергії. Тому ми вбачаємо великі перспективи у використанні рослинних відходів як сировини для виробництва біогазу. Проблема ефективної переробки і утилізації відходів є однією з найгостріших у світі. Увага до питань раціонального поводження з відходами в Україні з боку як органів влади, так і наукових кіл в останні роки значно посилилась. Вирішення проблеми можливе завдяки впровадженню ефективних заходів швидкої, безпечної переробки відходів і отриманню позитивного економічного й екологічного ефекту від утилізації та багаторазового використання сировини. Швидкість накопичення відходів, що продукуються в Україні збільшується з кожним роком. У свою чергу біомаса дозволяє отримати сьому частину світового об'єму палива, а по кількості отриманої енергії займає поряд із природним газом третє місце. Водночас біогаз органічної біомаси, не залеж-

но від походження, становить істотну конкуренцію традиційному паливу за рахунок низької вартості біомаси. Наша країна має великий сільськогосподарський потенціал для виробництва альтернативних джерел енергії. З огляду на це, в наш час питання виробництва й споживання біогазу є надзвичайно актуальним, адже енергетична безпека нашої держави практично повністю залежить від імпорту традиційних джерел енергії.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На думку багатьох вчених-економістів, українська біогазова галузь має великий потенціал для ефективного розвитку. Вивченню проблеми актуальності виробництва біогазу та тенденцій розвитку біоенергетики загалом присвячена низка робіт вітчизняних вчених, зокрема, Калетнік Г.М., Грабовський М.Б., Панцирева Г.В., Ресульєва Н.Ш., Шкарівська Л.І., Давидюк Г.В. та інші.

У сучасних умовах більшість вітчизняних науковців віддає перевагу вивченню можливих обсягів та різноманіття відходів рослинництва на виробництво біогазу. Однак все ж таки недостатньо уваги приділено дослідженню питань, пов'язаних з розрахунком оптимальної частки відходів рослинництва, яку доцільно використовувати для виробництва енергії і яку необхідно залишати для інших потреб сільського господарства враховуючи дані про вихід енергії.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є обґрунтування теоретичних аспектів виробництва біогазу з культур та відходів рослинництва на основі даних про вихід енергії. Це передбачає аналіз енергетичного потенціалу культур та відходів рослинництва, овочевих культур та їх відходів, а також відходів харчової промис-

Таблиця 1. Енергетичний потенціал культур та відходів рослинництва на виробництво біогазу

№	Культура	Вихід біогазу з 1 т, куб. м	Вихід електроенергії, кВт·год	Вихід теплової енергії, кВт·год
1	Суданська трава силосована	9	8	11
2	Люцерна (2-й укіс)	141	12	16
3	Конюшина силосована (1 укіс, початок цвітіння)	185	16	21
4	Кукурудза: стебла, качани (суміш), 2% сирової клітковини	451	38	49
5	Жито зелене, кінець цвітіння	150	13	16
6	Кукурудзяний силос	185	15	20
7	Сінаж	208	18	23
8	Просо воскова зрілість	163	14	18
9	Фуражна суміш силосована (горох, овес, ячмінь, стадія цвітіння)	168	14	19
10	Олійний ріпак силосований	75	7	9
11	Листя цукрового буряку силосоване	88	8	10
12	Зернові засилосовані (ціла рослина)	214	18	23
13	Пшениця силосована (ціла рослина)	188	16	20

Джерело: сформовано авторами за даними [4].

ловості рослинного походження на виробництво біогазу.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

В альтернативній енергетиці особливе місце займає переробка біомаси метановим бродінням з отриманням біогазу, який містить близько 70% метану [8].

Водночас розвиток людства можливий тільки за умови залучення нових видів енергозберігаючих біотехнологій і сировини, зокрема, відновлюваних джерел енергії, що можуть використовуватись більш ніж у десяти галузях економіки. Досліджено, що найбільш ефективним і універсальним енергоносієм з усіх біологічних видів палива є біогаз, який отримують з відтворюваної сировини і органічних відходів. Біогаз — це горюча газова суміш, яку отримують у процесі природного розкладання шляхом метанового бродіння біосировини. Враховуючи те, що стрімко зростає кількість органічних відходів, виробництво біогазу вирішує проблему утилізації відходів, рослинництва в тому числі, тим самим запобігаючи викидам метану в навколишнє середовище, дозволяє зменшити використання хімічних добрив і запобігає забрудненню ґрунтових вод [3].

Виробництво біогазу має значний потенціал у виробництві тепла та електроенергії завдяки наявним залишкам рослинництва у сільському господарстві, сприятливих кліматичних умов, наявності сільськогосподарських угідь [5, с. 5].

У свою чергу підвищення ефективності біогазової галузі, як основної форми господарювання в сучасних умовах трансформації економіки, пов'язане з удосконаленням і активізацією інноваційно-технічного, організаційного та фінансового механізму. Завдання підвищення ефективності потенціалу полягає, насамперед, у вдосконаленні системи державного регулювання та використанні і впровадженні новітніх технологій, які виведуть біогазові галузь на новий етап ефективного розвитку. Для системного підходу характерна комплексна оцінка впливу різнопланових чинників та цільовий підхід до їхнього вивчення [5, с. 61].

Варто зазначити, що енергозабезпечення населення і глобальна екологічна криза змушує країни світу впроваджувати і застосовувати нові альтернативні засоби виробітку енергії. Постає необхідність пошуку інноваційних джерел енергії, які не завдають шкоди довкіллю і мають значний економічний ефект. Виробництво біогазу є привабливою альтернативою з точки зору виробітку енергії. Враховуючи майже невичерпні сировинні ресурси все більше уваги держав привертають методи видобування і переробки біогазу. До того ж, цей вид палива є багатофункціональним і може застосовуватися у різних сферах.

З кожним роком у світі зростає попит на альтернативні джерела енергії. На особливу увагу заслуговують технології отримання біогазу [10, с. 75]. Завдяки сприятливим природним умовам та високій родючості ґрунтів Україна

має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання. Найбільша кількість сільськогосподарської біомаси утворюється в областях розташованих у центральних, південно-східних та південних областях країни, тобто в місцях найбільш сприятливих для вирощування сільськогосподарських культур. У цих областях щільність розподілу ресурсів біомаси найбільша, тому вони мають найвищий рівень економічної доцільності переробки відходів первинної обробки сільськогосподарських культур [7, с. 180]. Водночас головними факторами які впливають на обсяги щорічно утворюваних відходів рослинництва, є посівні площі, валові збори та врожайність сільськогосподарських культур.

На сьогодні у 65 країнах світу функціонують понад 30 млн установок з виробництва біогазу, у т.ч. у країнах Європи — понад 12 тис. У США працюють більше 10 великих біогазових заводів, у Данії — 18, які переробляють 1,2 млн біомаси. Німеччина є лідером щодо кількості функціонуючих біогазових установок — понад 5 тис. У країнах Західної Європи завдяки таким альтернативним теплоносіям покривається близько 20% загальних потреб палива в промисловості. В Україні здійснюються лише перші кроки у цьому напрямі, хоча масштаби накопичення відходів дають змогу вважати їх потужним джерелом альтернативного палива. Водночас Україна як учасник Енергетичного співтовариства відповідно до виконання Договору про асоціацію з Європейським Союзом за останні роки упровадила низку ініціатив, що сприятиме подальшому розвитку використання відновлюваних джерел енергії, виробництва біогазу зокрема [10, с. 75].

Використання біогазових установок в Україні є перспективним для розв'язання проблем утилізації відходів, у тому числі рослинництва, поліпшення екологічної ситуації, підвищення родючості ґрунтів, зменшення енергозалежності та розвитку економіки на місцях.

У таблиці 1 наведено дані щодо енергетичного потенціалу культур та відходів рослинництва на виробництво біогазу (табл. 1).

Наприклад, за кордоном вже чимало фермерів для одержання біогазу на виробництво електричної і теплової енергії займають окремі поля кукурудзою, силосують її і протягом року ефективно використовують у біогазових генераторах. Таку перспективу не можна виключати і в Україні, особливо у віддалених домогосподарствах, до яких дорого обходиться постачання природного газу та електроенергії.

Посівні площі зернової кукурудзи в Україні у 2019 році становили понад 5 млн га. Задля сушіння зерна кукурудзи використовують здебільшого природний газ. Однак у зв'язку з високою вартістю виробництва рентабельність вирощування цієї культури суттєво знижується. Також на ефективність вирощування кукурудзи значною мірою впливають погодні умови. Тому доцільно частину площ посівів зернової кукурудзи (у межах 2 млн га) замінити на вирощування силосної кукурудзи, яка в подальшому буде використовуватись задля виробництва біогазу. Це дозволить щорічно отримати близько 35,2 млрд. м³ біогазу або 17,0 млрд. м³ біометану.

Вирощування силосної кукурудзи як сировини для виробництва біогазу є більш економічно вигідним ніж вирощування кукурудзи на зерно. Так, за сьогоднішньої ціни на зерно кукурудзи 2,4 тис. грн/т та потенційної врожайності зерна 8 т/га, виручка від реалізації становитиме 19,2 тис. грн. Вихід біогазу з 1 га силосної кукурудзи за врожайності 80 т/га становитиме близько 16 тис. м³/га або 8,5 тис. м/га біометану. За теперішніх цін на природний газ 6,4 грн/м³ виручка від реалізації становитиме 54,4 тис. грн/га, тобто у 2,8 рази більшою. Водночас фінансові затрати на вирощування силосної та зернової кукурудзи є приблизно однаковими.

Економічна привабливість використання кукурудзи на енергетичні цілі може загрожувати зменшенню продуктів харчування та кормів. На основі цього ЄС прийняв новий Закон про поновлювані джерела енергії (EEG 2012), відповідно до якого масова частка кукурудзи у живильному субстраті для біогазових установок має становити не більше 60 %. Тому сьогодні країни ЄС розглядають цукрові буряки, як альтернативу кукурудзі з точки зору енергетичної сировини на виробництво біопалива.

Для України цукрові буряки є традиційною і найбільш ефективною культурою. З одного гектара цукрових буряків (за урожайності 70 т/га) можна отримати до 11 тис. м³/га біогазу з вмістом метану 60%. За однакових затрат на вирощування виручка від реалізації цукрових буряків за ціни 410 грн/т становитиме 28,7 тис. грн/га, а за умови виробництва біометану — 38,4 тис. грн/га.

Економічно доцільним є використання як сировини для виробництва біогазу цукрового сорго, яке можна вирощувати у південних посушливих регіонах України. З одного гектара

Таблиця 2. Енергетичний потенціал овочевих культур та їх відходів на виробництво біогазу

	Вид відходів / овочевих культур	Вихід біогазу з 1 т, куб. м	Вихід електроенергії, кВт·год	Вихід тепловій енергії, кВт·год
1	Відходи овочів	57	5	7
2	Овочі:			
2.1	цибуля	80	8	11
2.2	морква	73	6	8
2.3	цвітна капуста	59	5	7
2.4	свіжий гарбуз	51	5	6

Джерело: сформовано авторами за даними [4].

Таблиця 3. Енергетичний потенціал відходів харчової промисловості рослинного походження на виробництво біогазу

№	Вид відходів	Вихід біогазу з 1 т, куб. м	Вихід електроенергії, кВт·год	Вихід тепловій енергії, кВт·год
1	Відходи очистки сої	517	43	56
2	Картопляна барда	35	3	4
3	Вівсяні відходи	620	53	68
4	Пивна дробина	122	12	15
5	Яблучна серцевина	112	9	12
6	Сосве борошно	552	54	70
7	Ріпакове борошно	496	47	61
8	Різні харчові відходи	120	11	15

Джерело: сформовано авторами за даними [4].

посівів цукрового сорго можна зібрати до 100 т/га цукромісткої біомаси з цукристістю соку до 18%, що забезпечує потенційний вихід біогазу близько 17,6 тис.м³/га. Орієнтовна площа посівів цієї культури в Україні може скласти близько 500 тис. га, що забезпечить близько 4,4 млрд м³ біометану [1].

Крім цього, є велика група потенційної сировини для виробництва біогазу, яка складається з свіжої трави, листя буряку, силосу трави, кукурудзи і зернових рослин, вихід метану з котрих складає від 270 до 330 л/кг. Також можна використовувати олійний ріпак силосований, який досить активно вирощується в Україні [9]. Найменший вихід газу нижче 200 л/кг органічного субстрату має солома. Енергетичні рослини мають невеликі відхилення виходу газу, який обраховується в межах 300 л метану на кг органічного субстрату з коливанням $\pm 30\%$.

Суттєво велику різницю проявляють енергетичні рослини при розрахунку виходу з гектару. Якщо вихід маси помножити на специфічний вихід метану, то виходить продуктивність метану з одиниці площі для конкретної культури. Найбільший вихід метану з сухої маси дає буряк і врожайні силосні сорти кукурудзи — 6000 м³ метану/га. Міскантус, як багатолітня культура, хоч і дає хороший врожай біомаси від 200 ц/га, але низький вихід метану знижує про-

дуктивність площ до рівня трави і силосу — 4000 м³ метану/га.

Зерно і бульби хоч і мають високий особовий вихід газу, та при перенесенні цих цифр на продуктивність полів він буде складати 3000 м³ метану/га. Проміжні культури мають найменшу продуктивність з площ, нижче 2000 м³ метану/га — це пов'язано з коротким вегетаційним періодом [11].

Енергетичні культури, що використовуються для виробництва біогазу, повинні мати просту технологію вирощування, а також забезпечувати високий вихід сухої речовини та метану з одиниці площі.

Зокрема для виробників біогазу вирішальне значення має, який вид рослин та сорт або гібрид, що забезпечує найвищий вихід метану з 1 гектару площі, оскільки це має вирішальний вплив на економічні показники роботи біогазової установки. Варто зазначити, що як елементи технології вирощування густота стояння рослин і ширина міжрядь можуть сприяти збільшенню виробництва біомаси енергетичних культур [2, с. 16].

Величина енергетичного потенціалу біомаси в Україні коливається по роках і залежить не тільки від урожайності основних сільськогосподарських культур, а й від технології збору відповідних відходів. Крім того, одним з факторів, що впливає на застосування рослинних відходів для отримання біопалива є сезонність їх утворення. Для забезпечення рівномірного використання їх протягом усього року необхідно дотримуватися спеціальних умов зберігання, що тягне за собою певні витрати [7, с. 184].

Мають значний енергетичний потенціал і овочеві культури та їх відходи на виробництво біогазу (табл. 2).

Проте ці види сировини використовуються як правило у вигляді доповнення до основної сировини у біогазовій установці.

Вирощування та використання енергетичних сільськогосподарських культур, так чи інакше, зіштовхується з дилемою споживання,

неоднозначно сприймається населенням, оскільки конкурує з харчовими культурами. Водночас харчові відходи також заслуговують на увагу, оскільки є енергетичними ресурсами, що сприяють зниженню вартості утилізації, а також захисту навколишнього середовища. Харчові відходи утворюються постійно, їх не потрібно спеціально культивувати і можна ефективно використовувати, оскільки вони є високоенергетичною сировиною для виробництва енергії.

Енергетичний потенціал деяких видів відходів харчової промисловості рослинного походження на виробництво біогазу відображено у таблиці 3.

Біогазова станція для переробки харчових відходів є найбільш доцільним, доступним і ефективним способом їх утилізації. І в порівнянні, наприклад, з технологією спалювання, набагато доступнішою. Проте при повноцінній доцільності реалізації, технічні вимоги до ферментації харчових відходів досить високі. Передусім підвищені вимоги стосуються пластичної упаковки, скла, кісток та інших непридатних для збродування матеріалів, які йдуть з харчовими відходами. При ферментації ці речовини є проблематичними, тільки, якщо потрапляють у великих обсягах, оскільки заважають процесу розщеплення органічних речовин. Тому кожна біогазова станція, що працює на харчових відходах, передбачає наявність лінії сортування.

Проведені дослідження показали, що найбільш поширеними сільськогосподарськими культурами, які використовуються для виробництва біогазу є цукрове сорго, кукурудза на силос та цукрові та кормові буряки. Тому для країн, які вважають за доцільне отримання достатньої кількості біогазу необхідно розширити посівні площі досліджуваних культур. Варто зазначити, що перевага виробництва біогазу з сільськогосподарських відходів полягає в тому, що вони є доступним засобом отримання енергії. Водночас відходи процесу виробництва біогазу служать високоякісним добривом, а сам процес сприяє підтримці чистоти в довкіллі [6, с. 280].

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження показали, що використання біогазу в Україні є досить перспективною справою, адже біогаз являє собою один із особливих видів альтернативних джерел енергії. Зокрема особливість виробництва та споживання біогазу полягає в зменшенні енергозалежності від європейських газових

ринків, низькій собівартості сировини для виробництва його виробництва, створенні нових робочих місць, розвитку економіки на місцях, поліпшенню екології та підвищенню родючості ґрунтів, вирішенні проблем утилізації відходів рослинництва та покращенні стану навколишнього середовища загалом. Таким чином, впровадження біогазових установок, що працюють на відходах рослинництва, є актуальним і економічно доцільним, про що свідчать результати дослідження на основі даних про вихід енергії.

Виробництво біогазу з відходів рослинного походження є ефективною та інвестиційно привабливою технологією, що зумовлюється наявністю значного сировинного потенціалу в нашій країні, сприятливими природно-кліматичними умовами та низьким рівнем собівартості даного виду енергії. Проте Україна перебуває на початковому етапі запровадження відновлюваних джерел енергії, недостатньо вивченими є науково-технічні та економічні проблеми виробництва і використання біогазу, що спонукає до продовження досліджень у цьому напрямі.

Література:

1. Біогаз може стати для України історією успіху, в якій будуть лише переможці, — науковці НААН про економічні, екологічні та соціальні основи виробництва і використання біопалива в Україні. URL: http://naas.gov.ua/newsall/newsnaan/6287/?PAGEN_2=3 (дата звернення: 10.11.2020 р.)
2. Грабовський М.Б. Продуктивність кукурудзи на силос та вихід біогазу залежно від густоти стояння рослин. Наукові горизонти. 2019. № 7 (80). С. 15—21.
3. Калетнік Г.М., Здирко 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.
4. Офіційний вебсайт компанії Бітеко біогаз. URL: <https://biteco-energy.com/ua/info/about/> (дата звернення 12.10.2020).
5. Паламаренко Я.В. Сучасний стан та перспективи розвитку біогазової галузі України. Інвестиції: практика та досвід. 2019. № 21. С. 54—62. DOI: 10.32702/2306-6814.2019.21.54
6. Панцирева Г.В. Технологічні аспекти виробництва біогазу з органічної сировини. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. 2019. № 199. С. 276—290.

7. Ресульєва Н.Ш. Перспективи використання відходів рослинництва для вироблення біоенергії в Україні. ЕКОНОМІКА: реалії часу. 2015. № 4 (20). С. 179—185.

8. Токарчук Д. М. Інвестиційне забезпечення виробництва біогазу сільськогосподарськими підприємствами України. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2016. № 12. С. 26—35.

9. Токарчук Д.М. Сучасний стан, ефективність та перспективи виробництва ріпаку в ЄС та в Україні. Агросвіт. № 13. 2015. С. 19—23.

10. Шкарівська Л.І., Давидюк Г.В., Клименко І.І., Довбаш Н.І. Використання відходів біогазових установок для удобрення сільськогосподарських культур. Агроекологічний журнал. 2020. № 1. С. 75—82.

11. Які рослини найкраще використовувати для виробництва біогазу. URL: <https://ecotown.com.ua/news/YAki-roslyny-naykrashche-vykorystovuvaty-dlya-vyrobnystva-biohazu/> (дата звернення: 09.11.2020 р.).

12. Berezyuk S., Tokarchuk D., Pryshliak N. Economic and Environmental Benefits of Using Waste Potential as a Valuable Secondary and Energy Resource. Journal of Environmental Management and Tourism. 2019. Vol. X, Issue 1 (33). P. 149—160.

13. Kaletnik G.M., Pryshliak N.V. Management mechanisms and development strategies of economic entities in conditions of institutional transformations of the global environment: col. monog./edited by M. Bezpartochnyi, in 2 Vol. /ISMA University. Riga: Landmark SIA, 2019. P. 96—104.

14. Pryshliak N. Biogas production in individual biogas digesters: experience of India and prospects for Ukraine. Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal. 2019. T. 5. № 1. С. 122—136.

References:

1. NAAS (2020), "Biogas can become a success story for Ukraine, in which there will be only winners — NAAS scientists on the economic, environmental and social foundations of production and use of biofuels in Ukraine", available at: http://naas.gov.ua/newsall/newsnaan/6287/?PAGEN_2=3 (Accessed 10 Nov 2020).

2. Grabowski, M.B. (2019), "Productivity of corn for silage and biogas yield depending on the density of standing plants", Scientific Horizons, vol. (7), pp. 15—21.

3. Kaletnik, G.M. Zdyrko, N.G. and Fabianskaya, V. Yu. (2018), "Biogas in households is a guarantee of energy independence of rural areas of Ukraine", Economy. Finances. Management:

current issues of science and practice, vol. (8), pp. 7—22.

4. The official website of Biteko Biogas (2020), available at: <https://biteco-energy.com/ua/info/about/> (Accessed 12 October 2020).

5. Palamarenko, Y. (2019), "The current situation and prospects of development of the biogas industry of Ukraine", Investytsiyi: praktyka ta dosvid, vol. 21, pp. 54—62. DOI: 10.32702/2306-6814.2019.21.54

6. Pansireva, G.V. (2019), "Technological aspects of biogas production from organic raw materials", Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. P. Vasilenko, vol. 199, pp. 276—290.

7. Resuleva, N. Sh. (2015), "Prospects for the use of crop waste for bioenergy production in Ukraine", Economics: the realities of time, vol. 4 (20), pp. 179—185.

8. Tokarchuk, D. M. (2016), "Investment support for biogas production by agricultural enterprises of Ukraine", Economy. Finances. Management: current issues of science and practice, vol. (12), pp. 26—35.

9. Tokarchuk, D. M. (2015), "The modern state, efficiency and prospects of rape production in the European Union and in Ukraine", Ahrosvit, vol. (13), pp. 19—23.

10. Shkarivska, L.I. Davydyuk, G.V. Klimenko, I.I. and Dovbash, N.I. (2020), "Use of waste biogas plants for fertilization of crops", Agroecological Journal, vol. (1), pp. 75—82.

11. ecotown (2015), "Which plants are best used for biogas production", available at: <https://ecotown.com.ua/news/YAki-roslyny-naykrashche-vykorystovuvaty-dlya-vyrobnystva-biohazu/> (Accessed 10 Nov 2020).

12. Berezyuk, S. Tokarchuk, D. and Pryshliak N. (2019), "Economic and Environmental Benefits of Using Waste Potential as a Valuable Secondary and Energy Resource", Journal of Environmental Management and Tourism, Vol. X, no. 1 (33), pp. 149—160.

13. Kaletnik, G. and Pryshliak, N. (2019), "Bio-energy potential development of the agrarian sector as a component of sustainable development of Ukraine", Management mechanisms and development strategies of economic entities in conditions of institutional transformations of the global environment: collective monograph, vol. 2, ISMA University, "Landmark" SIA, Riga, Latvia, pp. 96—104.

14. Pryshliak, N. (2019), "Biogas production in individual biogas digesters: experience of India and prospects for Ukraine", Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal, Vol. 5, no. 1, pp. 122—136.

Стаття надійшла до редакції 12.11.2020 р.