

ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ КОМПОНЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

О. В. Сокрут, С. Є. Чернявський, кандидати сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства степової зони НААН України

Проаналізовано сучасний стан розвитку біогазових систем у світі та перспективи їх використання у тваринницькій галузі України. Розглянуто технологічні особливості виробництва біогазу. На прикладі компанії “Агро-Овен”, що на Дніпропетровщині, показано впровадження та ефективного застосування біогазової установки.

Ключові слова: біогазогенератор, сировина, анаеробне бродіння, біогаз, електрична і теплова енергія.

Проблема дефіциту енергетичних ресурсів на сьогодні є головною у світі. Зростання чисельності населення і відповідно його потреб в енергоносіях обмежується катастрофічним скороченням їхніх природних запасів з одночасним зростанням вартості [1]. Тому актуальність пошуку альтернативних джерел енергії не викликає сумніву [2].

Одним з них є біогаз. Перші відомості про нього датуються другим тисячоліттям до нашої ери. У 1859 р. в Індії задокументована перша біогазова установка. У 1895 р. здійснено перше комерційне використання біогазу для освітлення вулиць Лондона. В Росії вперше застосували його у 1908 р., а в Україні – 1958 р. Творчий пошук та наукові дослідження свідчать про велике майбутнє біогазу як альтернативного джерела енергії.

Відомо, що біогаз можна використовувати як природний газ, паливо для двигунів внутрішнього згоряння, накопичувати, перекачувати, виробляти з нього електроенергію, тепло. Біогаз можна одержувати штучно в спеціальних установках, які виробляють його з органічної сировини шляхом анаеробного бродіння, одночасно отримуючи біодобрива [3].

Переважно для отримання біогазу доцільно використовувати гній тваринницьких комп-лексів, в той же час науковцями доведено, що ефективною для виробництва біогазу є рос-линна сировина, а також продукти й відходи харчової та переробної промисловості [4, 5, 6].

Предметом наших досліджень було визначення ефективності використання відходів рослинництва і тваринництва для виробництва біогазу.

Матеріалом у експерименті були гній свиней, ВРХ та сировина рослинного походження. Дослідження проводились на лабораторних біогазових установках, до того ж вивчали досвід використання біогазових систем свиногокомплексу корпорації “Агро-Овен” Магдалинівського району Дніпропетровської області. При цьому спиралися на біохімічні методи аналізу сировини, порівнювали технологічні прийоми її зброджування, посилалися на методики економічних розрахунків ефективності виробництва біогазу.

Динаміка та вихід продукції реєструвались об’ємним газовим лічильником. Температурний режим – мезофільний (34–35 °С), підтримувався за допомогою автоматичного температурного реле. Вологість субстрату в біореакторі доводили до 90 % шляхом додавання води (розрахунковим методом).

Експериментальну частину досліджень проведено в лабораторії ефективних технологій виробництва продукції тваринництва Інституту сільського господарства степової зони у 2011–2013 рр. згідно зі схемою досліджень (табл. 1).

За такою схемою дослідження проведено в три етапи, відповідно в кожному з них як сировину рослинного походження використовували силос кукурудзяний, зелену масу кукурудзи та суданську траву. Встановлено, що процес зброджування 20 кг біомаси ефективніше проходив у першому та третьому метантенках біогазогенератора, де завантажували $\frac{3}{4}$ частки рослинної сировини та $\frac{1}{4}$ частки гною свиней та ВРХ

відповідно. Найбільше біогазу було вироблено з суданської трави в комплексі з гноєм свиней та ВРХ – відповідно 5,55 та 5,48 м³ (табл. 2).

1. Схема дослідю

Метан-тенк	Тривалість дослідю, днів	Співвідношення сировини	Маса сировини при завантаженні, кг	
			рослинна сировина	гній
I	90	рослинна сировина + гній свиней	15	5
II	90	рослинна сировина + гній свиней	10	10
III	90	рослинна сировина + гній ВРХ	15	5
IV	90	рослинна сировина + гній ВРХ	10	10

2. Кількість отриманого біогазу при анаеробному бродінні, м³

Показник	Метантенки							
	I		II		III		IV	
Компоненти сировини	рослинна сировина (3/4)	гній сви-ней (1/4)	рослинна сировина (1/2)	гній сви-ней (1/2)	рослинна сировина (3/4)	гній ВРХ (1/4)	рослинна сировина (1/2)	гній ВРХ (1/2)
Силос кукурудзяний	3,02		2,46		2,93		2,25	
Зелена маса кукурудзи	4,95		3,70		4,88		3,55	
Суданська трава	5,55		4,10		5,48		3,95	

Після зброджування біомасу з метантенка розподіляють на тверду фракцію (25 % сухої речовини) та ріdkу (5 % сухої речовини). Одержана при анаеробному бродінні гною і різних видів органічних відходів біомаса містить значну кількість поживних речовин, про що свідчать результати аналізу її хімічного складу. Такий субстрат можливо одразу вносити у ґрунт як високоякісне добриво (табл. 3, 4.).

3. Хімічний склад твердої фракції біомаси (25 % сухої речовини), кг/т

Метантенк	Поживні сполуки				
	N	NH ₄ – N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
I	4,10	1,1	2,44	4,93	0,88
II	4,80	1,3	3,49	5,35	1,15
III	3,73	0,95	1,74	5,30	0,80
IV	4,05	1,0	2,09	6,10	1,00

4. Хімічний склад ріdkої фракції біомаси (5 % сухої речовини), кг/т

Метантенк	Поживні сполуки				
	N	NH ₄ – N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
I	2,75	1,33	2,17	2,30	0,63
II	3,00	1,45	2,25	2,30	0,65
III	2,38	1,18	1,88	2,35	0,58
IV	2,25	1,15	1,65	2,40	0,55

Поживні елементи – азот, калій, фосфор – є в мінеральних добривах, але такі складові, як протеїн, целюлоза, лігнін та інші, в них відсутні і вони не мають хімічних замінників. Перевага біодобрива в тому, що органічні речовини в даній продукції, є базою для розвитку ґрунтових мікроорганізмів за допомогою яких відбувається перетворення важкодоступних поживних речовин в легкодоступну для рослин форму.

На Дніпропетровщині ефективно працює біогазова установка в ТОВ «Агро-Овен». Це багатогалузева фірма з інтенсивним землеробством (20 тис. га рілля) і тваринництвом (40 тис. голів свиней та 3,4 млн голів птиці). Таке потужне тваринництво щорічно дає близько 350 тис. т гною, який не можна в натуральному вигляді використовувати як добриво 3–5 років. Дослідженнями доведено, що в ньому мінеральні речовини пов'язані хімічно з орга-нічними (мінералізація 40 %). Це ускладнює засвоєння їх рослинами. Для зберігання і забезпечення оптимального проходження біохімічних процесів у зазначених відходах, підприємство побудувало лагуни загальною місткістю 280 тис. м³, проте вони створювали певну екологічну та санітарну небезпеку, а їхній ремонт і обслуговування потребували щорічних витрат у розмірі 450 тис. грн. Утилізація відходів власного м'ясокомбінату теж вимагає витрат 50 тис. грн (загальна сума витрат 0,5 млн грн).

Тому корпорацією у 2004 р. за рахунок реалізації проекту технічної допомоги Україні Королівством Нідерланди побудовано біогазову систему з об'ємом реактора 2000 м³ (два метантенки). Потужність одноетапного процесу переробки – 80 т гною на добу.

Всю роботу по зброджуванню відходів виконують анаеробні мікроорганізми, які вводяться у біореактор один раз при першому його запуску. Далі цей процес жодних добавок мікроорганізмів і додаткових витрат не потребує. Вводити мікроорганізми можна одним з трьох способів: додаванням концентрату мікроорганізмів, свіжого гною, або біомаси з іншого діючого реактора. В корпорації «Агро-Овен» мікрофлору поновлюють додаванням свіжого гною.

Для забезпечення нормальної роботи ферментера на кожний м³ його об'єму щодня додають 2–3 кг органічної сировини (у перерахунку на суху речовину). Бактерії працюють на повну потужність тільки в тому випадку, коли біогаз із субстрату постійно видаляють, що досягається багаторазовим перемішуванням біомаси протягом дня.

Метантенк постійно заповнений – щодня подається свіжий субстрат, а готова продукція автоматично (шляхом переливу) надходить до окремої ємкості. Це забезпечує безперебійне виробництво біогазу. Отриманий субстрат сепарують: тверду фракцію досушують, пакують і використовують як добриво, а рідку – вивозять безпосередньо на поля.

Так, результатом роботи метантенка є два продукти – біогаз і субстрат (твердий і рідкий). Біогаз зберігають у газгольдері (резервуарі), з якого він безперервно подається до двигуна-генератора електроенергії і тепла, яке утворюється при охолодженні двигуна. Весь процес автоматизовано. Оператор контролює роботу установки за допомогою комп'ютера.

Вихід газу – 3300 м³/добу, з якого дві когенераційні установки виробляють щодня 160 кВт електроенергії (1 м³ = 2 кВт) та 240 кВт теплової енергії за годину. Річне виробництво електроенергії 3,5 МВт. З твердої сепарованої фракції переробленого мікроорганізмами гною одержують понад 1000 т сухого органічного біодобрива, річна поживність якого 160 т азоту, 90 т фосфору і 65 т калію. Установка на свої потреби споживає 10–15 % виробленої енергії.

Тепло від охолодження генератора йде на обігрів адміністративних будівель і свинарників. У подальшому передбачається використання його для потреб теплиці площею до 2 га. У собівартості тепличних овочів і квітів тепло та добрива становлять 90 %. Виходить, що біля біогазової установки теплиця може працювати з високою рентабельністю (100–200 %).

Зрозуміло, якщо певне підприємство належним чином не використовує 1 т гною свиней (як це робиться на практиці), то тим самим втрачається 50 м³ біогазу, або 100 кВт електроенергії, або 35 л дизельного пального.

Розрахунки свідчать про високу економічну ефективність виробництва біогазу (табл. 5). Термін відшкодування устаткування до 2 років.

Біогазова установка є також найефективнішою системою очищення навколишнього середовища – біосфери. Вона скорочує викиди CO₂ в атмосферу до 7500 т/рік. Науковими дослідженнями встановлено, що вміст аміаку в повітрі свиногокомплексу становить 0,4 мг/м³ на відстані до 2 км (гранична норма – 0,01 мг/м³), на відстані 4 км – 0,2 мг/м³, а неприємний запах поширюється до 10 км. Тепер цього немає – навіть на фермі запах відсутній. Більше того, при спорудженні нових біогазових установок згідно з Кіотським протоколом агроформування може реалізувати квоти на викид метану в атмосферу і від цього отримувати додаткові кошти.

5. Розрахунок ефективності виробництва біогазу в ТОВ «Агро-Овен»

Показник		Свині, 70 тис. голів	Птиця (кури), 3,5 млн голів
Вихід екскрементів	Кг/голову/добу	6,5	0,137
	Т/голову/рік	2,37	0,05

	На все поголів'я, тис. т на рік	166	175
Вихід біогазу з однієї т екскрементів, м ³		60	130
Вихід біогазу всього, тис. м ³		9 960	22 750
Собівартість всього біогазу, млн грн		1,99	4,55
Розрахункова вартість виробленого (умовно реалізованого) біогазу, тис. грн		25,8	59,1
Прибуток, млн грн		23,9	54,6
Вихід високоякісного органічного добрива всього, тис. т		83	87

Таким чином, біогазова система – це не тільки газ, а й електроенергія, тепло, добрива, екологічна безпека і зміцнення економіки галузі свинарства. Біогазові установки доступні для будь-якого сільськогосподарського підприємства. Вони можуть бути укомплектовані, виходячи з потреб і наявних об'ємів сировини конкретного виробництва. Подальше подо-рощання природного газу неминуче й значне. Прокладання кілометрів газопроводу також вимагає значних коштів. Тому не випадково розвинуті країни зменшують використання при-родного газу на побутові потреби та у тваринництві [7].

Висновки

Таким чином, використання рослинної сировини та гною в різних співвідношеннях, може бути ефективним чинником для збільшення виходу біогазу та підвищення корисної дії біогазоенергетичного устаткування.

Найбільш ефективною для виробництва біогазу є сировина, яка містить три частки рос-линної сировини та одну частку гною свиней або гною ВРХ. Її продуктивність була вищою порівняно з метантенками, де до складу біомаси входила ½ частка рослинної сировини та стільки ж гною свиней або ВРХ – відповідно 30,2 та 40,5 %.

Результати досліджень, накопичений світовий і вітчизняний досвід переконливо до-водять, що розширення промислового виробництва та масове впровадження біогазових сис-тем на тваринницьких комплексах допоможе в реалізації завдань, спрямованих на роз-виток інноваційних технологій, підвищення ефективності виробництва продукції тварин-ництва.

Бібліографічний список

1. Дедух Д. Г. Достоинства и недостатки энергетики на нетрадиционном сырье / Д. Г. Дедух // Актуальные проблемы современной науки. – 2004. – № 6. – С. 412–416.
2. Перминов Э. М. Вопросы развития малой нетрадиционной энергетики / Э. М. Перминов // Вести в электроэнергетике. – 2004. – № 3. – С.27–32.
3. Анискин В. И. Топливо из сельскохозяйственной биомассы / В. И. Анискин, А. В. Голубкович, К. К. Курбанов // Энергия: экономика, техника, экология. – 2005. – № 1. – С. 47–51.
4. Енергоавтономність виробництва на основі біологічних видів палива / В. М. Молодик, Г. А. Голуб, В. О. Лук'янець [та ін.] // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 11. – С. 39–44.
5. Рустамов Н. А. Биомасса – источник энергии / Н. А. Рустамов, С. И. Зайцев, Н. И. Чернова // Энергия: экономика, техника, экология. – 2005. – № 6. – С.20–28.
6. Рябов Г. А. Использование биомассы и отходов производства для решения проблем энер-госбережения / Г. А. Рябов // Электрические станции. – 2005. – № 7. – С.33–38.
7. Шишкин Н. Д. Анализ эффективности биоэнергетических установок / Н. Д. Шишкин // Энергосбережение и водоподготовка. – 2004. – № 4. – С.31–32.