

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОЇ СИРОВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОГАЗУ

*В. С. Козир, доктор сільськогосподарських наук;*

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

*Викладено результати досліджень ефективності використання гною великої рогатої худоби і свиней в поєднанні з рослинною сировиною. Проведено розрахунок необхідної потужності біогазо-енергетичних установок для ферм різних типорозмірів.*

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

Підвищення ціни на традиційні енергоносії та невпинне зменшення ресурсів сировини веде до енергетичної та економічної кризи в усьому світі. В зв'язку з цим особливої актуальності набуває розробка технологій використання альтернативних джерел енергії для потреб сільськогосподарського виробництва, в тому числі й тваринництва. Нарощування обсягів виробництва та споживання енергії, одержаної таким чином, дає можливість зменшити витрати традиційних паливно-енергетичних ресурсів та послабити залежність України від імпорту енергоносіїв [1].

Для агропромислової галузі особливий інтерес представляє біогаз, одержаний з відходів виробництва (гною, рослинної сировини) і спеціально вирощених культур. В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва, коли різко зменшилося поголів'я тварин і відповідно скоротилось виробництво та обсяги внесення органічних добрив, з'являється не-обхідність поповнення органічної частини ґрунту за рахунок використання альтернативних органічних біодобрив, які одержують після переробки певної сировини у метантенку. Вони містять мінеральний та органічний азот, необхідний для інтенсивного росту і розвитку рос-лин.

Джерелом органічного азоту є мікроорганізми харчового тракту тварин. Завдяки анаеробному зброджуванню органічної сировини в біогазовій установці мінералізація отриманих добрив зростає: мінеральна частина становить 60%, а органічна – 40%. За правильних умов внесення біодобрив (температура доквілля, вологість повітря й інші чинники) основні складові азоту інтенсивно взаємодіють, постійно забезпечуючи рослини поживними елементами [2].

Існуючі експериментальні та теоретичні дослідження енергозбережних процесів біоконверсії при утилізації органічних відходів повною мірою не відповідають практичним завданням виробництва біогазу. Тому дослідження процесів утилізації відходів сільськогосподарського виробництва з метою обґрунтування параметрів та засобів інтенсифікації анаеробного бродіння в біореакторах для отримання біогазу є актуальними [3].

Науковцями доведено, що з точки зору виробництва біогазу уваги заслуговує рослинна сировина [4], але поряд з цим існує проблема утилізації гною на фермах. В зв'язку з цим ми поставили завдання дослідити виробництво біогазу шляхом використання певної суміші. При цьому враховували об'єми добового виходу гною на фермі, який залежить від наявного поголів'я худоби та кількості тварин протягом року.

Експериментальну частину досліджень проведено в лабораторії ефективних технологій виробництва продукції тваринництва Інституту сільського господарства степової зони у 2011–2012 рр. згідно зі схемою досліджень (табл. 1).

Розрахунки потреб, забезпечення енергією технологічного обладнання та біопроцесів проведено на основі паспортних даних на це оснащення від виробника в єдиній системі ви-мірювання (умовне паливо).

Дослідження проведені на лабораторній біогазовій установці. 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). Економічну ефективність конверсії енергії альтернативних джерел для автономного енерго-забезпечення технологічних процесів і обробку цифрового матеріалу проведено згідно з ре-комендаціями [5, 6].

### 1. Схема дослідю

Метантенк	Тривалість дослідю, днів	Співвідношення сировини	Маса сировини при завантажуванні, кг	
			зелена маса кукурудзи	гній
I	90	зелена маса кукурудзи ( $\frac{3}{4}$ ) + гній свиней ( $\frac{1}{4}$ )	15	5
II	90	зелена маса кукурудзи ( $\frac{1}{2}$ ) + гній свиней ( $\frac{1}{2}$ )	10	10
III	90	зелена маса кукурудзи ( $\frac{3}{4}$ ) + гній ВРХ ( $\frac{1}{4}$ )	15	5
IV	90	зелена маса кукурудзи ( $\frac{1}{2}$ ) + гній ВРХ ( $\frac{1}{2}$ )	10	10

Співробітниками лабораторії виготовлено біогазову установку з чотирма метантенками об'ємом по 30 дм<sup>3</sup> для виробництва біогазу з продуктів тваринного та рослинного походження. При зброджуванні сировини, складовими якої були: зелена маса кукурудзи, гній свиней та великої рогатої худоби, мало місце коливання водневого показника (рН) в межах 5,28–7,36 з деяким зростанням протягом дослідю.

Встановлено, що процес зброджування 20 кг біомаси ефективніше проходив у першому та третьому метантенках біогазогенератора, де сировина складалась з  $\frac{3}{4}$  часток зеленої маси кукурудзи та  $\frac{1}{4}$  частки гною свиней і ВРХ відповідно. Їх продуктивність була вищою порівняно з другим ( $\frac{1}{2}$  частка зеленої маси кукурудзи та  $\frac{1}{2}$  – гною свиней) та четвертим ( $\frac{1}{2}$  частка зеленої маси кукурудзи та  $\frac{1}{2}$  – гною ВРХ) метантенками відповідно до першого метантенку на 33,7 та 39,4% і до третього – на 31,8 та 37,3% (табл. 2).

### 2. Кількість отриманого біогазу при анаеробному бродінні, м<sup>3</sup>

Показник	Метантенки							
	I		II		III		IV	
Компоненти сировини	зелена маса кукурудзи	гній свиней	зелена маса кукурудзи	гній свиней	зелена маса кукурудзи	гній ВРХ	зелена маса кукурудзи	гній ВРХ
Маса сировини при завантаженні, кг	15	5	10	10	15	5	10	10
Кількість біогазу, м <sup>3</sup>	4,95		3,70		4,88		3,55	

При визначенні необхідної потужності біогазоенергетичної установки (БГЕУ) в першу чергу враховували об'єми добового виходу гною на фермі та коливання його кількості протягом року (табл. 3).

При розрахунках прийнято, що в біогазі, одержаному від переробки гною обох видів тварин, вміст метану становить 65%, енергетична цінність 1 м<sup>3</sup> біогазу – 2 кВт електроенергії та 3 кВт тепла, використання електроенергії самою БГЕУ при переробці 20, 40 і 80 т гною ВРХ дорівнює відповідно 80, 160 і 500 кВт, а свиней – 60, 120, і 400 кВт. При цьому враховано коефіцієнти поправки показників на роботу установки в літній і зимовий періоди, якості гною, будівельних матеріалів, підбору наявного обладнання, людського фактора тощо.

### 3. Розрахунок необхідної потужності біогазоенергетичної установки з переробки гною свиней та великої рогатої худоби

Показник	Одиниця виміру	Кількість гною за добу, т	
		ВРХ	свиней

		20	40	80	20	40	80
Поголів'я тварин	тис. голів	0,5	1,0	2,0	3,0	6,0	12,0
Виробництво за добу: біогазу електроенергії тепла	тис. м <sup>3</sup>	1,0	2,0	4,0	1,2	2,4	4,8
	тис. кВт	2,0	4,0	8,0	2,4	4,8	9,6
	тис. кВт	3,0	6,0	12,0	3,6	7,2	14,4
Загальна кількість енергії	тис. кВт	5,0	10,0	20,0	6,0	12,0	24,0
Потрібно метантенків	шт.	<sup>1</sup> / <sub>1</sub>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub>	<sup>1</sup> / <sub>2,2</sub>	<sup>1</sup> / <sub>1</sub>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub>	<sup>2</sup> / <sub>2,2</sub>

Якщо за мету ставиться завдання лише позбутися гною, то розрахунки слід вести з по-зиції добового виходу цієї сировини. Проте, коли стоїть питання максимального самозабез-печення енергією, треба орієнтуватись на потреби господарства в різних видах енергії (елек-тричної, теплової, пального для машино-тракторного парку).

Принципова схема біогазоенергетичної установки для переробки гною свиней практично не відрізняється від лінії для переробки гною ВРХ. Деякі відмінності є лише в технології експлуатації. В більшості господарств, що займаються свинарством, система утримання не передбачає використання підстилки, тому гній має більш однорідну консистенцію та вологість близько 93%. Це зменшує енергетичні витрати на гомогенізацію гною перед за-вантаженням його в реактор.

Економічна ефективність будь-якого підприємства є заключним етапом його діяльності (табл. 4). Економічні параметри біогазоенергетики визначаються витратами інвестиційними, на експлуатацію і технічне обслуговування, практично безкоштовною сировиною і прибутком, що отримується від продажу біогазу або електроенергії і тепла. До того ж відходи мож-ливо використовувати як біодобриво та кормові біодобавки.

#### 4. Ефективність виробництва біогазу з гною великої рогатої худоби та свиней

Вид сировини	Об'єм переробки, т	Вихід біогазу з 1 т сировини, м <sup>3</sup>	Валовий вихід біогазу, тис. м <sup>3</sup>	Собівартість одержаного біогазу, тис. грн	Валовий прибуток, тис. грн	Чистий прибуток, тис. грн
Гній свиней	1000	60	60	13,2	150	136,8
Гній ВРХ	1000	50	50	11	130	119

За даними Євросоюзу собівартість біогазу – 20 євро, або 220 грн за 1000 м<sup>3</sup>; реалізаційна вартість біогазу прирівняна до природного (2600 грн за 1000 м<sup>3</sup>).

#### Висновки

Виробництво біогазу з органічних відходів для ферм різних типорозмірів і напрямів спеціалізації є економічно доцільним, дає можливість забезпечити енергетичні потреби гос-подарства і отримати прибуток від переробки на біогаз 1 тис. т гною свиней та великої ро-гатої худоби в розмірі 119–136,8 тис. грн.

Використання рослинної сировини і гною в різних співвідношеннях може бути ефек-тивним чинником збільшення виходу біогазу та зростання корисної дії біогазоенергетичних установок.

Найбільшою ефективністю при виробництві біогазу відзначається сировина, що склада-ється з <sup>3</sup>/<sub>4</sub> зеленої маси кукурудзи та <sup>1</sup>/<sub>4</sub> – гною свиней та великої рогатої худоби відпо-відно.

#### Бібліографічний список

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії». – К., 2003. – 9 с.
2. Ратушняк Г. С. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату: [монографія] / Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – С. 17.
3. Комков В. А. Экологические и технические аспекты создания нетрадиционных источников энергии / Комков В. А. – М., 1998. – 176 с.
4. Рябов Г. А. Использование биомассы и отходов производства для решения проблем

- енер-госбереження / *Г. А. Рябов* // Электрические станции. – 2005. – № 7. – С. 33–38.
5. *Кернасюк Ю. В.* Методологічні підходи до визначення собівартості виробництва та еконо-мічної ефективності продукції біоенергетичної утилізації гною (методичні рекомендації) / *Кернасюк Ю. В.* – Кіровоград: Кіровоградський ін-т АПВ, 2010. – 24 с.
  6. *Коваленко В. П.* Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці: [навч. посібник] / *Коваленко В. П., Халак В. І., Нежлукченко Т. І., Папакіна Н. С.* – Херсон: Олді-плюс. – 2010. – 240 с.