

**Потенційні можливості виробки енергії методом
біоконверсії відходів тваринництва на Вінниччині**

Д.т.н., професор С.Й. Ткаченко, аспірант Д.В. Степанов

На Вінниччині історично склалися сприятливі умови для розвитку сільського господарства, лісової, харчової, переробної промисловості тощо. При проведенні технологічних процесів у цих галузях виникає велика кількість органічних відходів, що можуть бути перероблені в процесі біоконверсії.

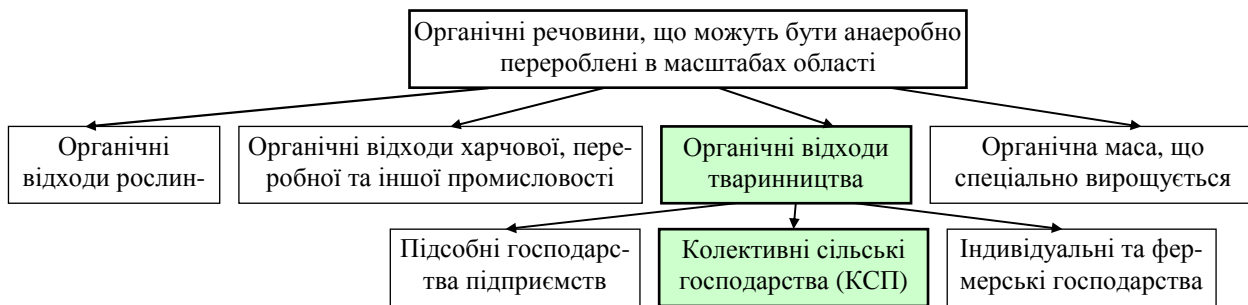


Рис.1. Класифікація органічних речовин, що можуть бути анаеробно перероблені.

В даній роботі розглядаються перспективи використання біоконверсії лише для певної частини (згідно [1] така частка складає до 62 %) органічних речовин – відходів тваринницьких об'єктів в складі КСП Вінниччини. (рис. 1).

Розглядаючи процес утилізації органічних відходів тваринництва, слід підкреслити, що проведення заходів по удосконаленню цієї ланки сільського господарства є обов'язковим, оскільки недостатня увага до питань знезараження відходів призвела до значного забруднення посівних площ, закислення земель, посилення захворювань людей, тварин тощо.

Анаеробна переробка дає змогу не тільки провести більш ефективно знезараження викидів та знищення насіння шкідливих рослин, але й отримати більш якісні (в порівнянні з традиційними методами) добрива (в кінцевому продукті зберігається до 85 % загального азоту органічних відходів) [2,3] .

Не менш важливим є енергетичний ефект. На думку авторів [4], велику роль в процесі самозабезпечення окремих територіальних одиниць енергією повинні відігравати саме станції анаеробної переробки відходів. Адже, по-перше, використання отриманого енергоносія – біогазу дозволяє скоротити витрати енергії з загальної мережі

(електрична енергія, природний газ тощо) на забезпечення потреб сільськогосподарського підприємства; по-друге, виробка електричної та теплової енергії у власному господарстві (наприклад, за допомогою дизельгенераторних установок) дозволить зменшити негативний вплив постійних вимкнень живлення, що безпосередньо впливають на ефективність тваринництва.

Як бачимо, використання процесу біоконверсії відходів тваринництва дає змогу комплексно вирішити ряд важливих проблем.

Таблиця 1. Склад тварин у об'єктах КСП Вінницької області

Вид тварин	на 1 грудня 1997 року	на 1 грудня 1998 року
Велика рогата худоба :	482 132	444 548
Серед яких корів :	165 432	152 659
Свиней	311 394	349 426
Вівців та кіз	36 519	26 233
Птиці	1 240 642	1 156 175

З приведених даних бачимо, що кількість сільськогосподарських тварин за рік значно зменшилася. Такий процес можна пояснити нерентабельністю підприємств тваринництва через високі ціни на енергоносії, і, звідси, високу собівартість продукції при низькій купівельній спроможності населення. Використання енергозберігаючої, а в деяких випадках працюючої з позитивним енергетичним балансом (можливість постачання надлишків енергії споживачам, окрім покриття власних потреб) технології утилізації, дезодорації та знезараження відходів дозволить суттєво вплинути на підвищення рентабельності тваринницького підприємства.

Традиційні методи переробки органічних відходів тваринництва в колективних та інших господарствах полягають у централізованому збиранні відходів та вивезенні їх до секційних або польових гноєсховищ, розрахованих приблизно на 3 - 10 тис. тон гною. Такі громіздкі споруди повинні бути розташовані на достатньо великій відстані (біля 5 км) від об'єктів, де знаходяться люди та сільськогосподарські тварини. Це призводить до великих витрат енергоносіїв на переміщення відходів [2, 3, 5].

Процес біоконверсії проходить в біогазовій установці (БГУ), в принципову схему якої входять: 1) система підготовки субстрату (підігрів, перемішування та подрібнення); 2) біогазовий реактор, де проходить процес ферментації; 3) система поділу зброженого субстрату на «тверду» та «рідку» фази (гравітаційні, відцентрові та інші

пристрої); 4) система підготовки біогазу до використання (очистка, розділ суміші, компресія тощо); 5) система використання біогазу (спалення в біогазових котлах, дизельгенераторних установках, заміна природного газу); 6) система складування добрив (використання наявних гноєсховищ або встановлення додаткових ємкостей та трубопроводів).

Системи анаеробної переробки відходів мають достатньо високій рівень вмісту стандартного устаткування, адже стандартні водогрійні котли, дизельгенераторні установки, системи компресії, трубопроводи, запірні та регулююча апаратура, системи автоматичного управління випускаються серійно і з невеликими удосконаленнями можуть бути використані в БГУ. В якості біогазового реактора з невеликими доробками можуть бути використані ємкості, що застосовуються в хімічній, харчовій, переробній галузі тощо. Цей аспект впливає на вартість БГУ і розширює коло споживачів систем анаеробної переробки.

Для оцінки потенційних можливостей використання анаеробної переробки для органічних відходів тваринництва використаємо методики розрахунку БГУ, що наведені в [6,7]. При проведенні розрахунків було прийнято: режим – мезофільний; термін зброджування – 10 діб; нижча теплотворна спроможність біогазу – $21 \div 23$ МДж /м³ [2,6]; ККД процесу отримання електричної енергії – 0,33 ; ККД дизельгенераторної установки по виробці теплової енергії – 0,55; отримані органічні добрива використовуються в рідкому стані; співвідношення ефектів при проведенні процесу в БГУ прийнято виходячи з сумісного розгляду методик [8, 9, 10].

Таблиця 2. Потенційна ресурсна база та показники використання процесу анаеробної переробки органічних відходів тваринництва у КСП Вінницької області по стану на 1. 12. 1998р.

Величина	Свині	Корови	Інша ВРХ	Птиця	Разом
1	2	3	4	5	6
1. поголів'я у Вінницькій області на 1998 рік	349 426	152 659	291 889	1 156 175	
2. Добова кількість відходів, що необхідно переробляти, тис. тон / добу	5,24	7,63	10,22	0,46	23,55
3. Річна кількість відходів, млн. тон / рік	1,91	2,79	3,73	0,17	8,60
4. Добовий вихід біогазу, що може бути отриманий при анаеробній переробці, тис. м ³	124,74	103,81	173,67	58,96	461,18

1	2	3	4	5	6
5. Річний вихід біогазу, млн. м³	44,90	37,37	62,52	21,23	166,03
6. Добова кількість ел.енергії, що може бути вироблена при спаленні біогазу, тис. кВт · год	254,67	211,94	354,58	131,85	953,05
7. Річна кількість електроенергії, млн. кВт · год	91,68	76,30	127,65	47,47	343,10
8. Вартість виробленої електроенергії за рік (при ціні 1 кВт · год -- 0,15 грн), млн. грн / рік	13,76	11,43	19,16	7,12	51,45
9. Добова кількість теплової енергії, що може бути вироблена при утилізації теплоти, ГДж	1 440,7	1 199,0	2 006	745,9	5 391,5
10. Річна кількість теплової енергії, тис. ГДж	518,7	431,6	722,1	268,5	1 941,0
11. Вартість виробленої за рік теплової енергії (при ціні 1 ГДж -- 36 грн), млн. грн / рік	18,8	15,52	26	9,68	69,88
12. Добовий вихід органічних добрив, м³	5 241	7 633	10 216	462	23 553
13. Річний вихід орг. добрив, млн. м³	1,89	2,75	3,68	0,17	8,48
14. Площа землі, що може бути оброблена отриманими органічними добривами, тис. га	71,28	83,05	111,15	304,71	570,19
15. Розрах. приріст врожаю корм.буряку при використанні отриманих добрив, млн.ц	0,86	1,00	1,33	3,66	6,84
16. Співвідношення ефектів при роботі БГУ, енергоносії+стаб-сть живл.: добрива : екологія	18+8:72:2	18+16:64:2	18+8:72:2	18+8:72:2	
17. Загальний дохід процесу біоконвесії, млн. грн / рік	180,88	149,72	250,88	93,33	674,05
18. Орієнтовне значення величини витрат металу на виготовлення комплексів переробки, тис. тон	13...25	12...21	19...35	6...12	50...93
19. Орієнтовне значення величини витрати металу на виготовлення комплексів переробки з урахуванням 40 % - вого заміщення матеріалів, тис. тон	7,8...15	7,2..12,6	11,4..21	3,6..7,2	30..55,8
20. Орієнтовне значення величини капітальних витрат на виготовлення комплексів, млн. грн	172..272	144..228	240..384	80..128	636..1012
21. Орієнтовне значення величини кап. витрат на виготовлення комплексів переробки з урахуванням 40 % - вого заміщення матеріалів, млн. грн	104..164	84..136	144..230	48..76,8	380..608
22. Величина простого строку окупності, років	1,1..3,2				

Беручи до уваги відставання в технологічному забезпеченні промислових процесів, слід очікувати значної кількості тепло- та хіміко-технологічного устаткування, що є морально застарілим, але ще не є фізично зношеним. Зважаючи на високу ступінь стандартизації обладнання систем переробки, а звідси можливість часткового застосування матеріалів, що були в користуванні, в таблиці представлені деякі показники з урахуванням заміщення 40 % матеріалів відповідними елементами, що вже відпрацювали в інших системах.

Слід підкреслити, що ефективність роботи БГУ суттєво залежить від ефективного вирішення теплоенергетичних проблем. Як відомо з джерел [3, 6], системи анаеробної переробки в розвинутих країнах є джерелом енергії. В Україні, згідно досвіду

експлуатації, біогазові комплекси є енергоспоживаючими об'єктами. Причиною такого стану є, в першу чергу, нераціональне вирішення саме теплоенергетичних та споріднених питань. Вінницький державний технічний університет (ВДТУ) займається розробкою систем оптимізації живлення БГУ тепловою енергією, вирішенням проблем раціонального термостатування робочих ємкостей систем переробки та апаратно-схемного забезпечення процесу, питаннями ефективного використання біогазу та іншими аспектами енергозбереження при переробці органічних речовин в БГУ.

Важливим теплоенергетичним питанням є досягнення максимально ефективної сумісної роботи системи БГУ + дизельгенератор (ДГ) із загальною енергосистемою. Наприклад, згідно орієнтовних розрахунків на основі [5, 6, 7] тваринницька ферма на 3 000 свиней забезпечує сировиною БГУ з постійно працюючим ДГ електричною потужністю до 50 кВт, при цьому витрати електроенергії на власні потреби складають близько 25 кВт. Таким чином комплекс БГУ+ДГ дозволяє економити певну частину енергії, що споживає тваринницький об'єкт з загальною енергосистемою.

Але можна запропонувати використання комплексу БГУ+ДГ в якості акумулятора енергії. Такий висновок отриманий при аналізі сумісної роботи системи переробки та централізованої системи електропостачання. При цьому врахуємо планові та позапланові відключення живлення об'єкту та різну вартість енергії в різні відрізки доби. Крім того, при урахуванні вищенаведених обставин, маємо можливість зекономити енергію найбільшої вартості (під час піків навантаження енергосистеми) та попередити досить суттєві втрати при відключеннях живлення тваринницьких об'єктів (збитки від несвоєчасного годування, доїння тварин, втрати при зберіганні виробленої продукції в холодильних установках тощо).

Тому для комплексу на 3 000 свиней є можливість встановити систему переробки з ДГ, що буде покривати власні потреби в електричній енергії, а також виробляти 75 - 100 кВт товарної електроенергії для покриття потреб ферми, споживана потужність якої коливається в межах $70 \div 100$ кВт [11], впродовж 6 - 8 годин на добу (у періоди піків навантаження енергосистеми) та автоматично вмикатиметься в періоди вимкнень живлення об'єкту. Надлишки енергії можуть бути направлені на живлення

адміністративних та житлових споруд населених пунктів на виробництво, переробку або зберігання сільськогосподарської продукції тощо.

Іншим варіантом є використання ДГ із змінним навантаженням, величина якого буде коректуватись споживанням енергії в господарстві. В такому випадку можливе отримання надлишків біогазу, що після очистки може використовуватись в системі газопостачання житлових об'єктів.

Використання комплексів БГУ+ДГ дозволяє провести часткову децентралізацію енергопостачання тваринницьких та інших об'єктів, на базі яких встановлені системи анаеробної біоконверсії. Як правило, такі об'єкти встановлюються удалині від основних мереж електро-, тепло- та газопостачання, тому використання виробленої у власному господарстві енергії є суттєво необхідним.

Зрозуміло, що використання БГУ в якості акумулятора енергії вимагає застосування потужних газгольдерів, вартість яких за даними [3] в 3 - 4 рази вище вартості реакторів. Тому постає важлива проблема пошуку можливостей використання дешевих еластичних матеріалів для виробництва газгольдерів в системах анаеробної переробки органічних речовин.

ВИСНОВКИ

Підводячи підсумок відзначимо, що, по-перше, на Вінниччині в будь-якому випадку необхідно проводити заходи по утилізації відходів. При цьому можливість системи переробки компенсувати власні енергопотреби господарства є суттєвою перевагою анаеробної біоконверсії. Часткова децентралізація енергопостачання та безперервне живлення віддалених тваринницьких комплексів дозволить уникнути суттєвих збитків при відключенні електропостачання. По-друге, в роботі представлені результати, що характеризують лише складову частину від потенційних можливостей використання біоконверсії органічних речовин в масштабах Вінниччини. По-третє, нами визначена орієнтовна величина простого строку окупності капіталовкладень складає 1,1 – 3,2 року. А можливість застосування матеріалів, що були в користуванні, при спорудженні, а також велика ступінь стандартизації окремих вузлів дозволяє значно покращити показники вартості комплексів переробки. По-четверте, завдяки розробкам, що є у ВДТУ з питань апаратурно-схемного оформлення та енергозабезпечення,

БГУ можна перетворити з споживача в надійного постачальника енергії в кліматичних умовах України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гелетуха Г.Г., Марценюк З.А. Энергетический потенциал биомассы в Украине // Пром. теплотехника, - 1998. - № 4. – С. 52-55.
 2. Семененко И.В. Разработка интенсивной технологии переработки отходов животноводческого комплекса в биогаз и удобрения. –Дисс. канд. тех. наук : Киев, 1987.– 260 с.
 3. Бойлс Д. Биоэнергетика : технология, термодинамика, издержки / Пер. с англ. М.Ф. Пушкарева. Под. ред. Е.А. Бирюковой. – М.: Агропромиздат, 1987. -152 с.
 4. Островський Е.П., Криволапов О.Н. Принципи формування і потенціал реалізації галузевих, регіональних та локальних програм енергозбереження //Экотехнологии и ресурсозбережение. –1998. -№ 2. –С.3-7.
 5. Ковалёв А.А., Гриднев П.И. Перспективы применения анаэробного сбраживания жидкого навоза // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -1985. -№ 8. -С.38-39.
 6. Баадер В., Доне Е., Брендерфер М. Биогаз: теория и практика /Пер.с нем. –М.: Колос, 1982. -148с.
 7. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки. –М.:Стройиздат, 1991. – 128 с.
 8. Михайлив Н.И. Основные принципы технико-экономической и экологической оценки нетрадиционных и возобновляемых источников энергии //Тези доповідей III конференції «EnerCon - 97» (Нові технології та інвестиції США в енергетичний сектор України). – Київ, 1997. - С. 78.
 9. Некрасов В.Г. Оценка экономической эффективности метанового сбраживания навоза //Техника в сельском хозяйстве. - 1988. - № 6. - С. 27-29.
 10. Ткаченко С.Й., Ларюшкін Є.П., Нудель Г.О., Таргоня В.С. Оцінка енергетичної ефективності біогазової установки // Вісник ВПІ. - 1998. - № 2. -С. 48-55.
 11. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства /Л.И. Васильев, Ф.М. Симоновский и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: 1989. –159с.
- Кафедра теплоенергетики, газопостачання та інженерного забезпечення будівництва