

УДК 620.95(075.8)

## УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ РОСЛИННИЦТВА ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ БІОТЕХНОЛОГІЇ

**Сокольвяк К.Ю., студент, Любимова Н.О., д.т.н., професор**

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка)*

У сільськогосподарському виробництві, зокрема в рослинництві, основним джерелом біогазу є гній і побічна продукція рослинництва — солома зернових, хлібів, стебла кукурудзи, гичка цукрових буряків, картопляне бадилля. Біологічна маса (біомаса) належить до відновлюваних джерел енергії. Потенційні можливості одержання біологічної сировини для України великі.

Понад 90 % цієї органічної речовини припадає на соломку.

Гній і солома озимих хлібів — це не лише органічні добрива. При раціональному використанні з їх маси можна мати біогаз, бактеріальний протеїн і екологічно чисте добриво для екологічно чистих технологій вирощування польових культур. Тому поряд з традиційним використанням гною і решток іншої біомаси, зокрема соломи, важливо їх утилізувати з виробництвом біогазу — цінного палива та отриманням бактеріального протеїну. Такі способи використання побічної продукції рослинництва економічно більш вигідні й екологічно чисті.

При утилізації біомаси для біоконверсії одержують біогаз, який є нетрадиційним енергоносієм. Крім того, залишається нерозщеплена мікроорганізмами органічна маса (шлам) та рідина, яку називають надосадною. Осад можна використовувати як добриво.

При проектуванні або виборі проекту біогазової установки треба мати дані про хімічний склад біомаси, її кількість, динаміку надходження. Так, гній надходить з тваринницьких комплексів рівномірно, солома — сезонно, хоч запаси її можуть бути значними і використовувати її можна протягом року. Основою виробництва біогазу є *метаногенез* — процес ферментації біомаси, у тому числі гною, за допомогою природної метаногенної мікрофлори. Процес триває 26—30 діб (іноді довше). З 1 кг сухої речовини гною залежно від якості мають близько 0,2—0,7 м<sup>3</sup> біогазу. З гною великої рогатої худоби його одержують 0,2—0,4, свинячого — 0,3—0,7, з курячого посліду — 0,8—1,2 м<sup>3</sup>.

Біогаз на даний час не зберігають. Проблема його зберігання поки що не вирішена. Його недоцільно і згущувати, бо окремі компоненти біогазової суміші мають неоднакові фізичні показники. Енергетичну цінність 1 м<sup>3</sup> біогазу при вмісті метану 50 % можна прирівняти до енергетичної цінності 1 кг сухої речовини — 17,8 МДж. Якщо вміст метану збільшується до 70 %, показник енергоємності підвищується до 25 МДж. Отже, середній показник дорівнює приблизно 21 МДж.

Процес метаногенезу відбувається в анаеробних умовах.

Розрізняють 3 етапи метаногенезу.

На *першому етапі* високомолекулярні біополімерні сполуки (вуглеводи, особливо клітковина, білки, нуклеїнові кислоти та ліпіди, жири, жироподібні речовини (фосфогліцериди, гліколіпіди, стероїди, віск та ін.) розкладаються до низькомолекулярних органічних речовин — моно- та олігосахаридів, амінокислот і пептидів, пуринових і піримідинових азотистих основ, гліцерину, карбонових кислот, діоксиду вуглецю і водню. Органічні сполуки розкладаються за допомогою гідролаз (ферментів, які здійснюють гідроліз сполук, розщеплюють складні органічні сполуки з приєднанням води). Вони синтезуються анаеробними мікроорганізмами, які не утворюють спор.

На *другому етапі* метаногенезу з одержаних на першому етапі за допомогою кислотоутворюючих мікроорганізмів утворюються різні органічні кислоти. Ці кислоти окислюються переважно до ацетату і діоксиду вуглецю. Утворюються також водень, аміак, сірководень.

На *третьому етапі* за участю ферментів, що їх продукують спорові і неспороутворюючі сарцинові і сарциноподібні мікроорганізми, органічні речовини перетворюються на метан і діоксид вуглецю.

Отже, процес метаногенезу здійснюється різними анаеробними мікроорганізмами — метаногенами, які зброджують вуглеводи, розкладають клітковину, білки, пептиди, амінокислоти з утворенням аміаку, спричинюють деструкцію ліпідів та ін. Метаногени — найбільш давні бактерії. До складу біогазу входить 50—70 % метану, 30—40 % діоксиду вуглецю, певна кількість сірководню, є домішки водню, аміаку, оксиду азоту.

Біогаз, одержаний з біомаси з великим вмістом клітковини, містить майже однакову кількість метану і діоксиду вуглецю, а при утилізації біомаси, яка містить азотовмісні сполуки і жири, в біогазі більше метану і менше CO<sub>2</sub>. Він має більшу теплотворну здатність. Високоенергетичний біогаз містить близько 75 % метану.

Виробництво біогазу передбачає вирішення таких завдань: нагромадження і підготовка біомаси, перетворення її в біогаз за рахунок метанового бродіння, раціональне використання продукції метанового бродіння — біогазу й органомінерального добрива.

В Україні щороку можна використовувати 80—100 млн т гною і відходів рослинництва, що еквівалентно 24—30 млн т умовного палива. Це є величезним резервом у паливно-енергетичному балансі України.

Використання гною, соломи та іншої біомаси дає можливість вирішити не лише енергетичну проблему в Україні, а й поліпшити екологічні умови агроландшафтів, виготовляти високоякісні добрива.

Найбільш прості біогазові установки (БГУ) застосовують у країнах з теплим кліматом, де немає потреби підігрівати і перемішувати біомасу. У Китаї діє дуже багато таких БГУ — 7,2 млн. Біогаз використовують переважно в побуті — для приготування їжі, освітлення, а більш потужні (їх понад 35 тис.) — для виробництва електроенергії. Аналогічні установки широко використовують в Індії.

Більш досконалі БГУ типу «Дормштадт». У них з одиниці біомаси одержують у 4 рази більше біогазу. Найбільш досконалі БГУ останнім часом

сконструйовані в Німеччині, де це питання вивчають давно. В таких установках на 1 м<sup>3</sup> бродильної камери мають до 7,1 м<sup>3</sup> біогазу, а на простих типу «Габор» (КНР) — 0,3—0,5 м<sup>3</sup>.

Потужні установки сконструйовані в США, Вони дають можливість щодня переробляти близько 500 т гною і виробляти до 43—73 тис. м<sup>3</sup> біогазу.

У Франції експлуатується 60, Англії — 50, Швейцарії — 100 БГУ. Останнім часом в Україні та Інших країнах СНД проводяться дослідження з вирішення прикладних і фундаментальних питань виробництва метану з біомаси з тим, щоб одержувати біогаз з високим вмістом метану.

Створено БГУ, розраховані на мікроорганізми, що працюють при середньому (мезофільному) і високотемпературному (термофільному) режимах з попередньою підготовкою біомаси (подрібненням, хімічною обробкою, витримуванням протягом 8—12 год для поглинання кисню, який є в біомасі, оскільки процес відбувається в анаеробних умовах).

У таких установках у процесі технологічного циклу можна буде одержувати рідкі і тверді добрива, кормові добавки та інші продукти безвідходної технології. Вивчаються питання створення активних штамів метаногенних бактерій, застосовується і підбір мікроорганізмів для прискореного введення установок в дію. Щоб посилити роботу мікроорганізмів, у біомасу додають різні речовини — целюлозу (або звичайну солому), ацетат, метанол та ін.

В Україні питання виробництва біогазу вивчаються і для широкого впровадження установок є всі умови: висока щільність поголів'я, побічна продукція рослинництва, зокрема соломи.

Головною умовою безперервної роботи БГУ є регулярне подавання біомаси відповідно до об'єму її утилізації. Для цього установки об'єднують у блоки.

Висновок. Таким чином, доцільне використання гною і соломи не тільки традиційне, в якості органічних добрив, але і розширення сфери застосування для їх раціонального використання. З їх маси можна отримати біогаз, бактеріальний протеїн і екологічно чисте добриво для екологічно чистих технологій вирощування польових культур. Це дозволить отримати додаткові прибутки господарству, підвищити конкурентоспроможність і покращити екологічну ситуацію.

### **Список літератури:**

1. Любимова Н.О. Шляхи підвищення конкурентоспроможності пеллетного виробництва / Н.О.Любимова, Серeda А.Р.// Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах» ХНАДУ у 5-6 листопада, 2020 році, С. 121 – 124.