

## НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕСУРСІВ У ТВАРИННИЦТВІ

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (0619) 42-05-70

**Анотація** - роботу присвячено розгляданню існуючих напрямів використання органічних ресурсів у тваринництві.

**Ключові слова** – зброджувана маса, анаеробний процес, гній, біореактор, газгольдер, підстилка, органічні ресурси.

*Постановка проблеми.* Тваринницькі ферми, особливо великі, постійно стикаються з проблемою переробки гною. Традиційні методи переробки гною достатньо трудомісткі і вимагають значних витрат часу і ресурсів. Ситуацію ускладнюють законодавчі норми, регулюючі використання органічних добрив. Століттями відпрацьовувався на практиці безвідходний принцип сільськогосподарського виробництва. Домашня худоба завжди була джерелом органічних добрив, які використовувались в рослинництві. Однак в останні роки зв'язок між тваринництвом і рослинництвом виявився порушеним. Щоб зробити сучасне сільськогосподарське виробництво безвідходним, треба посилити зв'язок між рослинництвом і тваринництвом, пов'язавши їх сучасним виробництвом органічних добрив.

*Аналіз останніх досліджень.* Все більшу реальність набуває ефект диверсифікації виробництва, пов'язаний з розширенням спектру вироблюваної продукції. Взагалі, основними продуктами метанового зброджування є біогаз, який може бути трансформований в електричну чи теплову енергію, та зброджена біомаса, що являє собою високоефективне органічне добриво. Ці продукти є основним товаром переробного виробництва, але не єдиним.

*Формулювання цілей статті.* Все це говорить про необхідність раціональнішого підходу до зберігання, переробки і використання органічної сировини, що зараз нагромаджується поблизу ферм і комплексів, утруднює їх нормальне функціонування і забруднює навколишнє середовище. Утилізація біомаси, у тому числі й гною, здійснюється з метою організації безвідходного виробництва і захисту навколишнього середовища, а також для добування екологічно чистого конкурентоздатного органічного добрива і енергоносія.

*Основна частина.* До найпоширеніших, з екологічної точки зору, способам переробки й утилізації відходів (промислових, комунальних,

побутових, сільськогосподарських, у тому числі відходів тваринництва й рослинництва) відносяться: твердофазна ферментація, спалювання, термічне сушіння, закапування, анаеробне зброджування й т.п.

#### Біотермічна твердофазна ферментація гною.

Серед наведених вище способів пріоритетне місце займає компостування [2], особливо коли мова йде про переробку відходів з високим вмістом органічних включень. Здатність органіки до розпаду під впливом різноманітних груп мікроорганізмів супроводжується термодинамічними процесами, які за певних умов забезпечують часткове знезаражування, гноблення схожості насіння бур'янів, кількаразове зменшення оброблюваних відходів (сумішей) по об'єму й вазі, підвищенням питомого вмісту біогенних речовин. Ефективність компостування як способу переробки органічних відходів полягає в тому, що при відносно невисоких технологічних витратах він забезпечує одержання коштовного й екологічно безпечного кінцевого продукту - високоякісних органічних добрив.

Один з методів одержання високоякісних органічних добрив - біотермічна твердофазна ферментація гною з різноманітними органічними відходами. Твердофазна ферментація відрізняється від широко відомого природного компостування органічних добрив у буртах тим, що цей процес можна значно скоротити в часі до 7-10 днів. Одночасно є можливість контролювати й регулювати основні фактори, що впливають на його хід - вологість і дисперсність суміші, наявність достатньої кількості живильних речовин, співвідношення між вуглецем і азотом (C:N), температуру, аерацію.

Основна мета такого способу - одержати добрива з максимально збереженими живильними речовинами й властивостями, близькими до властивостей гумусу. Аерація й високотемпературні процеси дають можливість позбутися від неприємних запахів, пригнітити схожість насіння бур'янів і знезаразити компост від патогенних мікроорганізмів. Значно більший вміст живильних речовин на одиницю маси отриманого компосту підвищує його цінність як добрива й зменшує витрати на транспортування й внесення на поля.

На першому етапі передбачена підготовка суміші перед завантаженням на ферментацію. При традиційному компостуванні, наприклад, у буртах суміш готують, змішуючи гній із соломкою до певної вологості. При цьому не враховують кількості й балансу живильних речовин у вихідній суміші, необхідних для активної життєдіяльності мікроорганізмів. У запропонованому ж методі додавання до гною органічних відходів передбачає дві мети: доведення вихідної суміші до певної вологості й створення структури з достатньою кількістю повітряних пор для аерації, а також інтенсифікацію процесу й збільшення кількісного розпаду органіки в суміші. Тобто органічні відходи рослинного походження при компостуванні варто розглядати як вологовбирний і структуроутворюючий компонент та підживлюючу добавку для поліпшення життєдіяльності мікрофлори.

До складу суміші, що закладається на ферментацію, крім гною входять і органічні відходи (солома, ошурки, здрібнена стружка й т.п.), а іноді й рецир-

куляційний компост. Щоб визначити кількість цих компонентів, можна запропонувати наступний розрахунок.

Біотермічний процес компостування відбувається безпосередньо у ферментаторі. Камера ферментатора виконується з достатньою теплоізоляцією для роботи зимовий період. Завантаження здійснюється через секційні ворота тракторним навантажувачем. У донній частини ферментаційної камери влаштовані аераційні канали. Аерація здійснюється за схемою «нагору» з регулюванням подачі свіжого повітря напірним вентилятором. Витяжна вентиляція видаляє відпрацьоване повітря з верхньої частини камери, насичений газами й вологою. При зимовому режимі роботи тепле відпрацьоване повітря використовується для підігріву припливного повітря через рекуперативний теплообмінник типу «труба в трубі». Робота систем аерації й вентиляції підтримується в автоматичному режимі залежно від температури суміші. Система контролю за процесом складається з датчиків і приладів виміру температури й вмісту кисню в газоповітряному просторі переробляємої суміші.

Відповідно до наведених положень підготовка вихідної суміші й аерація її по всьому об'ємі дають можливість досить швидко й ефективно провести переробку гною з рослинними відходами й одержати компост із потрібними властивостями. Інтенсивність підвищення температури - 1,5-2 °С/год, вихід на термофільний режим (більше 50 °С) триває 1–1,5 доби. Мінімальний строк тривалості переробки в цьому режимі – 5-7 днів.

Отриманий за такою технологією компост містить (з розрахунку на суху речовину): органіки - не менш 75%, загального азоту - 1,9-2,3%, фосфору - 0,4-0,6%, калію - 0,6-1,0%. Техніко-економічні переваги технології: прискорена переробка органічних відходів, підвищення якості і ефективна дія добрив, що забезпечує ріст урожайності сільськогосподарських культур на 10-25%; знижуються витрати на транспортно-технологічні операції при внесенні добрив на поля; заощаджуються значні додаткові капітальні вкладення в будівництво сховищ і споруджень для нагромадження гною; досягається прискорений і ефективний кругообіг біогенних органічних речовин у природі з максимальним збереженням їхньої цінності.

Кількість органічних відходів сільськогосподарського виробництва, використовуваних нераціонально або зовсім не використовуваних, з кожним роком росте, разом з тим ускладнюються й проблеми їхньої утилізації. Сучасні економічні й екологічні фактори й висока вартість мінеральних добрив, які краще використовувати сукупно з органічними, вимагають перегляду відносини до відходів як потенційному джерелу для виробництва органічних і органомінеральних добрив. Компостування є одним із кращих рішень цієї проблеми, на яку звернули увагу провідні закордонні розроблювачі й користувачі, оскільки воно гарантує переробку відходів і дозволяє ефективно вводити їх у кругообіг у формі високоякісних органічних добрив.

#### Метанове зброджування гною.

Отже, як було відмічено вище органічні відходи тваринницьких комплексів і переробної промисловості самі по собі вже є добривами. Проте

коефіцієнт корисної дії таких добрив складає всього 10-15% від можливого. При переробці ж цих відходів на біогазовій установці відбувається значне поліпшення їх властивостей. Ефективність біогазового метанового зброджування: економічна, енергетична, агрохімічна, екологічна та ін. Технологія може розглядатися як універсальна через безмежні адаптаційні можливості мікроорганізмів, що її здійснюють [3].

Як відомо, анаеробному зброджуванню підлягає будь-яка органічна біосировина: гній ферм, відходи переробної промисловості (спиртової, ацетонобутилової, пивоварної та ін.), рослинні залишки, різноманітна фітосировина.

На Україні вже декілька років застосовується нова енергозбережна технологія переробки органічних відходів в біодобрива. Ця технологія дозволяє отримати за допомогою анаеробного зброджування натуральне біодобриво, яке містить у великій кількості біологічно активні речовини, велику кількість мікроелементів. Основною перевагою біодобрив перед традиційними добривами (гній, послід і ін.), щодо елементів живлення, це їх форма, доступність і збалансованість, високий рівень гуміфікації органічної речовини.

Органічна речовина служить могутнім енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів, тому після внесення в ґрунт відбувається активізація азотофіксуючих і інших мікробіологічних процесів.

Ефективнішими виявилися БГУ, в яких здійснюється обігрівання субстрату, що зброджується, його перемішування, а також подрібнення біомаси перед завантаженням у бродильну камеру. Установками такого типу є модель «Дормштадт» і її поліпшений варіант. У них з 1 м<sup>3</sup> метантенка мають в чотири рази більше біогазу, ніж на БГУ «Габор». Проте і в цих установках є конструктивні недоробки: недостатні тепло- і гідроізоляція, можливість утворення застійних зон при перемішуванні маси, а також потреба руйнування поверхневої кірки, яка утворюється при виділенні біогазу. В газових установках «Липп», «Райки», «МББ», «БИМА», створених у ФРН в останні роки, зазначені недоліки частково усунуто завдяки створенню двокамерного метантенка і двокамерного газгольдера, що дало змогу впровадити двоступінчастий процес зброджування біомаси. При цьому підготовлена до переробки і підігріта біомаса спочатку надходить у першу камеру, а потім у камеру, розміщену в центрі метантенка. У першій камері, де відбувається процес утворення органічних кислот, підтримується температура 35 °С. У другій камері відбувається термофільний процес (55 °С). Завдяки наведеним та іншим конструктивним удосконаленням є можливість добування 7 м<sup>3</sup> біогазу з розрахунку на 1 м<sup>3</sup> бродильної камери. Спеціалісти Німеччини вважають, що БГУ можуть бути рентабельними тільки тоді, коли добове виробництво біогазу з розрахунку на одну умовну голову худоби становить понад 1 м<sup>3</sup>. У вдосконалених БГУ вихід біогазу з розрахунку на одну умовну голову худоби становить 1,2—1,4 м<sup>3</sup>, а на 1 м<sup>3</sup> бродильної камери виробляється 2 м<sup>3</sup> біогазу. В ФРН кількість БГУ, які експлуатуються, перевищує 150. В інших країнах Європи кількість діючих БГУ становить орієнтовно: в Швейцарії 100, в Франції

60, у Великобританії 50. В Японії працює близько 10 БГУ. Потенціальні запаси гнойової біомаси в цій країні дають змогу на 18 % задовольнити потреби сільськогосподарського виробництва в енергії. Ґрунтовно підготовлена програма виробництва біогазу з успіхом реалізується в США. Розрахунки свідчать про те, що добутий з відходів сільськогосподарського виробництва біогаз, може задовольнити потреби цієї галузі в енергії. Розроблено проекти збудовано БГУ середніх розмірів (з об'ємом бродильних камер 100—190 м<sup>3</sup>), а також створено великі установки, які в змозі щодоби переробляти 500 і більше тонн гною з щодобовим виходом 43,2-73,0 тис. м<sup>3</sup> біогазу.

В СРСР здійснюються роботи з визначення оптимальних умов утилізації біомаси з метою створення рентабельної безвідходної технології. У виконанні їх беруть участь науково-дослідні, проектні установи і виробничі колективи АН СРСР, ВАСГНІЛ та ін.

При виробництві біогазу потрібна оптимізація співвідношення С : N. Цей параметр коригують внесенням в утилізовану біомасу відходів з високим вмістом азоту, наприклад, курячого посліду або гною свиней.

Інтенсивність метаногенезу залежить від величини рН гною. При використанні дезінфікуючих препаратів, засобів, виготовлених на основі лужних речовин, рН гною підвищується до 8,0-8,5. Є приклади, коли рН гною на свинарських комплексах було нижчим 7,0. При використанні в БГУ курячого посліду токсичність виникає внаслідок підвищеного вмісту в поживному середовищі аміаку. Оптимізації середовища досягають додаванням подрібненої біомаси з високим вмістом вуглецю. Кращою складовою для поліпшення співвідношення С : N є солома.

Оптимізація роботи БГУ включає і визначення джерел використання біогазу. Енергія біогазу може бути використана як для утилізації гною та задоволення потреб тваринницького комплексу, так і з іншою метою. Найефективнішим є використання біогазу для виробництва електроенергії. Тепло, яке утворюється в процесі трансформації енергії біогазу в електричну, використовують для підтримання температурного режиму в біореакторі, для підігрівання води та інших потреб. Найбільш рентабельною вважається заміна мазуту на біогаз, оскільки добута з біогазу енергія приблизно на 30 % дешевша. Діоксид вуглецю, що міститься в біогазі, доцільно використовувати як консервант кормів і для підвищення ефективності фотосинтезу в теплицях. Зменшення вмісту вуглецю в шламі супроводжується зміною співвідношення С : N у бік зменшення. Наявність калію і фосфору надає шламу властивостей високоякісного добрива, в якому поживні речовини містяться в доступній для рослин формі і співвідношенні. Внесення в ґрунт шламу, який не має специфічного запаху, доцільне і з екологічної точки зору [2].

Рідина після переробки також не має неприємного запаху. У цій рідині вміст органічних речовин на 80 % менший, а її біологічна потреба в кисні на 80 % нижча, ніж до анаеробної ферментації. За санітарно-гігієнічними показниками її можна спустити в каналізаційну мережу чи водоймища, хоч це суперечить ідеї безвідхідного виробництва. Рентабельність виробництва біогазу

підвищується, якщо цю рідину використовують як поживне середовище для вирощування гідробіонтів, які потім можна ввести в раціони сільськогосподарських тварин або використати їхню біомасу для виробництва біогазу. При цьому ще раз слід звернути увагу на великі втрати азоту при аеробному розкладанні біомаси. Так, з 37 кг азоту, що міститься в гної, після аеробної обробки його в ґрунт повертається лише 12-15 кг, тоді як при анаеробній ферментації в ґрунт надходить 36 кг (В. В. Алексеев, М.Я. Лямин, 1985).

Охорона навколишнього середовища, яку забезпечує технологія в результаті локалізації й перероблення небезпечної вторинної продукції, особливо гною та інших відходів сільськогосподарського та промислового виробництва, також сприяє одержанню прибутків від попередження негативного впливу рідких органічних відходів і необхідності сплати штрафів органам екологічного контролю. Крім того, набуває реальності можливість одержувати прибутки від продажу квот на викиди парникових газів, а це насамперед  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , які при розумному використанні спалюються або трансформуються в нешкідливі форми.

#### Отримання вітаміну $\text{B}_{12}$ .

Ще одним корисним продуктом технології може бути вітамін  $\text{B}_{12}$ , в основі виробництва якого лежить анаеробне метанове зброджування. Воно може бути відтворено на будь-якій органічній сировині, в тому числі і гною, що може розглядатися як сприятливе поживне середовище для метаногенів - продуцентів вітаміну [5].

Встановлено, що мезофільне зброджування ( $35-37^\circ\text{C}$ ) забезпечує ширші можливості для поліпшення виходу вітаміну в кількісному й якісному відношенні, але для цього необхідно застосовувати збагачувальні середовища. На натуральних відходах мезофільне зброджування відбувається досить повільно і без глибокого розкладання органічних речовин. Такі середовища доцільно переробляти в умовах термофільного процесу ( $53-55^\circ\text{C}$ ).

Комплексні наукові дослідження з технології виробництва протеїнових зелених концентратів як кормової добавки, що виробляється шляхом вологого фракціонування зеленої фітомаси люцерни й інших сіяних трав, показали, що в широкому спектрі одержуваних продуктів має місце і технологія анаеробного зброджування вторинних рідких відходів - коричневого соку, що забезпечує одержання енергії у вигляді біогазу, кормового вітаміну  $\text{B}_{12}$  і переробленого екологічно чистого рідкого добрива.

Вітамін  $\text{B}_{12}$  займає особливе місце серед всіх біологічно активних речовин, застосованих у тваринництві й медицині, що обумовлене різноманіттям його функцій. Цим пояснюється висока ефективність його застосування у тваринництві: підвищується приріст маси тварин на 10-15%; збільшується несучість курей; зміцнюється фізіологічний стан молодняка. Рослини не синтезують цей вітамін. В організмі людини і тварин він бере участь в процесах синтезу найважливіших амінокислот і білка, перенесення

метальних груп і утворенні червоних кров'яних тілець (еритроцитів). Тому цей вітамін називають ще кровотворним чинником.

Переробка гною з метою отримання органічної підстилки.

Для такою переробки закордонні фірми пропонують шнекові сепаратори в комплектах з сушильними шафами. Як, приклад FAN BRU (Німеччина).

Використання традиційних підстилкових матеріалів (пісок, деревна стружка, тирса, солома та ін.) має ряд недоліків: їх потрібно доставляти на ферму; не завжди є в наявності; вимагають додаткових витрат на придбання і зберігання; у них можуть бути присутніми невідомі бактерії; можуть містити зайву вологу; можуть бути травмонебезпечні для корів.

Використання традиційних матеріалів приводить до збільшення вмісту твердих частинок в гної; підвищеному зносу устаткування переробки; у результаті – до вищих витрат на переробку гною.

Звичайні гумові мати і матраци: відносно висока вартість; великі трудовитрати на обслуговування; необхідність покриття великих площ; вимагають постійної заміни.

Економічна вигода від використання твердих речовин гною як підстилка: не потрібно купувати матеріал для підстилки; підвищення комфорту і здоров'я корів; зменшення витрат; підвищення молочного виробництва; зниження витрат на переробку гною; не потрібне додаткове зберігання.

Вигода від органічного матеріалу для підстилки: рідна мікрофлора – здоров'я і комфорт корів; проста переробка і утилізація; екологічно нешкідлива; постійно в наявності; стабільна якість.

Всі вище розглянуті напрями використання органічних ресурсів дають змогу скласти модель оптимізації параметрів техніко-технологічного забезпечення виробництва.

*Висновки.* Розглянуті існуючі напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. А саме отримання органічних добрив, біогазу, органічної підстилки та вітаміну В<sub>12</sub>. Пропонується отримання за допомогою анаеробного зброджування натурального біодобрива, яке містить у великій кількості біологічно активні речовини, велику кількість мікроелементів.

*Література*

1. Скляр О.Г. Біотермічна твердофазна ферментація гною/ О.Г. Скляр, Р.В. Скляр // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – Вип. 8. – Т. 3. – С. 145-150.
2. Некрасов В. Микробиологическая анаэробная конверсия биомассы / В. Некрасов.– Алматы: Издательство «Эверо», 2005. –276с.
3. AT Information: Biogas, GTS project Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), 1996, Eshborn, Deutschland
4. BiogasWorks. - 2002. – Режим доступу: [www.biogasworks.com](http://www.biogasworks.com)
5. Павліченко В.М. Біометаногенез рідких середовищ і синтез вітаміну В<sub>12</sub> / Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві// Збірник наукових праць ІМТ НААН України. – Вип. 1 (5, 6). – Запоріжжя: ІМТ НААН, 2010. – С. 51 – 65.

## **НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

Скляр А.Г., Скляр Р.В.

### *Аннотация*

**Работа посвящена рассмотрению направлений использования органических ресурсов в животноводстве.**

## **DIRECTIONS OF THE USE OF ORGANIC RESOURCES ARE IN STOCK- RAISING**

A. Sklyar, R. Sklyar

### *Summary*

**Work is sacred to consideration of directions of the use of organic resources in a stock-raising.**