

Біоферментація відходів сільгосп підприємств за анаеробних умов

Анотація. Встановлено, що мезофільний режим, анаеробні умови та тривалий процес біоферментації розбавленого посліду курок-несучок не забезпечують одержання продуктів переробки, безпечних у санітарно-гігієнічному відношенні, що передбачає їх попередню обробку шляхом аеробно-термофільної стабілізації біомаси.

Ключові слова: гігієна, оцінка, продуктивність, підприємства, умови, утримання, біоферментація, відходи.

Гигиеническая оценка биоферментации отходов сельскохозяйственных предприятий за анаэробных условиях. А.С. ЯРЕМЧУК, доктор с.-х. наук, профессор.

Аннотация. Установлено, что мезофильный режим, анаэробные условия и длительный процесс биоферментации разбавленного помета кур-несушек не обеспечивают получения продуктов переработки, безопасных в санитарно - гигиеническом отношении, что предполагает их предварительную обработку путем аэробно-термофильной стабилизации биомассы.

Ключевые слова: гигиена, оценка, производительность, предприятия, условия, содержание, биоферментация, отходы.

Hygienic evaluation of food waste biofermentatsiyi agricultural enterprises in anaerobic conditions. O. YAREMCHUK, doctor of agricultural, professor.

Abstract. Established that the mode of mesophilic anaerobic conditions and lengthy process biofermentatsiyi diluted manure laying hens do not provide reception processed products, safe in the sanitary and hygienic attitude, providing them preliminary treatment by aerobic-thermophilic stabilization of biomass.

Key words: hygiene, score, performance, enterprise, conditions of detention, biofermentatsiya, waste.



О.ЯРЕМЧУК, докт с.-г. наук
Вінницький національний
аграрний університет

Розвиток галузі тваринництва тісно пов'язаний із запровадженням новітніх технологій виробництва продукції, що, крім

економічної вигоди, поглиблює екологічні проблеми, пов'язані із концентрацією поголів'я та накопиченням значної кількості екскрементів і технологічних стоків на обмежених територіях.

Накопичення екскрементів тварин та відходів підприємств з інтенсивними технологіями виробництва продукції тваринництва в багатьох випад-

ках переважає конверсійну здатність ґрунтів та води, забруднює повітря токсичними речовинами, мікроорганізмами, пилом, посилює екологічний тиск тваринницьких об'єктів на довкілля.

Використання для переробки рідкого гною та стоків тваринницьких комплексів і ферм традиційних технологій і способів, розроблених для очистки господарсько-побутових стоків та відходів підприємств харчової промисловості на основі біотехнологічних прийомів перетворення компонентів забруднень, не завжди забезпечує одержання продуктів, які б за санітарно-гігієнічними показниками відповідали встановленим вимогам [2].

Дослідження встановлено, що ефективність переробки гнойових стоків при застосуванні біотехнологічних методів перетворення органічної речовини (ОР) забруднень залежить від хімічного складу, фізико-механічних властивостей відходів, що визначають кінетику та стехіометрію процесу біоферментації. Однак, не зважаючи на значну кількість робіт з вивчення хімічного складу і властивостей гною і гнойових стоків, теоретичні аспекти застосування біотехнологій утилізації відходів підприємств за інтенсивних технологій виробництва продукції тваринництва та шляхів їх вдосконалення в умовах закритих зооекосистем вивчено недостатньо, що стримує розробку нових і вдосконалення існуючих технологій переробки відходів, одержання продуктів, які б відповідали санітарно-гігієнічним вимогам.

Відбір середніх проб екскрементів, гнойових стоків та продуктів їх переробки здійснювали за рекомендаціями А.І. Терещука (1988). Вміст сухої речовини (СР), вологості та сирі золи (СЗ) в екскрементах тварин, гної, гнойових стоках та кормах перевіряли за загальноприйнятими методами.

У стоках визначали загальне мікробне число і загальну кількість анаеробів активного мулу, колітитр та титр ентерокока, кількість амоніфікуючих, целюлозоруйнуючих, анаеробних, уролітичних, амілолітичних і маслянокислих мікроорганізмів, нітріфікаторів I і II фаз і актиноміцетів, використовуючи відповідні середовища. Чисельність мікроорганізмів у пробах контролювали на рідких середовищах за таблицями Мак-Креді, а на твердих – підрахунком колоній у чашках Петрі. Кількість анаеробів і загальне мікробне число стоків розраховували після інкубації проб за температури 27 °С на середовищі Вільсон-Блера.

Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel, використовуючи критерій вірогідності Стьюдента (Плохинський М.О., 1969).

Результати досліджень показали, що максимальна глибина збродження ОР відходів за

анаеробних умов для різних видів органічних компонентів змінюється і становить для СП – 54 – 60 , а для СЖ – 45 – 90 %. При цьому найвищий ступінь деструкції ОР забруднень відходів спостерігається на початку процесу за високого вмісту у біомасі дрібнодисперсних часток, після вичерпання яких цей процес визначається швидкістю гідролізу складніших органічних сполук.

Так, ступінь деструкції ОР рідкого гною підприємства з виробництва молока при швидкості завантаження метантенка $D = 0,2$ та $0,1$ діб⁻¹ (5 та 10 діб) зростає з 20,0 до 26,6 %, а питомий вихід біогазу – з 0,55 до 0,65 м³/кг збродженої біомаси. Із зменшенням швидкості завантаження біоферментера $D = 0,07$ та $0,05$ діб⁻¹ (15 та 20 діб) ступінь деструкції ОР підвищувався до 30,0 і 35,0 %, а питомий вихід біогазу – відповідно до 0,7 і 0,89 м³/кг збродженої сировини. Подальше збільшення терміну біоферментації до 25 і 30 діб лише незначною мірою сприяло зростанню ступеня деструкції ОР і корелювало із питомим виходом біогазу.

В умовах проточного режиму за швидкості завантаження біоферментера сировиною $D = 0,1$ діб⁻¹ вміст ОР у збродженій біомасі, порівняно з нативною, знизився на 12,4 %, а сирі золи зріс на 6,8%.

Подібні за характером зміни хімічного складу збродженого продукту зареєстровано і при швидкості завантаження біоферментера $D = 0,05$ діб⁻¹.

Іншими дослідженнями встановлено, що підвищення температури суміші в біоферментері з 22 до 52 °С знижує у 6,5 – 7,0 раза термін виходу установки на оптимальний режим, збільшує ступінь деструкції ОР з 8,4 до 61,8 %, тобто у 7,4 раза, та сприяє підвищенню частки метану в біогазі з 24,0 до 71,4 %.

Кількість кислотоутворюючих бактерій у біомасі за мезофільного режиму і анаеробних умов зростає на два порядки, а спороутворюючих – не змінюється. При цьому целюлозоруйнуючі аероби зникають повністю, а кількість анаеробів значно збільшується. За термофільного режиму кількість кислотоутворюючих бактерій у біомасі знижується з 10^6 до 10^3 мікробних тіл в 1 г, спороутворюючих і протеолітичних – з 10^5 до 10^3 , а гриби, в тому числі дріжджі і актиноміцети, зникають зовсім.

При цьому важливим є те, що бактерії групи кишкової палички у досліджуваних зразках рідкого гною після біоферментації за термофільного режиму практично відсутні, проте за мезофільного режиму вони трапляються, хоч і в незначній кількості. Максимальне знезараження рідкого гною за термофільного режиму відбувається за температури 52 °С і тривалості процесу 10 діб, що відповідає швидкості розбавлення $D = 0,1$ діб⁻¹.

Характеристика одержаних продуктів перероб-

**Питомий вихід та склад біогазу
із гнойових стоків свиногомплексу
за різної температури, $M \pm m$, $n=4$**

Температура, °С	Показники		
	Вихід на оптимальний режим, діб	Питомий вихід біогазу, м ³ /кг ОР	Склад біогазу, % CO ₂ /CH ₄
15	-		83,30±0,60
		0,4	16,70±0,60
22	21 – 26		52,81±4,32
		5,6	47,19±4,32
27	15 – 18		51,88±8,88
		9,9	48,12±8,88
32	8 – 9		43,46±3,43
		14,2	56,54±3,43
52	3 – 4		28,60±2,51
		21,4	71,40±2,51

ки рідкого гною показала, що за термофільного режиму і анаеробних умов вдається одержати безпечні в санітарно-гігієнічному відношенні органічні добрива з високим вмістом небілкового азоту.

На основі виконаних досліджень було зроблено висновок, що при переробці рідкого гною молочної ферми за анаеробних умов найбільш оптимальним є поєднання в один технологічний процес аеробно-термофільної біоферментації ОР на першій стадії (кислотогенна фаза) і анаеробно-мезофільної – на другій (фаза метаногенезу). Так, попередня аеробно-термофільна стабілізація біомаси в процесі біоферментації рідкого гною свиногомплексу за анаеробних умов поглиблює деструкцію ОР, збільшує вихід продуктів кислотогенної фази (ЛЖК), забезпечує значне підвищен-

ня температури суміші, що сприяє знезараженню, а також одержанню органічних добрив, безпечних з точки зору ветеринарно-санітарних вимог.

За мезофільного режиму і анаеробних умов деструкція забруднень гнойових стоків свиногомплексу зростає із підвищенням температури біомаси до 27 °С, на що вказує зниження вмісту АСР в одержаних продуктах на 34 %, підвищення вмісту сирової золи на 3,9 % за сталих значень показника вологості. З підвищенням температури біомаси до 32 °С її вологість зростає на 4,8 %, вміст сирової золи – на 2,6 %, а рівень АСР та ОР в ній знизився в 1,7 і 2,6 рази порівняно з нативними відходами. Підвищення температури біомаси до 52 °С, порівняно з нативним рідким гноем, збільшувало її вологість на 6,2 %, вміст золи – на 6,3 %, але знижувало кількість ОР в 2,6 рази та АСР – в 2,4 рази.

У процесі збродження рідкого гною свиногомплексу за температури 15 °С, порівняно з вихідним рівнем, вміст ЛЖК в біомасі зріс майже в 3 рази, за температури 22 °С – в 1,9 рази, за 27 °С – в 1,8 рази, за 32 °С – в 1,6 рази, а за 52 °С – практично не змінювався.

Одержані дані щодо вмісту ЛЖК в біомасі корелювали із питомим виходом біогазу. З підвищенням температури суміші з 15 до 32 °С, тобто на кожні 5 °С при ферментації рідкого гною свиногомплексу за анаеробних умов питомий вихід біогазу змінювався і за температури 52 °С становив 21,4 м³/кг ОР, що в 53,5 рази вище, ніж за 15 °С (табл.).

Найвищий вміст метану в газовій суміші зареєстровано за температури 52 °С. Вихід процесу біоферментації на оптимальний режим за анаеробних умов залежав від температури біомаси і за 15 °С становив 21 – 26 діб, за мезофільного режиму – 8 – 9 діб, тоді як за термофільного всього 3 – 4 доби. Одержані експериментальні дані повністю узгоджуються з результатами попередніх досліджень з вивчення впливу температури біомаси на процес деструкції ОР відходів підприємств з виробництва молока, а зроблені висновки – з подальшими дослідженнями.

Показано, що за анаеробних умов найвища інтенсивність процесу збродження розбавленого посліду курок-несучок спостерігається в перші 6 – 7 діб. На це вказує значне зниженням вмісту ОР у біомасі в процесі ферментації на першу – четверту добу, а потім з 14-ї до 35-ї доби, але не в такій мірі як у перші 9 – 11 діб. З 35 до 65-ї доби вміст ОР у біомасі практично не змінювався.

Ступінь деструкції ОР розбавленого посліду курок-несучок за анаеробних умов також залежала від тривалості процесу біоферментації. Найбільша кількість збродженої ОР посліду вияв-

лена протягом перших 4 діб, потім вона дещо знижувалась і поступово підвищувалась на 7-му та особливо на 9-ту і 14-ту добу анаеробного збродження. У подальшому з 14-ї до 60-ї доби інтенсивність збродження ОР значно зменшувалась.

У процесі анаеробного збродження ОР розбавленого посліду курок-несучок вміст вологи біомаси корелює із підвищенням вмісту золи в суміші. При цьому зміни вмісту вуглеводів, сирого протеїну і сирого жиру були аналогічними до ОР біомаси. У прямій залежності від вмісту ОР та її складових у розбавленому посліді курок-несучок у процесі анаеробного збродження знаходився і вміст ЛЖК та вихід біогазу. Встановлено, що найвища інтенсивність утворення ЛЖК у процесі анаеробного збродження посліду курок-несучок спостерігається в перші 3 – 4 доби. В наступні 2 – 3 доби вміст ЛЖК в біомасі стабілізується, а надалі значно знижується.

Отже, за анаеробних умов ЛЖК найбільш інтенсивно утворюються при збродженні посліду в перші 2 – 3 доби, а розщеплення ОР – у перші 5 – 6 діб з початку процесу біоферментації. Однак, для повного завершення розпаду ОР посліду необхідно близько 20 діб, за яких ступінь її деструкції досягає 57 % від вихідного рівня, а зброджена біомаса втрачає неприємний запах, набуває темно-сірого кольору та добре розділяється на фракції. Збродження посліду дає змогу одержати близько 1,2 л біогазу з 1 г ОР, який містить 64 % метану і 36 % вуглекислого газу.

Однак, за мезофільного режиму анаеробного збродження розбавленого посліду не вдається

одержати продукти переробки, повністю звільнені від кишкової палички, не зважаючи на те, що ЗМЧ біомаси на 9-ту добу збродження знижується на 17 % та залишається на цьому ж рівні до кінця процесу. Не змінювалась у процесі анаеробної біоферментації посліду і чисельність бактерій групи кишкової палички, які є показником санітарного стану суміші, а кількість анаеробних бактерій, навпаки зростала з $11 \cdot 10^2$ до $13 \cdot 10^4$ мікробних клітин на л.

Отже, мезофільний режим, анаеробні умови та тривалий процес біоферментації розбавленого посліду курок-несучок не забезпечують одержання продуктів переробки, безпечних у санітарно-гігієнічному відношенні, що передбачає їх попередню обробку шляхом аеробно-термофільної стабілізації біомаси.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Кудлай І.М.** Обґрунтування та розробка біотехнологічного комплексу з виробництва молока. / *І.М. Кудлай, М.М. Луценко // Збірник наукових праць Укр. НДПВТ ім. Л.Погорілого. – 2010. – Вип. 1. (3, 4).. – С. 17-25.*
2. **Іванова О.В., Захаренко М.О.** Санітарно-гігієнічна оцінка стоків свинарських підприємств. / *Ветеринарна біотехнологія. 2010, - №17. - С. 82-87.*
3. **Плохинский Н.А.** *Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, - 1969. – 255 с.*

