

Хімічний склад посліду курей-несучок та особливості його біоферментації за анаеробних умов

О.С. ЯРЕМЧУК, кандидат сільськогосподарських наук, професор, Вінницький національний аграрний університет

М.О. ЗАХАРЕНКО, доктор біологічних наук, професор

І.М. КУРБАТОВА, кандидат біологічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Досліджено хімічний склад посліду курей-несучок промислового стада та особливості його біоферментації за анаеробних умов. Встановлено, що інтенсивність процесу анаеробної біоферментації посліду курей-несучок залежить від об'ємного завантаження ферментера, змінюється в динаміці і визначається значною мірою вмістом органічної речовини в сировині.

Послід, хімічний склад, анаеробна біоферментація, метаногенез

Інтенсивні технології виробництва продукції птахівництва, особливо харчових яєць, базуються на використанні сучасних кросів птиці з високою несучістю та здатністю ефективно використовувати поживні речовини корму. Одним із важливих питань, які досить часто виникають у процесі виробничої діяльності таких підприємств, є утворення значної кількості посліду. Завдяки підвищеному вмісту органічної речовини, послід курей-несучок може бути не тільки цінним органічним добривом, але й сировиною для біогазових установок. Ефективність роботи даних установок, крім ряду фізичних параметрів, залежить також і від хімічного складу та властивостей сировини, яка використовується в процесах анаеробної біоферментації [1, 2, 3].

Що ж стосується перебігу цих процесів та їх залежності від хімічного складу посліду курей-несучок, то дані питання вивчено в недостатній мірі, що стримує пошуки оптимальних шляхів удосконалення роботи біогазових установок.

Мета роботи – дослідити хімічний склад та вивчити особливості анаеробної біоферментації посліду курей-несучок за різної вологості сировини та тривалості процесу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведені в науково-дослідній лабораторії

кафедри гігієни тварин ім. А.К.Скороходька НУБіП України впродовж 2009-2011 рр. Для дослідів використовували послід курей-несучок промислового стада, відібраного на птахопідприємстві, що спеціалізується на виробництві харчових яєць. Відбір зразків посліду курей-несучок здійснювали загальноприйнятим способом [4].

Відібрані зразки посліду поміщали в герметичну тару, охолоджували та використовували для досліджень. Хімічний склад посліду, а саме: вологість, вміст сухої та органічної речовини, сирого протеїну, жиру та вуглеводів, а також золи визначали за загальноприйнятими методами [4].

Вплив вологості посліду і ступеня завантаження ферментера на процеси анаеробної біоферментації органічної речовини біомаси вивчали у лабораторному скляному ферментері об'ємом 3,0 л. Ферментер завантажували сировиною (розбавлений водою послід), створювали анаеробні умови та підтримували температуру на рівні 32 °С. Проби біомаси із ферментера відбирали за допомогою спеціального патрубка через певні проміжки часу. Біогаз, утворений в результаті ферментації, надходив через повітряні патрубки у газгольдер, об'єм якого становив 5 л.

Послід, перед завантаженням у ферментер просіювали через спеціальне сито з отворами ді-

аметром 3,0 мм. Після чого його розбавляли водою до вологості 88; 91 і 94%. З метою прискорення процесу до розбавленого посліду додавали попередньо заброджений осад у кількості 10% від об'єму біоферментера. Свіжий послід вносили у ферментер щодоби одноразово в оптимальній дозі, попередньо видаливши такий же об'єм забродженої біомаси.

Добовий вихід біогазу визначали об'ємним методом, а вміст метану і вуглекислого газу – за допомогою газового хроматографа. Ефективність роботи ферментера визначали за кількістю газу, утвореного в процесі біоферментації посліду.

Одержані результати оброблено статистично [5] з використанням програмного забезпечення в М. Excel.

Результати досліджень. Нині практично відсутні дані щодо впливу вологості вихідного продукту на процес біоферментації відходів птахівництва. Це обумовлено тим, що послід курей-несучок на відміну від побутових і промислових стічних вод, які мають майже однакову вологість з коливаннями її значень 97-98%, характеризується значно вищими показниками вмісту сухої речовини.

Встановлено, що вологість нативного посліду курей-несучок становить 67,9 – 78,8%, що не є оптимальним для забезпе-

1. Хімічний склад посліду курей-несучок за різної вологості, % ($M \pm m$, $n = 4-6$)

Показник	Вологість, %			
	нативний послід	розбавлений послід		
	72,2	88,0	91,0	94,0
Суха речовина	27,8 ± 3,18	11,57 ± 0,21*	8,82 ± 0,25*	5,62 ± 0,34*
Зола	20,1 ± 2,1	19,87 ± 2,01	17,79 ± 1,91	17,51 ± 1,11
Органічна речовина	79,9 ± 2,1	80,13 ± 2,01	82,21 ± 1,91	82,49 ± 1,11
Сирий протеїн	26,58 ± 6,52	22,55 ± 5,28*	21,39 ± 1,98*	20,69 ± 1,86*
Сира клітковина	14,89 ± 2,01	12,3 ± 1,68	11,6 ± 1,54	10,4 ± 0,91
Сирий жир	4,8 ± 1,81	3,4 ± 0,67	3,7 ± 0,07	3,55 ± 0,4
ЛЖК	–	0,78 ± 0,16	0,71 ± 0,16	0,55 ± 0,26
Вуглець	–	4,02 ± 0,26	3,06 ± 0,26	1,97 ± 0,19
Щільність, г/см ³	1,12 ± 0,02	1,067 ± 0,02	1,052 ± 0,04	1,021 ± 0,02

Примітка: * – $P < 0,05$, різниця вірогідна порівняно з даними нативного посліду.

чення перебігу реакцій розщеплення органічної речовини в біогазових установках. Цей факт істотно впливає, передусім, на перебіг процесу біоферментації. Вплив розбавлення нативного посліду курей-несучок водою на його хімічний склад наведено в таблиці 1.

Розбавлення посліду курей-несучок водою до вологості 88% порівняно з нативною сировиною, знижувало вміст сухої речовини на 16,2%, сирого протеїну – на 4,03%, а зміни вмісту органічної речовини, сирого жиру, сирі клітковини, золи та вуглецю із розрахунку на суху речовину не перевищували 2,0% (табл. 1).

Підвищення вологості посліду курей-несучок до 91% ще в більшій мірі вплинуло на вміст сухої речовини у даній біомасі, значення якої порівняно з подібними даними за вологості 88%, знизилось на 2,78% за сталих значень рівня органічної речовини, сирого жиру, протеїну, золи та ЛЖК.

Ще більше знизився вміст сухої речовини в посліді курей-несучок при його розбавленні водою до 94%. За цих умов загальна кількість сухої речовини в біомасі посліду знизилась відповідно на 22,2%, 5,9 і 3,2% порівняно з подібними даними нативного посліду та його розбавленні водою до вологості 88 чи 91% (див. табл. 1). Подібний характер змін зареєстровано при розбавленні посліду водою і щодо вмісту сирого протеїну, значення якого знизилось до рівня 20,69% із розрахунку на суху речовину.

Менше всього розбавлення посліду водою впливало на вміст сирі клітковини, золи та органічної речовини, рівень яких при вологості посліду 91% і 94% залишився в межах величин, характерних для нативної сировини із розрахунку на суху речовину. Отже, розбавлення посліду курей-несучок водою до оптимальних значень у незначній мірі впливає на вміст основних органічних речовин у розрахунку на суху речовину, змінюючи значення останньої відповідно кількості доданої рідини. Це підтверджено зниженням щіль-

ності розбавленого посліду до 1,021 проти значення 1,12 г/см³ нативного посліду.

Дослідження процесу біоферментації посліду курей-несучок з різною вологістю в безперервному режимі проведені впродовж 2-х місяців після виходу процесу на стабільний режим роботи свідчать, що найбільш оптимальною для процесу анаеробної біоферментації є вологість біомаси 88,0%. Визначення оптимальної дози завантаження біомаси на одиницю об'єму реактора за сухою органічною речовиною, кількість якої змінювали в межах 1,5-2,5 кг/м³ за добу, свідчить, що найбільш ефективною є вміст 1,5 кг органічної речовини на 1 м³ ємності метантенка на добу.

В окремих випадках дози завантаження ферментера, які були збільшені до рівня 4 і 5 кг органічної речовини на м³ об'єму метантенка за добу також виявились ефективними. Дослідження впливу дози завантаження біо-

ферментера органічною речовиною в межах 1,5-5 кг/м³ за добу свідчить, що така їх кількість за знайденої вологості вихідного посліду відповідає об'ємним дозам завантаження 1,65-8,3%.

Одержані результати також вказують, що процеси біоферментації органічної речовини за вологості суміші 88,91% протікали достатньо стабільно, про що свідчить середній вихід біогазу із ферментерів, що пов'язано з різною дозою завантаження (табл. 2-4). При цьому слід відмітити, що коливання виходу біогазу від його середньодобового об'єму не перевищують 10-12%.

Встановлено, що питомий вихід біогазу з 1 м³ ємності ферментера коливався в межах 0,7-1,2 м³ добу, збільшуючись пропорційно дозі завантаження за органічною речовиною. Питомий вихід біогазу з ферментера, віднесений до одиниці завантаженої органічної речовини, зворотнопропорційний об'ємній дозі завантаження.

2. Ефективність процесу анаеробної біоферментації посліду курей-несучок за різного завантаження ферментера (вологість посліду 88 %), л біогазу за добу ($M \pm m$, $n = 10$)

Період, діб	Об'ємне завантаження, %		
	2,5	2,1	1,6
10	1,99 ± 0,05	1,77 ± 0,03*	1,37 ± 0,03*
20	2,13 ± 0,04	1,88 ± 0,08*	1,47 ± 0,04*
30	2,17 ± 0,04	1,68 ± 0,02*	1,33 ± 0,05*
40	2,02 ± 0,01	1,78 ± 0,03*	1,41 ± 0,02*
50	2,15 ± 0,07	1,86 ± 0,01*	1,58 ± 0,02*
60	2,13 ± 0,02	1,98 ± 0,02*	1,43 ± 0,01*
В середньому	2,09 ± 0,03	1,83 ± 0,03*	1,43 ± 0,04*

Примітка: * – вірогідна різниця ($P \leq 0,05$) порівняно з об'ємним завантаженням ферментера 2,5 %.

3. Ефективність процесу анаеробної біоферментації посліду курей-несучок за різного завантаження ферментера (вологість посліду 91 %), л біогазу за добу ($M \pm m$, $n = 10$)

Період, діб	Об'ємне завантаження, %		
	3,3	2,8	2,2
10	1,99 ± 0,05	1,66 ± 0,06*	1,38 ± 0,05*
20	2,19 ± 0,03	1,76 ± 0,06*	1,48 ± 0,03*
30	1,96 ± 0,04	1,53 ± 0,07*	1,34 ± 0,02*
40	2,07 ± 0,05	1,67 ± 0,08*	1,42 ± 0,04*
50	2,2 ± 0,04	1,78 ± 0,06*	1,53 ± 0,03*
60	2,23 ± 0,03	1,92 ± 0,03*	1,65 ± 0,04*
В середньому	2,1 ± 0,03	1,72 ± 0,06*	1,46 ± 0,05*

Примітка: * – вірогідна різниця ($P \leq 0,05$) порівняно з об'ємним завантаженням ферментера 3,3 %.

Із збільшенням дози об'ємного завантаження ферментера зменшується і ступінь деструкції органічної речовини. При постійній дозі завантаження ферментера органічною речовиною ступінь її деструкції змінюється відповідно до вологості вихідного посліду.

Так, збільшення вологості біомаси з 88% до 91% і навіть до

94% призводить до зниження ступеня деструкції органічної речовини відповідно на – 47%, 42,8%, 40,31%. Дослідженнями також встановлено, що питомий вихід біогазу із біомаси ферментера за її вологості 88% протягом шести декад, після виходу процесу на стабільний режим за об'ємного завантаження 2,5%

практично не відрізнявся від аналогічних показників за об'ємного завантаження 2,1 чи 1,6% (табл. 2). Однак, із зменшенням об'ємного завантаження реактора з 2,5 до 2,1% питомий вихід біогазу у всі періоди дослідження знижувався в середньому на 12,4% (див. табл. 2).

Подібні за напрямом зміни зареєстровані і при вивченні виділення біогазу із ферментера при його об'ємному завантаженні біомасою на рівні 2,1%. Порівняно з виходом біогазу за об'ємного завантаження ферментера 2,5% цей показник за перші 10 діб при завантаженні 1,6% знизився на 31,1%, за 20 діб – на 30,9, за 30 діб – на 39,4, за 40 діб на 30, за 50 – на 26,5, за 60 – на 32,9%, а в середньому за увесь період – на 31,6%. Знизився вихід біогазу із ферментера при його об'ємному завантаженні на рівні 1,6% у середньому на 21,8% порівняно з подібними даними при завантаженні ферментера в межах 2,1%. Причому, аналогічна закономірність, щодо зменшення виходу біогазу із зменшенням об'ємного завантаження реактора спостерігалась впродовж усього періоду досліджень, тобто протягом 60-и діб.

Зниження об'ємів виділеного біогазу із ферментера зареєстровано і за вологості біомаси (розведеного водою посліду) 91% (табл. 3).

Так, як і встановлено попередніми дослідженнями, вихід біогазу із реактора впродовж 60-и діб за вологості посліду курей-несучок 91%, не змінювався. Однак, цей показник, у значній мірі залежав від об'ємного завантаження біореактора. Так, із зниженням цього основного параметра інтенсивності процесу біоферментації з 3,3 до 2,8% вихід біогазу за перші десять діб зменшився на 16,6, за двадцять – на 19,6, за 30 – на 21,9, за 40 – на 19,3, за 50 – на 19,1, за 60 на 13,9% і в середньому за увесь період – на 18,1% (див. табл. 3)

При об'ємному завантаженні реактора на рівні 2,2% вихід біога-

зу знизився за весь період у середньому на 30,5% порівняно з подібними даними за об'ємного завантаження 3,3%.

Особливого практичного інтересу набувають дані щодо виходу біогазу із ферментера при підвищенні вологості посліду до 94% і за об'ємного завантаження 5,0, 4,1 і 3,3%. Дослідженнями встановлено, що не дивлячись на значну різницю за показником об'ємного завантаження реактора та його абсолютними значеннями навіть за різної вологості посліду, вірогідної різниці за виходом біогазу впродовж 60-и діб перебігу процесу біоферментації не встановлено (див. табл. 2-4).

Як і в досліді, вихід біогазу із ферментера за вологості посліду 94% при зменшенні об'ємного завантаження з 5,0 до 4,1% знизився в середньому на 16,1%, а з 5,0 до 3,3% - на 28,1%. Одержані дані відтворюють аналогічний характер змін виходу біогазу із ферментера і за окремі проміжки процесу біоферментації, тобто протягом 60-и діб досліді.

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що інтенсивність анаеробної біоферментації посліду курей-несучок у значній мірі залежить від об'ємного завантаження реактора, у меншій мірі змінюється в ході перебігу процесу, не залежить від вологості біомаси, а визначається вмістом органічної речовини в ферментаційній суміші.

Висновки

1. Дослідженнями встановлено, що зміни у вмісті і ступені деструкції таких компонентів посліду, як клітковина, жироподібні речовини та білки ідентичні змінам показників сухої беззольної речовини і тісно пов'язані із загальними закономірностями деструкції органічних компонентів посліду.

2. Біоферментація посліду за анаеробних умов не гальмується концентрацією субстрату за вологості 88-94%, а вихід біогазу, ступінь деструкції органічної речовини залежать від швидкос-

4. Ефективність процесу анаеробної біоферментації посліду курей-несучок за різного завантаження ферментера (вологість посліду 94 %), л біогазу за добу (M ± m, n = 10)

Період, діб	Об'ємне завантаження, %		
	5,0	4,1	3,3
10	1,86 ± 0,08	1,56 ± 0,07*	1,35 ± 0,05*
20	2,03 ± 0,05	1,67 ± 0,02*	1,46 ± 0,04*
30	1,75 ± 0,06	1,51 ± 0,02*	1,28 ± 0,04*
40	2,05 ± 0,03	1,75 ± 0,01*	1,41 ± 0,03*
50	2,14 ± 0,05	1,72 ± 0,02*	1,49 ± 0,04*
60	2,04 ± 0,02	1,83 ± 0,03*	1,59 ± 0,02*
У середньому	1,99 ± 0,06	1,67 ± 0,03*	1,43 ± 0,05*

Примітка: * – P ≤ 0,05 різниця вірогідна порівняно з об'ємним завантаженням ферментера 5,0 %.

ті розбавлення біомаси за твердою речовиною (часом перебування органічної речовини у ферментері).

Изучен химический состав помета кур-несушек промышленного стада и особенности его биоферментации в анаэробных условиях. Показано, что интенсивность процесса анаэробной ферментации помета кур-несушек зависит от объемной загрузки ферментера, изменяется в динамике и определяется, в значительной степени, содержанием органического вещества в исходном сырье.

Помет, химический состав, анаэробная биоферментация, метаногенез

The chemical compound of a dung of hens of industrial herd and feature of its biofermentation in anaerobic conditions is studied. It is shown that intensity of anaerobic process dung filtrations of hens depends volume loading enzymer, changes in dynamics and is defined, substantially, by the maintenance

of organic substance in initial raw materials.

Dung, chemical compound, anaerobic biofermentation, methanogenesis

Література

1. Хабибулин Р.Э. Технологические аспекты переработки отходов птицеводства / Р.Э.Хабибулин, Н.И.Крылова, Р.П. Наумова // Биотехнология. – 1995. – №1-2. – С. 43-46.
2. Козирь В.С. Биогаз – джерело альтернативної енергії / В.С.Козирь, С.Ю.Рубан, О.В.Сокрут та ін. – Дніпропетровськ: Деліта, 2009. – 133 с.
3. Дурдыбаев С.Д. Утилизация отходов животноводства и птицеводства / С.Д.Дурдыбаев, В.С. Данилишина, В.П.Рязанцев. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 53 с.
4. Практикум по агрохимии / Б.А.Ягодин, И.П.Дерюгин, Ю.П.Жупов и др./ под редакцией Б.А.Ягодина. – М.: – Агропромиздат, 1987. – 512 с.
5. Плохинский Н.А.Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос. – 1969. – 255 с.