

О.И. Зайцев, С.Т. Шебанова, М.Ю. Чернов ; под ред. проф. В.И. Чуешова. – Х: МТК-Книга; Изд-во НФАУ, 2002. – 560 с.

6. Уголев Б.Н. Древисиноведение и лесное товароведение : учебное пособие для техникумов / Б.Н. Уголев. – М: Издательский центр "Академия", 2006. – 272 с.

Проанализированы существующие методики конструктивно-технологического расчета молотковой дробилки и проведено их усовершенствование относительно измельчения биомассы для линий производства гранулированного биотоплива.

Молотковая дробилка, плотность материала, критическая линейная скорость ротора, диаметр ротора, длина ротора.

The existent methods of structural-technological calculation of hammer crusher are analysed and their improvement is conducted in relation to growing of biomasses shallow for the lines of production of granular biopropellant.

Hammer crusher, closeness of material, stalling linear speed of rotor, diameter of rotor, length of rotor.

УДК 636:631.223.018:568.264

СКЛАД РОЗЧИНІВ ГНОЙОВИХ СТОКІВ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ПІД ЧАС АНАЕРОБНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ В БІОРЕАКТОРАХ

***М.С. Коханенко, В.В. Михалевич, інженери
Інститут технічної теплофізики НАН України***

Описано технологію переробки розчинів гною великої рогатої худоби на біогазовій станції в с. В.Крупіль «Української молочної компанії». Показано, що ефективна робота біореакторів відбувається при регламенті технологічного параметра та сталому лужному режимі, який треба ретельно підтримувати.

Органіка, ферментація, переброджений розчин, біореактор.

Постановка проблеми. Агропромисловий комплекс (АПК) в Україні сьогодні – це один із небагатьох секторів, який в нинішніх умовах розвивається. [1] Тваринництво, як одна із галузей АПК, теж стабільно розвивається. А отже виникає питання з утилізацією органічних відходів. Утилізація органічних відходів призводить до значної економії цінної енергетичної сировини, так як продукти, які

© М.С. Коханенко, В.В. Михалевич, 2014

отримують в результаті цього процесу, біогаз і напіврідка маса, являють собою велику цінність як газоподібне паливо і органічне добриво. [3, 5] Комплексною переробкою гною та органічних відходів тваринництва займаються лише деякі господарства. Існують різні технології переробки органічних відходів АПК [4] .

Аналіз останніх досліджень. В Україні вперше на діючій біогазовій станції велись постійні дослідження та аналіз отриманих даних.

Мета досліджень – постійний контроль переробки органічних розчинів під час анаеробної ферментації. На основі отриманих даних оптимізувати процес переробки.

Результати досліджень. Як відомо, органічні відходи сільськогосподарського виробництва, особливо з підвищеною вологістю, наприклад відходи тваринництва, є сприятливим середовищем для життєдіяльності різних видів мікроорганізмів.

Дослідами на біогазовій установці ферми «Папардес» було доведено, що в гнойових стоках одразу після дефікації проходить інтенсивний мікробіологічний процес, змінюється склад та якісні характеристики гнойових стоків, а їх свіжість впливає на продукцію біогазу.

В інституті теплофізики довгий час проводились дослідження по вивченню органічних відходів сільськогосподарського виробництва. Працюючи з гнойовими стоками великої рогатої худоби (далі – ВРХ) (с. В. Крупіль, «Українська молочна компанія»), нас цікавило, як змінюється склад та якість стоків та перебродженого розчину під дією анаеробних мікроорганізмів під час ферментації.

При розкладі органічних речовин збільшується кислотність та змінюється рН середовища. Відомо, що від зміни кислотності розчину залежить значення продукції біогазу та вміст в ньому метану.

На біогазовій станції (с. В. Крупіль) гній прибирають три рази на добу, коли корови йдуть доїтися. З насосної станції гнойові стоки зразу ж передаються до ємності попереднього утримання, а з неї до ферментаторів на переробку. Для аналізу відбираються проби з двох насосних, ємності попереднього утримання та зливних патрубків трьох ферментаторів.

В процесі анаеробного зброджування виділяють кислу і лужну (метанову) фази. Під час кислої фази значення рН знижується завдяки утворенню летючих кислот. Це зниження компенсується розщепленням летючих кислот метаноутворюючими бактеріями та відповідним продукуванням бікарбонатів.

В біореакторах при нормальному ході процесу всі групи мікроорганізмів діють згуртовано. Всі проміжні продукти розпаду

однієї стадії переробляються бактеріями другої стадії. Життєдіяльність різних груп бактерій обох фаз проходить енергійно та погоджено. При будь – яких порушеннях процесу – різкої зміни температури, перевантаження біореактора, наявності інгібіторів та інших причин, порушується діяльність метанових бактерій, найбільш чутливих до зміни середовища. В таких випадках в біореакторі збільшується кількість продуктів кислої фази, змінюється рН.

В дослідженнях, проведених до 1960 року, було показано, що оптимальні значення рН для метаноутворюючих бактерій знаходяться в межах 6,4 – 7,5 і що ці бактерії дуже чутливі до змін даного показника.

В лабораторії «Огре» проводили переробку різної сировини в анаеробних умовах. За допомогою стандартних методів дослідження аналізували склад початкової та перебродженої сировини, виходу біогазу. В табл. 1 наведені дані досліджень щодо гною ВРХ.

1. Фізичні показники досліджень при анаеробній переробці гною ВРХ в лабораторії «Огре».

рН		Кількість сухих органічних речовин (СОР), г		Летючі жирні кислоти, мг/л		Продукція метану СН ₄ , л/год СОР	Деструкція розкладу СОР, %	Час переробки (бродіння),
до загр.	після загр.	до загр.	після загр.	до загр.	після загр.			
7,6	7,9	80,8	58,7	2095,9	339,2	27,3	27,3	16

Так, як ми працюємо з біореакторами, де їх вихід на сталий технологічний режим відбувся та іде підтримка їх роботи в оптимальному режимі, а в середовищі, що ферментується, утворилася така асоціація близьких до оптимальної кількості та співвідношенню різних груп бактерій, які адаптувалися до цих умов переробки (стала температура 38°С, загрузка свіжої сировини о 8^й, 16^й та 24^й годині по 30 м³, циклічна робота мішалок, тощо) дозволяє очікувати вихід біогазу в межах 66,14 м³/добу та виробити до ~12 МВт/добу електроенергії та відповідну кількість теплоти.

Нас цікавило, як змінюється значення рН на протязі доби після загрузок свіжої сировини в ферментатори та добові значення.

В табл. 2 наведені середні значення рН з насосних та ферментаторів за добу по трьом послідовним чисткам та передачі свіжої сировини на ферментацію.

2. Середні значення рН за добу.

Місце відбору проби	Передача свіжої сировини		
	1 чистка	2 чистка	3 чистка
Насос. №1	6,79	6,69	6,56
Насос. № 2	6,85	6,88	6,95
Фермент. (середня)	7,86	7,63	7,65

Аналізуючи дані дослідження видно, що середні значення рН в ферментаторах відповідають ~7,7 (лужна фаза метаноутворення), мікрофлора в ферментаторах сильна, процес деструкції іде цілеспрямовано на виробництво біогазу. За цю добу було вироблено біогазу – 67,8 м³/добу та електроенергії – 12,3 МВт/добу.

Незначні розбіжності в значеннях рН першої та другої насосної свідчать про те, що в загонах, які обслуговує насосна №1 знаходяться корови більш старшої групи, а в загонах, де насосна №2 – корови молодого стада.

На біогазовій станції в с. В.Крупіль постійно велись спостереження за роботою станції. В табл. 3 наводимо вибірково дані спостереження значення рН.

3. Дані значень рН в початкових та переброджених розчинах.

Місце відбору проби	Дати проведення аналізів							
	31.01 2009	10.06 2009	5.11 2009	30.10 2010	5.02 2011	26.04 2011	17.08 2011	9.11 2011
Насос.1	6,56	-	6,48	-	6,82	6,93	7,02	7,07
Насос.2	6,82	-	7,04	7,07	7,04	7,24	7,15	7,19
Ємн.попер.утри м	-	6,61	6,86	6,72	6,95	6,56	7,01	7,15
Фермен.1	-	7,72	7,75	8,10	7,65	7,82	7,89	7,84
Фермен. 2	-	7,83	7,77	7,93	7,69	7,85	7,86	8,02
Фермен. 3	6,97	7,83	7,75	7,90	7,75	7,85	7,89	7,84

Пуск біогазової станції відбувався на початку 2009 року. Аналізуючи дані табл. 3 бачимо, що з часом значення рН в ферментаторах змінюються в бік лужного значення, що свідчить про адаптацію спільноти бактерій, яка відбулася та досягла порівняно високої та сталої продуктивності по біогазу.

Нами були проведені дослідження, чи змінюється значення рН по висоті розчину у ферментаторі. Висота ферментатора 6 м (без газового купола), робочий рівень розчину коливається від 5,2 до 5,6 м. Для цього проби відбиралися через пробовідбірник верхнього шару розчину та із зливних труб перебродженого розчину відповідно після загрузки свіжого продукту через 40 хвилин після перемішування розчину. При цьому, температура розчину в ємності

попереднього утримання була в межах 18°C (вересень) та 14°C (листопад), в ферментаторах в межах регламенту ~38°C. Дані дослідження наведені в табл. 4.

4. Значення рН по висоті шару робочого розчину в ферментаторах.

Дата	Місце відбору проби	Періодичність (раз на добу)	Діючий об'єм розчину, м ³	рН	Во-логість, %	Абс. сухі, %	Біог. по відн. до абс.с, %	Зольн. по відн. до абс.с, %		
8.09 2010	Ф 1	в	2100	7,72	96,24	3,76	85,15	14,85		
		н		7,72	96,07	3,93	81,27	18,72		
		в		7,75	96,28	3,72	81,2	18,8		
		н		7,72	95,85	4,14	80,24	19,76		
		в		7,74	96,37	3,63	81,0	19,0		
		н		7,75	96,14	3,86	80,37	19,63		
	Ф2 Ф3 Ємн. поп. ут.	в	390	7,94	96,1	3,9	81,43	18,56		
		н		7,75	95,95	4,02	78,54	21,46		
		н		1	2102	7,84	96,58	3,42	79,35	20,64
		н		1	390	6,97	93,96	4,04	84,22	15,78
		н		1	2100	7,92	95,99	4,01	80,62	19,38
		н		1	304	6,86	94,78	5,22	84,46	15,54
16.09 2010	Ф3	в	2063	7,67	96,62	3,38	79,92	20,08		
		н		7,93	95,78	4,22	77,42	22,58		
		в		7,83	96,16	3,84	79,44	20,56		
	Ємн. поп. ут.	н		2	7,83	96,06	3,94	79,66	20,34	
		в		3	7,75	96,25	3,75	80,08	19,92	
		н		3	7,97	96,1	3,9	79,65	20,35	
4.11 2010	Ф1	н	2100	6,86	94,78	5,22	84,46	15,54		
		в		7,75	96,15	3,85	76,51	23,49		
	Ф2 Ф3	н		1	7,92	96,3	3,7	74,87	25,13	
		в		2	2101	7,77	96,3	3,7	77,31	22,69
		н		2	2101	7,91	95,93	4,07	75,93	24,07
		в		3	2106	7,75	96,12	3,88	78,93	21,07
н	3	2106	7,87	96,1	3,9	77,17	22,83			

Аналізуючи дані, які в першому ферментаторі (від 8.09.10 р) знімалися протягом доби після кожної з чотирьох загрузок по 20 м³, після регламентного перемішування розчину на протязі 40 хв бачимо, що значення рН близькі по своїм значенням по висоті розчину і відповідають лужному (метаноутворюючому) процесу переробки. В другому ферментаторі (від 16.09.10 р) здійснювались тільки три загрузки на добу по 20 м³. Значення рН аналогічні

попереднім. Цікаво, що за час роботи біогазової станції, навіть при значних зливах розчину з ферментаторів, зниженню температури розчину в зимові місяці роботи, значення рН в біореакторах не знижувалась до 7 та менше, а залишалася на рівні лужних значень. Це ще раз доводить, що в біореакторах утворилась сильна спільнота мікрофлори, яка постійно підтримує метаноутворюючий процес в ферментаторах.

Висновки

Дані, отримані на біогазовій станції в с. В. Крупіль «Української молочної компанії» та їх аналіз показали, що на ферментацію завантажується початковий розчин підвищеної вологості (регламент – 93 %), що впливає на регламентні показники роботи біогазової станції. За час роботи в біореакторах утворилась сильна спільнота мікрофлори, яка постійно підтримує метаноутворюючий процес в ферментаторах, який відповідає лужним значенням рН.

Ефективність процесу переробки, яка має відбуватися при стабільних технологічних режимах, оцінюємо у 85 – 95 %.

Список літератури

1. *Бородачева Н.В.* Органическое производство в Украине / *Н.В. Бородачева* // Агроперспектива, 2005. - №1 – с. 49 – 52.
2. *Ганжара Н.Ф.* Современные способы биоконверсии органических отходов и получения высококачественных органических удобрений / *Н.Ф. Ганжара, Р.Ф. Байбеков, Д.Ю. Колтыхов, И.В.Андреева, О.Е. Ефимов* // Известия ТСХА. – 2007. – № 1. – С. 133–141.
3. *Ковалёв Д.А.* Совершенствование технологии очистки навозных свинокомплексов / автореферат д.т.н. – М., 2004. – 32 с.
4. *Сидыганов Ю.Н.* Анаэробная переработка отходов для получения биогаза / *Ю.Н. Сидыганов, Д.Н. Шамшуров, Д.В. Костромин* // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – №6, 1-44. – С. 42–43.

Описана технология переработки растворов навоза крупного рогатого скота на биогазовой станции в с. В. Крупиль «Украинской молочной компании». Показано, что эффективная работа биореакторов происходит при регламенте технологического параметра и устойчивому щелочной режиме, который надо тщательно поддерживать.

Органика, ферментация, перебродженный раствор, биореактор.

The technology of processing solutions cattle manure in biogas plant in village. V. Krupil "Ukrainian Dairy Company." It is shown that effective operation of bioreactors happens when regulations and constant technological parameter alkaline mode, which must be carefully maintained.

Organics, fermentation, roam solution, bioreactor.