

4. Новоселов, Ю.К. Промежуточные посевы капустных культур на сидерат / Ю.К. Новоселов, В.В. Рудоман, Т.С. Бражнокова // Земледелие. – М. – 1998. – № 2. – С. 20.

5. Ramazanova, F.M. The Role of the Uninterrupted Sowings of Fodder Crops in the Current Process of Soil Formation / F.M. Ramazanova, M.P. Babayev // Special Issue for AGRICASIA, "1st Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition". – Soil-Water Journal. – Bishkek. Kyrgyzstan. – 2013., Vol 2. – Number 2 (1). – S. 943–950.

УДК 628.336.6

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА ИЗ СМЕСИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Бахов Ж.К., Коразбекова К.У., Райымбеков Б.А.

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, г.Шымкент, Республика Казахстан, zhbakhov@mail.ru

Potential of fermentation of the mixed substrata of various organic wastes is investigated. The specific exit of biogas from the mixed waste is studied. Results showed that depending on structure and properties of waste process of biogas production can change significantly. Addition of waste with the high content of proteins increases percent of an exit of methane in biogas.

Биомасса – самая дешевая и крупномасштабная форма аккумулируемой и возобновляемой энергии. Ежегодный прирост биомассы на Земле составляет более 200 млрд. т, что эквивалентно 3×10^{21} Дж энергии. Системы преобразования энергии биомассы для получения топлива, пригодного для простого преобразования в электрическую, тепловую энергию, достаточно разнообразны. К биомассе относятся все виды сырья растительного и животного происхождения, в том числе экскременты и биологические отходы в домашних хозяйствах, животноводстве, птицеводстве, в других отраслях аграрной промышленности также являются биомассой [1].

Метановое брожение является сложным микробиологическим и биохимическим процессом, который осуществляется четырьмя группами микроорганизмов – гидролизных, ацидогенных, ацетогенных и метаногенных, создающих синтрофную взаимосвязь. В ходе биохимических реакций микроорганизмы действуют на определенные компоненты субстрата избирательно, осуществляя их трансформацию только при наличии определенных условий [2]. Процесс метаногенеза катализируется консорциумом микроорганизмов, преобразующим макромолекулы в низкомолекулярные соединения (метан, диоксид углерода, воду и аммиак) [3].

Несмотря на непрерывное развитие биогазовых технологий резервов для усовершенствования способов переработки биомассы и конструкций биореакторов для увеличения выхода метана еще много. На практике часто возникает необходимость одновременной переработки различных по составу и свойствам отходов. В таких случаях процесс метаногенеза значительно усложняется [4].

Нами была изучена возможность совместного брожения различных органических отходов. Поскольку метаногены не способны выделять тепло, но существовать могут лишь в тепле, для повышения эффективности их работы требуется подогрев. Метаногенные бактерии не выносят резких перепадов температуры. Было установлено, что наиболее оптимальной для роста микроорганизмов в условиях юга Казахстана является температура около 33–44°C, а величина pH 6,5–7,5.

Все тестируемые образцы были подготовлены в трех повторениях по плану подготовки образцов на тестирование выхода биогаза (таблице 1).

Таблица 1 - План и подготовка образцов

Наименование образцов и состав проб	Количество тест-субстрата 1		Количество тест-субстрата 1	
	По плану (мл)	в пробе(г)	по плану (г)	в пробе (г)
<i>Проба 1</i> Навозная жижа КРС	40	40,02	-	-
	40	40,04	-	-
	40	40,54	-	-
<i>Проба 2</i> Навозная жижа свиней	40	40,17	-	-
	40	40,02	-	-
	40	40,05	-	-
<i>Проба 3</i> 1. Сбраженная навозная жижа 2. Птичий помет	30	30,1	450	450
	30	30,08	450	450
	30	30,07	450	450
<i>Проба 4</i> 1. Навозная жижа КРС 2. Отходы виноделия (выжимки)	30	30	400	400
	30	30,09	400	400
	30	30,07	400	400
<i>Проба 5</i> 1. Навозная жижа КРС 2. Пищевой отход	30	30,14	1930	1931
	30	30,27	1930	2048
	30	30,28	1930	2073
<i>Проба 6</i> 1. Навозная жижа КРС 2. Биоотходы	30	30,31	400	400
	30	30,02	400	400
	30	29,97	400	400
<i>Проба 7</i> 1. Навозная жижа свиней 2. Пищевой отход (объедки)	30	30,04	1930	2117
	30	30,43	1930	2130
	30	30,1	1930	2113
<i>Проба 8</i> 1. Навозная жижа свиней 2. Биоотходы	30	30,36	400	400
	30	30,11	400	400
	30	30,02	400	400

Результаты определения сухого вещества, органического сухого вещества, золы и влажности протестированных субстратов приведены в таблице 2.

Птичий помет, отходы виноделия и биоотходы использовались в виде сухих твердых субстратов, в которых среднее содержание СВ по 3 образцам субстратов выше 90%, соответственно в пределах $97,89 \pm 0,11$, $95,48 \pm 0,05$ и $89,9\% \pm 0,05$. Поэтому, влажность этих 3 субстратов равна 2,11%, 10,1% и 4,52%. Остальные субстраты были в виде жидкостей с влажностью выше 90%:

в навозной жиже КРС содержится $3,75 \pm 0,09$ СВ, меньше 3% в навозной жиже свиней ($2,11 \pm 0,03$). Содержание СВ в пищевом отходе составляет $18,94 \pm 0,15\%$, влажность соответствует 81,06%.

Таблица 2 - Результаты анализа состава субстратов

Образцы субстратов	Параметры (%)			
	СВ (в СМ)	оСВ(в СВ)	Зола (в СМ)	Влажность субстрата
Навозная жижа КРС	$3,75 \pm 0,09$	$72,14 \pm 0,48$	$1,04 \pm 0,008$	96,25
Навозная жижа свиней	$2,11 \pm 0,03$	$66,15 \pm 0,85$	$0,72 \pm 0,02$	97,89
Птичий помет	$97,89 \pm 0,11$	$64,63 \pm 1,95$	$34,62 \pm 1,95$	2,11
Отходы виноделия	$89,9 \pm 0,05$	$96,15 \pm 0,11$	$3,46 \pm 0,11$	10,1
Пищевые отходы	$18,94 \pm 0,15$	$91,20 \pm 0,023$	$1,67 \pm 0,009$	81,06
Биоотходы	$95,48 \pm 0,05$	$84,12 \pm 0,40$	$15,16 \pm 0,39$	4,52
Сбраженная навозная жижа	$5,02 \pm 1,19$	$64,54 \pm 6,84$	$1,73 \pm 0,031$	94,98

Характеристика проб смешанных отходов показана в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристика проб для анаэробного брожения

Пробы	Содержание СМ [г]	Ср. содержание СВ [г]	Ср. содержание оСВ [мг]	Влажность субстрата [%]	Соотн. субстратов (по оСВ)
1	$40,2 \pm 0,295$	$1498 \pm 0,011$	$1080 \pm 0,008$	96,27	
2	$40,1 \pm 0,079$	$847 \pm 0,002$	$561 \pm 0,001$	97,89	
3	$30,5 \pm 0,015$	$1951 \pm 0,001$	$1259 \pm 0,005$	93,61	
4	$30,4 \pm 0,047$	$1479 \pm 0,002$	$1153 \pm 0,001$	95,41	70:30
5	$32,1 \pm 0,150$	$1483 \pm 0,018$	$1138 \pm 0,016$	95,07	70:30
6	$30,5 \pm 0,184$	$1503 \pm 0,007$	$1130 \pm 0,005$	95,14	70:30
7	$32,2 \pm 0,188$	$1018 \pm 0,004$	$768 \pm 0,003$	96,84	55:45
8	$30,6 \pm 0,176$	$1020 \pm 0,004$	$743 \pm 0,002$	96,66	55:45

Эксперименты проведены с помощью системы тестирования «Хоэнхайм». Выход биогаза наблюдался в течение всего цикла сбраживания по следующей схеме: 1 день – 2 раза, 7 дней – 4 раза в день, 12 дней – 2 раза в день, после 20 дня до конца 35 дневного времени гидролитического удержания (ВГУ) – 1 раз в день (15 дней).

На основе полученных данных были рассчитаны стандартные концентрации метана, специфический объем биогаза и метана. Первый суточный выход метана был зарегистрирован на 3–4 день, в количестве $0,004 \text{ Нм}^3/\text{кг оСВ}$ в пробе 1. Ежедневное количество метана поднимается интенсивно до 16 дня, показывая пик в значении $0,025 \text{ Нм}^3/\text{кг оСВ}$. В образовании метана наблюдалось резкое снижение на 18 день. В 25 день, зарегистрирован максимальный выход метана $0,035 \text{ Нм}^3/\text{кг оСВ}$ в день.

Похожее колебание суточного образования метана показала проба 4, показав максимум $0,042 \text{ Нм}^3/\text{кг оСВ}$ в 29 день. Пробы 5 и 6 (смесь навозной жижи КРС с пищевым отходом и биоотходом) показали аналогичные показатели суточного образования метана: медленное поднятие до $0,024 \text{ Нм}^3/\text{кг оСВ}$ в 23 день, спад до $0,016 \text{ Нм}^3/\text{кг оСВ}$. Но проба 6 отличается стабильным увеличе-

нием выхода метана до конца ВГУ. По кривым проб 2, 7 и 8 можно увидеть сходное варьирование ежедневного выхода метана. Выявлен объем суточного выхода метана в количестве 0,006 Нм³/кг оСВ в 3–4 день и до 30 дня обнаружен медленный постепенный подъем суточного производства метана, показав пик в 29 день в объеме 0,069 Нм³/кг оСВ в пробе 2, 0,054 Нм³/кг оСВ в пробе 7 и 0,044 Нм³/кг оСВ в пробе 8. После 30 дня каждодневное количество резко падает до 0,02 Нм³/кг оСВ с последующим быстрым ростом в пробе 2.

Проба 3 из птичьего помета, дает отличительный точечный график суточного производства метана: стремительное увеличение до 0,069 Нм³/кг оСВ метана на 7–5 день и постепенный спад до конца периода брожения (0,029 Нм³/кг оСВ на 35 день).

Самый высокий выход биогаза зафиксирован в пробе 3 с птичьим пометом (0,649±0,010 Нм³/кг оСВ) с процентным содержанием метана 59,1±0,77. Низшее содержание метана было в пробе 7 со смесью навозной жижи свиней с добавлением пищевых отходов, только 40,3%, со стандартным отклонением 1,06% (таблица 4).

Таблица 4 - Окончательные данные специфического выхода биогаза

Пробы	Субстраты	Выход биогаза (Нм ³ /кг оСВ)	Содерж. метана (v/v%)	Выход метана (Нм ³ /кг оСВ)
1	навозная жижа КРС	0,520 ± 0,066	63,4 ± 0,85	0,330 ± 0,038
2	навозная жижа свиней	0,444 ± 0,055	61,5 ± 3,32	0,275 ± 0,049
3	птичий помет	0,649 ± 0,010	59,1 ± 0,77	0,383 ± 0,009
4	навозная жижа КРС + отходы виноделия	0,468 ± 0,076	59,2 ± 1,36	0,277 ± 0,041
5	навозная жижа КРС + пищевые отходы	0,308 ± 0,019	47,9 ± 1,88	0,148 ± 0,013
6	навозная жижа КРС + биоотходы	0,444 ± 0,026	56,3 ± 2,68	0,250 ± 0,025
7	навозная жижа свиней + пищевые отходы	0,253 ± 0,009	40,3 ± 1,06	0,102 ± 0,006
8	навозная жижа свиней + биоотходы	0,268 ± 0,019	44,9 ± 1,06	0,121 ± 0,011

В заключение отметим, что согласно установившимся закономерностям оптимальное значение соотношения углерода и азота в перерабатываемом сырье должно составлять примерно 10:16. Если в исходном субстрате углеводов больше, чем белковых веществ, то образуется мало аммонийного азота. Вследствие этого выделяется меньше СН₄ и больше Н₂ и СО₂, что ведет к увеличению выхода кислот, снижению рН и к дальнейшему уменьшению интенсивности метаногенеза. Избыток белка и аминокислот обуславливает возрастание значений рН более 8, что также приводит к затуханию процесса метанообразования. Можно считать, что выжимки винограда, биоотходы и пищевые отходы хорошо подходят для анаэробного брожения с жидким навозом КРС в соотношении 75:25. По результатам исследований решено на следующем этапе изучить влияние питательной среды на выращивание метанообразующих бактерий, позволяющих ускорить накопление активной биомассы, а значит, увеличить конечный выход биогаза.

Список литературы

1. Deublein, D. Biogas from Waste and Renewable Resources. / D. Deublein, A. Steinhauser / Germany, 2008. 423 p.
2. Pullammanappallil, P. High-solids, leach-bed anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste / P. Pullammanappallil, W. Clarke, V. Rudolf, D. Chynoweth, S. Chugh, A. Nopharatana, T. Lai, , S. Nair, S Hegde // In: Proceedings of 4th International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste, 2005, Copenhagen.
3. Бахов, Ж.К. Повышение эффективности переработки отходов животноводства по средством конструктивных решений биореактора / Ж.К Бахов, К.У. Коразбекова // I МНПК «Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков» – Новосибирск, 2013. – С.22–25.
4. Bakhov, Zh.K. Simulation of methane production rate in anaerobic digestion of organic waste / Zh.K. Bakhov, K.U. Korazbekova, A.A. Saparbekova // Industrial Technology and Engineering, № 1(04), 2013. – P. 61–71.

УДК 620.91/.98

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ГОСУДАРСТВАХ ЕДИНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

Боброва Т.В.

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, г.Гомель, Республика Беларусь, T.Bobrova@beloil.by

This article is supposed to show prospects of renewable energy development in the countries of Single economic Union. These countries have substantial potential in the field of renewable power sources, but they don't use it completely. At the same time renewable energy expansion can show positive effect at science and technology development, economic growth rate and social standard of living in these countries.

Введение

Наша страна, как и государства Единого экономического союза, находится на пути перехода к устойчивому развитию. Устойчивое развитие представляет собой процесс, в котором развитие всех активностей происходит во взаимосвязи между собой. Оно предполагает достижение качества жизни, которое будет сохранено на долгие поколения, так как оно соответствует социальным стандартам, экономически жизнеспособно и экологически устойчиво. [1, с. 34]

На фоне роста населения, сокращения доказанных мировых запасов многих ископаемых видов топлива, увеличения цен на углеводороды и стремления государств снизить зависимость от импортного сырья, заинтересованность в использовании новых источников энергии возрастает не только в странах Единого экономического союза, но и в мире в целом.

Наблюдается повышенный интерес к использованию в различных отраслях экономики возобновляемых источников энергии. Это связано с происходящими изменениями в энергетической политике мировых держав, где определяющее значение приобретает переход на энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии.