

Повышение процентного содержания метана и увеличение выхода биогаза

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Рассмотрено влияние типа исходного сырья, размера и концентрации частиц биомассы на выход биогаза, а также проведена оценка процентного содержания метана в нем. Получена зависимость метаболической активности и репродуктивной способности метанообразующих бактерий от температуры, что, в свою очередь, определяет количество производимого биогаза и долю метана в нем. Установлено влияние рациона животного, экскременты которого выступают в качестве сырья для анаэробного сбраживания, на кислотность биомассы. Рассмотрены оптимальные условия загрузки рабочего пространства, а также факторы, определяющие длительность процесса сбраживания. Предложены варианты повышения выхода биогаза и процентного содержания метана в нем.

Ключевые слова: биогаз, биомасса, метантенк, анаэробное сбраживание, мезофильный режим, кислотность биомассы.

Эффективность работы менантенков зависит от вида и состава исходного сырья, концентрации и размеров твердых частиц, температуры сбраживания, кислотности среды, загрузки рабочего пространства и технологического времени брожения. Рассмотрим комплекс условий, позволяющих повысить выход биогаза и его качество.

Сырье для анаэробного сбраживания. Сырьем для анаэробного сбраживания могут выступать: сточные воды канализаций, отходы молочных, мясных, рыбных и овощных заводов, а также отходы полеводства, садоводства и животноводства [1-5].

На рис. 1 и 2 показаны диаграммы зависимостей выхода биогаза и процентного содержания метана в биогазе от типа исходного сырья.

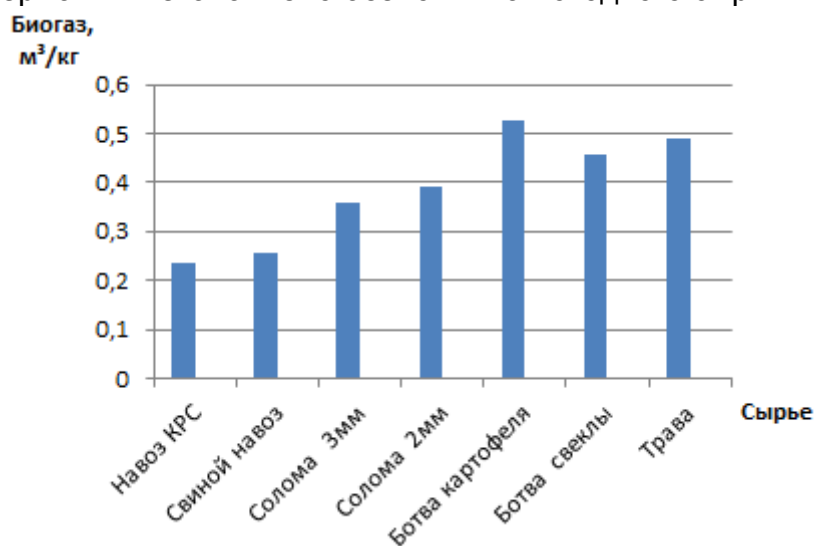


Рис. 1. Зависимость выхода биогаза от типа исходного сырья

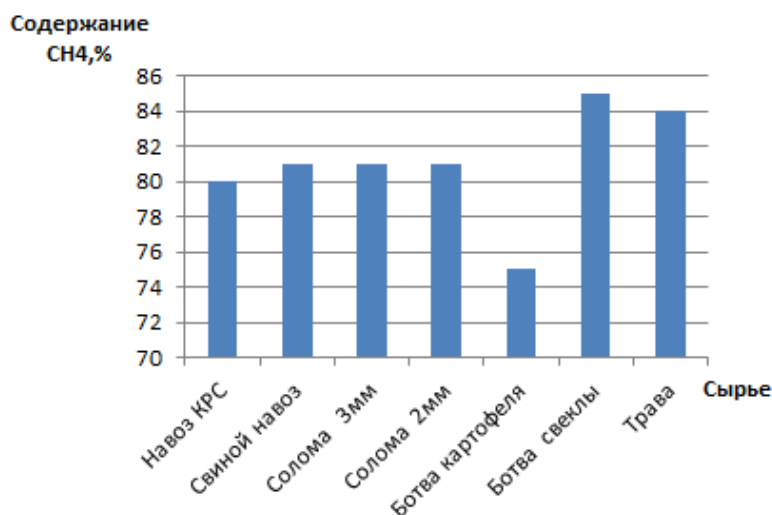


Рис. 2. Зависимость процентного содержания метана в биогазе от типа исходного сырья

По диаграммам видно, что наибольший выход биогаза с приемлемым содержанием метана дают ботва сахарной свеклы и трава.

В связи с тем, что обеспечение метантенков данным сырьем в течение года не представляется возможным, целесообразно использовать комбинированную биомассу.

Результаты исследований показали, что одной из наиболее продуктивных смесей является комбинация навоза крупного рогатого скота и растительных остатков (влажность биомассы не менее 80 %). Выход биогаза составляет 0,24 ... 0,28 м³ с 1 кг сырья, доля метана колеблется в диапазоне 70 ... 78%. Допустимой альтернативой навозу крупного рогатого скота является навоз свиней и кур [1,2].

Размер и концентрация частиц. Основной рекомендацией по размеру частиц биомассы является ее максимальное измельчение, что обусловлено особенностями жизнедеятельности метанобразующих бактерий (рис. 1 и 2). Следует отметить тот факт, что тщательно измельченная биомасса облегчает процессы перемешивания и подогрева.

Высокая интенсивность реакции обеспечивается беспрепятственным обменом веществ на граничных поверхностях фаз. Обновление этих поверхностей должно быть непрерывным благодаря перемешиванию субстрата. Верхняя граница концентрации твердых частиц, при которой еще возможно свободное перемещение фаз для мелкодисперсного субстрата, равна 10 ... 12 %. Таким образом, рекомендуемый состав биомассы: 88 ... 90% воды и 10...12% сухого органического сырья [3].

Температура. Метаболическая активность и репродуктивная способность микроорганизмов, перерабатывающих биомассу в биогаз, находятся в функциональной зависимости от температуры. Для территории Украины наиболее приемлем мезофильный режим, который протекает при температуре 30 ... 45°C. Температура поддерживается неизменной в течение всего цикла сбраживания за счет жизнедеятельности бактерий, перемешивания и подогрева (сжигания части произведенного биогаза). Зависимость выхода биогаза от температуры сбраживания показана на рис. 3.

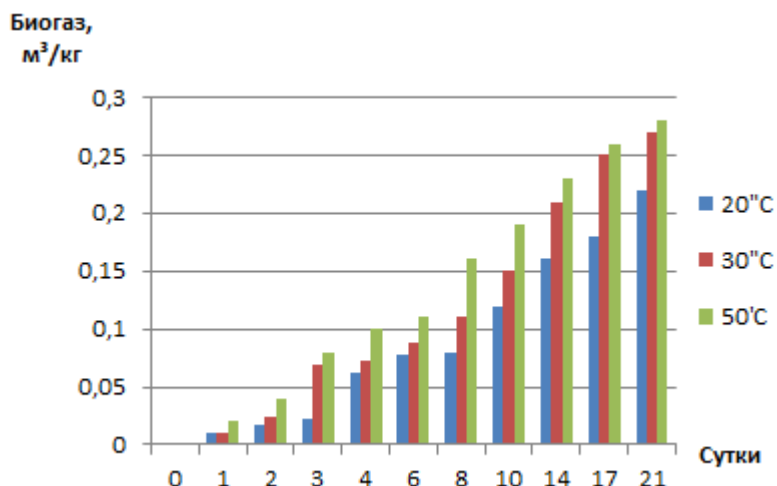


Рис. 3. Зависимость выхода биогаза от температуры сбраживания

Кислотность биомассы. Помимо требования поддержания температуры сбраживания на заданном уровне, вторым не менее контролируемым параметром является кислотность среды. В качестве оптимальных значений могут быть названы: щелочность – 1500...5000 мг извести на один литр субстрата, содержание летучих кислот – 600...1500 мг на один литр субстрата, кислотность среды – 6,5...7,5 [4].

На рис. 4 и 5 показаны диаграммы процентного содержания компонентов экскрементов животных в зависимости от вида животного и их питания.

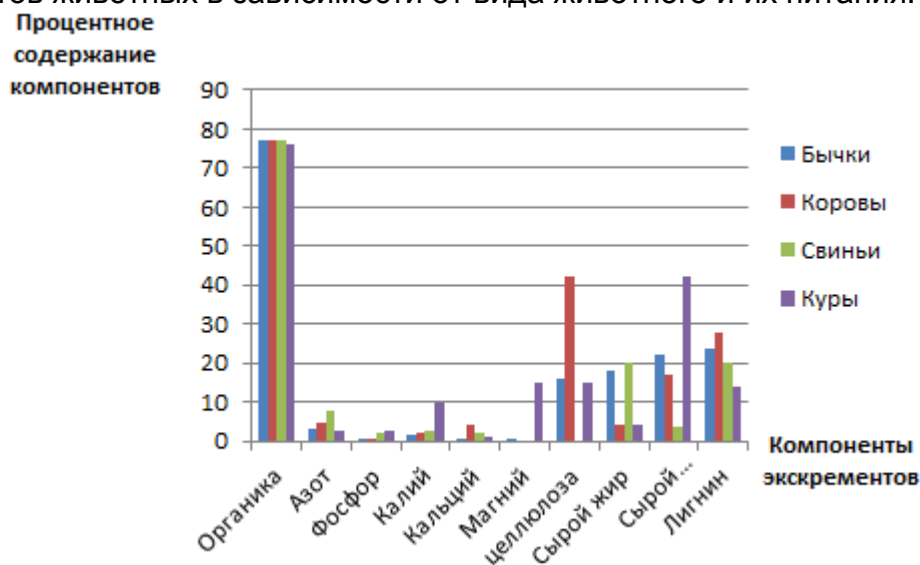


Рис. 4. Зависимость процентного содержания компонентов экскрементов животных от вида животного

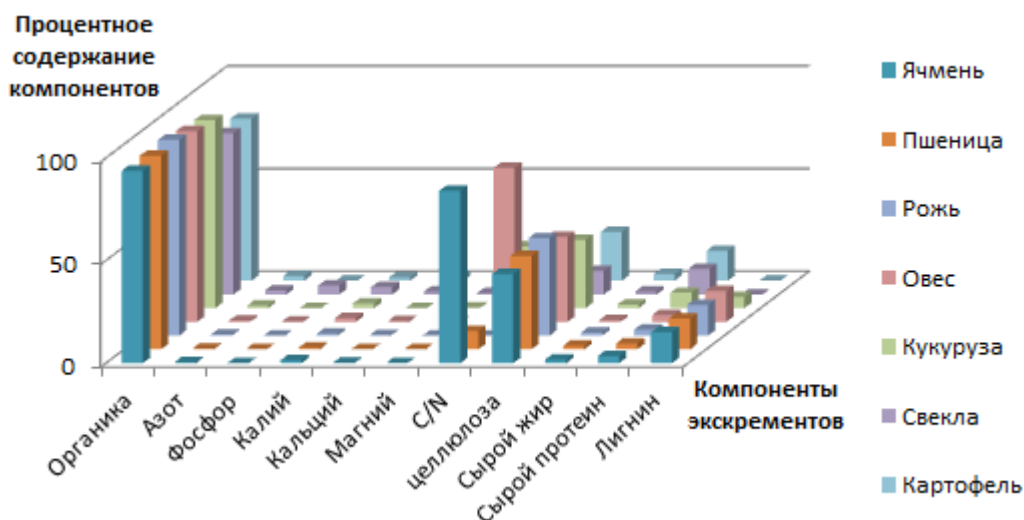


Рис. 5. Зависимость процентного содержания компонентов экскрементов животных от питания животного

Из рисунков видно, что кислотность биомассы напрямую зависит от рациона животного. Комбинированное питание позволяет прогнозировать и контролировать состав отходов жизнедеятельности животного, и, следовательно, кислотность исходного сырья.

Загрузка рабочего пространства и технологическое время брожения.

При непрерывном или квазинепрерывном технологическом процессе сбраживания наибольшая интенсивность разложения получается в том случае, когда объем подводимого органического вещества равен объему разложившейся биомассы к данному моменту времени. Добавление больших партий массы ведет к получению менее разложившегося субстрата и, следовательно, к меньшему выходу газа, добавление меньших партий – к худшему использованию рабочего объема реактора [5]. На рис. 6 изображена диаграмма влияния длительности цикла сбраживания на выход биогаза.

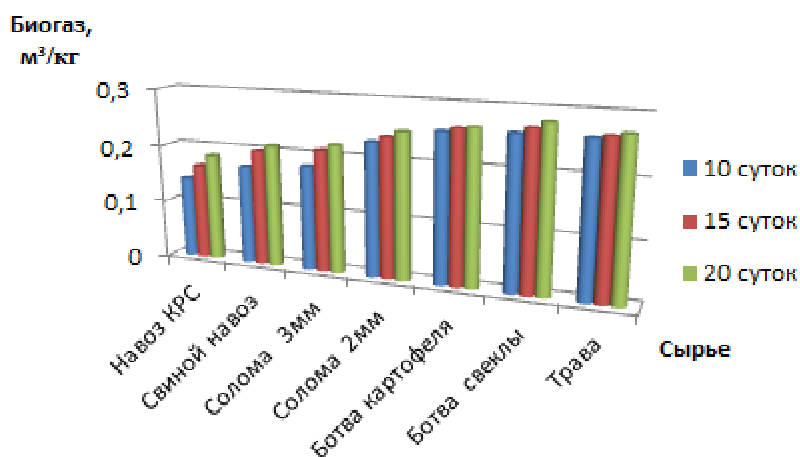


Рис. 6. Влияния длительности цикла сбраживания на выход биогаза

Выбор длительности процесса сбраживания зависит, с одной стороны, от скорости разложения каждого конкретного вида сбраживаемого материала, с другой стороны, от заданной степени разложения, которая определяет выход газа. Кроме того, следует учитывать, что с увеличением времени брожения увеличивается содержание метана в общем объеме выделяющегося газа и одновременно уменьшается содержание углекислого газа. Для различных схем производства, существующих либо проектируемых, технологическое время брожения назначается индивидуально.

Выводы

1. Наибольший выход биогаза с приемлемым содержанием метана дают ботва сахарной свеклы и трава. В связи с тем, что обеспечение метантенков данным сырьем в течение года не представляется возможным, целесообразно использовать комбинированную биомассу.

2. Верхняя граница концентрации твердых частиц, при которой еще возможно свободное перемещение фаз для мелкодисперсного субстрата, равна 10 ... 12 %. Рекомендуемый состав биомассы: 88 ... 90% воды и 10 ... 12% сухого органического сырья.

3. Наиболее приемлемым для территории Украины является мезофильный режим, который протекает при температуре 30 ... 45°C.

4. В качестве оптимальных значений кислотности среды могут быть названы: щелочность – 1500...5000 мг извести на один литр субстрата, содержание летучих кислот – 600...1500 мг на один литр субстрата, кислотность среды – 6,5...7,5.

5. При непрерывном или квазинепрерывном технологическом процессе сбраживания наибольшая интенсивность разложения получается в том случае, когда объем подводимого органического вещества равен объему разложившей биомассы к данному моменту времени.

Список литературы

1.Баадер, В. Биогаз: теория и практика [Текст]: пер. с нем. М.И. Серебряного / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндорген.- М.: Агропромиздат, 1982.- 148с.

2.Бойле, Д. Биоэнергия: технология, термодинамика [Текст]: пер. с англ. М.Ф. Пушкарева; под ред. Е.А. Бирюковой / Д. Бойле. - М.: Агропромиздат, 1987.- 152 с.

3.Шомин, А.А. Биогаз на сельском подворье [Текст]/ А.А. Шомин.— Балаклея: Индоргеформационно-издательская компания «Балаклійщина», 2002.— 68 с.

4.Ковалёв, А.А. Анаэробная переработка твёрдых отходов в биогаз и органические удобрения [Текст]/ А.А. Ковалёв, Г.П. Марсагишвили, З.А. Гудиев.- М.: Стройиздат, 1990.-85 с.

5.Ножевникова, А. Н. Рост анаэробных бактерий в метаногенных ассоциациях и смешанных культурах [Текст]/ А. Н. Ножевникова. – М.:Стройиздат, 1991.-129 с.

Рецензент: д.т.н., проф. А. И. Яковлев , Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков.

Поступила в редакцию 16.09.2011

Підвищення відсоткового вмісту метану і збільшення виходу біогазу

Розглянуто вплив типу початкової сировини, розміру й концентрації часток біомаси на вихід біогазу, а також проведено оцінювання відсоткового вмісту метану в ньому. Отримано залежність метаболічної активності й репродуктивної здатності метанотвірних бактерій від температури, що, у свою чергу, визначає кількість виробленого біогазу і частку метану в ньому. Встановлено вплив раціону тварини, екскременти якої виступають сировиною для анаеробного зброджування, на кислотність біомаси. Розглянуто оптимальні умови завантаження робочого простору, а також чинники, що визначають тривалість процесу зброджування. Запропоновано варіанти підвищення виходу біогазу і відсоткового вмісту метану в ньому.

Ключові слова: біогаз, біомаса, метантенк, анаеробне зброджування, мезофільний режим, кислотність біомаси.

Increase of percentage of methane and increase of exit of biogas

Considered the influence of initial raw material, to the size and concentration of parts of biomass on the exit of biogas, and also conducted estimation of percentage of methane in him. The got dependence of metabolic activity and reproductive ability of methanemaking bacteria of the temperature that in turn determines the amount of mine-out biogas and fate of methane in him. Set influence of ration of animals, the excrements of that come forward as raw material for anaerobic fermentation, on acidity of biomass. The considered optimal terms of loading working of space, and also factors that determine duration of process of fermentation. The offered variants of increase of exit of biogas and percentage of methane are in him.

Keywords: biogas, biomass, methane-tank, anaerobic fermentation, mezophilnyi mode, acidity of biomass.