

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА

А. А. ОСТРЕЙКО, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из направлений биоэнергетики является переработка биомассы методом метанового брожения с получением биогаза и обеззараженных органических удобрений [1, 2].

Важнейшее значение для эффективного получения биогаза имеет правильный подбор компонентов сырья, из которого производится биогаз и грамотная их подготовка к ферментации.

Поэтому целью данной работы является выявление и анализ качественных характеристик сырья, влияющих на процесс получения биогаза, определение критериев, по которым следует подбирать сырье для биогазовых установок.

Основная часть. Сырьем для биогазовой установки служит навоз (как плотный, так и жидкий), отходы пищевой промышленности, пищевые и кормовые остатки, барда, биомусор (коммунальные отходы и др.), а также энергетические растения, такие как кукуруза, зерновые, подсолнечник, различные травы, а также свекла, силос, листва деревьев и т. д. [3].

Качество сырья, загружаемого в ферментатор биогазовой установки, характеризуется влажностью, скоростью его расщепления и степенью разложения, наличием в нем питательной среды для жизнедеятельности бактерий, выходом биогаза на единицу сухого вещества, содержанием метана в биогазе и соотношением углерода и азота в сырье (таблица) [4]. Именно от этих показателей зависит время его сбраживания, количество получаемого биогаза и его состав.

Расщепление органики на отдельные составляющие и превращение в метан происходит лишь во влажной среде, поскольку различные виды бактерий, участвующие в этом процессе, могут перерабатывать только вещества в растворенном виде. Установлено, что влажность сырья, загружаемого в реактор биогазовой установки, составляет не менее 85 % в зимнее время и 92 % в летнее время года [4], а выход биогаза напрямую зависит от вида используемого сырья, а также температуры процесса сбраживания.

Выход биогаза и содержание в нем метана, а также соотношение содержания углерода и азота при использовании различных типов сырья

Тип сырья	Выход газа на килограмм сухого вещества, м ³	Содержание метана, %	Соотношение углерода и азота C/N
Навоз КРС	0,25–0,34	65	16,6–25
Свиной навоз	0,34–0,58	65–70	6,2–12,5
Птичий помет	0,31–0,62	60	7,3–9,65
Овечий навоз	0,30–0,62	70	33
Сточные воды, фекалии	0,31–0,74	70	6–10
Пшеничная солома	0,20–0,30	50–60	100–150
Кукурузная солома	0,38–0,46	59	50
Трава	0,28–0,63	70	12
Листва деревьев	0,21–0,29	58	50

Скорость расщепления сырья определяет время пребывания его в ферментаторе, чем меньше это время, тем более экономична установка. Сырье всегда состоит из различных групп веществ, скорость разложения которых значительно отличается между собой [5].

Быстроразлагаемое сырье, такое как сахарная свекла, отходы продуктов питания и др., приводит к стремительному переокислению ферментатора, поэтому мало подходит для брожения в чистом виде и должно использоваться в смеси с другими видами сырья. Большинство установок для своей работы используют силос из трав, кукурузы, люпина, остатки зерна и т. д. в смеси с жидким или твердым навозом, который в чистом виде, как правило, используется редко.

Степень разложения сырья напрямую зависит от его состава и отражается на количестве получаемого газа. Обычно величина ее варьирует в пределах от 30–70 %, а для усредненного периода брожения будет составлять до 60 %. Установки, работающие исключительно на возобновляемом сырье, достигают степени разложения от 80 % органической сухой массы [4]. Кроме того, применение энзимов, бустеров для искусственной деградации сырья (например, ультразвуковых или жидкостных кавитаторов) и других приспособлений позволяет увеличить выход биогаза на самой обычной установке с 60 % до 95 % от теоретически возможного выхода [6].

Для роста и жизнедеятельности метанообразующих бактерий необходимо обязательное присутствие в сырье органических и минеральных питательных веществ, таких как углерод, азот, водород, сера, фосфор, калий, кальций, магний и некоторого количества микроэлементов – железа, марганца, молибдена, цинка, кобальта, селена, воль-

фрама, никеля и других. Эти микроэлементы особенно необходимы бактериям для образования энзимов, ускоряющих процесс брожения. Все эти вещества в необходимом количестве содержатся в жидком и твердом навозе. Достаточное их количество содержится также в сене, кукурузе (свежей или консервированной), пищевых отходах, внутренностях животных, барде, молочных продуктах, которые могут бродить в чистом виде без добавления других видов сырья [7].

Важным фактором, влияющим на выход биогаза, является соотношение углерода и азота в перерабатываемом сырье. Если оно чрезмерно велико, то недостаток азота будет сдерживать процесс метанового брожения. Если же это соотношение слишком мало, то образуется такое большое количество аммиака, что он становится токсичным для бактерий. Поэтому для поддержания его в оптимальных пределах с целью получения максимально возможного выхода биогаза современные биогазовые установки работают на смешанном сырье, используя следующие соотношения питательных веществ [3]: C : N : P = 75:5:1 или 125:5:1; C : N = 10:1 или 30:1; N : P = 5:1.

При подборе сырья необходимо учитывать, что только из органической части сухой массы можно произвести метан [7, 8]. Поэтому содержание органической сухой массы в соотношении с общей массой, является главным критерием для выбора составляющих смеси. Так, сырье с высоким содержанием воды (напр. барда) приносит по сравнению с количеством вносимого материала небольшое количество газа, так как из воды он не выделяется.

Содержание метана в биогазе определяется в первую очередь составом сырья. Максимальное его количество получается из протеинов – 71 %; жиры дают – 68 %, а углеводороды – лишь 50 % [5, 7]. Поэтому предпочтение отдается смесям сырья с высоким содержанием жиров и протеинов, таких как отходы зерна, свекла и картофель.

В среднем выход газа из энергетических растений составляет 0,3 м³ метана на килограмм органического сухого субстрата с отклонениями до ±30 % [5].

Существенная разница проявляется при расчете выхода газа с гектара посевной площади. Например, у свеклы и силосных сортов кукурузы по сравнению с другими культурами он составляет свыше 6000 м³/га [7], поэтому силос из кукурузы является самым используемым сырьем для биогазовых установок.

Зерно и клубнеплоды хоть и имеют высокий выход газа, но с 1 га площади он будет составлять около 3000 м³/га, что в два раза ниже,

чем у кукурузного силоса из-за меньшего количества биомассы [7].

Заключение. Выявлено, что для обеспечения оптимального выхода биогаза из ферментатора биогазовой установки необходимо тщательно подбирать исходное сырье, которое характеризуется влажностью, скоростью его расщепления и степенью разложения, наличием в нем питательной среды для жизнедеятельности бактерий, выходом биогаза на единицу сухого вещества, содержанием метана в биогазе и соотношением углерода и азота в сырье. Именно от этих качественных показателей зависит время его сбраживания, количество получаемого биогаза и его состав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
3. BIOGAS. Ежегодная конференция. Биогаз [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.biogasinfo.ru/about> – Дата доступа: 20.10.2021.
4. Росбиогаз. Руководство по биогазовым технологиям [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.rosbiogas.ru/literatura/rukovodstvo-po-biogazovim-technologiyam/>. – Дата доступа: 20.10.2021.
5. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульдц. – Москва, 2006. – 238 с.
6. Агроперспектива. А у нас биогаз [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.agroperspectiva.com/ru/free_article/190 – Дата доступа: 23.10.2021.
7. Баадер, В. Биогаз: теория и практика (пер. с нем. и предисловие М. И. Серебряного.) / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
8. Биомасса как источник энергии: пер. с англ. / под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – Москва: Мир, 1985. – 368 с.

Аннотация. Выявлены и проанализированы качественные характеристики сырья, влияющие на процесс получения биогаза, определены критерии, по которым следует подбирать сырье для биогазовых установок. Именно от качественных показателей сырья зависит время его сбраживания, количество и состав получаемого биогаза.

Ключевые слова: сырье, биогаз, состав сырья, органическое сырье, ферментатор, биомасса, метан, энергетические растения, биогазовая установка.