

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ

А. А. ОСТРЕЙКО, ст. преподаватель

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

Введение. В большинстве стран мира биогазовые технологии стали стандартом очистки и утилизации муниципальных и промышленных сточных вод, переработки сельскохозяйственных и твердых бытовых отходов с целью получения биогаза для производства тепловой и электрической энергии и высокоэффективного органического удобрения. Получение биогаза из отходов животноводства представляет собой довольно сложный процесс, а для его успешной реализации необходимо решить большое число технологических, технических и экономических вопросов [2, 3, 7, 8].

Значительные трудности связаны с выбором технологии анаэробного сбраживания, режимами работы и обоснованием параметров технологического оборудования. Все это влияет на производство биогаза и должно быть учтено при решении вопроса интенсификации процесса метанового сбраживания.

Основная часть. В настоящее время существует две группы методов интенсификации процессов метанового сбраживания: группа микробиологических методов и группа конструктивно-технологических методов.

Микробиологические методы интенсификации процесса метанового брожения представлены следующими основными направлениями: коферментация, получение новых штаммов микроорганизмов, использование стимулирующих добавок, иммобилизация.

Коферментация (совместное сбраживание отходов растительного и животного происхождения) технологически оправдана, поскольку растительный субстрат дает значительно больший выход биогаза по сравнению с отходами животного происхождения, что объясняется более высоким содержанием различных факторов роста, таких как, аминокислоты и редуцирующие сахара [1, 4].

Перспективным также является получение новых штаммов микроорганизмов (*Methanosarcina*, *Methanobacterium*, *Methanospirillum*, *Metanobrevibacter* и др.), обладающих повышенной способностью к

метанообразованию, использование добавок, стимулирующих процессы окисления, которые изменяют соотношение углерода и азота (оптимальное соотношение $C/N = 20/1-30/1$) с целью интенсификации процесса анаэробного сбраживания. Также используются различные факторы роста, ферменты, энзимы [5].

Одним из наиболее эффективных микробиологических способов увеличения окислительной мощности традиционных биоэнергетических установок является применение адгезионной и адсорбционной иммобилизации биомассы на поверхности инертных твердых материалов. При этом происходит не только увеличение концентрации биомассы в единице объема метантенка, но и повышается устойчивость микроорганизмов к негативным факторам окружающей среды, что связано с обогащением видового состава биоценозов. Исследованиями иммобилизации микроорганизмов на гелях, мембранах, волокнах, решетках занимаются в настоящее время ряд ученых [1].

Значительные резервы интенсификации процессов получения биогаза скрыты в применении различного рода конструктивно-технологических методов интенсификации процесса анаэробного сбраживания, таких как температура, перемешивание субстрата, разделение процесса анаэробного сбраживания на стадии, качественная подготовка сырья.

Оптимальный температурный режим различен для каждого вида сырья, но на основании эмпирических данных различных установок, оптимальным диапазоном температур для мезофильного температурного режима является 34–37 °С, а термофильного 52–54 °С. Психрофильный температурный режим соблюдается в установках без подогрева, в которых отсутствует контроль температуры. Наиболее интенсивное выделение биогаза в психрофильном режиме происходит при температуре 23 °С [4, 9].

К преимуществам термофильного процесса сбраживания относятся повышенная скорость разложения сырья и, следовательно, более высокий выход биогаза, а также практически полное уничтожение болезнетворных бактерий, содержащихся в сырье.

Недостатками термофильного разложения являются: большое количество энергии, требуемое на подогрев сырья в реакторе, чувствительность процесса сбраживания к минимальным изменениям температуры и несколько более низкое качество получаемых удобрений.

При мезофильном режиме сбраживания сохраняется высокий аминокислотный состав биоудобрений, но обеззараживание сырья не та-

кое полное, как при термофильном режиме. Установлено, что для стран с холодными климатическими условиями наиболее предпочтительным является мезофильный режим.

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования индукционного нагрева навоза в метантенке. Для эффективной работы биогазовой установки и поддержания стабильности процесса сбраживания сырья внутри метантенка необходимо перемешивание. Главными целями перемешивания являются: высвобождение произведенного биогаза; перемешивание свежего субстрата и популяции бактерий (прививка); предотвращение формирования корки и осадка; предотвращение участков разной температуры внутри реактора; обеспечение равномерного распределения популяции бактерий; предотвращение формирования пустот и скоплений, уменьшающих эффективную площадь реактора. Перемешивание является ключевым способом повышения эффективности работы биогазовой установки. Согласно литературным источникам, оптимальное перемешивание субстрата в метантенке увеличивает выход биогаза на 50 % [1, 9].

Процесс производства биогаза может быть основан на разделении природного биологического процесса метаногенерации на 3 стадии: гидролиз, кислотообразование, образование метана, либо на две стадии – гидролиз и кислотообразование (совместно с метанообразованием). Процесс может быть реализован в соединенных последовательно реакторах, либо в одном реакторе, разделенном на зоны перегородками. В целом, применение такой биосистемы позволяет интенсифицировать процесс в 2–3 раза.

Однако разделение процесса анаэробного сбраживания на стадии очень сложно реализовать с конструктивной точки зрения, так как для этого требуется значительное усложнение конструкции самого метантенка, либо применение дополнительных аппаратов, что ведет к увеличению и без того высоких капитальных затрат.

На эффективность работы биогазовых установок большое влияние оказывает предварительная подготовка исходного субстрата. Чем меньше размеры частиц органических компонентов исходного сырья, тем больше их удельная поверхность и соответственно интенсивнее происходят процессы сбраживания. В настоящее время для придания биомассе однородной и гомогенной консистенции используются ультразвуковые и гидродинамические кавитационные деструкторы [6].

Результатами предварительной обработки биологического сырья являются высокая степень измельчения и гомогенизации сырья;

уменьшение периода сбраживания биомассы и, как следствие, возможность строительства реакторов меньших размеров; высвобождение природных энзимов, являющихся биологическими катализаторами процесса сбраживания биомассы; стабилизация биологических процессов, что в целом приводит к увеличению содержания метана в биогазе до 70–75 % [9].

Заключение. Интенсификация процесса получения биогаза за счет микробиологических методов и конструктивно-технологических решений позволяет повысить количество и качество вырабатываемого биогаза, обеспечивая благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
2. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Веденев, А. Г. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А. Г. Веденев, Т. А. Веденева – Бишкек: Евро, 2006. – 90 с.
5. Волова, Т. Г. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск: РАН, 1999. – 252 с.
6. Карташов, Л. П. Перспективы применения энергосберегающей кавитационной обработки материалов в технических процессах АПК / Л. П. Карташов, А. В. Колпаков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2010. – Т. 1. – С. 132–139.
7. Острейко, А. А. Оценка качественных характеристик сырья, используемого для получения биогаза / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 98–101.
8. Острейко, А. А. Получение биогаза из смесей сырья животного и растительного происхождения / А. А. Острейко, К. Л. Пузевич // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 31–34.
9. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц. – Москва, 2006. – 238 с.

Аннотация. Рассмотрены методы интенсификации процесса метанового сбраживания для более полной утилизации отходов АПК и повышения выхода биогаза, указаны их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: биогазовая установка, биогаз, метантенк, метанообразование, реактор, метановое брожение.