

данными, а также в достижениях в сенсорных, роботизированных и транспортных технологиях. Конечной целью является создание надежной и устойчивой системы управления поголовьем, способной реагировать на аномальные явления.

Список использованной литературы

1. Инновационная техника для животноводства (по материалам Международной выставки «Euro Tier-2012»): науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2013. – 208 с.

2. Труфляк Е. В. Мониторинг и прогнозирование научнотехнологического развития АПК в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, Л. А. Дайбова, А. С. Креймер, Ю. В. Подушин, Е. М. Белая. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 199 с.

3. Труфляк Е. В. Точное сельское хозяйство: вчера, сегодня, завтра / Е. В. Труфляк, А. С. Креймер, Н. Ю. Курченко // British 46 Journal of Innovation in Science and Technology, 2017, Т. 2. № 4. С.

УДК 628.336.5

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ

А.В. Мачкарин, канд. техн. наук, доцент,

А.В. Рыжков, канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия
machkarin@mail.ru*

Аннотация: Количество органических отходов разных отраслей народного хозяйства РФ составляет более 450 млн. т в год, из которых отходы сельскохозяйственного производства составляют 280 млн. т. В большинстве стран мира биогазовые технологии стали стандартом переработки биоотходов с целью получения дополнительных сырьевых и энергетических ресурсов. В статье представлены классификация технологий производства биогаза и методы интенсификация процесса метанового брожения.

Abstract: The amount of organic waste from various sectors of the national economy of the Russian Federation is more than 450 million tons per year, of which agricultural waste is 280 million tons. In most countries of the world, biogas technologies have become the standard for processing biowaste in order to obtain additional raw materials and energy resources. The article presents a classification of biogas production technologies and methods for intensifying the process of methane fermentation.

Ключевые слова: биогаз, метановое брожение, анаэробный процесс.

Key words: biogas, methane fermentation, anaerobic process.

Введение. Главной причиной ограниченного применения биогазовых технологий в России являются большие энергозатраты на технологические нужды оборудования, при этом следует отме-

тить, что основные энергетические потери возникают в метантенке. Интенсификация процесса метанового брожения может осуществляться микробиологическими или конструктивно-технологическими методами. Перемешивание является ключевым способом повышения эффективности работы биогазовой установки.

Основная часть. Согласно ГОСТ Р 53790-2010, оптимальное перемешивание субстрата в метантенке увеличивает выход биогаза на 50 %. Результаты экспериментальных исследований промышленных аппаратов метанового брожения показали, что недостаточное перемешивание снижает эффективный объем метантенка на 70 % и является основной причиной отказа оборудования [1].

По способу перемешивания в метантенке биогазовые установки (БГУ) подразделяются на установки, в которых перемешивание может осуществляться с помощью механических приспособлений, гидравлическими средствами (рециркуляция под действием насоса), под напором пневматической системы (частичная рециркуляция биогаза).

Механические мешалки эффективны при переработке тяжелых субстратов с содержанием сухого вещества (СВ) до 20 % [2]. При применении механического способа используют рамные, винтовые, лопастные и другие мешалки. Большая часть перемешивающих устройств представляет собой горизонтально или вертикально установленный вал, на котором закреплены лопасти или другие элементы с винтовой поверхностью, обеспечивающие перемещение массы.

Гидравлические перемешивающие системы. Гидравлическое перемешивание – перемешивание, при котором осуществляется перекачивание сырья из одной зоны аппарата в другую [3]. Использование гидравлических систем перемешивания ограничивается легкотекучими субстратами.

Пневматическое перемешивание. Существуют способы пневматического перемешивания, когда часть выработанного биогаза откачивается из реактора, сжимается компрессором и нагнетается в аппарат. Газ может нагнетаться через дно, боковую стенку или купол. Известно проведение ряда работ над тем, чтобы повысить качество перемешивания, нагнетая в жидкий субстрат биогаз, с использованием для перемешивания извлеченный из биогаза диоксид углерода [4].

При выборе конструктивно-технологического способа совершенствования оборудования БГУ, способствующего повыше-

нию выхода биогаза и экономической выгоды, необходимо учесть следующие факторы [5]:

- влияние температуры на процесс является наиболее изученным методом интенсификации сбраживания. Установлено, что для стран с холодными климатическими условиями наиболее предпочтительным является мезофильный режим;

- 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;

- подготовка сырья является дополнительным способом улучшения метаногенеза, однако в большинстве технологий присутствует механическое измельчение субстрата, которое по эффективности незначительно уступает ультразвуковому и кавитационному;

- наиболее простым и эффективным методом интенсификации процесса получения биогаза является перемешивание.

Применение системы гидравлического перемешивания позволяет поддерживать наиболее благоприятные гидродинамические и температурные условия для жизнедеятельности метаногенного сообщества бактерий на протяжении всего технологического процесса.

В настоящее время в мире функционирует несколько тысяч крупных промышленных установок для переработки органических отходов в биогаз. В России технологии метанового брожения не получили широкого распространения, за исключением нескольких опытно-промышленных установок, разработанных в соответствии с государственными программами. Реализация биогазовых технологий находится на уровне научно-технических разработок, малых опытных серий и демонстрационных производственных центров. Общее число биогазовых установок в странах СНГ не превышает в настоящее время нескольких сотен [6].

В России применение технологий метанового брожения биоотходов ограничено вследствие больших энергетических затрат на технологические нужды оборудования, следует отметить, что основные энергетические затраты возникают в метантенке, который является основным аппаратом в технологической схеме [7].

Заключение. По нашему мнению, применение системы гидравлического перемешивания позволяет поддерживать наиболее

благоприятные гидродинамические и температурные условия для жизнедеятельности метаногенного сообщества бактерий на протяжении всего технологического процесса. Гидравлическое перемешивание обеспечивает большой выход биогаза с большим содержанием метана.

Список использованной литературы

1. Булавин С.А., Любин В.Н., Рыжков А.В. и др. Сельскохозяйственная техника Белогорья [Текст]// Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – №1. – С. 39–42.
2. Булавин С.А. Обоснование формы лагуны для получения однородной массы жидких стоков [Текст]// С.А. Булавин, А.В. Мачкарин / Вестник мичуринского государственного аграрного университета научно-производственный журнал 2014, № 2 С. 72–76.
3. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза: монография / А.В. Мачкарин [и др.]. Белгород: «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.: ил. ISBN 978-5-98242-320-7.
4. Алейник С.Н., Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Теоретические исследования процессов переработки и внутривнесения жидкого навоза [Текст]// Инновации в АПК: проблемы и перспективы 2020, №1(25) С.9-28.
5. Мачкарин А.В. Механизация электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства: практикум [Текст]/ А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков и др. Белгород. – Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. -194 с.
6. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография [Текст]/ Казаков К.В. [и др.]. – Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.
7. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Аналитические исследования оборудования для получения однородной массы жидких стоков [Текст]// Вестник всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. №4 (36). С. 156–160.

УДК 57.083.222:620.953:631.862

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕАДАПТИРОВАННОГО ИНОКУЛЯТА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В БИОГАЗ

И.В. Мирошниченко, канд. биол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»,
п. Майский, Россия
imiroshnichenko_@mail.ru*

Аннотация: Установлено, что использование неадаптированного инокулята при переработке навоза крупного рогатого скота в биогаз неэффективно. Наибольшая биогазовая продуктивность отмечалась в варианте без использования