

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

инокулята: удельный выход биогаза и метана из навоза составили соответственно $202,98 \pm 7,35$ и $114,17 \pm 5,65$ мл/г оСВ, что соответственно в 1,69 и 4,68 раза выше, чем в варианте с использованием инокулята.

Abstract: It has been established that the use of an unadapted inoculum in the processing of cattle manure into biogas is inefficient. The highest biogas productivity was noted in the variant without the use of an inoculum: the specific biogas and methane yield from manure was 202.98 ± 7.35 and 114.17 ± 5.65 ml/g of SS, respectively, which is 1.69 and 4.68 times, respectively, higher than in the variant using the inoculum.

Ключевые слова: биогаз, метан, навоз крупного рогатого скота, неадаптированный инокулят.

Keywords: biogas, methane, cattle manure, non-adapted inoculum.

Введение. Активным началом и важнейшим звеном многих биотехнологических процессов является микрофлора. В промышленных биогазовых реакторах при запуске, а также в лабораторных установках используют либо инокулят, полученный с действующей биогазовой установки, либо навоз крупного рогатого скота, содержащий метанобразующие микроорганизмы. В ходе ферментации в реакторе каждой установки складывается свой индивидуальный микробный консорциум – микроорганизмы подстраиваются под условия окружающей среды и под особенности перерабатываемого субстрата. Именно поэтому рекомендуется использовать инокулят из установок, использующих субстраты, максимально приближенные по составу к тем, которые планируется перерабатывать на запускаемой установке – к сожалению, в России такая возможность не всегда существует.

Цель исследования – изучение влияния неадаптированного инокулята на эффективность переработки навоза крупного рогатого.

Основная часть. Массовую долю сухого вещества (СВ) и органического вещества (оСВ) в исследуемом материале определяли по [1]. Для изучения биогазового потенциала субстрата на лабораторной биогазовой установке был проведен batch-эксперимент по [2].

В качестве материала исследований выступили навоз крупного рогатого скота (СВ $5,29 \pm 0,03$ %, оСВ $73,83 \pm 0,55$ %) и инокулят из биогазовой станции, перерабатывающей стоки городских очистных сооружений (СВ $3,01 \pm 0,03$ %, оСВ $66,91 \pm 1,20$ %). В качестве био-реакторов использовали стеклянные емкости рабочим объемом 300 мл каждая. Подогрев до $+37 \pm 0,2$ °С осуществляли на водяной бане, перемешивание – магнитными якорями. Биогаз собирали в газгольдеры, еженедельно определяли его объем (с помощью герметичной

стеклянной колбы с поршнем и градуировкой) и долю метана в нем (с помощью газоанализатора Optima-7 Biogas). Объем газа приводили к нормальным условиям. Продолжительность эксперимента – 35 суток. Нормы загрузки реакторов рассчитывали так, чтобы отношение оСВ инокулята к оСВ субстрата составляло 1,5–2 к 1 (табл. 1). Все варианты тестировали в трех повторениях.

Таблица 1. Варианты и нормы загрузки реакторов

Вариант	Используемый субстрат	Кол-во субстрата, г	Кол-во инокулята, г
1	Навоз КРС с инокулятом	60,79	239,21
2	Инокулят (вариант для корректировки)	–	300,00
3	Навоз КРС без инокулята	300,00	–

Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики по Н.А. Плехинскому с использованием программы Microsoft Excel. Данные представлены в виде среднего значения и ошибки средней арифметической ($M \pm m$).

В таблице 2 приведен валовой и удельный выход биогаза и метана из субстрата с корректировкой (т.е. за вычетом среднего количества газа/метана, полученного из инокулята). Удельный выход биогаза и метана из навоза без инокулята соответственно в 1,69 и 4,68 раза выше, чем в варианте с его использованием.

Таблица 2. Биогазовый потенциал тестируемых материалов

Вариант	Результаты исследований				
	Валовой выход, мл		Удельный выход, мл/г оСВ		Доля метана, %
	биогаза	метана	биогаза	метана	
1	286,08±24,83	58,01±3,82	120,43±10,45	24,42±1,61	20,28
2	67,94±11,94	6,96±1,22	10,24±1,80	1,05±0,18	10,24
3	2379,54±86,22	1338,39±66,19	202,98±7,35	114,17±5,65	56,25

Пик продуктивности в варианте 1 отмечался в конце первой недели эксперимента. В варианте 3 в конце первой недели эксперимента также наблюдался небольшой пик; второй, более высокий, пик зарегистрирован в конце четвертой недели – это может свидетельствовать об адаптации микробного консорциума к новым условиям среды и о развитии метанобразующей микрофлоры, что также подтверждает и наиболее высокая концентрация метана в этом варианте. К аналогичным выводам пришли и Yangin-Gomes C с соавт.: ими установлено, что в инокулеуме в ходе его адаптации воз-

растает количество архей, а среднесуточное производство биогаза при этом увеличивается примерно на 25 % [3].

Заключение. Использование неадаптированного инокулята для переработки навоза крупного рогатого скота в биогаз неэффективно. Целесообразно перерабатывать навоз без использования инокулята – при этом следует учитывать, что микробному консорциуму требуется время для адаптации к новым условиям среды.

Список использованной литературы

1. Pfeiffer D., Dittrich-Zechendorf, M. Messmethodensammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. Leipzig, Deutschland: DBFZ GmbH, 2012.

2. VDI 4630. Vergärung organischer Stoffe: Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche. Düsseldorf: VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt, 2016.

3. Yangin-Gomec C, Sapmaz T, Aydin S. Impact of inoculum acclimation on energy recovery and investigation of microbial community changes during anaerobic digestion of the chicken manure. Environ Technol. 2020; 41(1): 49–58.

УДК 631.3-83:621.313.13

МОСТОВОЙ АГРЕГАТ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С ЛИНЕЙНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

А. Мухаммадиев, д-р техн. наук, профессор,

Р.Ф. Юнусов, доцент, Т.М. Байзаков, канд. техн. наук, доцент,

А.А. Махмудов, студент

*«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» – Национальный исследовательский университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан
rustem-59@mail.ru*

Аннотация: Мостовой метод выполнения транспортно-производственных процессов в растениеводстве и животноводстве является прогрессивным. Эффективным электроприводом мостового агрегата с точки зрения энерго- ресурсосбережения определяется электропривод с линейным асинхронным двигателем. В статье приведена упрощённая методика расчёта линейного асинхронного двигателя.

Abstract: The bridge method of carrying out transport and production processes in crop and livestock production is progressive. From the point of view of energy and resource saving, an efficient electric drive of a bridge unit is defined as an electric drive with a linear asynchronous motor. The article presents a simplified method for calculating a linear induction motor.

Ключевые слова: Мостовой агрегат, электропривод, линейный асинхронный двигатель, ресурсосбережение, расчётная методика.

Key words: Bridge unit, electric drive, linear asynchronous motor, resource saving, design procedure.