

струкций и технический сервис: пособие / М. В. Колончук, В. П. Миклуш, В. Г. Самосяк. – Минск: УМЦ Минсельхозпрода, 2006. – 242 с.

4. Ulrich, D. Kühe Halten / D. Ulrich. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer GmbH, 2005.

5. Ведищев, С. М. Технологии и механизация первичной обработки и переработки молока: учеб. пособие / С. М. Ведищев, А. В. Милованов. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2005. – 152 с.

6. Русских, В. М. Способы охлаждения сырого молока / В. М. Русских // Переработка молока. – 2010. – № 7.

Аннотация. Выявлены и проанализированы способы охлаждения молока и технические средства, применяемые при этом процессе. Выбран наиболее перспективный способ, обеспечивающий технологически правильное охлаждение молока, ведущий к сохранению наилучшего качества молока и получению наибольшей прибыли.

Ключевые слова: молоко, охлаждение, бактерии, теплообменник, жидкость, хладоноситель.

УДК 621.92

ОСОБЕННОСТИ АНАЭРОБНОЙ ОБРАБОТКИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА И НАВОЗНЫХ СТОКОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОГАЗА

В. А. ШАРШУНОВ, чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»,
Могилев, Республика Беларусь

Введение. Академик С. И. Назаров считается в странах СНГ одним из основателей направления разработки комплекса машин и оборудования для удаления, обработки и использования навоза и навозных стоков, как одного ценнейших видов удобрений для повышения плодородия почв Беларуси. Автор статьи, ученик С. И. Назарова, участвующий в обсуждениях с ним проблем этого направления при подготовке к изданию учебного пособия «Механизация обработки и внесения органических удобрений» (Минск: Ураджай, 1993), хорошо помнит его уверенность о том, что органические удобрения станут использоваться и для получения биогаза. Именно в БСХА на одном из заседаний совета по защите диссертаций под председательством С. И. Назарова состоялось заслушивание кандидатской диссертации по исследованию одной из первых биогазовых установок в СССР.

Прошло с тех пор более 30 лет и сегодня можно отметить, что глу-

бина знания проблемы и проницательность, как всегда, были у С. И. Назарова на высоте. Сегодня это направление интенсивно развивается и находит все большее применение в Республике Беларусь.

В данной работе обобщен опыт эксплуатации биогазовых установок не только в нашей стране, а на основании того, что смог увидено в США, Дании, Германии, Швеции, Польше и др. стран в процессе служебных командировок, а также посещения таких объектов на территории нашей страны.

Основная часть. Анаэробную обработку навоза осуществляют путем сбраживания в биоэнергетических установках сельскохозяйственного назначения – аэротенках. Анаэробной обработке следует подвергать бесподстилочный навоз и смесь осадков отстойников навозных стоков с использованием отходов растениеводства на подстилку.

В процессе анаэробной обработки происходит разложение органического вещества навоза и помета с выделением биогаза с теплотворной способностью не менее 23 МДж/м³. Количество образуемого биогаза зависит от вида и состава навоза и помета, продолжительности сбраживания, степени распада органического вещества и других факторов. При дозе загрузки метантенков 10 % и степени разложения органического вещества до 40 % ориентировочное количество выделяемого биогаза с 1 кг органического вещества бесподстилочного навоза и помета составляет: для навоза КРС – 300 л, свиного навоза – 400 л и помета птиц – 500 л.

На рис.1 приведена принципиальная схема пооперационной переработки навоза в биогаз на современной биогазовой установке.

К технологическому процессу подготовки бесподстилочного навоза и продуктов переработки навозных стоков к анаэробному сбраживанию предъявляются следующие требования:

- подготовленная масса должна быть свежей с максимальным содержанием органического вещества, иметь максимально возможную температуру;

- масса должна быть гидравлически транспортабельной, гомогенной по составу, однородной по концентрации твердых и взвешенных веществ и равномерно поступать на сбраживание.

- такая масса не должна содержать включения размером более 30 мм и твердые частицы, плотность которых существенно превышает плотность жидкости (бетон, глина, песок и др. посторонние включения);



Рис. 1. Принципиальная пооперационная схема переработки навоза в биогаз

– оптимальные параметры массы для анаэробного сбраживания:

- а) влажность – 90–92 %;
- б) зольность – 15–16 %;
- в) рН – 6,9–8,0;
- г) содержание жирных кислот – 600–1500 мг/л;
- д) щелочность – 1500–3000 мг $\text{CaCO}_3/\text{л}$;
- е) оптимальное соотношение $\text{C} : \text{N} - (10-16):1$.

Для обеспечения оптимального соотношения $\text{C} : \text{N}$ и получения большого количества биогаза допускается добавлять в сбраживаемую массу другие органические отходы, навоз разных видов животных и помет птиц;

– сбраживаемая масса не должна содержать вещества, подавляющие жизнедеятельность метанообразующих микроорганизмов и ингибирующие технологический процесс анаэробного сбраживания больше допустимых концентраций (различные формы азота и большинство

тяжелых, щелочных, щелочноземельных металлов, сульфидов, кислорода, антибиотиков, дезинфицирующих средств и других веществ).

Основными параметрами технологического процесса анаэробного сбраживания жидкого навоза являются температура и продолжительность сбраживания. Температура сбраживания должна задаваться, исходя из принятого режима сбраживания навоза или помета.

Выбор режима сбраживания следует производить на основании технико-экономических расчетов с учетом природно-климатических условий, ветеринарного состояния животноводческого предприятия, количественно-качественных параметров навоза или помета, санитарно-гигиенических требований и требований к использованию сброженного навоза или помета, наличия площадей и состояния сельскохозяйственных угодий, вида культур, состояния и типа почв и других условий.

Для анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза следует принимать два режима:

1. Мезофильный с диапазоном температур – 33–38 °С;
2. Термофильный с диапазоном температур – 53–55 °С.

Для районов с умеренным климатом предпочтение следует отдавать мезофильному режиму. Термофильный режим сбраживания бесподстилочного навоза должен может назначаться по согласованию с ветеринарной службы.

Продолжительность анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза и помета в метантенках следует назначать в пределах 5–20 суток с учетом следующих факторов:

- величины дозы загрузки сбраживаемой массы;
- принятой температуры сбраживаемой массы;
- скорости реакции, зависящей от вида сбраживаемой массы;
- степени разложения органического вещества;
- требований к качеству сброженного навоза и помета и др.

Заключение. Анализ применения биогазовых установок на сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь позволяет сделать следующие выводы и рекомендации:

Большинство биогазовых установок имеют одноступенчатый реактор проточного типа с полным перемешиванием (68 % от всех типов реакторов, находящихся в эксплуатации). Вместе с этим опыт эксплуатации отечественных и зарубежных установок для анаэробного сбраживания навоза показывает, что при использовании одноступенчатых реакторов бывают «проскоки» необработанного навоза, что снижает

их эффективность при производстве биогаза. Поэтому все большее применение находят двухступенчатые и многоступенчатые реакторы.

Различные применяемые конструктивные и технологические решения относятся к так называемым реакторам первого поколения – традиционным метантенкам. Эти метантенки иногда имеют две или более секций, в которых осуществляется частичное разделение стадий анаэробного сбраживания.

Контактный реактор состоит из непрерывно загружаемого резервуара с перемешивающим устройством и наружного устройства для отделения биомассы (отстойника). Бактерии, находящиеся в контактном реакторе в виде флокул (хлопьев ила), поддерживаются во взвешенном состоянии за счет перемешивания. Иловая смесь разделяется в отстойнике, удержанная биомасса возвращается в реактор, где вновь смешивается с поступающим субстратом. В результате происходит интенсивное анаэробное разложение органических веществ с получением биогаза.

Биомасса в анаэробных биофильтрах удерживается в виде флокул и гранул, расположенных в пустотах загрузочного материала, а также в виде биопленки, прикрепленной к его поверхности. Опыт применения подобных устройств для получения биогаза в системах очистки навозных стоков (фугата) незначителен и не позволяет пока создать эффективные установки.

Для сбраживания подстильного и полужидкого навоза влажностью менее 90 % наибольшее распространение получили установки с рециркуляцией жидкой фракции сброженного навоза после его разделения. Жидкая фракция возвращается в реакторы для поддержания в них нужного гидравлического режима, что обеспечивает возможность обработки высококонцентрированного навоза, к которому относится как подстильный, так и полужидкий навоз.

Современные биогазовые установки обеспечивают производство биогаза при сбраживании навоза с различными физико-механическими свойствами. Подавляющая часть биогазовых установок, действующая в западноевропейских странах, работает в мезофильном режиме, т. е. сбраживание осуществляется при 30–37 °С.

В целях экономии топлива предпочтительнее использовать мезофильный режим, при котором увеличивается время удержания и рабочий объем реакторов. В отдельных случаях с целью снижения тепловых затрат и для увеличения выхода товарного биогаза процесс метаногенераций разделяют на две фазы: кислотогенную при 30–35 °С и метаногенную при 55 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веденев, А. Г. ОФ «Флюид» Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А. Г. Веденев, Т. А. Веденева. – Бишкек: Типография «Евро», 2006. – 90 с.
2. BIOGAS. Ежегодная конференция. Биогаз [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.biogasinfo.ru/about> – Дата доступа: 20.02.2019.
3. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц. – 2006. – 238 с.
4. Агроперспектива. А у нас биогаз [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.agroperspectiva.com/ru/free_article/190. – Дата доступа: 06.02.2019.
5. Биомасса как источник энергии / под ред. С. Соуфера, О. Заборски; пер. с англ. – Москва: Мир, 1985. – 368 с.

Аннотация. В статье выявлены и проанализированы факторы, влияющие на процесс получения биогаза для различных типов сырья. Указаны требования к технологическому процессу подготовки бесподстилочного навоза и продуктов переработки навозных стоков к анаэробному сбраживанию. Даны рекомендации по применению биогазовых установок.

Ключевые слова: биогаз, органическое сырье, анаэробное сбраживание, биомасса, навоз, измельчение, биогазовые установки.

УДК 664.83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ДОСУШИВАНИЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА РЖИ, ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ В СУШИЛКЕ-ДИСПЕРГАТОРЕ

В. А. ШАРШУНОВ, чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»,
Могилев, Республика Беларусь

Введение. Анализ объемов производства хлебопекарной промышленности, показал, что в настоящее время возрастает количество ассортимента, в котором используются пищевые добавки, улучшающие потребительские характеристики продукта. Одним из перспективных продуктов для получения натуральных пищевых добавок может стать пророщенное зерно различных злаковых культур.

Пророщенное зерно – это ценный легкоусвояемый человеком пищевой продукт, содержащий в своем составе соответствующий большой набор полезных веществ, витаминов, минеральных веществ, микроэлементов, а также пищевые волокна. Он оказывает высокоэффективное оздоравливающее воздействие на организм.