

Н.Ф.Капустин*РУП «НПЦ НАН по механизации сельского хозяйства»
г.Минск, Республика Беларусь
E-mail: npcter@yandex.ru*

БИОГАЗОВЫЙ ЭНЕРГОПОТЕНЦИАЛ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

В статье рассматривается вопрос возможности и эффективности использования пищевых отходов в качестве сырья для производства биогаза.

Приводятся результаты исследований содержания сухого и органического сухого вещества в отходах молочной и пивоваренной отрасли. Описывается методика, приборное обеспечение и результаты определения удельного выхода метана при анаэробной биоферментации рассматриваемых пищевых отходов.

Ключевые слова: пищевые отходы, удельный выход метана, анаэробная биоферментация.

N.F. Kapustin*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: npcter@yandex.ru*

BIOGAS ENERGY POTENTIAL OF FOOD WASTE

The article discusses the issue of the possibility and efficiency of using food waste as a raw material for biogas production.

The results of studies of the content of dry and organic dry matter in waste from the dairy and brewing industry are presented. The methodology, instrumentation and results of determining the specific yield of methane during anaerobic biofermentation of the food waste under consideration are described.

Keywords: food waste, specific yield of methane, anaerobic biofermentation.

Введение

В процессе производства, переработки, хранения и использования пищевых продуктов может происходить полная или частичная потеря их первоначальных потребительских свойств, с превращением в пищевые отходы.

Глобальные потери продуктов питания и пищевых отходов составляют от одной трети до половины их производства. В странах с низким уровнем дохода большая часть потерь происходит во время производства продуктов питания, тогда как в развитых странах, отличающихся большим потреблением пищи, среднестатистический житель ежегодно выбрасывает на помойку до 100 кг продуктов питания.

Что касается влияния пищевых отходов на окружающую среду, то по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), на их долю приходится 8 % глобальных выбросов парниковых газов в мире. Выброшенные на свалку пищевые отходы биоразлагаются с образованием парникового газа метана, воздействие которого на изменение климата в 21 раз выше, чем углекислого газа.

В Беларуси ежегодно образуется около 310 тыс. тон пищевых отходов, около 70 тыс. тонн отходов вкусовых продуктов (чай, пряности, приправы, пищевые кислоты, табак, и алкоголь). Следует отметить, что Беларусь входит в число стран с наибольшим производством молока на душу населения [1]. В то же время, при переработке молока для изготовления масла, сыра, сметаны и другой молочной продукции, появляются побочные продукты, например, творожная сыворотка. Вред, наносимый окружающей среде от 1 тонны творожной сыворотки при ее неправильной утилизации, равен вреду от 100м³ хозяйственно-бытовых стоков.

В Беларуси работает более 80 предприятий, где есть молочные отходы. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь на них ежегодно образуется до 2 млн тонн сыворотки.

К пищевым отходам относятся и отходы пивоваренного и спиртового производства: зерновой жмых, пивная дробина, солодовые ростки, дрожжи, ягоды, сухофрукты, барда и т.д. Основу всех пищевых отходов составляет органическое сырье, которое может эффективно использоваться для дальнейшей переработки в биогазовых установках.

Из 34 эксплуатируемых в Беларуси биогазовых установок, 24 работают на сырье агропромышленного комплекса [2]. Поэтому определенный интерес представляет оценка возможности и эффективности использования на них пищевых отходов.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись пищевые отходы молочной и пивоваренной отрасли, в частности – молока, кефира, сметаны, молочной сыворотки, пива.

Исследование содержания сухих веществ в пробах осуществлялось по ГОСТ 26713-85 с использованием сушильного шкафа Memmert Basic и весов лабораторных Acculab ATL-822, а органических сухих веществ по ГОСТ 26714-85 с использованием муфельной печи Nabertherm и весов лабораторных Radwag AS 220/c/2N.

Для измерений удельного выхода метана (при анаэробной биоферментации исследуемых проб) использовался автоматизированный комплекс на основе биопроцессконтроллера AMPTS II (рис.1),

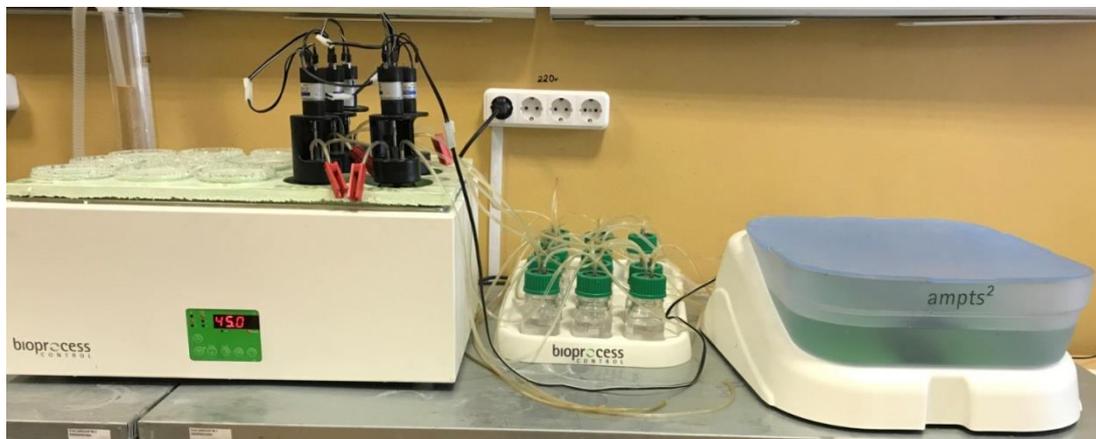


Рис.1 Автоматизированный комплекс по определению выхода метана в процессе анаэробной биоферментации органического сырья

Процедура определения метаногенной активности органического сырья включала инокулирование в анаэробных условиях некоторого его количества во флаконах с инокулятом биогазовой установки; помещение флаконов в водяной термостат, где поддерживалась температура на заданном уровне (для мезофильного режима $40\pm 2^{\circ}\text{C}$) с периодическим перемешиванием сбразиваемого субстрата и последующей регистрацией количества вырабатываемого метана.

Результаты исследований

В табл. 1 представлены содержания сухого и органического сухого вещества в исследованных пробах отходов пищевых продуктов.

Т а б л и ц а 1. – Содержание сухого и органического сухого вещества в исследованных отходах пищевых продуктов

Отходы пищевого продукта	Содержание, %	
	Сухого вещества	Сухого органического вещества
Сыворотка молочная	5,4	5,2
Сметана	21,8	21,1
Молоко	10,8	10,1
Кефир	11,4	10,7
Пиво	3,6	3,5
Чипсы картофельные	87,3	82,5

Результаты исследований свидетельствуют, что больше всего органического сухого вещества содержится в отходах картофельных чипсов (82,5 %), а из отходов кисломолочных продуктов – в сметане (21,1 %). В то же время отходы кисломолочных продуктов имеют более высокий удельный выход метана из единицы массы органического сухого вещества ($380-400 \text{ м}^3/\text{Т}_{\text{осв}}$), в то время как у отходов картофельных чипсов этот показатель составил $285 \text{ м}^3/\text{Т}_{\text{осв}}$.

Динамику удельного выхода метана оценивали с нарастающим итогом в процессе анаэробной биоферментации исследуемых отходов пищевых продуктов (рис.2).

Основной выход метана при анаэробной биоферментации молочной сыворотки происходит в течение 7 дней, картофельных чипсов – в течение 20 дней, а сметаны, кефира, молока, пива – в течение 50 дней с момента начала технологического процесса.

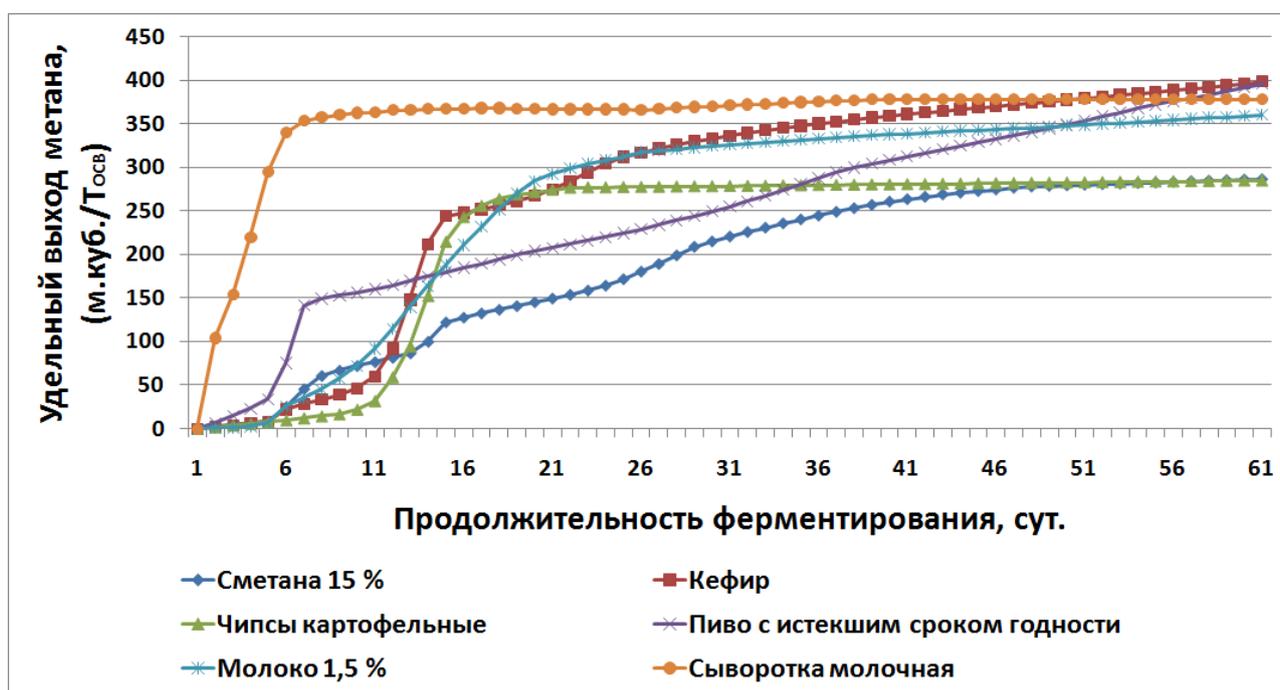


Рис.2. Динамика удельного выхода метана с нарастающим итогом при анаэробной биоферментации отходов пищевых продуктов.

На рис.3 приведено сравнение удельного выхода метана из исследованных отходов пищевых продуктов и другого органического сырья, используемого при производстве биогаза.

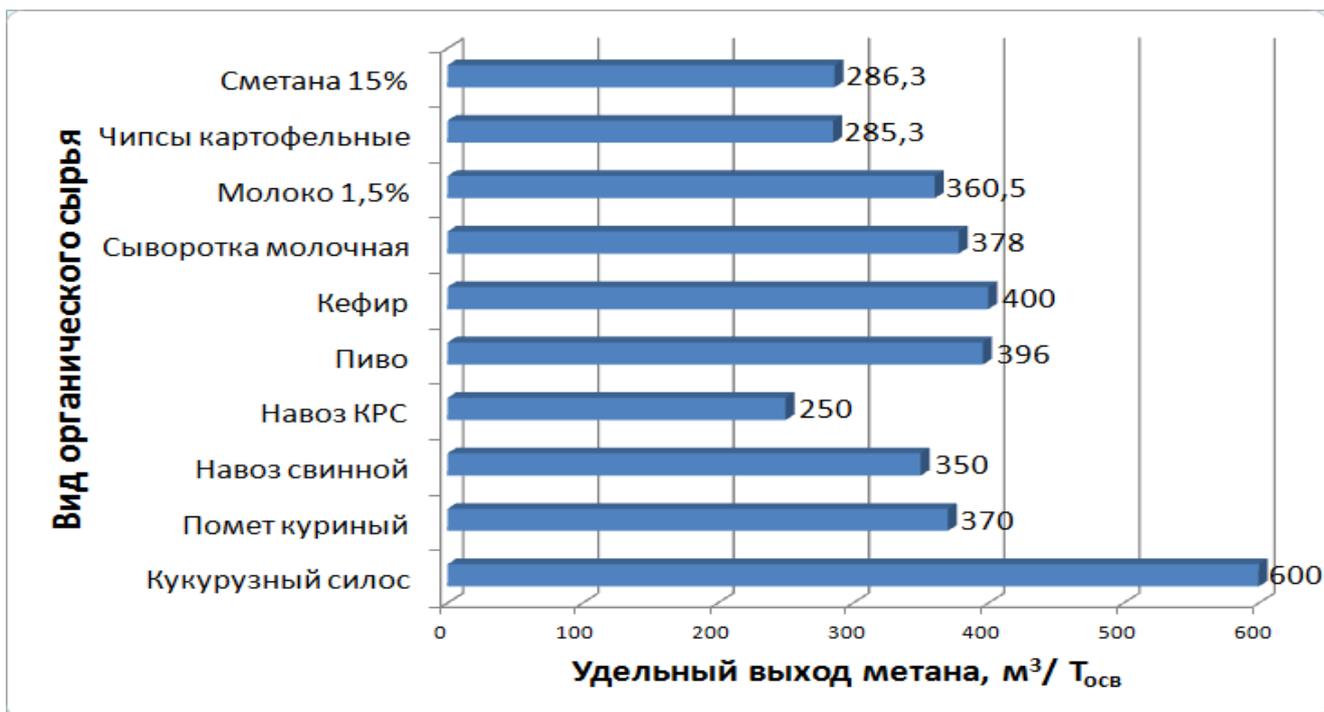


Рис.3. Удельный выход метана при анаэробной биоферментации различных видов органического сырья

Заключение

Проведенные исследования показывают, что испорченные или с истекшим сроком годности пищевые продукты, такие как сметана, молочная сыворотка, молоко, кефир, чипсы картофельные и пиво имеют достаточное содержание органического сухого вещества и высокий удельный выход метана при их анаэробной биоферментации. Эти обстоятельства позволяют достаточно эффективно использовать исследованные отходы пищевых продуктов в качестве сырья для биогазовых установок.

Список использованных источников

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / И.В. Медведева [и др.]; Национальный статистический комитет Республики Беларусь; под общ. ред. И.В.Медведевой. – Минск, 2020. – 178 с.
2. Капустин, Н.Ф., Опыт работы биогазовых комплексов в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь / Н.Ф. Капустин // Энергоэффективность. – 2017. – №7. – С.17–12.