

## ПРИМЕНЕНИЕ СУБСТРАТОВ С БЫСТРЫМ РАСЩЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МЕТАНООТДАЧИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК С КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАГРУЗКОЙ

Идигенов Б.Б.<sup>1</sup>, Садчиков А.В.<sup>1</sup>, Кокарев Н.Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, пр. Победы, 141, E-mail: baha\_kz7@mail.ru

<sup>2</sup> «Комплексные системы утилизации», Оренбург, Победы проспект, 75е, E-mail: office@komplexu.ru

В данной статье рассмотрен способ повышения эффективности работы биогазовых установок с комбинированной загрузкой путем добавления в качестве компонента предварительно дигерированного птичьего помета. В целях повышения метаноотдачи биогазовых установок с комбинированной загрузкой. Биогаз является продуктом обмена веществ бактерий, образующийся вследствие разложения ими органического субстрата. Переработка и утилизация птичьего помета в биогазовых установках улучшает общую экологическую обстановку вокруг птицефабрики. Снижаются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Переработка в реакторе БГУ (биогазовой установки) чистого куриного помета представляет собой сложную задачу, до сих пор серийно не решаемую европейскими производителями биогазовых установок. Западноевропейские производители БГУ делают основной акцент на преимущественной доле силосной кукурузы в структуре закладываемого в БГУ сырья. В то же время у птицефабрик, как правило, нет достаточного объема посевных площадей для выращивания энергетических культур (например, силосной кукурузы). Таким образом, создание БГУ, работающей на 100 % курином помете, является особо актуальной технологической проблемой.

Ключевые слова: Биогаз, эффлюент, дигерирование, биореактор, биодобавка.

## THE USE OF SUBSTRATES WITH FAST SPLITTING TO INCREASE THE METHANE OUTPUT OF BIOGAS PLANTS WITH COMBINED LOADING

Idigenov B.B.<sup>1</sup>, Sadchikov A.V.<sup>1</sup>, Kokarev N.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FGBO, Orenburg State University, Orenburg, prospect Pobedy, 141, E-mail: baha\_kz7@mail.ru

<sup>2</sup>"Integrated disposal system" Orenburg, Victory Avenue, e, E-mail: office@komplexu.ru

In this article the way of increase of efficiency of work of biogas installations with the combined loading by addition as a component of previously digerirovanny bird's dung is considered. For increase of a metanootchacha of biogas installations with the combined loading. Biogas is a product of a metabolism of bacteria, formed owing to decomposition of an organic substratum by them. Processing and utilization of a bird's dung in biogas installations improves the general ecological situation round poultry farm. Emissions of the polluting substances in the atmosphere decrease. Processing in the BGU reactor (biogas installation) of a pure chicken dung represents the complex challenge which is still serially not solved by the European producers of biogas installations. The West European producers of BGU place the main emphasis on a primary share of silage corn in structure of the raw materials put in BGU. In too time, poultry farms, as a rule, have no sufficient volume of cultivated areas for cultivation of power cultures (for example, silage corn). Thus, creation of BGU working for 100 % a chicken dung is especially actual technological problem.

Keywords: Biogas, digestion, bioreactor, bioadditive.

Биогаз является продуктом обмена веществ бактерий, образующимся вследствие разложения ими органического субстрата.

Сахар и крахмал, барда зерновая, барда меласная, пивная дробина, например, имея простую структуру, отличаются быстрым расщеплением и из-за этого имеют склонность к окислению, и требуют лишь короткого времени пребывания в ферментаторе.

Чем сложнее структура субстрата, тем дольше длится расщепление. Целлюлоза и гемицеллюлоза имеют широко разветвленную структуру и разлагаются медленно. Лигнин,

одеревеневшее вещество у растений, количество которого возрастает с возрастом растения, разлагается бактериями очень плохо, поскольку он проявляет стойкость даже к кислотам.

Скорость расщепления субстратов имеет прямое влияние на необходимое время для брожения и на саму технологию получения биогаза. Таким образом, уже при планировании биогазовой установки стоит четко определить, какой субстрат или какие субстраты будут использоваться для брожения.

Еще одним из видов субстратов с быстрым расщеплением является птичий помет, хранящийся на полигонах птицефабрик.

Создание крупных птицеводческих хозяйств на промышленной основе вызывает значительные нарушения экологического равновесия, загрязнение окружающей среды территорий хозяйства и прилегающих районов, а также воздушного пространства, так как при хранении в чистом виде помет быстро слеживается и испускает зловонный запах, обусловленный выделением продуктов разложения. В помете развиваются патогенная микрофлора и яйца гельминтов.

Переработка и утилизация птичьего помета в биогазовых установках улучшает общую экологическую обстановку вокруг птицефабрики. Снижаются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

#### Характеристика помета как сырья для переработки

Помет, выделяемый птицей, представляет собой вещество вязкой консистенции влажностью 64–82 % в зависимости от вида, возраста птицы, условий кормления и содержания. В свежем помете содержатся органические и неорганические соединения. К неорганическим соединениям относят воду, некоторые соединения азота (аммиак, нитраты), меди, фосфора, калия, цинка, кальция, марганца. К органическим соединениям относят азотистые соединения (белки, пептиды, аминокислоты), углеродные соединения (липиды, глицерины, жирные кислоты, углеводы, в том числе клетчатка, сахара, спирты, летучие кислоты, целлюлозолигнин), сернистые соединения (сульфиды). В помете могут также содержаться антибиотики, соли тяжелых металлов, радионуклиды, остатки пестицидов и другие токсические вещества. При выращивании и содержании птицы к помету могут добавляться другие органические и минеральные компоненты, вода, или, наоборот, он может подсушиваться. В зависимости от этого, помет как сырье для переработки можно разделить на следующие основные разновидности:

1. Подстилочный помет. Получают при содержании птицы на полу, на глубокой подстилке. Представляет собой смесь натурального помета с органическими подстилочными

материалами, иногда – с некоторым количеством минеральных добавок. Влажность подстилочного помета обычно составляет 15–40 %.

2. Помет натуральной влажности. Получают при содержании птицы в клеточных батареях со скребковой или ленточной уборкой помета без системы подсушки, на сетчатых или планчатых полах при условии ежедневной уборки и исключении попадания воды из поилок или в процессе уборки.

3. Жидкий помет влажностью 85–98 %. Является основным видом пометного сырья при содержании птицы в клеточных батареях со скребковой уборкой помета.

4. Подсушенный помет. Получают чаще всего при содержании птицы в клеточных батареях с ленточной системой пометоудаления. При использовании клеточных батарей без встроенных воздухопроводов системы подсушки и кратности уборки один раз в 5–7 дней влажность помета обычно составляет 55–70 %. При использовании клеточных батарей со встроенными воздухопроводами и такой же кратности уборки получают помет влажностью 50–25 %. Подсушенный помет получают также при его хранении в специальных вентилируемых помехранилищах.

Требования, предъявляемые к способам хранения и переработки помета.

В большинстве стран с развитым птицеводством к птицеводческим предприятиям предъявляют весьма жесткие требования относительно способов хранения и переработки помета. Основные из них следующие:

- исключение возможности попадания самого продукта и жидких стоков в подземные воды и открытые водоемы;
- минимизация выделений аммиака в атмосферу;
- исключение распространения неприятных запахов на территорию населенных пунктов, проездных дорог и других объектов общего пользования;
- обезвреживание патогенных микроорганизмов, яиц гельминтов, семян сорняков;
- исключение попадания в почву, подземные воды и наземные водоемы вместе с пометом или продуктами его переработки солей тяжелых металлов, радионуклидов, пестицидов и других токсических веществ;
- наличие достаточных площадей сельхозугодий для использования помета в допустимых количествах в качестве удобрения.

Птицеводческие предприятия при получении лицензии на деятельность, как правило, обязаны предоставлять документацию, согласованную с соответствующими органами экологического надзора, каким образом они планируют осуществлять хранение и переработку своих отходов, а названные органы – осуществлять систематический контроль

за выполнением данных обязательств. Что касается таких показателей, как количество выбросов аммиака в атмосферу или неприятные запахи, то ограничения существуют не только относительно хранения и переработки отходов, но и птичников.

Некоторые из вышеназванных требований, как, например, контроль выбросов аммиака в атмосферу или наличие достаточных площадей сельхозугодий, весьма важных для защиты окружающей среды. Вследствие этого создаются птицеводческие предприятия, не имеющие ни клочка земли для использования помета и соответствующих договоров с другими сельскохозяйственными предприятиями. Часто отсутствует эффективный экологический контроль над деятельностью птицефабрик.

Переработка в реакторе БГУ (биогазовой установки) чистого куриного помета представляет собой сложную задачу, до сих пор серийно не решаемую европейскими производителями биогазовых установок. Западноевропейские производители БГУ делают основной акцент на преимущественной доле силосной кукурузы в структуре закладываемого в БГУ сырья. В то же время у птицефабрик, как правило, нет достаточного объема посевных площадей для выращивания энергетических культур (например, силосной кукурузы). Таким образом, создание БГУ, работающей на 100 % курином помете, является особо актуальной технологической проблемой.

Наряду с этим существует ряд проблем, возникающих при переработке в реакторе БГУ чистого куриного помета, таких как:

- Ветеринарные мероприятия, направленные на предупреждение опасных инфекционных заболеваний, санитарная обработка включает в себя обеззараживание вывозимого помета с целью уничтожения патогенной микрофлоры, яиц гельминтов и т.д. Это негативным образом отражается на активности микробиологического консорциума, входящего в состав птичьего помета, и, как следствие, на эффективности технологии утилизации (приводит к снижению метанообразования, увеличению длительности процесса ферментации и т.д.).

- Высокая концентрация аммиака и сероводорода, а также повышенная кислотность.

- Основная сложность, возникающая при переработке птичьего помета – необходимость двухстадийной обработки – отделения процесса гидролиза от последующих, а, следовательно, наличие двух последовательно соединенных биореакторов.

- Еще одной особенностью при переработке птичьего помета является достижение необходимой влажности 85 %, для этого к птичьему помету следует добавить большое количество воды, т.к. влажность исходного помета низкая.

Решение проблем и устранение недостатков известных способов переработки птичьего помета возможно при использовании нового способа переработки птичьего помета, суть которого заключается в следующем: приведение исходных значений показателей к загрузочным путем разбавления и последующей микробиологической обработки эффлюентом в анаэробных условиях с последующим использованием его в БГУ с комбинированной загрузкой.

Микробиологическая обработка птичьего помета представляет собой укладку птичьего помета в емкости на расстоянии не менее 1–2 м друг от друга. Затем помет доводится до влажности, необходимой для предварительного дигерирования (65–70 %). Далее осуществляется сам процесс предварительного дигерирования, включающий внесение жидкой фракции эффлюента с характеристиками, приведенными в табл. 1 в анаэробных условиях, в количестве 20 % от общей массы птичьего помета. В качестве биодобавок используют эффлюент, образующийся в результате анаэробного сбраживания многокомпонентного сырья, в состав которого входят навоз КРС (крупного рогатого скота), опилки нехвойных пород деревьев, отходы мясной и молочной продукции (некачественные продукты питания), минеральные удобрения – N:P:K в количестве 0,1:0,16:0,18 % соответственно и аборигенная микрофлора с плотностью по микроорганизмам  $260 \times 10^8$  КОЕ/мл. Затем создают анаэробные условия и ферментируют в течение 7–9 дней. При этом происходит увеличение температуры субстрата, начальное расщепление (при влажности 70 %) с образованием и выделением газов с присутствием в них CO<sub>2</sub>, водяных паров, H<sub>2</sub>S, меркаптанов в небольших количествах).

Таблица 1

Характеристики эффлюента

Наименование показателей	Значение характеристик в исходной влажности		
	%	мг/кг	мг/л
Азот общий	0,157	1570	1440
Фосфор общий	0,046	460	422
Калий общий	0,113	1130	1037
Нитратный азот	0,0096	96	88,11339
Аммонийный азот	0,146	1460	
Влага	95,4		
Органич. в-во	3,022		
РН( кислотность. Ед. рН)	7,9		
Сухой остаток	4,6		
Подвижная медь	0,00001	0,1	0,09
Подвижный цинк	0,000086	0,86	0,79
Подвижный марганец	0,00611	6,11	5,61
Подвижное железо	0,00028	2,8	2,57

По завершении обработки птичий помет загружается в приемный резервуар в количестве 15 % от общей массы загружаемого субстрата, перемешивается с остальными компонентами загрузочного сырья, полученная смесь подогревается, затем поступает в камеру гомогенизации, откуда дозировано подается в реактор, после чего выход биогаза увеличивается на 50 %.

Таким образом, использование микробиологической обработки птичьего помета позволяет повысить эффективность работы БГУ с комбинированной загрузкой.

Кроме того, в качестве компонента можно использовать птичий помет, прошедший микробиологическую переработку на полигоне птицефабрик.

Например, известен способ микробиологической переработки птичьего помета, патент РФ № 2525251.

Способ микробиологической переработки птичьего помета, включающий укладку птичьего помета и внесение биодобавок в жидкой форме, осуществление биологического разогрева и анаэробной ферментации смеси, отличающийся тем, что в качестве биодобавки используют эффлюент, в количестве 3–8 % от общей массы птичьего помета, в состав которого входят минеральные удобрения – N:P:K и аборигенная микрофлора с плотностью по микроорганизмам  $260 \times 10^8$  КОЕ/мл, при этом осуществляется сбор и отвод биогаза, образующегося в процессе разложения птичьего помета.

### Список литературы

1. Птица-ру: <http://ptica-ru.ru/per-prod-ptic/2125-utilizacija-pticego-pometa.html> (дата обращения: 18.11.2014).
2. Пат. РФ: МПКС02F11/04 А01С3/00 С02F103/20. - № 2349556; заявл. 13.06.2007; опубл. 20.03.2009.
3. Утилизация птичьего помета: <http://ptitcevod.ru/reprodukcija/soderzhanie-pticy/kak-pererabatyvayut-ptichij-pomet-udobrenie-i-biogaz.html> (дата обращения: 18.11.2014).
4. Одно и многоступенчатый процесс получения биогаза: <http://www.rosbiogas.ru/literatura/biogazovie-ustanovki-prakticheskoe-posobie/odno-i-mnogostupenchatij-process-polucheniya-biogaza.html> (дата обращения: 18.11.2014).
5. Пат. РФ №2525251.
6. Субстраты: <http://msd.com.ua/biomassa-kak-istochnik-energii/substraty/> (дата обращения: 18.11.2014).

**Рецензенты:**

Барышева Е.С., д.м.н., профессор, зав. кафедрой биохимии и молекулярной биологии  
ФГБОУ ВПО ОГУ, г. Оренбург;

Лебедев С.В., д.б.н., профессор кафедры биотехнологии и животного сырья и аквакультуры  
ФГБОУ ВПО ОГУ, г. Оренбург.