

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202000040** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2021.02.26

(51) Int. Cl. *C02F 11/04* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.12.27

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА**

(31) 2019124500

(32) 2019.08.01

(33) RU

(96) 2019000147 (RU) 2019.12.27

(71) Заявитель:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА
ВЕЛИКОГО" (ФГАОУ ВО "СПбПУ")
(RU)**

(72) Изобретатель:

**Полигаева Наталья Анатольевна,
Смятская Юлия Александровна (RU),
Атаманюк Ирина (DE)**

(74) Представитель:

Кадиев И.Г. (RU)

(57) Предложенный способ реализуется с использованием органических отходов, активного ила и остаточной биомассы ряски. Способ отличается тем, что в органические отходы добавляются остаточная биомасса ряски в соотношении 42,5:42,5:15 и активный ил (3% раствор). Для повышения выхода биогаза с максимальным содержанием метана анаэробное сбраживание проводят при температуре 40±1°C.

A1

202000040

202000040

A1

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА

Изобретение относится к способам переработки органических отходов с использованием остаточной биомассы ряски в биотехнологических процессах с целью получения биогаза с повышенным содержанием метана.

Анаэробное сбраживание для получения биогаза - это дешевый и доступный способ получения энергии, а также утилизация биогенных отходов. При этом происходит предотвращение попадания метана и углекислого газа в атмосферу. В настоящее время разработано и применяется достаточно большое количество технологий получения биогаза, основанных на использовании различных вариантов температурного режима, влажности, концентрации микробной массы, длительности протекания реакции и т.д. Однако на сегодня актуальным остается вопрос поиска наиболее эффективных, дешевых и доступных способов интенсификации процесса получения биогаза.

Существует способ получения биогаза [патент № RU 2458868], авторы которого, предлагают получать биогаз из органосодержащих отходов с добавкой фитомассы амаранта багряного и с добавкой активного ила 1:1, из расчета 2-3 масс.% с последующей обработкой ультразвуком с частотой 22 кГц, и интенсивностью 6-8 Вт/см в течении 4-8 мин. Вышеописанный способ позволяет увеличить выход биогаза до 30,23%. Многостадийность процесса усложняет и увеличивает себестоимость получения биогаза.

Известен способ получения биогаза, в котором используются водные растительные материалы. Ряска, водное растение, является источником энергии и питательных веществ при кормлении сельхоз животных. Ряска содержит летучие вещества, обладает влагосодержанием, зольностью и содержанием углерода, водорода и азота. Предполагается, что обогащение ряски железом увеличивает выход биогаза. В работе [Clark, P. V. and Hillman, P. F. (1996) 'Enhancement of anaerobic digestion using duckweed (*Lemna minor*) enriched with iron', *Water and Environment Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 92-95]

концентрация железа варьировалась от 0 до 400 мг. Наиболее высокий выход биогаза был получен при добавлении ряски, обогащенной 400 мг железа и соответствует 1050 мл биогаза. При выращивании ряски на сточных водах, следует контролировать содержание железа в растениях на определенном уровне, необходимом для интенсификации процесса получения биогаза.

В способе [Dipti Yadava, Lepakshi Barboraa, Deep Bora, Sudip Mitrab, Latha Rangana, Pinakeswar Mahanta An assessment of duckweed as a potential lignocellulosic feedstock for biogas production//International Biodeterioration & Biodegradation · September 2016 1-7 DOI: 10.1016/j.ibiod.2016.09.007], который выбран в качестве прототипа, предлагается совместное использование навоза крупного рогатого скота и ряски. Предварительно был проведен анализ свойств ряски, который показал, что летучие вещества составляют $84,24 \pm 0,2\%$ с содержанием лигнина 12,2%, что очень благоприятно для производства биогаза.

Сбраживание проводили совместно навоза и ряски при температуре 37 ° С в течение 55 часов. Совокупное производство биогаза для соотношений: 100, (90:10), (75:25) и (50:50) составляет 11 620, 305, 11 695 и 12 070 мл биогаза, что указывает на то, что ряска может быть потенциальным лигноцеллюлозным сырьем при совместном переваривании с навозом крупного рогатого скота в оптимальном соотношении 1: 1. Содержание метана в биогазе при совместном сбраживании сырья сопоставимо с биогазом из одного навоза крупного рогатого скота. Недостатком данного способа является использование ряски, содержащей ценные компоненты, как исходного сырья.

Техническая проблема, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, заключается в создании способа получения биогаза из органических отходов с повышенным содержанием метана в биогазе.

Технический результат достигается способом получения биогаза из органических отходов, в котором в органические отходы добавляют 3 %

раствор активного ила и остаточную биомассу ряски при соотношении компонентов 42,5:42,5:15.

В предлагаемом способе процесс осуществляют при температуре $40,0 \pm 1$ °С.

В нашем случае мы используем остаточную биомассу ряски после извлечения ценных компонентов, что значительно удешевляет процесс получения биогаза, решается вопрос утилизации отхода.

Эксперимент проводился на лабораторных биогазовых установках (метантенках), вместимостью стеклянных сосудов 3 л, оснащенных системой термостатирования, температурными датчиками, перемешивающими устройствами, рН- метром, системой подачи сырья, системой удаления переброженного остатка, системой газоотведения и емкостью для накопления биогаза. Для создания анаэробных условий, перед загрузкой реактор продували азотом. На протяжении всего периода ферментации температура в метантенках поддерживалась на уровне $36,5 \pm 1$; $40,0 \pm 1$ и 55 ± 1 °С. Изначальное значение рН составляло $7,6 \pm 2$. Длительность эксперимента составила 30 дней. В качестве сосубстрата использовали органические отходы, в качестве инокулянта использовали активный ил, остаточную биомассу ряски использовали как сырье для анаэробного сбраживания. Остаточная биомасса состоит из целлюлозы (35-50 %), лигнина (14-20%), белки (28-38%) и гемицеллюлозы (23-35%), что способствует увеличению количества образующегося биогаза.

Образцы ряски весом 15 – 16 г каждый помещали в лабораторные биогазовые установки (метантенки), затем добавляли 2 л инокулята и органические отходы в разном соотношении.

Для проверки качества инокулята готовили эталонные образцы, для этого 0,64 г микрокристаллической целлюлозы ($C_6H_{10}O_5$) добавляли в стеклянные бутылки, в которые предварительно наливали 200 мл инокулята.

Для определения количества метана (%) в биогазе, собранный газ анализировался на газовом хроматографе (HP 6890 GC System) с катетометром в качестве детектора по теплопроводности.

Таблица 1 – Результаты исследования при содержании смеси (остаточная биомасса ряски: органические отходы) при температуре $36,5 \pm 1$ °С (выход биогаза и чистого метана пересчитана на нормальные условия – $T = 273,15$ К, $P = 1013$ hPa)

| Состав смеси для анаэробного сбраживания | | | Выход биогаза, мл на 1 г смеси | Концентрация метана, % | Выход чистого метана, мл на 1 г смеси |
|--|------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Остаточная биомасса ряски, % | Органические отходы, % | Водный 3% раствор активного ила, % | | | |
| 85 | 0 | 15 | 640 | 50 | 320 |
| 67,5 | 17,5 | 15 | 670 | 52 | 335 |
| 42,5 | 42,5 | 15 | 700 | 58 | 350 |
| 17,5 | 67,5 | 15 | 684 | 55 | 342 |
| 0 | 85 | 15 | 640 | 50 | 320 |

Оптимальное соотношение остаточной биомассы ряски: органических отходов: активного ила (3%)- 42,5:42,5:15 позволяет получить 700 мл биогаза и 350 мл метана при температуре $36,5 \pm 1$ °С.

Таблица 2 – Результаты исследования при разном соотношении остаточной биомассы ряски и органических отходов при температуре $40,0 \pm 1$ °С (выход биогаза и чистого метана пересчитана на нормальные условия – $T = 273,15$ К, $P = 1013$ hPa)

| Состав смеси для анаэробного | Выход биогаза, | Концентрация | Выход чистого |
|------------------------------|----------------|--------------|---------------|
|------------------------------|----------------|--------------|---------------|

| сбраживания | | | мл на 1 г смеси | метана, % | метана, мл на 1 г смеси |
|--|--------------------------------|---|-----------------------|-----------|----------------------------------|
| Остаточ- ная биомасса ряски, % | Органичес- кие отходы, % | Водный 3% раствор активного ила, % | | | |
| 85 | 0 | 15 | 730 | 52 | 380 |
| 67,5 | 17,5 | 15 | 750 | 54 | 405 |
| 42,5 | 42,5 | 15 | 800 | 61 | 488 |
| 17,5 | 67,5 | 15 | 780 | 59 | 460 |
| 0 | 85 | 15 | 710 | 53 | 376 |

Оптимальное соотношение остаточной биомассы ряски : органических отходов: активного ила (3%)- 42,5:42,5:15 позволяет получить 800 мл биогаза и 488 мл метана при температуре $40,0 \pm 1$ °С.

Таблица 3 – Результаты исследования при разном соотношении остаточной биомассы ряски и органических отходов при температуре $55,0 \pm 1$ (выход биогаза и чистого метана пересчитана на нормальные условия – T = 273,15 К, P = 1013 hPa)

| Состав смеси для анаэробного сбраживания | | | Выход биогаза, мл на 1 г смеси | Концентрация метана, % | Выход чистого метана, мл на 1 г смеси |
|---|--------------------------------|---|--|---------------------------|--|
| Остаточ- ная биомасса ряски, % | Органичес- кие отходы, % | Водный 3% раствор активного ила, % | | | |
| 85 | 0 | 15 | 740 | 51 | 377 |
| 67,5 | 17,5 | 15 | 760 | 55 | 418 |
| 42,5 | 42,5 | 15 | 810 | 60 | 486 |
| 17,5 | 67,5 | 15 | 790 | 57 | 450 |
| 0 | 85 | 15 | 745 | 51 | 378 |

Оптимальное соотношение остаточной биомассы ряски: органических отходов: активного ила (3%)- 42,5:42,5:15 позволяет получить 810 мл биогаза и 486 мл метана при температуре $55,0 \pm 1$ °С.

Таблица 4 - Влияние температуры на выход биогаза и метана при анаэробном сбраживании остаточной биомассы ряски: органических отходов: активного ила в соотношении 42,5:42,5:15

| Т, °С | Выход биогаза, мл на 1 г смеси | Концентрация метана, % | Выход чистого метана, мл на 1 г смеси |
|--------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| $36,5 \pm 1$ | 700 | 58 | 350 |
| $40,0 \pm 1$ | 800 | 61 | 488 |
| $55,0 \pm 1$ | 810 | 60 | 486 |

Из таблицы 4 видно, что при повышении температуры повышает количество и качество биогаза, а также достигается гигиенизация органических отходов. Кроме того, улучшается кинетика процесса, т.е. стабильная метаногенная фаза достигается, в среднем на 2 – 3 дня раньше. Однако, при последующее повышении температуры с 40 ± 1 до 55 ± 1 °С незначительно влияет на количество и состав биогаза, и таким образом, является экономически нецелесообразным. Поэтому нами выбирается оптимальная температура 40 ± 1 °С.

Способ получения биогаза

Формула изобретения

1. Способ получения биогаза из органических отходов, отличающийся тем, что в органические отходы добавляют 3 % раствор активного ила и остаточную биомассу ряски при соотношении компонентов 42,5:42,5:15.

2.

2 Способ по п. 1, отличающийся тем, что процесс осуществляют при температуре $40,0 \pm 1$ °С.

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202000040

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

см. дополнительный лист
C02F 11/04 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
C02F C12M B01D

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ESPACENET ЕАПАТИС PatentScope GOOGLE Patent

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

| Категория* | Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей | Относится к пункту № |
|------------|--|----------------------|
| A | EP2998386 A2 (ROGMANS MARIA) 2016-03-23, весь документ, рис. 1,2 | 1, 2 |
| A | DE102012024108 A1 (ROGMANS MARIA) 2014-06-12, весь документ | 1, 2 |
| A | WO2018107938 A1 (YUAN ZHIXIAN) 2018-06-21, весь документ | 1, 2 |
| A | CN103951145 A (QINGDAO INST OF ANIMAL HUSBANDRY VETERINARY MEDICINE) 2014-07-30, весь документ | 1, 2 |
| A | CN106688967 A (ANHUI FEIYANG AGRICULTURE SCIENCE AND TECH CO LTD) 2017-05-24, весь документ | 1, 2 |
| A,P | CN110204054 A (UNIV GUANGDONG PETROCHEM TECH) 2019-09-08, весь документ | 1, 2 |

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке
«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее
«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **31/07/2020**

Уполномоченное лицо:
Заместитель начальника Отдела механики, физики и электротехники



М.Н.Юсупов