

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 037925

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.06.08

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

(21) Номер заявки
202000040

(22) Дата подачи заявки
2019.12.27

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА

(31) 2019124500

(32) 2019.08.01

(33) RU

(43) 2021.02.28

(96) 2019000147 (RU) 2019.12.27

(56) EP-A2-2998386
DE-A1-102012024108
WO-A1-2018107938
CN-A-103951145
CN-A-106688967
CN-A-110204054

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

(72) Изобретатель:
Политаева Наталья Анатольевна,
Смятская Юлия Александровна (RU),
Атамانيук Ирина (DE)

(74) Представитель:
Кадиев И.Г. (RU)

(57) Предложенный способ реализуется с использованием органических отходов, активного ила и остаточной биомассы ряски. Способ, отличающийся 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.

037925 B1

037925 B1

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 мас.% с последующей обработкой ультразвуком с частотой 22 кГц и интенсивностью 6-8 Вт/см в течение 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 сельскохозяйственных животных. Ряска содержит летучие вещества, обладает влагосодержанием, зольностью и содержит углерод, водород и азот. Предполагается, что обогащение ряски железом увеличивает выход биогаза. В работе Clark, P. B. 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, необходимым для интенсификации процесса получения биогаза.

В способе (Dipti Yadava, Lepakshi Barboraa, Deep Boraa, 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°C в течение 55 ч. Совокупное производство биогаза для соотношений: 100, (90:10), (75:25) и (50:50) составляет 11620, 305, 11695 и 12070 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 $40,0 \pm 1^\circ\text{C}$.

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

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 перебродившего 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 $55 \pm 1^\circ\text{C}$. Изначальное значение рН составляло $7,6 \pm 2$. Длительность эксперимента составила 30 дней. В качестве субстрата 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%), белков (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 $36,5 \pm 1^\circ C$ (выход биогаза и чистого метана пересчитан на нормальные условия -

$T=273,15 K, P=1013 hPa$)

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 $36,5 \pm 1^\circ C$.

Таблица 2

Результаты исследования при разном соотношении остаточной биомассы ряски и органических отходов при температуре $40,0 \pm 1^\circ C$ (выход биогаза и чистого метана пересчитан на нормальные условия

$T=273,15 K, P=1013 hPa$)

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	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 и активного ила (3%) - 42,5:42,5:15 позволяет получить 800 мл биогаза и 488 мл метана при температуре $40,0 \pm 1^\circ C$.

Таблица 3

Результаты исследования при разном соотношении остаточной биомассы ряски и органических отходов при температуре $55,0 \pm 1$ (выход биогаза и чистого метана пересчитан на нормальные условия $T=273,15\text{ K}$, $P=1013\text{ hPa}$)

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	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 и активного ила (3%) - 42,5:42,5:15 позволяет получить 810 мл биогаза и 486 мл метана при температуре $55,0 \pm 1^\circ\text{C}$.

Таблица 4

Влияние температуры на выход биогаза и метана при анаэробном сбраживании остаточной биомассы ряски, органических отходов и активного ила (3%) в соотношении 42,5:42,5:15

T, $^\circ\text{C}$	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 табл. 4 видно, что при повышении температуры повышается 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 последующее повышение температуры с 40 ± 1 до $55 \pm 1^\circ\text{C}$ незначительно влияет на количество и состав биогаза и, таким образом, является экономически нецелесообразным. Поэтому нами выбирается оптимальная температура $40 \pm 1^\circ\text{C}$.

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. Способ по п.1, отличающийся тем, что процесс осуществляют при температуре $40,0 \pm 1^\circ\text{C}$.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2