

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 041047

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.31

(21) Номер заявки
201692053

(22) Дата подачи заявки
2015.04.10

(51) Int. Cl. C08H 8/00 (2010.01)
C08H 7/00 (2011.01)
C08L 97/00 (2006.01)
C12P 7/08 (2006.01)

(54) РЕЗКОЕ СНИЖЕНИЕ ВЯЗКОСТИ БИОМАССЫ

(31) PA 2014 00211

(32) 2014.04.11

(33) DK

(43) 2017.03.31

(86) PCT/EP2015/057855

(87) WO 2015/155336 2015.10.15

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

КЛЕЙНХОУТ АРЕНД; ЙЕНСЕН
НИЛЬС ЮУЛЬ; МАДСЕН КУРТ
ФАЛЬКЕНЛЁВЕ (DK)

(56) US-A1-2008102502
WO-A2-2010126839
WO-A2-0237981
CN-A-101205413
US-A1-2009023187

DEVENDRA PRATAP SINGH ET AL:
"Acid And Alkaline Pretreatment Of Lignocellulosic
Biomass To Produce Ethanol As Biofuel",
INTERNATIONAL JOURNAL OF CHEMTECH
RESEARCH CODEN (USA, vol. 514, June 2013
(2013-06), pages 974-4290, XP055198427, the whole
document

(74) Представитель:
Ловцов С.В., Левчук Д.В., Саленко
А.М. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится помимо прочего к способу получения пульпы из биомассы, включающей лигнин. Изобретение также относится к пульпе из биомассы, имеющей пониженную вязкость.

041047 B1

041047 B1

041047

B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы. В частности, настоящее изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы посредством сочетания этапов регулирования pH при температуре от 1 до 40°C.

Предпосылки для создания изобретения

Получение пульпы из биомассы для длительного хранения, обращения с ней и использования в качестве корма в животноводстве, а также в качестве основы для получения полуфабрикатов, таких как сахарный сироп, затрудняется высокой вязкостью пульпы и плохой контролируемостью процесса ферментации в анаэробных условиях. Эти два фактора в сочетании представляют собой основное препятствие для перспективного использования пульпы из биомассы в качестве гомогенного корма и полуфабрикатов.

Типы обработки сочетанием основания-кислоты, известные из литературы, например из документа US 2008102502, относятся к энергоемкому измельчению лигноцеллюлозной биомассы в сырье с высоким содержанием лигнина при высоких температурах, часто вместе с ферментами.

Следовательно, был бы предпочтителен менее энергоемкий способ получения высококачественной пульпы из биомассы. Более того, было бы предпочтительно получать пульпу из биомассы, имеющую пониженную вязкость.

Раскрытие изобретения

Таким образом, цель настоящего изобретения относится к способу получения пульпы из биомассы.

В частности, в качестве цели настоящего изобретения можно рассматривать предложение способа и продукта из биомассы, которые решают вышеизложенные проблемы в известном уровне техники.

Таким образом, один аспект изобретения относится к способу получения пульпы из биомассы, согласно которому биомассу, содержащую лигнин в количестве меньше чем 10% и/или нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) в количестве меньше чем 65% от содержания сухого вещества, обрабатывают на первом этапе регулирования pH, на котором pH регулируют с помощью основания до значения pH по меньшей мере 7,5 при температуре 1-40°C в течение периода времени по меньшей мере 5 мин, после чего следует второй этап регулирования pH, на котором pH пульпы из биомассы регулируют с помощью кислоты до значения pH в диапазоне от 1 до 6,5, этим получая пульпу из биомассы.

Еще один аспект настоящего изобретения относится к пульпе из биомассы, имеющей вязкость в диапазоне 2-5 сантипуаз.

Еще один аспект настоящего изобретения относится к использованию указанной пульпы из биомассы для производства кормов, биотоплива и других промышленных продуктов.

Краткое описание чертежей

На чертеже показана технологическая схема по одному из многих способов получения пульпы из биомассы на ферме и последующие этапы дальнейшего использования. Таким образом, эта технологическая схема иллюстрирует один практический способ из многих возможных.

Если источником биомассы является свекла, корнеплоды и листья свеклы убирают по отдельности. Корнеплоды очищают, удаляют камни и превращают в пульпу, которую затем смешивают с пульпой из листьев. Затем эту пульпу из биомассы обрабатывают на первом этапе регулирования pH, за которым следует второй этап регулирования pH, после чего ее закачивают в бассейн, где она может храниться от нескольких суток до года и больше.

После этого ежедневно или с другими временными интервалами пульпу из биомассы в бассейне можно закачивать на корм скоту, установку для получения биогаза или, альтернативно, в сепаратор для разделения пульпы из биомассы на сахарный сироп и волокнистую массу. Последняя может храниться в анаэробных условиях в кипах, а сахарный сироп будет храниться в резервуаре или герметичной силосной башне.

Технологическая схема показывает две технологические линии, которые можно использовать. Некоторые пользователи будут только улучшать вязкость биомассы без ферментации и закачивать этот материал на корм скоту или в автоклавы для получения биогаза, как показано в варианте 1.

Другие пользователи захотят расширить использование пульпы из биомассы, отделив сахарный сироп от пульпы. Сахарный сироп можно предложить на рынке способных к брожению сахаров, а остальную волокнистую массу использовать для корма скота, получения биогаза или продать как основу для производства белковых гранул, как показано в варианте 2.

Еще один способ может быть основан для системы переработки партиями, когда химическую обработку выполняют ежедневно или с регулярным временным интервалом. В этом способе свежая свекла, хранящаяся в буртах, может служить ежедневным источником, а анаэробное хранение будет ограничено сахарным сиропом.

Теперь настоящее изобретение будет более подробно описано ниже.

Подробное описание изобретения

В первом аспекте изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы, согласно которому биомассу, содержащую лигнин в количестве меньше чем 10% и/или нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) в количестве меньше чем 65% от содержания сухого вещества, обрабатывают на пер-

вом этапе регулирования pH, на котором pH регулируют с помощью основания до значения pH по меньшей мере 7,5 при температуре 1-40°C в течение периода времени по меньшей мере 5 мин, после чего следует второй этап регулирования pH, на котором pH пульпы из биомассы регулируют с помощью кислоты до значения pH в диапазоне от 1 до 6,5, этим получая пульпу из биомассы.

Этот способ может также включать этап разделения пульпы из биомассы на (i) жидкую фракцию и (ii) твердую фракцию после второго этапа регулирования pH. Такое разделение может быть выполнено с помощью пресса Vincent, винтового пресса, барабанного фильтра или центрифуги.

Жидкой фракцией может быть сироп, а твердой фракцией может быть волокнистая масса.

Биомасса может быть выбрана из группы, состоящей из люцерны, зеленой люцерны, кукурузы, клевера, свеклы, гороха, бобов, цельных злаков, сладкого сорго, сорго, подсолнечника и их смесей.

Травы могут быть из холодных или тропических регионов, и клевер может быть белым, красным, гибридным или другим.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения биомасса может включать лигнин в количестве меньше чем 10% от содержания сухого вещества, например, меньше чем 9%, например, меньше чем 8%, например, меньше чем 7%, например, меньше чем 6%, например, меньше чем 5%, например, меньше чем 4%, например, меньше чем 3%, например, меньше чем 2,5%, например, меньше чем 2% например, меньше чем 1,5%, например, меньше чем 1% от содержания сухого вещества, например в диапазоне 1-9% от содержания сухого вещества, например, в диапазоне 2-8%, например, в диапазоне 3-7%, например, в диапазоне 4-6%, например, в диапазоне 5-8% от содержания сухого вещества. В одном предпочтительном варианте осуществления биомасса включает лигнин в количестве меньше чем 3,5% от содержания сухого вещества и предпочтительно около 3% от содержания сухого вещества.

Применение биомассы с низким содержанием лигнина предпочтительно, поскольку лигнин не используют животные (независимо, жвачные или не жвачные). Таким образом, биомасса или пульпа из биомассы с низким содержанием лигнина имеет более высокую кормовую ценность, чем биомасса или пульпа из биомассы с высоким содержанием лигнина, что показано в табл. 8.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения биомасса может иметь значение нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) меньше чем 65% от содержания сухого вещества, например меньше чем 60%, например, меньше чем 55%, например, меньше чем 50%, например, меньше чем 45%, например, меньше чем 40%, например, меньше чем 35%, например, меньше чем 30%, например, меньше чем 25%, например, меньше чем 20% от содержания сухого вещества, например меньше чем 15%, например, меньше чем 10%, например, меньше чем 5% от содержания сухого вещества, например в диапазоне 5-65% от содержания сухого вещества, например, в диапазоне 10-60%, например, в диапазоне 15-55%, например, в диапазоне 20-50%, например, в диапазоне 25-45% от содержания сухого вещества, например в диапазоне 30-40%, например, в диапазоне 35-40% от содержания сухого вещества.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения значение pH на первом этапе регулирования pH может быть изменено с помощью основания на 7,5 или выше, например 8 или выше, например, 9 или выше, например, 10 или выше, например, 11 или выше, например, 12 или выше, например, 13 или выше, например, 14, например, в диапазоне 7,5-14, например, в диапазоне 8-13, например, в диапазоне 9-12, например, в диапазоне 10-11, например, в диапазоне 10-14.

В одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения значение pH на первом этапе регулирования pH может быть изменено с помощью основания на 10 или выше.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения pH регулируют с помощью основания на первом этапе регулирования pH за период по меньшей мере 5 мин, например, по меньшей мере 10 мин, например, по меньшей мере 20 мин, например, по меньшей мере 30 мин, например, по меньшей мере 40 мин, например, по меньшей мере 50 мин, например, по меньшей мере 60 мин, например, по меньшей мере 1 ч, например, по меньшей мере 2 ч, например, по меньшей мере 3 ч, например, по меньшей мере 4 ч, например, по меньшей мере 5 ч, например, по меньшей мере 6 ч, например, по меньшей мере 7 ч, например, по меньшей мере 8 ч, например, по меньшей мере 9 ч, например, по меньшей мере 10 ч, например, по меньшей мере 11 ч, например, по меньшей мере 12 ч, например, по меньшей мере 13 ч, например, по меньшей мере 14 ч, например, по меньшей мере 15 ч, например, по меньшей мере 16 ч, например, по меньшей мере 17 ч, например, по меньшей мере 18 ч, например, по меньшей мере 19 ч, например, по меньшей мере 20 ч, например, по меньшей мере 21 ч, например, по меньшей мере 22 ч, например, по меньшей мере 23 ч, например, по меньшей мере 24 ч, например, по меньшей мере 1 сутки, например, по меньшей мере 2 суток. Первый этап регулирования pH в принципе может продолжаться от нескольких суток до года или нескольких лет.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения значение pH на втором этапе регулирования pH может быть изменено с помощью кислоты на pH в диапазоне 1-6,5, например в диапазоне 2-5, например в диапазоне 3-4.

В одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения значение pH на втором этапе регулирования pH может быть изменено с помощью кислоты на pH в диапазоне 3-6.

Такое сочетание этапов регулирования pH дает пульпу из биомассы без микробной активности и, поэтому, имеющую повышенную устойчивость при хранении в анаэробных условиях, а также увеличен-

ное временное окно для сохранения высокого качества корма для скота в аэробных условиях. Таким образом, за счет применения способа настоящего изобретения можно уменьшить потери при хранении из-за повышенной анаэробной стабильности и потери корма из-за аэробной стабильности. На ферме это может оказаться полезным, поскольку биомасса может храниться от одного сезона роста до другого, а также обеспечит значительно увеличенное временное окно в кормлении биомассой без потерь сухого вещества при воздействии аэробных условий.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения температура в течение всего процесса может составлять 1-40°C, например 2-39°C, например, 3-38°C, например, 4-37°C, например, 3-38°C, например, 4-37°C, например, 5-36°C, например, 6-35°C, например, 7-34°C, например, 8-33°C, например, 9-32°C, например, 10-31°C, например, 11-30°C, например, 12-29°C, например, 13-28°C, например, 14-27°C, например, 15-26°C, например, 16-25°C, например, 17-24°C, например, 18-23°C, например, 19-24°C, например, 20-23°C, например, 21-22°C, например, ниже 40°C, например, ниже 39°C, например, ниже 38°C, например, ниже 37°C, например, ниже 36°C, например, ниже 35°C, например, ниже 34°C, например, ниже 33°C, например, ниже 32°C, например, ниже 31°C, например, ниже 30°C, например, ниже 29°C, например, ниже 28°C, например, ниже 27°C, например, ниже 26°C, например, ниже 25°C, например, ниже 24°C, например, ниже 23°C, например, ниже 22°C, например, ниже 21°C, например, ниже 20°C, например, ниже 19°C, например, ниже 18°C, например, ниже 17°C, например, ниже 16°C, например, ниже 15°C, например, ниже 14°C, например, ниже 13°C, например, ниже 12°C, например, ниже 11°C, например, ниже 10°C, например, ниже 9°C, например, ниже 8°C, например, ниже 7°C, например, ниже 6°C, например, ниже 5°C, например, ниже 4°C, например, ниже 3°C, например, ниже 2°C, например, ниже 1°C.

В одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения температура во время всего процесса может составлять от 5 до 25°C.

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что при применении двух этапов регулирования pH в сочетании с низкими температурами (по сравнению с известным уровнем техники, где используются температуры выше 100°C) можно получать пульпу из биомассы, которая одновременно имеет низкую вязкость, повышенные свойства дренирования жидкости и улучшенную гомогенизацию. Низкая вязкость имеет место из-за распада пектина и, таким образом, уменьшенного количества пектина в пульпе из биомассы настоящего изобретения (просто пектин адсорбирует меньше жидкости в пульпе из биомассы настоящего изобретения по сравнению с известными продуктами пульпы из биомассы). Повышенная дренируемость также имеет место из-за уменьшенного количества пектина в пульпе из биомассы настоящего изобретения - следуя варианту 2 на чертеже, меньше жидкости связывается пектином в пульпе из биомассы, таким образом применение способа настоящего изобретения дает возможность увеличить количества сахарного сиропа, получаемого при меньших затратах энергии на разделение пульпы из биомассы на сахарный сироп и волокнистую массу. Улучшенная гомогенизация также имеет место из-за уменьшенного количества пектина. Таким образом, сила, которая требуется для гомогенизации пульпы из биомассы перед использованием, уменьшается по сравнению с силой, которую необходимо применить при гомогенизации пульпы из биомассы, имеющей более высокую вязкость.

Биомасса может быть предварительно обработана механическими способами, например, но без ограничения, измельчением, помолом, рубкой, сжиманием, нарезанием, истиранием, прессованием, раздавливанием, разбиванием, рафинированием и их сочетанием.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения основание может быть выбрано из группы, состоящей из гидроксида натрия (NaOH), гидроксида калия (KOH), гидроксида аммония (NH₄OH), гидроксида кальция (Ca(OH)₂) и их смесей.

В одном предпочтительном варианте осуществления основание может быть выбрано из группы, состоящей из гидроксида натрия (NaOH), гидроксида калия (KOH) и их смесей.

В еще одном варианте осуществления кислота может быть выбрана из группы, состоящей из азотной кислоты (HNO₃), фосфорной кислоты (H₃PO₄), соляной кислоты (HCL), мочевины (CO(NH₂)₂) и их смесей.

В одном предпочтительном варианте осуществления кислота может быть выбрана из группы, состоящей из азотной кислоты (HNO₃), мочевины (CO(NH₂)₂) и их смесей.

Добавления серной кислоты в качестве кислоты на втором этапе регулирования pH предпочтительно следует избегать, поскольку серная кислота будет изменять вкус полученной пульпы из биомассы - таким образом, если такую пульпу из биомассы дать на корм скоту, изменившийся вкус приведет к снижению приема корма.

В одном варианте осуществления настоящее изобретение относится к пульпе из биомассы, имеющей вязкость в диапазоне 2-5 сантипуаз, например в диапазоне 3-4 сантипуаз, например ниже 5 сантипуаз, например ниже 4 сантипуаз, например ниже 3 сантипуаз, например ниже 2 сантипуаз, например ниже 1 сантипуаз.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения биомасса имеет вязкость в диапазоне 15-30 сантипуаз, например в диапазоне 16-29 сантипуаз, например в диапазоне 17-28 сантипуаз, например в диапазоне 18-27 сантипуаз, например в диапазоне 19-26 сантипуаз, например в диапазоне 20-25 сантипуаз, например в диапазоне 21-24 сантипуаз, например в диапазоне 22-23 сантипуаз.

Вязкость может быть измерена способом, описанным у Эко Хидаянто и др. (Eko Hidayanto et al), 2010 (3).

В одном варианте осуществления настоящего изобретения биомасса содержит пектин в количестве 2-3% от содержания сухого вещества.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения пульпа из биомассы содержит пектин в количестве меньше чем 0,25% от содержания сухого вещества, например меньше чем 0,2%, например, меньше чем 0,15%, например, меньше чем 0,1%, например, меньше чем 0,05% от содержания сухого вещества. Как сказано выше, предпочтительно, чтобы пульпа из биомассы имела низкое содержание пектина из-за влияния пектина на вязкость, таким образом, может быть предпочтительно, чтобы пульпа из биомассы включала пектин в количестве 0% от содержания сухого вещества.

Количество пектина можно измерить способом, описанным у С. Окимасу (S. Okimasu), 2014 (4).

В одном предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение относится к пульпе из биомассы, одновременно имеющей вязкость в диапазоне 2-5 сантипуаз и содержащей пектин в количестве меньше чем 0,25% от содержания сухого вещества.

В еще одном варианте осуществления пульпа из биомассы может включать максимум 3,5% лигнина от содержания сухого вещества, например максимум 3%, например, максимум 2,5%, например, максимум 2%, например, максимум 1,5%, например, максимум 1% от содержания сухого вещества, например в диапазоне 0-3,5% лигнина от содержания сухого вещества, например, в диапазоне 0,5-3%, например, в диапазоне 1-2,5, например, в диапазоне 1,5-2% лигнина от содержания сухого вещества.

В одном предпочтительном варианте осуществления пульпа из биомассы может включать максимум 2% лигнина от содержания сухого вещества.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения пульпа из биомассы может включать логарифм КОЕ 0 на грамм пульпы из биомассы.

В еще одном аспекте настоящее изобретение относится к использованию пульпы из биомассы для производства корма, биотоплива и других промышленных продуктов.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения жидкая фракция может быть использована для производства корма, биотоплива и других промышленных продуктов. В еще одном варианте осуществления твердая фракция может быть использована для производства корма. Кормом может быть корм для животных.

В данном контексте термин "пульпа из биомассы" может быть назван силосом или силосом из биомассы, если он хранится в анаэробных условиях.

В данном контексте термин "пульпа из биомассы" и термин "пульпа" используются в настоящем документе взаимозаменяемо.

Пульпа из биомассы, полученная согласно настоящему изобретению, имеет улучшенную вязкость, дренируемость и потенциальную гомогенизацию, значение pH по выбору и уменьшенные потери при хранении за счет улучшенной аэробной стабильности, чтобы оптимизировать технологические линии в биоэнергетике, производстве кормов для животных и промышленном производстве биопродуктов.

Настоящее изобретение решает два крупных вопроса. Во-первых, улучшенная гомогенизация на ферме, длительное хранение и обращение с биомассой как таковой в качестве корма для животных или сырья на установке для получения биогаза.

Во-вторых, предоставление возможности на ферме, на заводе или посредством объединения обоих для разделения биомассы на жидкую (например, но без ограничения, сироп) и твердую фракции (например, но без ограничения, волокнистая масса). Такое разделение может быть осуществлено после второго этапа регулирования pH.

Поскольку жидкая фракция будет служить в качестве основы полуфабриката (например, сахарного сиропа) для промышленных целей, остающаяся твердая фракция является ценным кормом для животных, соответственно источником белка, или сырьем для производства энергии.

Побочные эффекты этого неферментативного способа оказывают благоприятное влияние на многие важные параметры биомассы как таковой, то есть, на жидкую и твердую фракции. При отсутствии ферментации уровни сахара стабильны, потери сухого вещества снижены из-за повышенной анаэробной и аэробной стабильности обеих фракций. Более того, экономия повышается тем, что в способе настоящего изобретения, равно как и к полученной пульпе из биомассы не требуется добавлять ни ферменты, ни тепло.

Определения биомассы.

Биомасса является биологическим материалом, получаемым из живых или недавно живых организмов. Чаще всего это относится к растениям или получаемым из растений материалам, которые специфически называются лигнинцел-люлозная биомасса. Как источник энергии, биомассу можно использовать как прямо путем сжигания для получения теплоты и электричества, так и косвенно после преобразования ее в разные формы биоэнергии, включая биотопливо.

Концепция биомассы в настоящей заявке относится к получаемым из растений материалам и охватывает, определяет и отражает то же понятие и в том же объеме, которое описано выше, но с особым упором на кормление сельскохозяйственных животных, производство аминокислот и белков и/или по-

луфабрикатов, например сахарного сиропа, для производства этанола, других источников энергии или ценных промышленных продуктов, включая кристаллический сахар, пластик, ферменты, антибиотики и т.д.

Качество биомассы как корма для скота для большинства целей выражается как процентное содержание лигнина и/или нейтрально-детергентной клетчатки (сокращенно НДК) в сухом веществе. Лигнин-это неусваиваемые волокна, которые не имеют энергетической ценности для животного. НДК является мерой общего содержания волокна в корме/фураже, состоящем из целлюлозы, гемицеллюлоз, лигнина и золы.

Как указано в табл. 1 и в контексте качества, биомасса в настоящей заявке определена для органических материалов, упомянутых выше, при содержании лигнина меньше чем 10% и значении НДК меньше чем 65% от сухого вещества согласно анализу П.Й. Ван-Суста (P.J. van Soest) (1).

В настоящем изобретении будут проводиться следующие различия в биомассе. Мы различаем мокрую биомассу (коротко "пульпу") т.е. пульпу из биомассы, из которой можно дренировать жидкую фракцию (коротко "сахарный сироп") и получить твердую фракцию (коротко "волокнистую массу").

Биопродуктами или продуктами на биологической основе, упоминаемыми в настоящей заявке, могут быть материалы, химические вещества и энергия, получаемые из возобновляемых биологических ресурсов.

Свекла может быть выбрана для биомассы.

Настоящее изобретение в начале работы над ним было основано на свекле (*Beta vulgaris*). Свекла является основным источником сахара в северной части полушария и адаптирована для широкого диапазона климатических условий. В смысле производства энергии на гектар, урожай свеклы превосходит любой урожай в этом климатическом поясе, в частности, если в уравнение включить ботву свеклы.

Кроме этого, как четко указано в табл. 6, свекла может быть благоприятным выбором биомассы, когда дело касается производства сахарозы, а также, альтернативно, количества глюкозы и фруктозы на гектар после гидролиза сахарозы. Как можно видеть в табл. 7, значение pH пульпы из биомассы, полученной согласно настоящему изобретению, влияет на виды сахара, присутствующие в пульпе из биомассы после второго регулирования pH.

До настоящего времени, согласно общему пониманию, свеклу используют для промышленного производства сахара или как корм для скота и сырье для получения биогаза. В истории это различие привело к выведению разновидностей сахарной свеклы с высоким содержанием сухого вещества с одной стороны и разновидностей кормовой свеклы с пониженным содержанием сухого вещества с другой стороны.

Что касается настоящего изобретения, вся линейка разновидностей-от сахарной свеклы до кормовой свеклы с низким содержанием сухого вещества (коротко "свекла") в виде *Beta vulgaris* может быть применена как подходящая биомасса, включая ботву (коротко "культура свеклы", которая включает свеклу и ботву свеклы). Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения биомассой может быть свекла и/или ботва свеклы, предпочтительно вида *Beta vulgaris*.

Действительность наблюдений за культурой свеклы и соответствующие пункты формулы на этот счет, однако, не применяются к другим источникам биомассы, которые определены выше.

Краткосрочное и долгосрочное хранение биомассы, положение дел на настоящее время.

Долгосрочное хранение биомассы в общем реализуется до сих пор посредством сена или силоса. Силос является результатом анаэробного хранения, в результате чего сахара, частично или полностью, как показано в табл. 3, ферментируются в органические кислоты, которые, в свою очередь, являются средствами для сохранения биомассы. Добавки к силосу имеются на рынке и предназначены для оптимизации процесса ферментации при неблагоприятных условиях уборки, как показано в табл. 5.

В настоящее время большинство фермеров хорошо знакомы с технологией приготовления силоса при сокращении потерь от ферментации до такого низкого значения как 8-10% от сухого вещества в "хорошем силосе" как прямое следствие.

В культуре свеклы распознают два отдельных продукта, т.е. корнеплоды и ботву. В течение прошлых столетий основной упор делали на богатые энергией корнеплоды, а использование ботвы прогрессивно снижалось за последние 50 лет.

Традиционное хранение и обращение со свежей свеклой.

Традиционно, свеклу хранили в буртах. Хранение в буртах, однако, часто сопровождается значительными потерями сухого вещества при температурах ниже точки замерзания или выше 10°C. В частности, из-за больших потерь при повышенной температуре эта практика была ограничено зимним периодом и ранней весной.

В частности, в северной части Европы работа, связанная с предотвращением значительных потерь сухого вещества в буртах, а также с последующим скармливанием свеклы привела к тяжелой ежедневной рабочей нагрузке при высоких расходах. Это в свою очередь не гармонизировалось с прогрессивным ростом объема операций на фермах в последние 50 лет, снизив посевные площади под свеклу как кормовую культуру с высокого показателя (например, 120000 га в Дании в 1960 г.) до рекордно низких площадей во всей Европе (например, 3000 га в Дании в 2010 г.).

Поскольку силосование ботвы свеклы вместе с рубленой соломой практиковалось в ограниченном объеме, в большинстве случаев этот богатый белком корм оставляли на полях и запахивали, что приводило к снижению потребности в удобрениях для последующей культуры, но и к повышенному выщелачиванию NO_3 осенью.

Недавние разработки в области хранения и переработки свеклы.

Согласно недавним разработкам свеклу превращают в пульпу и закачивают в бассейн для повседневного использования при краткосрочном или долгосрочном хранении, от 1 суток до года и больше, в анаэробных условиях, также и в виде силоса. Этот подход решает много проблем, связанных с традиционным хранением и переработкой, упомянутых выше, и привел к возобновлению интереса к свекле в Германии и Дании.

Важно отметить, что даже хранение биомассы как пульпы или жидкости в течение короткого времени приводит, полностью или частично, к возникновению анаэробных условий.

Остающиеся проблемы в хранении и переработке свеклы.

Поскольку эти недавние разработки в большой степени направлены на решение проблем хранения и переработки, проблемы высокой вязкости, табл. 2, и ферментации сахаров в разные значения pH, органических кислот и т.д., как, например, показано в табл. 3, еще не решены. Фактически, по сравнению со свежей свеклой, кормление крупного рогатого скота кормами, известными из уровня техники (т.е. силосом, в котором недостаточно сахара или видов сахара из-за ферментации в анаэробных условиях), также должно сопровождаться белковыми добавками для компенсации недостатка сахара в корме. Напротив, пульпа из биомассы настоящего изобретения включает сахар или виды сахара (т.е. сахарозу, глюкозу и/или фруктозу), поскольку эти сахара не разлагаются, когда пульпа из биомассы хранится в анаэробных условиях.

Вязкость пульпы из биомассы является одним из главных факторов эффективности переработки пульпы из биомассы.

Хотя культура свеклы имеет процент сухого вещества только от 15 до 25%, в зависимости от сорта, пульпа из нее является "густой" жидкостью, которую трудно ежедневно перемешивать и гомогенизировать (что также требует больших энергозатрат) до сырья подобного состава. Для поддержания высоких ежедневных удоев молока последнее имеет большое значение для кормления высокопроизводительных коров, которые сильно зависят от ежедневного постоянства рациона.

Что касается отделения сахарного сиропа от пульпы, здесь существует большая проблема для современного оборудования, например, прессы Vincent, разных ситовых систем и т.д. Способность биомассы удерживать воду является очевидным и серьезным недостатком для максимального увеличения объема жидкой фракции.

Независимо от использования сырья для получения биогаза, в производстве молока и мяса или в разделении пульпы на сахарный сироп и волокнистую массу, проблемы с этой "густотой" пульпы будут иметь далеко идущие последствия для экономических перспектив использования свеклы или другой биомассы в этих целях. На профессиональном языке "густота" жидкой фракции выражается в вязкости, смотрите табл. 2.

Ферментосодержащий коммерческий продукт BC-Zym приводит к снижению вязкости и повышению текучести биомассы. Добавки к силосу, включая ферменты, часто дорогие, чувствительны к температуре и pH, при этом эффективность их использования трудно заметить в бассейнах объемом 10000 куб. м и больше. Основным недостатком, однако, является то, что обработка ферментами не останавливает процесс ферментации с неконтролируемыми значениями pH и нежелательным разложением сахаров как результат.

Однако цель и характеристика настоящего изобретения заключается в сочетании пониженной вязкости и улучшенной дренируемости при поддержании желательных уровней сахара в условиях хранения любой продолжительности.

Пектин является причиной проблемы вязкости в современной технологии: Главным препятствием для снижения вязкости биомассы является пектин. Пектин это структурный гетерополисахарид, содержащийся в стенках первичных клеток растений и плодов, который может связывать воду в объеме до 15 раз превышающем собственный вес.

В осознанной попытке разрушить пектин при нормальных температурах путем подъема уровней pH с 7,5 до 14 неферментативной щелочной обработкой в серии экспериментов на пульпе из свеклы, соответственно культуре свеклы, наблюдали резкое снижение вязкости на величину до 70% по шкале сантимуаз, как показано в табл. 2.

Одновременно можно было наблюдать значительное улучшение легкости гомогенизации пульпы, соответственно при отделении от нее жидкости. Это в свою очередь привело к увеличению объема жидкой фракции при снижении энергозатрат.

Альтернативно, пектин разрушают ферменты при температуре выше 80°C, но за счет дополнительных финансовых затрат. Ферменты дорогие, а на достижение высокой температуры требуется больше энергии.

Микроорганизмы вызывают проблему с ферментацией в современной технологии.

Щелочная обработка, упоминаемая в настоящем изобретении, имеет еще один эффект большой важности. При уровнях pH 7,5 или выше микроорганизмы и, предположительно, их споры, погибают и, в противоположность добавкам к силосу, например указанным в табл. 5, не в результате процесса ферментации.

Бактерии и дрожжи являются основными движущими средствами в процессе ферментации в анаэробных условиях, а также в процессе дыхания и гниения при воздействии воздуха. Следовательно, полная гибель микроорганизмов, включая грибы, подразумевает значительное снижение ферментации сахаров за счет улучшенной аэробной стабильности силоса при воздействии воздуха на пульпу, как показано в табл. 5.

Воздействие воздуха на биомассу, хранящуюся в анаэробных условиях, приводит к выработке теплоты и прогрессивному увеличению потерь. Аэробная стабильность в этом контексте относится к числу дней между началом воздействия воздуха на биомассу и первой выработкой теплоты при определенной температуре и в высокой степени связана с гибелью бактерий и грибов.

Что касается обращения с биомассой, аэробная стабильность обеспечивает гибкость и увеличенное временное окно для работы в аэробной среде без потерь. Биомасса, в частности, из свеклы, часто включает почву и микробные загрязнения. Бактерицидный, соответственно фунгицидный, эффект щелочной обработки, дает окно для загрязненной биомассы в осуществляемых попытках.

Таким образом, способ изобретения предлагает вязкость пульпы из биомассы, которая значительно снижена путем простого применения нормальных дневных температур-это с другой стороны подразумевает локальную и экономичную систему долгосрочного хранения пульпы из биомассы при низких потерях сухого вещества и выбранном значении pH.

Кислотная обработка регулирует и контролирует значение pH пульпы.

Одним аспектом настоящего изобретения является качество сахарного сиропа, то есть, дисахарида сахарозы и моносахаридов глюкозы и фруктозы, как, например, показано в табл. 6.

Агрессивная щелочная обработка при высоких температурах легко разрушает моносахариды, при этом поддерживая pH сахарного сиропа ниже 5 и превращая сахарозу в глюкозу и фруктозу. В зависимости от технологической линии для получения сахарного сиропа, на выходе будут разные количества/виды/сорта, причем каждый будет иметь свое оптимальное значение pH.

Что касается сахарозы, то уровни pH будут от 5 до 6,5, тогда как для производства этанола необходимы уровни pH от 4,5 до 5,5 сахарного сиропа. Для скармливания скоту необходимы значения pH 3-5 волокнистой массы.

Для сохранения этого тонкого баланса сахарозы, фруктозы и глюкозы щелочная обработка биомассы ограничена временем от 0,15 ч до нескольких суток, после чего выполняют кислотную обработку для снижения значения pH до оптимальных уровней, определенных выше. Если сахарный сироп может быть менее высокого качества, то щелочная обработка может быть продлена до неограниченного числа дней, и все эти способы возможны согласно настоящему изобретению.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения изобретение относится к способу, который по существу сохраняет дисахариды в биомассе и/или пульпе из биомассы и предотвращает их распад на глюкозу и фруктозу.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения оно относится к способу, который дает 93-95% сахарозы и 0,6-5,8% глюкозы от совокупного содержания видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы, как показано в табл. 6.

В еще одном варианте осуществления изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы, причем упомянутая пульпа из биомассы включает 93-95% сахарозы и 0,6-5,8% глюкозы от совокупного содержания видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы. Таким образом, в еще одном варианте осуществления настоящее изобретение относится к пульпе из биомассы и/или к жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы, включающей 93-95% сахарозы и 0,6-5,8% глюкозы от совокупного содержания видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения оно относится к способу, который дает 47-50% глюкозы и 52-53% фруктозы от совокупного количества видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы, как, например, показано в табл. 6.

В еще одном варианте осуществления изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы, причем упомянутая пульпа из биомассы включает 47-50% глюкозы и 52-53% фруктозы от совокупного количества видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы. Таким образом, в еще одном варианте осуществления настоящее изобретение относится к пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы, включающей 47-50% глюкозы и 52-53% фруктозы от совокупного количества видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения оно относится к способу, который основан на свободных ферментируемых сахарах, а не на фиксированных ферментируемых сахарах в биомассе.

В еще одном варианте осуществления изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы, в котором большинство видов сахаров является свободными ферментируемыми сахарами.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения изобретение относится к способу, который основан на свободных ферментируемых сахарах и поэтому гораздо более экономичен чем при фиксированных ферментируемых сахарах в биомассе.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения изобретение относится к способу, который дает стерилизованный продукт (т.е. пульпу из биомассы и/или жидкую фракцию, получаемую из упомянутой пульпы из биомассы и/или твердую фракцию, получаемую из упомянутой пульпы из биомассы), таким образом обеспечивая экономию на технологический процесс.

В одном варианте осуществления пульпа из биомассы, получаемая способом настоящего изобретения, и/или пульпа из биомассы настоящего изобретения может быть стерильной.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения изобретение относится к способу, который дает 93-95% сахарозы и 0,6-5,8% глюкозы от совокупного содержания видов сахаров.

В еще одном варианте осуществления изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы, причем упомянутая пульпа из биомассы включает 93-95% сахарозы и 0,6-5,8% глюкозы от совокупного содержания видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы. Таким образом, в еще одном варианте осуществления настоящее изобретение относится к пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы, включающей 93-95% сахарозы и 0,6-5,8% глюкозы от совокупного содержания видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящего изобретения изобретение относится к способу, который дает 47-50% глюкозы и 52-53% фруктозы от совокупного содержания видов сахаров.

В еще одном варианте осуществления изобретение относится к способу получения пульпы из биомассы, причем упомянутая пульпа из биомассы включает 47-50% глюкозы и 52-53% фруктозы от совокупного содержания видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы. Таким образом, в еще одном варианте осуществления настоящее изобретение относится к пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы, включающей 47-50% глюкозы и 52-53% фруктозы от совокупного содержания видов сахаров в пульпе из биомассы и/или жидкой фракции, получаемой из упомянутой пульпы из биомассы.

Известно, что щелочная обработка приводит к улучшенной усвояемости корма.

Годы опыта обработки соломы сильными основаниями NaOH, NH₄OH показывают значительное улучшение усвояемости соломы крупным рогатым скотом даже при умеренных уровнях pH. Это поддерживает точку зрения о разложении лигноцеллюлозного комплекса в биомассе при умеренных уровнях pH между 6 и 7, не принимая во внимание уровни pH в верхнем диапазоне 10-14.

Полисахариды представляют собой длинные цепи связанных звеньев глюкозы в случае целлюлозы, связанных звеньев разных моносахаридов в гемицеллюлозе и галактурановой кислоты в случае пектина. Их распад приводит частично или полностью к выработке дополнительных сахаров C6 и C5, улучшая усвоение и выход сахаров.

Следовательно, посредством частичного распада этого лигноцеллюлозного комплекса будет достигнута повышенное усвоение или повышенная скорость усвоения этого корма, которая является важным критерием качества корма, а также количества легко доступных сахаров.

Один аспект настоящего изобретения относится к поддержанию качества сахаров посредством ограничения воздействия высокого значения pH в течение от нескольких минут до нескольких суток при суточных температурах. Следовательно, распад лигноцеллюлозного комплекса в этих условиях еще не был документирован.

Однако, что касается другой цели настоящего изобретения, т.е., операций, сосредоточенных исключительно на сырье для получения биогаза и корме для скота, продленный период при высоком pH, за которым следует продленный период при низком pH пульпы из биомассы, вероятно приведет к частичному распаду лигноцеллюлозного комплекса и повышенной усвояемости.

Изобретение в сравнении со способами разрушения лигноцеллюлозного комплекса.

Для повышения конкурентоспособности по занимаемой площади для производства энергии, а не для получения корма, упор в производстве биоэнергии сделан на гидролиз лигноцеллюлозного комплекса так называемой биомассы второго поколения (солома, дикорастущие травы и т.д.).

В частности, в производстве этанола из биомассы второго поколения применяются агрессивные способы, основанные на обработке паром, часто в сочетании с ферментами, сильными основаниями и/или сильными кислотами при повышенной влажности и температуре.

В противоположность настоящему изобретению эти способы обработки энергоемкие и не приспособлены для поддержания качества сахаров и pH по выбору, как сказано выше.

Неферментативный способ, предложенный в настоящем изобретении, работает при нормальных среднесуточных температурах выше 5°C в любом месте мира в любое время года. Изобретение основано на дешевой технологии производства сахарного сиропа и волокнистой массы.

Другие щелочные и кислотные способы обработки для реализации изобретения.

Что касается щелочной обработки, альтернативно основаниям NaOH, KOH или их смесям можно применять NH_4OH и/или $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Что касается регулирования pH с помощью кислот, альтернативно HNO_3 вариантами могут быть HCl и H_3PO_4 .

Может быть полезным объединить эти способы химической обработки с попытками обогатить сахарный сироп и/или волокнистую массу. В этом контексте обработки с помощью KOH, и/или $\text{Ca}(\text{OH})_2$, и/или H_3PO_4 может обогащать пульпу K, Ca или P последовательно, тогда как обработка NH_4OH и/или HNO_3 может обогащать пульпу N (прекурсор белка). Также смотрите табл. 4.

Новым является следующее.

Проблема: приспособление биомассы для длительного хранения, обработки и использования в качестве сырья для корма скота и производства биогаза, а также в качестве основы для производства полуфабрикатов, например, сахарного сиропа, затрудняется высокой вязкостью и низким контролем процесса ферментации в анаэробных условиях. Эти два фактора вместе представляют большое препятствие для перспектив биомассы как источника гомогенного корма и полуфабрикатов.

Настоящее изобретение направлено на две области с приспособлением пульпы из биомассы для длительного хранения, обработки и использования в качестве общего источника. Использование изобретения может быть ограничено производством корма для скота и/или сырья для получения биогаза. Объем использования может быть расширен и включать производство сахарного сиропа, полуфабрикатов и волокнистой массы для кормления скота и/или получения биогаза.

Новым по сравнению с существующим положением дел является разрушение пектина и устранение микробов, включая грибы, посредством щелочной обработки, впоследствии объединяемой с кислотным регулированием значения pH по выбору до уровней, оптимальных для разных технологических линий.

При этом разрушение пектина приводит к повышенной текучести, а устранение микробов препятствует ферментации пульпы из биомассы.

Новым по сравнению с разрушением пектина ферментами или добавками к силосу, включающими ферменты, является контролируемый бактерицидный и фунгицидный эффект изобретения, который препятствует ферментации, повышает аэробную стабильность и позволяет регулировать значение pH пульпы до оптимальных уровней, как показано в табл. 8.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения биомасса может включать пектин в количестве 2-3% от содержания сухого вещества.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения пульпа из биомассы может включать пектин в количестве меньше чем 0,25% от содержания сухого вещества, например меньше чем 0,2%, например, меньше чем 0,15%, например, меньше чем 0,1%, например, меньше чем 0,05% от содержания сухого вещества.

По сравнению со способами, направленными на разрушение лигноцеллюлозного комплекса, среди которых описанные в патенте США 2008102502, настоящее изобретение направлено на длительное хранение и обработку биомассы с содержанием лигнина меньше 10%, вместо 10% или выше, от сухого вещества, чтобы поддерживать высокое качество корма (энергетическую ценность) из пульпы.

Более того, настоящее изобретение направлено на дешевые технологические условия с температурой 1-40°C вместо использования пара с температурой 100° или выше, значительно менее агрессивную и лучше контролируемую щелочную обработку в течение от 9 мин (0,15 ч) и больше вместо двух часов или больше, после чего следует кислотная обработка до регулируемых по выбору уровней pH, чтобы поддерживать количество получаемых сахаров и их качество.

Дополнительными результатами этой новой объединенной обработки являются улучшенная гомогенизация и дренируемость пульпы из биомассы. Если улучшение усваиваемости корма для скота и разлагаемости сырья для получения биогаза является главной целью, можно применить щелочную обработку большей продолжительности. В зависимости от оснований и кислот, используемых для обработки, пульпа из биомассы может быть обогащена калием (K), кальцием (Ca), фосфором (P) и/или азотом (N).

Следует сказать, что варианты осуществления изобретения и признаки, описанные в контексте одного из аспектов настоящего изобретения, также применимы к другим аспектам изобретения.

Все ссылки на патенты и непатентную литературу в настоящей заявке настоящим включены в нее в полном объеме путем ссылки.

Таблицы

В табл. 1 указаны разные типы растительных материалов, которые можно использовать для биомассы согласно настоящему изобретению.

Таблица 1

Источники биомассы	% от сухого вещества	
	Лигнин	НДК
Силос из люцерны	8	44
Зеленая люцерна, стадия цветочных бутонов	9	42
" " , 12 суток после стадии бутонов	9,7	45
Силос из кукурузы, с хорошо развившимися початками	4	46
" " , с плохо развившимися початками	5	53
Силос из травы холодного сезона, высокое качество	2	50
Силос из травы холодного сезона, типичные значения	2 – 6	50-65
Тропические травы	7-8	
Силос из травы клевера хорошего качества	4	50
Белый клевер	5	30
Кормовая свекла, сухое вещество 22 %	2	11,5
Кормовая свекла + ботва	3	19

В настоящем изобретении главную важность имеет кормовое качество биомассы. Лучшее качество выражено в низком содержании лигнина и НДК. Свекловичные культуры являются не только лучшими по урожайности на гектар, но и по качеству, как показано в табл. 1.

В контексте изобретения биомасса определена для органических материалов с содержанием лигнина меньше чем 10% и НДК (нейтрально-детергентная клетчатка) меньше чем 65% от сухого вещества. Оба значения являются важными критериями для оценки кормовой ценности фуража для кормления коров и свиней, при этом чем меньше значение, тем лучше качество, поскольку для силоса значения 10% или выше лигнина и 65% НДК, измеренные способом П.Й. Ван-Суста (1) чрезмерно высокие для породистого рогатого скота, свиней и получения биогаза.

В табл. 2 показана вязкость разных текучих сред.

Таблица 2

Основа	Сантимуаз	°C
Вода	0	18
Молоко	2	18
Глюкоза	4,300 – 8,600	27
Солодовое сусло – 80%	9,500	18
Картофельное пюре	20 000	38
Меласса – остаточный продукт сахарной свеклы	1,400 – 13,000	38
Силос из свеклы – не обработанный	15 – 30	20
Силос из свеклы – обработанный способом настоящего изобретения	2 - 5	20

Текучие среды повышенной вязкости (3) менее текучие и требуют больших усилий для текучести, чем текучие среды пониженной вязкости. Вязкости измерена в сантимуазах. Биомасса в общем находится на высоком конце шкалы. Изобретение разрушает пектин, повышая текучесть, например, пульпы из свеклы до 70% или выше по шкале сантимуаза.

Изобретение связано с вязкостью или текучестью биомассы. Высокая вязкость традиционной пульпы из биомассы приводит к трудностям в ежедневном получении гомогенного сырья, которое важно для кормления породистых животных, а также для максимизации дренируемости биомассы в жидкую фракцию.

В табл. 3 показаны результаты анализа силоса из свеклы.

Таблица 3

Анализ силоса из свеклы, г/кг	Необработанный из нескольких силосных башен		Значения, предусматриваемые изобретением
	Среднее значение	Окно изменений	
Сахар	59 г/кг	2 – 147 г/кг	150 г/кг
Значение pH	4	3,5 – 4,5	1-7 по выбору
Молочная кислота	12 г/кг	6 – 29 г/кг	0
Уксусная кислота	8 г/кг	2-18 г/кг	0
Этанол	37 г/кг	4-77 г/кг	0

В анаэробных условиях происходит ферментация сахаров в органические кислоты и спирт, что приводит к изменению pH. Этот процесс трудно контролировать, что приводит к большой разнице между силосными башнями.

Изобретение связано с хранением и обработкой биомассы в анаэробных условиях. Настоящее изобретение убивает микробов, так что ферментация не происходит, и потери сухого вещества из-за ферментации близки к нулю, при этом конечное значение pH находится под контролем.

В табл. 4 показано, как обогащать пульпу из биомассы минералами в зависимости от основания и/или кислоты, добавляемой в способе настоящего изобретения.

Таблица 4

Обработка	Ценный минерал, добавляемый в пульпу
Гидроксид калия (KOH) и гидроксид кальция (Ca(OH) ₂)	Калий, кальций
Гидроксид аммония (NH ₄ OH), мочеви-на (CO(NH ₂) ₂ .) и азотная кислота (HNO ₃ .)	Азот, прекурсор белка
Фосфорная кислота (H ₃ PO ₄ .)	Фосфор

Правильный выбор основания и/или кислоты для обработки может обогащать пульпу выбранным минералом.

Изобретение связано с кормом для скота и сырьем для получения биогаза. Химическую обработку можно выбрать так, что биомасса будет обогащена ценными минералами, включая калий, кальций, фосфор и азот, что подходит для разных технологических линий и получаемых продуктов.

В табл. 5 показан состав силоса из травы красного клевера против силоса из свеклы настоящего изобретения.

Таблица 5

Объект	Не обрабо- танный (2), среднее из 3 обработок	Обработан (2) добавками к си- лосу, среднее из 3 обработок	Настоящее изоб- ретение, цифры ниже ожи- даемые и фик- тивные.
	Силос из травы красного клевера		Силос из свеклы
Сухое вещество, г/кг	261	267	220
Потери сухого веще- ства, %	9,6	6,4	0
pH	4,9	4,4	По выбору
Молочная кислота, бактерицид, г/кг	24	34	0
Уксусная кислота, бактерицид, г/кг	25	39	0
Микробы – дрожжи, log КОЕ/г	3,2	1,3	0
Микробы - плесень, log КОЕ/г	3,0	1,3	0
Аэробная стабиль- ность, суток	5,5	13	30 или больше

Аэробная стабильность выражается в часах/сутках, в течение которых силос остается стабильным при воздействии воздуха и до того, как температура поднимется больше чем на 3°C. Аэробная стабильность дает ферме гибкость во времени при работе с биомассой и прямо коррелируется с гибелью микробов.

На практике добавки вносят с силос на регулярной основе, чтобы повысить аэробную стабильность (2). После обработки добавками содержание дрожжей и плесени уменьшается, но они остаются, что приводит к быстрому увеличению числа микробов при воздействии воздуха и ограниченному окну в 13 суток до появления гнили. При применении способа настоящего изобретения, который убивает микробов, фермеру не нужно вносить дорогостоящие добавки, чтобы поддерживать стабильность пульпы из биомассы, и помимо этого аэробная стабильность увеличивается на 18 суток и больше по сравнению с применением добавок.

В табл. 6 показано содержание видов сахаров в биомассах из разных культур.

Таблица 6

Объект пищи, г/100 г	Всего сахаров	Свободная фруктоза	Свободная глюкоза	Сахароза	Сахароза в % от совокупного содержания сахаров
Яблоки	10,4	5,9	2,4	2,1	19,9
Морковь	4,7	0,6	0,6	3,6	77
Сладкая кукуруза	6,2	1,9	3,4	0,9	15
Сахарный тростник	13-18	0,2-1	0,2-1	11-16	84-89
Сахарная свекла	17-18	0,1-0,5	0,1-0,5	16-17	93-95

Свекла имеет повышенное содержание сахарозы по сравнению с другими биомассами. Следует сказать, что при содержании сухого вещества в свекле 22% 75-80% его приходится на сахарозу.

Изобретение связано с жидким сырьем, сахарным сиропом, служащим в качестве основы для получения ценных продуктов, например, кристаллического сахара, молочной кислоты для производства биопластика и других биопродуктов. Поскольку производство кристаллического сахара требует сахарозу, для других технологических линий необходимы фруктоза и/или глюкоза. Свекла имеет повышенное содержание сахарозы по сравнению с другими биомассами. Полагаясь на свеклу как на выбранную основу и посредством контроля значения pH после кислотной обработки, настоящее изобретение может давать сырье превосходного качества для производства сахара.

В табл. 7 показано, как pH пульпы из биомассы после второго регулирования pH влияет на виды сахаров, присутствующие в пульпе из биомассы.

Таблица 7

Конечный продукт	Предпочтительная основа ферментируемого сахара	Микроорганизмы, участвующие в ферментации	Оптимальное значение pH процесса	Оптимизация процесса путем добавления
Кристаллический сахар	Сахароза	Нет	pH 6	
Этанол	Сахароза, глюкоза и фруктоза	Дрожжи <i>S.cerevisiae</i>	pH 4-5	N
		Бактерии <i>Z.mobilis</i>	pH 5-6	N
Молочная кислота	Глюкоза, лактоза	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Выше 5,3	N
Бацитрацин	Глюкоза	<i>Bacillus lecheniformis</i>	pH 8	N
	Глюкоза	<i>Bacillus subtilis</i>	pH 8	N

В табл. 8 показаны большие различия между скоростью усваивания разной биомассы. Чем меньше скорость усваивания, тем меньше производительность пищеварительных органов скота и установок для получения биогаза. Сахар усваивается за 2 суток, тогда как для разложения лигнина в установках для получения биогаза требуется 100 суток. Поэтому настоящее изобретение ограничивает содержание лигнина в биомассе уровнем меньше чем 10%.

Таблица 8. Влияние лигноцеллюлозного комплекса
биомассы на скорость усваивания

Оптомассы на скорость усваивания					
NDS**	Ранг	ADS**	Ранг	НДК**	Ранг
Сахар	1	Гемицеллюлоза	5	Лигноцеллюлоза	7
Крахмал	2	Целлюлоза	6	Лигнин	8
Белок	3				
Пектин	4				
Усваивается в течение 10 суток		Замедляет усвоение до 28 суток		Замедляет усвоение до 100 суток	
** Параметры качества корма					

NDS - растворимый в нейтральном детергенте,

ADS - растворимый в кислотном детергенте.

Объединенная щелочно-кислотная обработка согласно настоящему изобретению оказывает множество положительных эффектов на биомассу, которые приведены в табл. 9.

Таблица 9. Влияние объединенной
щелочно-кислотной обработки на биомассу

Влияние патентных привязаний	На биомассу	Сильное ос-нование	Дополнительное влияние сильного основания	
		Разрушение пектина	Разрушение лигноцеллюлозы	Гибель бактерий и грибов
Вязкость	Ускоряет обработку биомассы	Пониженное		
Удержание воды		Пониженное		
Фиксация этанола	Повышает выход сахара и этанола (пектин связывает этанол)	Пониженное		
Анаэробная ферментация		Пониженное	Пониженное	Пониженное
Количество отдельных сахаров		Повышенное	Повышенное	
Усвоение	Улучшает обращение с кормом и питательную ценность	Повышенное	Повышенное	
Аэробная стабильность		Повышенное	Повышенное	Повышенное
Контроль pH		Всего	Всего	Всего

Примеры

Пример 1.

Подробное описание химической обработки согласно изобретению.

Свеклу или альтернативно культуру свеклы разминают, превращают в пульпу и затем перемешивают. NaOH или KOH добавляют в пульпу, чтобы получить pH в диапазоне pH 7,5-14. Спустя 0,15 ч или больше добавляют HNO₃, чтобы получить выбранное значение pH, после чего основу закачивают в бассейны для хранения и последующего использования, как показано на чертеже.

Более подробно, следующий пример может служить иллюстрацией многих возможностей. На 1 кг размятой свеклы или культуры свеклы можно добавить 0,4 кг раствора NaOH, чтобы получить pH 7 или выше. Спустя 0,15 ч или больше при этом значении pH добавляют 0,4 кг раствора HNO₃, чтобы получить выбранное значение pH.

Пример 2.

Два сценария применения изобретения на практике при суточных температурах.

Изобретение сосредоточено на использовании культуры свеклы, хотя можно использовать и другие биомассы. Культура свеклы может быть выбрана потому, что она дает наибольший выход сухого вещества и сахарозы на гектар, по ее высшему рангу выживаемости в окружающей среде холодных летних периодов в холодном климате и холодных зим в более теплом климате.

Помимо этого, культура свеклы при 3% лигнина и 9,5% целлюлозы от сухого вещества имеет низкое содержание лигноцеллюлозы, что имеет решающее значение при кормлении породистого скота и при эксплуатации установок для получения биогаза и является необходимым условием для системы получения дешевой биоэнергии для любой цели, что показано в табл. 8.

Поэтому независимо от того, ограничено ли изобретение производством корма для скота, или получением биогаза, или производством сахарного сиропа и волокнистой массы, можно использовать культуру свеклы.

Как показано на чертеже, урожай культуры свеклы включает два продукта: корнеплоды и ботву. Корнеплоды должны быть очищены и подаются в стационарную очищающую установку (или передвижную установку), где свекла промывается и из нее удаляются камни. Затем свеклу превращают в пульпу. После добавления рубленой ботвы получают пульпу из культуры свеклы, которую силосуют в бассейне.

Эта пульпа имеет относительно высокую вязкость, и ее трудно гомогенизировать. Для того, чтобы снизить вязкость и облегчить гомогенизацию, а также максимально увеличить разделение на жидкую фракцию (сахарный сироп) и фракцию волокнистой массы, пульпу орошают сильным основанием и выдерживают в течение 0,15 ч или больше в емкости при pH 7,5 или выше. Эта процедура направлена на разрушение пектина, что показано в табл. 2.

Такая щелочная обработка, однако, имеет дополнительное преимущество в том, что она убивает микроорганизмы, включая грибы. Это, в свою очередь, препятствует ферментации сахаров и связанных с ней потерь сухого вещества, улучшая аэробную стабильность пульпы, что показано в табл. 3 и 5.

Затем эту пульпу с значительно пониженной вязкостью и количеством микробов при повышенном pH закачивают в бассейн, силосную башню или емкость для жидких удобрений для краткосрочного или долгосрочного хранения, где посредством кислотной обработки поддерживают выбранное значение pH. Эта пульпа готова для долгосрочного хранения и может быть в любое время закачана в сепаратор, который отделяет сахарный сироп от волокнистой массы, как показано на чертеже.

На фермах по разведению свиней и молочного скота эти операции будут осуществляться ежедневно, так что волокнистая масса может подаваться ежедневно, тогда как сахарный сироп может накапливаться в емкостях или силосных башнях в течение длительного времени. На растениеводческих фермах могут быть применены другие интервалы времени.

Другой сценарий может быть основан на системе партий, когда химическая обработка применяется ежедневно или с регулярными временными интервалами. В этом сценарии источником может служить свежая свекла, хранящаяся в буртах, и анаэробное хранение ограничено сахарным сиропом.

Справочная литература

1. P.J. van Soest, 1963, Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, J. Assoc. Off. Anal. Chemistry 46: 825-829.
2. J.Jatkauskas et al, 2013, Agricultural and Food Science 22: 137-144
3. Eko Hidayanto et al, 2010, Measurement of viscosity and sucrose concentration in aqueous solution using portable Brix meter, Berkala Fisika, Vol. 13, No 2.
4. S. Okimasu, 2014, A New Method for the Quantitative Determination of Pectin in Plant Materials by Colloid Titration, Bulletin of the Agricultural Chemical Society of Japan, Published online on 29 July, 2014.

Объекты.

Патентное притязание: объединенная обработка лигноцеллюлозной биомассы с помощью NaOH до pH 8 или выше в течение от 0,15 ч до неограниченного числа дней при умеренных температурах 10-30°C, после чего следует обработка с помощью HNO₃ до pH в интервале 2-6, четко направленная на получение пищевого сырья, имеющего каждое из повышенной вязкости, дренируемости, потенциала гомогенизации, лучшей усвояемости в единицу времени, повышенных уровней производства сахаров, повышенных уровней производства этанола, контролируемого значения pH, пониженных потерь при хранении, улучшенной аэробной стабильности или их сочетаний для оптимизации процессов в биоэнергетике, получении корма для животных и промышленном производстве биопродуктов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения пульпы из биомассы анаэробного хранения, в котором биомасса включает лигнин в количестве меньше чем 10% от содержания сухого вещества и нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) в количестве меньше чем 65% от содержания сухого вещества и где биомасса выбрана из группы, состоящей из люцерны, трав, кукурузы, клевера, свеклы, гороха, бобов, цельных злаков, сладкого сорго, сорго, подсолнечника и их смесей, при этом травы могут быть из холодных или тропических регионов, а клевер может быть белым, красным, гибридным; способ включает:

обеспечении композиции, включающей биомассу;
разделения пульпы из биомассы на (i) жидкую фракцию и (ii) твердую фракцию перед первым этапом регулирования pH или после первого этапа регулирования pH и выдерживание полученной пульпы в анаэробных условиях;

где указанную жидкую фракцию подвергают первому этапу регулирования pH, на котором значение pH регулируют с помощью основания до pH по меньшей мере 7,5 при температуре 1-40°C за период по меньшей мере 20 мин; после чего жидкую фракцию подвергают второму этапу регулирования pH, на котором значение pH регулируют с помощью кислоты до pH в диапазоне 1-6,5.

2. Способ по п.1, где значение pH на первом этапе регулирования pH регулируют с помощью основания до pH 8,5 или выше.
3. Способ по п.2, где значение pH на первом этапе регулирования pH регулируют с помощью основания до pH 10 или выше.
4. Способ по п.2, где значение pH на первом этапе регулирования pH регулируют с помощью основания до pH в диапазоне от 7,5 до 14.
5. Способ по п.4, где значение pH на первом этапе регулирования pH регулируют с помощью основания до pH в диапазоне от 8 до 13.
6. Способ по п.1, где значение pH на втором этапе регулирования pH регулируют с помощью кислоты.
7. Способ по п.6, где значение pH на втором этапе регулирования pH регулируют с помощью кислоты до pH в диапазоне 3-6.
8. Способ по п.6, где значение pH на втором этапе регулирования pH регулируют с помощью кислоты до pH в диапазоне 2-5.
9. Способ по п.6, где на втором этапе регулирования pH, pH регулируют с помощью кислоты до pH в диапазоне 1-2.
10. Способ по пп.1-5, где основание выбирают из группы, состоящей из гидроксида натрия (NaOH), гидроксида калия (KOH), гидроксида аммония (NH₄OH), гидроксида кальция (Ca(OH)₂), мочевины (CO(NH₂)₂) и их смесей.
11. Способ по пп.1, 6-9, где кислоту выбирают из группы, состоящей из азотной кислоты (HNO₃), фосфорной кислоты (H₃PO₄), соляной кислоты (HCl), и их смесей.
12. Способ по п.1, где выдерживание пульпы в анаэробных условиях осуществляют при температуре от 1 до 40°C.
13. Способ по п.1, где выдерживание пульпы в анаэробных условиях осуществляют при температуре от 5 до 25°C.
14. Способ по п.1, где биомасса включает свеклу.
15. Способ по п.1, где температура в течение всего процесса выдерживания пульпы в анаэробных условиях от 1 до 40°C, а время выдерживания от по меньшей мере 20 мин до по меньшей мере 2 суток.
16. Пульпа из биомассы анаэробного хранения, полученная способом по п.1, включающая: сахарозу в количестве 15-95 мас.% и глюкозу в количестве 0,6-5,8 мас.%, или глюкозу в количестве 47-50 мас.% и фруктозу в количестве 52-53 мас.%, пектин в количестве менее 0,25% от содержания сухого вещества, дополнительные сахара C6 и C5 и другие виды сахара, аминокислоты и белки, где вязкость пульпы находится в диапазоне 2-5 сантипуаз.
17. Применение пульпы из биомассы по п.16 в производстве корма.
18. Применение пульпы из биомассы по п.16 в производстве биотоплива.
19. Применение пульпы из биомассы по п.16 для производства промышленных продуктов, таких как этанол, кристаллический сахар, пластик, ферменты, антибиотики.

