



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21)(22) Заявка: 2012154205/04, 04.05.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
04.05.2011 US 61/482,382

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2014 Бюл. № 17

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 13.12.2012(86) Заявка РСТ:
US 2012/036583 (04.05.2012)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/151521 (08.11.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(71) Заявитель(и):

РЕНМЭТИКС, ИНК. (US)

(72) Автор(ы):

**КИЛАМБИ Сринивас (US),
КАДАМ Киран (US),
МАРТИН Черил А. (US)****(54) МНОГОСТАДИЙНЫЙ ГИДРОЛИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И БЫСТРОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИСЛОТЫ****(57) Формула изобретения**

1. Способ повышения содержания C_6 моносахаридов и C_6 олигосахарида, получаемых из лигноцеллюлозной биомассы, где способ включает:

подачу лигноцеллюлозной биомассы, включающей:

первую твердую фракцию, включающую:

целлюлозу; и

лигнин; и

первую жидкую фракцию;

необязательно, разделение указанной первой твердой фракции и указанной первой жидкой фракции;

смешение указанной первой твердой фракции с водой с образованием пульпы;

предварительное нагревание указанной пульпы до температуры от приблизительно 210°C до приблизительно 240°C при давлении от приблизительно 225 бар до приблизительно 250 бар;

контактирование указанной пульпы со второй реакционной жидкостью с образованием второй реакционной смеси, включающей:

вторую твердую фракцию, включающую:

лигнин; и

вторую жидкую фракцию, включающую:
растворимый С₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из С₆ моносахаридов, С₆ олигосахаридов и их смесей;

где указанная вторая реакционная жидкость включает горячую воду под давлением и, необязательно, диоксид углерода;

где указанная вторая реакционная жидкость находится при температуре, по меньшей мере, приблизительно 373°C при давлении, достаточном для поддержания указанной второй реакционной жидкости в сверхкритическом состоянии; и

понижение температуры указанной пульпы до температуры ниже чем приблизительно 140°C; и

необязательно, гидролиз указанной второй жидкой фракции с образованием композиции, включающей, по меньшей мере, один С₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из С₆ олигосахаридов, имеющего меньшее число элементарных звеньев, глюкозы, галактозы, маннозы, фруктозы и их смесей.

2. Способ по п.1, где указанную пульпу предварительно нагревают до температуры от приблизительно 245°C до приблизительно 255°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар для времени пребывания от приблизительно 5 секунд до приблизительно одной минуты.

3. Способ по п.1, где указанная вторая реакционная смесь имеет температуру от приблизительно 358°C до приблизительно 380°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар.

4. Способ по п.1, где указанную пульпу контактируют с указанной второй реакционной жидкостью в течение меньше чем приблизительно 5 секунд.

5. Способ по п.1, где указанную вторую реакционную жидкость охлаждают до температуры от приблизительно 260°C до приблизительно 280°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар.

6. Способ по п.1, дополнительно включающий:
фракционирование указанной лигноцеллюлозной биомассы перед указанной стадией подачи лигноцеллюлозной биомассы;

где указанная стадия фракционирования включает контактирование указанной лигноцеллюлозной биомассы с первой реакционной жидкостью, включающей горячую воду под давлением и, необязательно, диоксид углерода;

где указанная первая реакционная жидкость дополнительно включает кислоту, когда указанная лигноцеллюлозная биомасса включает мягкую древесину; и

где указанная первая реакционная жидкость находится при температуре, по меньшей мере, приблизительно 100°C при давлении, достаточном для поддержания указанной первой реакционной жидкости в жидкой форме.

7. Способ по п.1, где указанный способ является непрерывным.

8. Способ по п.1, где указанное понижение температуры указанной реакционной смеси включает контактирование указанной реакционной смеси с композицией, включающей воду.

9. Способ по п.8, где указанная композиция дополнительно включает, по меньшей мере, один С₁-С₅ спирт.

10. Способ по п.1, где указанное понижение температуры указанной реакционной смеси включает контактирование указанной реакционной смеси с композицией, включающей воду и кислоту, где указанная кислота присутствует при содержании меньше чем приблизительно 1% по массе, в расчете на общую массу указанной композиции.

11. Способ по п.10, где указанная композиция дополнительно включает, по меньшей

мере, один C₁-C₅ спирт.

12. Способ по п.1, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции осуществляют с помощью ферментов.

13. Способ по п.1, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции осуществляют с помощью иммобилизованного фермента.

14. Способ по п.1, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает добавление, по меньшей мере, одного водного раствора кислоты.

15. Способ по п.1, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает контактирование с газообразным соединением, которое образует кислоту *in situ*.

16. Способ по п.1, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает контактирование, по меньшей мере, с одним твердым кислотным катализатором.

17. Способ по п.1, где выход указанной глюкозы составляет, по меньшей мере, приблизительно 63% от теоретического выхода.

18. Продукт, полученный с помощью способа по п.1.

19. Способ контролирования скорости гидролиза целлюлозы, включающий: подачу лигноцеллюлозной биомассы, включающей:

первую твердую фракцию, включающую:

целлюлозу; и

лигнин; и

первую жидкую фракцию;

необязательно, разделение указанной первой твердой фракции и указанной первой жидкой фракции;

смешение указанной первой твердой фракции с водой с образованием пульпы;

предварительное нагревание указанной пульпы до температуры от приблизительно 210°C до приблизительно 240°C при давлении от приблизительно 225 бар до приблизительно 250 бар;

контактирование указанной пульпы со второй реакционной жидкостью с образованием второй реакционной смеси, включающей:

вторую твердую фракцию, включающую:

лигнин; и

вторую жидкую фракцию, включающую:

растворимый C₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из C₆ моносахаридов,

C₆ олигосахаридов и их смесей;

где указанная вторая реакционная жидкость включает горячую воду под давлением и, необязательно, диоксид углерода;

где указанная вторая реакционная жидкость находится при температуре, по меньшей мере, приблизительно 373°C при давлении, достаточном для поддержания указанной второй реакционной жидкости в сверхкритическом состоянии; и

понижение температуры указанной пульпы до температуры ниже, чем приблизительно 140°C; и

необязательно, гидролиз указанной второй жидкой фракции с образованием композиции, включающей, по меньшей мере, один C₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из C₆ олигосахаридов, имеющего меньшее число элементарных звеньев, глюкозы, галактозы, маннозы, фруктозы и их смесей.

20. Способ по п.19, где указанную пульпу предварительно нагревают до температуры от приблизительно 245°C до приблизительно 255°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар для времени пребывания от приблизительно 5 секунд

до приблизительно одной минуты.

21. Способ по п.19, где вторая реакционная жидкость имеет температуру от приблизительно 358°C до приблизительно 380°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар.

22. Способ по п.19, где указанную пульпу контактируют с указанной второй реакционной жидкостью в течение меньше чем приблизительно 5 секунд.

23. Способ по п.19, где указанную вторую реакционную смесь охлаждают до температуры от приблизительно 260°C до приблизительно 280°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар.

24. Способ по п.19, дополнительно включающий:

фракционирование указанной лигноцеллюлозной биомассы перед указанной стадией подачи лигноцеллюлозной биомассы;

где указанная стадия фракционирования включает контактирование указанной лигноцеллюлозной биомассы с первой реакционной жидкостью, включающей горячую воду под давлением и, необязательно, диоксид углерода;

где указанная первая реакционная жидкость дополнительно включает кислоту, когда указанная лигноцеллюлозная биомасса включает мягкую древесину; и

где указанная первая реакционная жидкость находится при температуре, по меньшей мере, приблизительно 100°C при давлении, достаточном для поддержания указанной первой реакционной жидкости в жидкой форме.

25. Способ по п.19, где указанный способ является непрерывным.

26. Способ по п.19, где указанное понижение температуры указанной реакционной смеси включает контактирование указанной реакционной смеси с композицией, включающей воду.

27. Способ по п.26, где указанная композиция дополнительно включает, по меньшей мере, один C₁-C₅ спирт.

28. Способ по п.19, где указанное понижение температуры указанной реакционной смеси включает контактирование указанной реакционной смеси с композицией, включающей воду и кислоту, где указанная кислота присутствует при содержании меньше чем приблизительно 1% по массе, в расчете на общую массу указанной композиции.

29. Способ по п.28, где указанная композиция дополнительно содержит, по меньшей мере, один C₁-C₅ спирт.

30. Способ по п.19, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции осуществляют с помощью ферментов.

31. Способ по п.19, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции осуществляют с помощью иммобилизованного фермента.

32. Способ по п.19, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает добавление, по меньшей мере, одного водного раствора кислоты.

33. Способ по п.19, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает контактирование с газообразным соединением, которое образует кислоту *in situ*.

34. Способ по п.19, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает контактирование, по меньшей мере, с одним твердым кислотным катализатором.

35. Способ по п.19, где выход указанной глюкозы составляет, по меньшей мере, приблизительно 63% от теоретического выхода.

36. Продукт, полученный с помощью способа по п.19.

37. Способ понижения скорости разложения глюкозы, включающий: подачу лигноцеллюлозной биомассы, включающей:

первую твердую фракцию, включающую:
целлюлозу; и
лигнин; и
первую жидкую фракцию;
необязательно, разделение указанной первой твердой фракции и указанной первой жидкой фракции;
смешение указанной первой твердой фракции с водой с образованием пульпы;
предварительное нагревание указанной пульпы до температуры от приблизительно 210°C до приблизительно 240°C при давлении от приблизительно 225 бар до приблизительно 250 бар;
контактирование указанной пульпы со второй реакционной жидкостью с образованием второй реакционной смеси, включающей:
вторую твердую фракцию, включающую:
лигнин; и
вторую жидкую фракцию, включающую:
растворимый С₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из С₆ моносахаридов, С₆ олигосахаридов и их смесей;

где указанная вторая реакционная жидкость включает горячую воду под давлением и, необязательно, диоксид углерода;

где указанная вторая реакционная жидкость находится при температуре, по меньшей мере, приблизительно 373°C при давлении, достаточном для поддержания указанной второй реакционной жидкости в сверхкритическом состоянии; и

понижение температуры указанной пульпы до температуры ниже, чем приблизительно 140°C; и

необязательно, гидролиз указанной второй жидкой фракции с образованием композиции, включающей, по меньшей мере, один С₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из С₆ олигосахаридов, имеющего меньшее число элементарных звеньев, глюкозы, галактозы, маннозы, фруктозы и их смесей.

38. Способ по п.37, где указанную пульпу предварительно нагревают до температуры от приблизительно 245°C до приблизительно 255°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар для времени пребывания от приблизительно 5 секунд до приблизительно одной минуты.

39. Способ по п.37, где вторая реакционная жидкость имеет температуру от приблизительно 358°C до приблизительно 380°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар.

40. Способ по п.37, где указанную пульпу контактируют с указанной второй реакционной жидкостью в течение меньше чем приблизительно 5 секунд.

41. Способ по п.37, где указанную вторую реакционную смесь охлаждают до температуры от приблизительно 260°C до приблизительно 280°C при давлении от приблизительно 200 бар до приблизительно 260 бар.

42. Способ по п.37, где указанное фракционирование включает контактирование указанной лигноцеллюлозной биомассы с первой реакционной жидкостью, включающей горячую воду под давлением и, необязательно, диоксид углерода;

где указанная первая реакционная жидкость дополнительно включает кислоту, когда указанная лигноцеллюлозная биомасса включает мягкую древесину; и

где указанная первая реакционная жидкость находится при температуре, по меньшей мере, приблизительно 100°C при давлении, достаточном для поддержания указанной первой реакционной жидкости в жидкой форме.

43. Способ по п.37, где указанный способ является непрерывным.

44. Способ по п.37, где указанное понижение температуры указанной реакционной смеси включает контактирование указанной реакционной смеси с композицией, включающей воду.
45. Способ по п.44, где указанная композиция дополнительно включает, по меньшей мере, один C₁-C₅ спирт.
46. Способ по п.37, где указанное понижение температуры указанной реакционной смеси включает контактирование указанной реакционной смеси с композицией, включающей воду и кислоту, где указанная кислота присутствует при содержании меньше чем приблизительно 1% по массе, в расчете на общую массу указанной композиции.
47. Способ по п.46, где указанная композиция дополнительно содержит, по меньшей мере, один C₁-C₅ спирт.
48. Способ по п.37, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции осуществляют с помощью ферментов.
49. Способ по п.37, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции осуществляют с помощью иммобилизованного фермента.
50. Способ по п.37, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает добавление, по меньшей мере, одного водного раствора кислоты.
51. Способ по п.37, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает контактирование с газообразным соединением, которое образует кислоту *in situ*.
52. Способ по п.37, где указанный гидролиз указанной второй жидкой фракции включает контактирование, по меньшей мере, с одним твердым кислотным катализатором.
53. Способ по п.37, где выход указанной глюкозы составляет, по меньшей мере, приблизительно 63% от теоретического выхода.
54. Продукт, полученный с помощью способа по п.37.
55. Способ, включающий:
подачу лигноцеллюлозной биомассы, включающей:
первую твердую фракцию, включающую:
целлюлозу; и
лигнин; и
первую жидкую фракцию;
необязательно, разделение указанной первой твердой фракции и указанной первой жидкой фракции;
смешение указанной первой твердой фракции с водой с образованием пульпы;
предварительное нагревание указанной пульпы до температуры от приблизительно 210°C до приблизительно 240°C при давлении от приблизительно 225 бар до приблизительно 250 бар;
контактирование указанной пульпы со второй реакционной жидкостью с образованием:
второй твердой фракции, включающей:
лигнин; и
второй жидкой фракции, включающей:
растворимый C₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из C₆ моносахаридов, C₆ олигосахаридов и их смесей;
где указанная вторая реакционная жидкость включает горячую воду под давлением и, необязательно, диоксид углерода;
где указанная вторая реакционная жидкость находится при температуре, по меньшей

мере, приблизительно 373°C при давлении, достаточном для поддержания указанной второй реакционной жидкости в сверхкритическом состоянии; и

понижение температуры указанной пульпы до температуры ниже, чем приблизительно 140°C; и

гидролиз указанной второй жидкой фракции с образованием композиции, включающей, по меньшей мере, С₆ сахарид, выбранный из группы, состоящей из С₆ олигосахарида, имеющего меньшее число элементарных звеньев, глюкозы, галактозы, маннозы, фруктозы и их смесей; и

превращение путем брожения, каталитической реакции или их комбинации указанных С₆ сахаридов в продукт брожения, продукт каталитической реакции или их смесь.

56. Продукт, полученный с помощью способа по п.55.

57. Композиция, включающая:

глюкозу;

воду;

глицеральдегид; и

гликолевую кислоту;

где указанный глицеральдегид присутствует при содержании меньше чем приблизительно 13,0% глицеральдегида по массе, в расчете на общую массу композиции;

где указанная гликолевая кислота присутствует при содержании меньше чем приблизительно 2,0% гликолевой кислоты по массе, в расчете на общую массу композиции; и

где указанную глюкозу получают из указанной лигноцеллюлозной биомассы с использованием сверхкритической или околоскритической жидкостей.

RU 2012154205 A

RU 2012154205 A