

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045883**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.01.12

(21) Номер заявки
202190738

(22) Дата подачи заявки
2019.09.10

(51) Int. Cl. **C07H 1/00** (2006.01)
C07H 15/04 (2006.01)
A23L 29/30 (2016.01)
A23L 27/30 (2016.01)

(54) **УЛУЧШЕННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ**

(31) **18193756.6**

(32) **2018.09.11**

(33) **EP**

(43) **2021.06.18**

(86) **PCT/EP2019/074102**

(87) **WO 2020/053207 2020.03.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЗЮДЦУКЕР АГ (DE)

(72) Изобретатель:
**Хаджи Бегли Алиреза, Крёнер
Кристине, Каргариус Ральф (DE)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **WO-A1-2011076625
DE-T2-69613100
WO-A1-2005021475
WO-A2-03104473**

(57) Изобретение относится к улучшенному способу получения изомальта из углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу.

B1

045883

045883

B1

Изобретение относится к улучшенному способу получения изомальта, в частности особо чистого и стабильного при хранении изомальта, из углеводной смеси, содержащей изомальтулозу или изомальтулозу и трегалулозу, а также сахарозу, причем способ отличается улучшенной эффективностью, стабильностью процесса и селективностью и выходом реакции, и кроме того, изобретение относится к изомальту, полученному этим способом.

Изомальт (гидрированная изомальтулоза) представляет собой сахарозаменитель, который в качестве основных компонентов содержит 1,6-GPS (6-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит) и 1,1-GPM (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-маннит). Благодаря своим некариесогенным безвредным для зубов свойствам, своей низкой калорийности и своему низкому гликемическому индексу изомальт обладает многими преимуществами с точки зрения физиологии питания. Согласно спецификации Объединенного экспертного комитета FAO/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) (69 сессия JECFA (2008), опубликованным в монографии FAO JECFA Monographs 5 (2008)), изомальт содержит по меньшей мере 98 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов (а именно 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит), сорбит и маннит) и не более 2 вес.% побочных компонентов, при этом указанный изомальт содержит по меньшей мере 86 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM и 0-0,3 вес.% восстанавливающих сахаров (в расчете на сухое вещество изомальта). Кроме того, изомальт согласно спецификации JECFA, считающийся "не содержащим сахара" в соответствии с пищевым законодательством, который дополнительно соответствует европейским критериям чистоты для добавок и отвечает требованиям стандартных документов, таких как FCC (Food Chemical Codex, Кодекс пищевых химикатов) и соответствующих монографий по изомальту в справочниках по лекарственным средствам в Европе, США или Японии, характеризуется тем, что отдельные, возможно присутствующие, побочные компоненты содержатся в количестве не более 0,5 вес.%, каждый, и тем, что всего в изомальте присутствует не более 0,5 вес.% восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров (например, моно- и дисахаридов) (в расчете на сухое вещество изомальта).

Известны различные варианты изомальта. Так, изомальт, как следует, например, из DE 19532396 C2, может присутствовать как почти эквимолярная смесь 1,6-GPS и 1,1-GPM. Другие варианты изомальта характеризуются, например, повышенным содержанием 1,6-GPS (так называемый изомальт, обогащенный 1,6-GPS), в частности, тем, что содержание 1,6-GPS составляет 57-99 вес.%, а содержание 1,1-GPM составляет 43-1 вес.% (в расчете на основные компоненты изомальта), и благодаря такому составу обладают повышенной сладостью и растворимостью. Как известно из документов DE 19523008 A1 или EP 2361255 B1, такие обогащенные 1,6-GPS смеси можно получить с использованием рутениевых катализаторов.

Как правило, изомальт получают двухстадийным способом, в котором сначала из сахарозы путем ферментативного катализа с помощью сахарозо-глюкозилмутазы получают изомальтулозу (известную также как палатиноза), а затем изомальтулозу на металлическом катализаторе гидрируют водородом (H₂).

При ферментативной изомеризации сахарозы в изомальтулозу 1,2-гликозидная связь глюкозы и фруктозы в сахарозе превращается в 1,6-гликозидную связь в изомальтулозе. В результате из невосстанавливающей сахарозы, не содержащей свободных альдегидных или кето-групп, получается восстанавливающая изомальтулоза, представляющая собой кето-дисахарид со свободной кето-группой. 1,6-гликозидная связь между глюкозой и фруктозой в изомальтулозе значительно более устойчива к гидролизу по сравнению с 1,2-гликозидной связью в сахарозе, благодаря чему изомальтулоза является значительно более устойчивой к кислотам и микробной ферментации.

В промышленном масштабе изомальт получают, как следует из EP 0625578 A1, из сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси, подвергая сахарозу или содержащую сахарозу исходную смесь реакции ферментативной изомеризации с использованием сахарозо-глюкозилмутазы, что приводит к образованию так называемой "изомеризованной сахарозы", в которой, как правило, помимо изомальтулозы содержится также непрореагировавшее остаточное количество сахарозы, называемое также "остаточной сахарозой". Эту "изомеризованную сахарозу", полученную в результате изомеризации сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси, которая дальше будет называться также углеводной смесью, содержащей изомальтулозу и сахарозу, подвергают затем реакции гидрирования, чтобы восстановить изомальтулозу и, возможно, также содержащуюся в углеводной смеси трегалулозу, образованную при другой изомеризации сахарозы, в дисахаридные спирты 1,6-GPS и 1,1-GPM, а также в известных случаях в 1,1-GPS (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит, из трегалулозы).

Если гидрирование проводится в обычных технологических условиях в нейтральной или щелочной среде, как правило, с использованием ренеевских никелевых катализаторов (EP 0625578 A), количество остаточной сахарозы, присутствующей в "изомеризованной сахарозе", остается неизменным, так как сахароза из-за ее химической структуры не является восстанавливающей и не может быть ни расщеплена гидролитически, ни гидрирована. Однако прямое получение изомальта с более высоким содержанием 1,6-GPS по сравнению с содержанием 1,1-GPM при таком способе действий затруднительно. Однако если гидрирование сахарозы протекает в обычных технологических условиях в кислой среде, то, как следует из патентов US 4072628, US 3963788, или US 4950812, в которых описывается гидрирование саха-

розы с использованием катализатора на основе рутения, чувствительная к кислотам сахароза гидролизуется до глюкозы и фруктозы, которые как восстанавливающие сахара гидрируются с получением сорбита и маннита. В этом случае говорят о "расщепляющем гидрировании" сахарозы. Напротив, изомальтулоза благодаря ее высокой стойкости к кислотам остается стабильной и в кислых условиях гидрирования и может, как следует из DE 19523008 A1, с успехом напрямую гидрироваться до изомальта, в частности, при использовании катализатора на основе рутения.

Из патента EP 2361255 B1 известно о гидрировании смеси изомальтулозы и "остаточной сахарозы" на катализаторе на основе рутения для получения изомальта, при этом сахароза в условиях, позволяющих гидролиз сахарозы, гидрируется с расщеплением через глюкозу и фруктозу в сорбит и манит, а изомальтулоза гидрируется до 1,1-GPM и 1,6-GPS. Применение катализатора на основе рутения ведет, в частности, к получению изомальта с более высоким содержанием 1,6-GPS по сравнению с содержанием 1,1-GPM, что выгодно для определенных приложений (DE 19523008 A1). Однако из-за условий процесса, используемых в описанных способах на основе рутения, полученный в результате изомальт содержит большое число и большое количество побочных продуктов, что нежелательно для многих применений. В конкретных условиях процесса примеров 1-4, представленных в публикации, в частности, при температурах 90-120°C и давлении 60 бар, изомальтулоза преобразуется лишь со сравнительно низкой степенью превращения, или используются энергетически невыгодные высокие температуры. Кроме того, сокращается срок службы используемого катализатора, что приводит к увеличению производственных затрат. Кроме того, присутствие этих побочных продуктов снижает также чистоту получаемого продукта и, следовательно, его транспортируемость. Правда, с одной стороны, достигаемое в известных способах расщепление сахарозы до глюкозы и фруктозы и связанное с этим гидрирование в побочные продукты сорбит и маннит является желательным, поскольку этим можно избежать нежелательных с точки зрения физиологии питания повышенных количеств остаточной сахарозы в получаемом изомальте. Однако с другой стороны, полученные при расщепляющем гидрировании моносахаридные спирты сорбит и маннит, особенно сорбит, часто технологически невыгодны, так как они, вследствие их гигроскопичности, усложняют необходимые в известных случаях стадии сушки в процессе получения изомальта, по крайней мере делают их дороже, и их присутствие в некоторых приложениях, например, в твердой карамели, из-за их гигроскопичности ведет к нежелательным свойствам продукта, таким как липкость, плохая стабильность формы, например, растекание продуктов (EP 1776015 B1), и к низкой стабильности при хранении.

В частности, в случаях, когда содержащие сахарозу смеси изомальтулозы, в промышленном масштабе получаемые, как правило, ферментативно из сахарозы или содержащих сахарозу исходных смесей, должны быть гидрированы с получением изомальта с очень низким содержанием остаточной сахарозы, может быть желательным, чтобы сахароза проходила через процесс гидрирования в неизменном виде, то есть чтобы из нее не образовывался сорбит и маннит.

Кроме того, более высокая гигроскопичность гидрированных продуктов расщепления сахарозы, в частности, сорбита, по сравнению с самой сахарозой, а также изомальтом, приводит к снижению стабильности при хранении изомальта, в частности, в регионах с влажным и жарким климатом, и усложняет использование изомальта в указанных влажных и жарких климатических зонах, в частности, в сладостях, например, твердой карамели, и особенно в медикаментах, которые требуют дорогостоящей упаковки.

Хотя известен ряд способов получения изомальта из углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, который получают путем ферментативного превращения сахарозы или содержащих сахарозу исходных смесей, по-прежнему существует потребность в способах получения изомальта, в частности, изомальта, обогащенного 1,6-GPS, с высокой чистотой и с оптимизированным для конкретных областей применения профилем свойств из углеводных смесей содержащей изомальтулозу и сахарозу, которые предпочтительно были получены ферментативными процессами из сахарозы или исходных смесей, содержащих сахарозу.

В основе настоящего изобретения стоит техническая задача устранить вышеуказанные недостатки, предложив, в частности, особенно технологически стабильный, недорогой способ получения изомальта, в частности, изомальта с более высокой долей 1,6-GPS, чем 1,1-GPM, из углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, предпочтительно в результате катализируемого сахарозо-глюкозилмутазой превращения сахарозы или содержащих сахарозу исходных смесей, при этом изомальт является особенно стабильным при хранении, в частности, для применения в сладостях, например, твердой карамели, имеет высокую чистоту основных компонентов 1,6-GPS и 1,1-GPM и получен с высоким выходом. Изобретение обеспечивает также получение этим способом особенно чистого изомальта, в частности, такого, какой можно назвать "не содержащим сахара", то есть, в частности, имеющего содержание Сахаров, в частности, содержание сахарозы, не более 0,50 вес.% (в расчете на с.в. изомальта) и одновременно отличающегося особенно низким содержанием сорбита и маннита.

Техническая задача, лежащая в основе настоящего изобретения, решена посредством разработки настоящего технического решения, в частности, решения согласно независимым пунктам формулы изобретения, и посредством предпочтительных вариантов осуществления, раскрытых в описании и в зависимых пунктах.

Изобретение предлагает способ непрерывного получения изомальта из углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, включающий следующие технологические стадии:

а) приготовление находящейся в водной среде углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, содержащей 75,00-99,99 вес.% изомальтулозы и 0,01-0,50 вес.% сахарозы (в расчете на с.в. (сухое вещество) от полного количества с.в. в углеводной смеси), водорода и катализатора на основе рутения,

б) превращение углеводной смеси в изомальт путем непрерывного приведения в контакт находящейся в водной среде углеводной смеси с катализатором на основе рутения и водородом при объемной скорости 0,25-1,5 ч⁻¹, давлении водорода 16,0-22,0 МПа и рН 2,0-6,0 для получения продуктового потока, содержащего изомальт, с установлением реакционной температуры не выше 100°С и

с) получение изомальта.

Таким образом, предлагаемый способ отличается тем, что на первой технологической стадии а) в водной среде готовят углеводную смесь, содержащую изомальтулозу и сахарозу, содержащую 75,00-99,99 вес.% изомальтулозы и 0,01-0,50 вес.% сахарозы, водород, а также катализатор на основе рутения, в частности, нанесенный катализатор, а на второй технологической стадии б) находящуюся в водной среде углеводную смесь приводят в контакт с катализатором на основе рутения и водородом в непрерывном режиме, так что получают реакционную среду, в которой протекает превращение углеводной смеси в изомальт. Согласно изобретению, углеводную смесь приводят в контакт с катализатором на основе рутения и водородом при объемной скорости 0,25-1,5 ч⁻¹, давлении водорода 16,0-22,0 МПа (160-220 бар), рН 2,0-6,0 и температуре не выше 100°С, при этом изомальтулоза на стадии б) предпочтительно превращается в 1,6-GPS (6-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит) и 1,1-GPM (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-маннит) со степенью превращения от 99 до 100 мол.% и селективностью от 97 до 100 мол.%, чтобы на третьей технологической стадии с) получить изомальт.

Способ согласно изобретению отличается, в частности и в предпочтительном варианте, предпочтительно тем, что при использовании определенных для технологических стадий а) и б) отличительных признаков, в частности, количественно определенной углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, в качестве исходного материала, и при указанных для технологической стадии б) технологических параметрах обеспечивается режим процесса, который приводит к превращению изомальтулозы в 1,6-GPS и 1,1-GPM со степенью превращения изомальтулозы 99-100 мол.% и селективностью 97-100 мол.%.

Таким образом, согласно изобретению предпочтительно предлагается способ непрерывного получения изомальта из углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, включающий технологические стадии:

а) приготовление находящейся в водной среде углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, содержащей 75,00-99,99 вес.% изомальтулозы и 0,01-0,50 вес.% сахарозы (в расчете на с.в. (сухое вещества) от полного количества с.в. в углеводной смеси), водорода и катализатора на основе рутения,

б) превращение углеводной смеси в изомальт путем непрерывного приведения в контакт находящейся в водной среде углеводной смеси с катализатором на основе рутения и водородом при объемной скорости 0,25-1,5 ч⁻¹, давлении водорода 16,0-22,0 МПа и рН 2,0-6,0 для получения продуктового потока, содержащего изомальт, при установке реакционной температуры не выше 100°С, причем изомальтулоза на стадии б) превращается в 1,6-GPS (6-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит) и 1,1-GPM (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-маннит) со степенью превращения 99-100 мол.% и селективностью 97-100 мол.%, и

с) получение изомальта.

Таким образом, изобретением предусматривается использование в качестве исходного материала для предлагаемого изобретением способа углеводной смеси, содержащей изомальтулозу, которая содержит так называемую "остаточную сахарозу", то есть имеет сравнительно малую долю сахарозы, а именно от 0,01 до 0,50 вес.% сахарозы. Неожиданно оказалось, что установив технологические параметры, предусмотренные согласно изобретению, и используя такой исходный материал согласно изобретению, в предпочтительном варианте осуществления можно получить продукт особенно высокой чистоты с описываемыми ниже преимуществами. Согласно изобретению предусматривается привести определенный выше исходный материал с низкой долей сахарозы, содержащий изомальтулозу, в контакт с катализатором на основе рутения и водородом при точно определенной объемной скорости 0,25-1,5 ч⁻¹, давлении водорода 16,0-22,0 МПа и рН 2,0-6,0, чтобы получить в результате содержащий изомальт продуктовый поток, при этом реакционная температура этого продуктового потока, содержащего изомальт, не должна превышать 100°С. В частности, реакционную температуру продуктового потока, содержащего изомальт, следует устанавливать так, чтобы достичь степени превращения изомальтулозы в 1,6-GPS и 1,1-GPM 99-100 мол.% при селективности 97-100 мол.%.

Используемые согласно изобретению условия процесса являются особенно щадящими и приводят лишь к незначительному образованию побочных продуктов, нежелательных с точки зрения пищевого законодательства и технологии применения. В частности, неожиданно было обнаружено, что сахароза, присутствующая в используемой углеводной смеси, не расщепляется и не гидрируется, несмотря на кислотные условия гидрирования. Таким образом, во многих приложениях можно с успехом избежать не-

желательного образования сорбита и маннита из сахарозы, присутствующей в углеводной смеси. Поскольку в способе согласно изобретению из используемой сахарозы не образуются сорбит и маннит, то, например, в случаях, когда в изомальте из технологических соображений желательно иметь заданное максимальное количество сорбита и маннита, количество глюкозы и фруктозы, возможно присутствующих в используемой для гидрирования углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, может быть соответственно больше.

Предусмотренный согласно изобретению способ, использование максимальной температуры 100°C при превращении углеводной смеси в изомальт в сочетании с другими отличительными признаками доктрины изобретения снижает затраты энергии и с успехом обеспечивает недорогое, быстрое и эффективное получение изомальта.

Способом согласно изобретению в предпочтительном варианте осуществления можно получить изомальт, который удовлетворяет спецификациям JECFA и далее будет называться также JECFA-совместимым изомальтом. Такой изомальт характеризуется содержанием гидрированных моно- и дисахаридов, а именно 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS, сорбита и маннита, по меньшей мере 98 вес.% и содержанием побочных компонентов не более 2 вес.%, при этом указанный изомальт содержит по меньшей мере 86 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, а также от 0 до 0,3 вес.% восстанавливающих сахаров (например, глюкозы и фруктозы), причем в указанном изомальте содержится не более 0,5 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,49 вес.%, в частности, 0,01-0,05 вес.% сахарозы (каждый раз от полного веса сухих веществ в изомальте).

Способом согласно изобретению в особенно предпочтительном варианте осуществления можно также получить изомальт, являющийся особенно чистым изомальтом, называемым здесь также высокочистым изомальтом. Высокочистый изомальт согласно изобретению, полученный в предпочтительном варианте осуществления, соответствует спецификациям Объединенного экспертного комитета ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (69 сессия JECFA (2008), опубликованным в монографии ФАО JECFA Monograph 5 (2008)), и соответственно, является JECFA-совместимым изомальтом с содержанием гидрированных моно- и дисахаридов, а именно 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS, сорбита и маннита, по меньшей мере 98,00 вес.% и содержанием побочных компонентов не более 2,00 вес.%, при этом в изомальте содержится по меньшей мере 98,00 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, от 0 до 0,50 вес.% сорбита, от 0 до 0,50 вес.% маннита и от 0 до 0,30 вес.% восстанавливающих сахаров (например, глюкозы и фруктозы), причем отдельные из этих возможно содержащихся в указанном изомальте 2 вес.% побочных компонентов присутствуют в количестве от 0 до 0,50 вес.% каждый, и причем в сумме присутствует не более 0,50 вес.% восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров (как изомальтулоза, изомальтоза, сахароза, глюкоза или фруктоза) и не более 0,5 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,49 вес.%, в частности, 0,01-0,05 вес.% сахарозы (в расчете на полный вес сухих веществ изомальта). Такой изомальт, называемый в настоящем документе также высокочистым изомальтом, предпочтительно и выгодно отличается, в частности, особенно высокой долей основных компонентов изомальта 1,1-GPM и 1,6-GPS, низкой, но ненулевой долей сахарозы, высокой чистотой в отношении побочных продуктов, а также низкой степенью гигроскопичности, в частности, низким содержанием сорбита и маннита.

В частности, в одном предпочтительном варианте осуществления изобретения статистически значимо снижено образование по меньшей мере одного, а предпочтительно всех нижеуказанных веществ или классов веществ (побочных продуктов) по сравнению с изомальтом, полученным не по изобретению: трисахаридные спирты, невосстанавливающие трисахариды, глюкозилглицерины, глюкозилтетриты, глюкозилпентиты, другие глюкозилглициты, дезоксидисахаридные спирты, дидезоксидисахаридные спирты, глицерин, тетриты (например, эритрит или трейт), пентиты (например, рибит (адонит), арабит, ксилит или ликсит), дезоксигекситы, дидезоксигекситы, сорбит, маннит, галактит, аллит, гулит, идит, алтрит или талит.

Таким образом, предлагаемое настоящим изобретением решение неожиданно обеспечивает особенно селективный, эффективный и щадящий способ получения изомальта из углеводной смеси, содержащей сахарозу и изомальтулозу, или, в одном варианте осуществления, сахарозу, изомальтулозу и трегалулозу, благодаря тому, что сахароза в кислых условиях во время гидрирования на рутениевом катализаторе не подвергается расщепляющему гидрированию, вопреки тому, что следует ожидать согласно уровню техники, например, из EP 2361255 B1, но остается химически неизменной и не расщепленной. Таким образом, образования сорбита и маннита из-за расщепления сахарозы и гидрирования не происходит. Таким образом, способ согласно изобретению обеспечивает предотвращение расщепляющего гидрирования сахарозы в сорбит и маннит, в частности, сорбит, при реакции содержащей сахарозу углеводной смеси, содержащей изомальтулозу или изомальтулозу и трегалулозу, с водородом на рутениевом катализаторе с образованием изомальта, и в результате получается изомальт, который имеет превосходные свойства для дальнейшей переработки, например, для получения сладостей, таких как твердая карамель, драже, шоколад, жевательная резинка, мороженое, или для получения выпечки, или лекарств. Авторы изобретения неожиданно установили, что сахароза, присутствующая в небольших количествах в сырье, то есть углеводной смеси, в условиях согласно изобретению, то есть, в частности, давлении, температуре, значению pH и объемной скорости, не расщепляется. "Остаточная сахароза", которая обычно содер-

жится в "изомеризованной сахарозе", полученной в результате катализируемого глюкозилмутазой превращения сахарозы или содержащих сахарозу исходных смесей, благодаря тому, что она не расщепляется и не гидрируется, согласно изобретению не способствует повышению содержания сорбита и маннита в полученном изомальте, так что при необходимости можно также использовать более высокое содержание глюкозы и фруктозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу.

Таким образом, предлагаемый изобретением способ технологически выгоден также тем, что для гидрирования изомальтулозы требуются существенно более умеренные температуры, чем для одновременного расщепляющего гидрирования сахарозы, так как для гидрирования глюкозы, образующейся наряду с фруктозой в результате расщепления сахарозы, необходима значительно более высокая температура. Кроме того, сокращаются или исключаются трудоемкие и дорогостоящие стадии сушки, которые потребовались бы из-за гигроскопичности сорбита и/или других побочных продуктов, образующихся при расщепляющем гидрировании сахарозы, тем самым, стал возможным простой, технологически стабильный и экономичный способ производства изомальта, в частности, изомальта, обогащенного 1,6-GPS. Низкая доля сахарозы в полученном изомальте является преимуществом, поскольку полученный изомальт, в отличие от чистой сахарозы, подходит для больных диабетом, не вызывает кариеса и имеет пониженную калорийность. Подсластитель, полученный в соответствии с изобретением, характеризуется, в частности, повышенной стабильностью при хранении, в частности, в регионах с влажным и жарким климатом.

В контексте настоящего изобретения под "контактированием" понимается, что водная среда, в частности, водный раствор, в условиях подачи водорода приводится в физический контакт с катализатором и водородом, в частности, что среда, в частности, раствор, течет через катализатор, в частности, через содержащий катализатор каталитический слой. Не связывая себя теорией, можно утверждать, что катализатор ускоряет реакцию изомальтулозы или изомальтулозы и трегалулозы в углеводной смеси, содержащей изомальтулозу или изомальтулозу и трегалулозу, а также сахарозу, с водородом.

Контактирование углеводной смеси с катализатором на основе рутения в условиях подвода водорода приводит к превращению углеводной смеси в изомальт. Согласно изобретению предусматривается, что контактирование углеводной смеси с катализатором на основе рутения и водородом приводит к гидрированию углеводной смеси.

В контексте настоящего изобретения под выражением "превращение углеводной смеси в изомальт" следует понимать, что находящаяся в углеводной смеси изомальтулоза под действием водорода частично или полностью превращается в 1,6-GPS и 1,1-GPM, то есть гидрируется. Если в углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, присутствуют другие гидрируемые компоненты, например, трегалулоза, можно предусмотреть, чтобы они тоже вступали в реакцию при контакте с катализатором на основе рутения, то есть гидрировались, в частности, трегалулоза в 1,1-GPS и 1,1-GPM. Согласно изобретению, сахароза, в частности остаточная сахароза, присутствующая в углеводной смеси, содержащей изомальтулозу или изомальтулозу, и трегалулозу, а также сахарозу, не вступает в реакцию на технологической стадии б). Согласно изобретению, расщепление и/или гидрирование сахарозы предотвращается.

В контексте настоящего изобретения под "реакционной средой", полученной на технологической стадии б), понимается среда, которая образуется при непрерывном контактировании находящейся в водной среде углеводной смеси с катализатором на основе рутения при подводе водорода, причем эта среда в предпочтительном варианте осуществления содержит приготовленные на технологической стадии а) компоненты изомальтулозу или изомальтулозу и трегалулозу, а также сахарозу, а также продукты, образующиеся в ходе реакции, в частности, 1,6-GPS и 1,1-GPM.

В контексте настоящего изобретения под термином "объемная скорость" понимается частное от деления объемного потока углеводной смеси, находящейся в водной среде, к объему катализатора на основе рутения; $Скорость_{об} = V(\text{объем жидкости})/V(\text{объем катализатора})$ в час ($\text{м}^3/\text{ч}/\text{м}^3=1/\text{ч}$, она обозначается также как LHSV (от английского liquid hourly space velocity). Под объемом катализатора подразумевается макроскопический объем катализатора, независимо от формы или структуры катализатора.

В контексте настоящего изобретения "непрерывно" означает, что находящуюся в водной среде углеводную смесь приводят в контакт с катализатором с объемной скоростью, которая всегда больше 0 ч^{-1} .

В контексте настоящего изобретения под изомальтом понимается сахарозаменитель, который в качестве основных компонентов содержит 1,6-GPS и 1,1-GPM, в частности, содержит по меньшей мере 86 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM.

"Изомальт, обогащенный 1,6-GPS" означает изомальт, в котором доля 1,6-GPS больше, чем доля 1,1-GPM, то есть отношение 1,6-GPS к 1,1-GPM превышает 1 (в расчете на содержание с.в. 1,6-GPS и 1,1-GPM в изомальте).

В предпочтительном варианте осуществления под изомальтом понимается JECFA-совместимый изомальт. В одном особенно предпочтительном варианте осуществления термин изомальт означает высокоочищенный изомальт.

В контексте настоящего изобретения под "JECFA-совместимым изомальтом" понимается изомальт, который содержит по меньшей мере 98 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, а именно 1,6-GPS,

1,1-GPM, 1,1-GPS, сорбита и маннита, и не более 2 вес.% побочных компонентов, при этом в изомальте присутствует по меньшей мере 86 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, от 0 до 0,3 вес.% восстанавливающих сахаров и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы (всегда в расчете на полный вес сухих веществ в изомальте).

В контексте настоящего изобретения под "высокочистым изомальтом" понимается изомальт, который содержит по меньшей мере 98 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, а именно 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS, сорбита и маннита, и не более 2,00 вес.% побочных компонентов, причем в изомальте содержится по меньшей мере 98,00 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, от 0 до 0,50 вес.% сорбита, от 0 до 0,50 вес.% маннита, от 0 до 0,30 вес.% восстанавливающих сахаров, при этом отдельные из вышеуказанных 2 вес.% побочных компонентов, если присутствуют, содержатся в количестве 0-0,50 вес.% каждый, и в сумме содержится не более 0,50 вес.% восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров, а также не более 0,50 вес.%, в частности, от 0,01 до 0,50 вес.% сахарозы (всегда в расчете на полный вес сухих веществ в изомальте).

В контексте настоящего изобретения под выражением "по меньшей мере 98,00 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов" понимается, что в составе изомальта установлено содержание по меньшей мере 98,00 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, выбранных из группы, состоящей из 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS, маннита и сорбита.

В контексте настоящего изобретения под выражением "не более 2,0 вес.% побочных компонентов" понимаются все имеющиеся в композиции изомальта вещества, которые не являются гидрированными моно- или дисахаридами, выбранными из группы, состоящей из 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS, маннита и сорбита.

В контексте настоящего изобретения "отдельные побочные компоненты" означают индивидуальные вещества, которые в своей совокупности являются побочными компонентами, причем эти индивидуальные вещества, например, изомальтоза, сахароза, глюкоза, фруктоза, изомальтулоза, глицерин, глюкопиранозилидит, изомелезитоza, индивидуально относятся к группам веществ моносахариды, дисахариды, дезоксидисахаридные спирты, трисахариды, глюкозилглицерины, глюкозилтетриты, глюкозилпентиты, трисахаридные спирты, глюкозилированные дисахаридные спирты или гидрированные олигомеры.

Предусмотренные согласно изобретению и установленные содержания изомальтулозы, трегалулозы и/или сахарозы в углеводной смеси, а также содержания 1,6-GPS (6-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит), 1,1-GPM (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-маннит), сахарозы, 1,1-GPS (α -D-глюкопиранозил-1,1-D-сорбит) и/или изомальтулозы, как и возможно присутствующих дополнительных компонентов в изомальте предпочтительно определены посредством GC-FID (газовая хроматография с пламенно-ионизационным детектором) или GC-MS (газовая хроматография+масс-спектрометрия), особенно предпочтительно посредством GC-FID с пределом количественного обнаружения 0,01 г/100 г с.в. при отношении сигнал/шум по меньшей мере 10:1, согласно FCC General Information/Validation ("Кодекс пищевых химикатов. Общая информация/оценка"), Фармакопея США и JECFA (1996), FNP52, прил. 4 (Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам).

В контексте настоящего изобретения, если не указано и/или не установлено иное, процентные доли отдельных компонентов в композиции, указанные в пределах заданных процентных диапазонов компонентов, составляют в сумме 100 вес.% композиции.

Если в контексте настоящего изобретения в числе не указаны первый и второй десятичные разряды или не указан второй десятичный разряд, их следует считать равными 0.

Если в контексте настоящего изобретения упоминается "присутствие", "содержание" или "наличие" компонента в количестве 0 вес.%, это означает, что соответствующий компонент не присутствует в измеримом количестве, в частности, отсутствует.

Если не указано иное, в контексте настоящего изобретения термин "углеводная смесь" означает смесь углеводов согласно технологической стадии а), то есть смесь, содержащую изомальтулозу и сахарозу или содержащую изомальтулозу, трегалулозу и сахарозу.

Используемая согласно изобретению углеводная смесь содержит изомальтулозу и сахарозу, в частности, состоит из них.

В одном предпочтительном варианте осуществления углеводная смесь содержит изомальтулозу, трегалулозу и сахарозу, в частности, состоит из них.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления углеводная смесь содержит изомальтулозу и сахарозу, а также по меньшей мере еще одно вещество, в частности, выбранное из группы, состоящей из фруктозы, глюкозы, изомальтозы, трегалулозы и олигомеров углеводов, в частности, состоит из них. В одном особенно предпочтительном варианте осуществления углеводная смесь содержит изомальтулозу, трегалулозу и сахарозу, а также по меньшей мере еще одно вещество, в частности, выбранное из группы, состоящей из фруктозы, глюкозы, изомальтозы и олигомеров углеводов, в частности, состоит из них.

В контексте настоящего изобретения под "олигомерами углеводов" понимаются олигомеры и/или полимеры моносахаридов с по меньшей мере тремя моносахаридными звеньями и с однородным или

гетерогенным составом моносахаридов.

Углеводная смесь предпочтительно содержит изомальтулозу и сахарозу, а также вещество, выбранное из группы, состоящей из трегалулозы и изомальтозы, в частности, состоит из указанных веществ. В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь, содержащая изомальтулозу и сахарозу, в дополнение к сахарозе и изомальтулозе или в дополнение к сахарозе, изомальтулозе и трегалулозе содержит также глюкозу, фруктозу и изомальтозу, в частности, состоит из этих соединений, факультативно вместе с олигомерами углеводов.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь содержит не более 0,50 вес.%, в частности, не более 0,40 вес.%, в частности, не более 0,30 вес.%, в частности, не более 0,20 вес.% (каждый раз в с.в. в расчете на полное количество сухих веществ в углеводной смеси) каждого из глюкозы, фруктозы, олигомеров углеводов и/или изомальтозы.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения суммарное количество глюкозы, фруктозы, олигомеров углеводов и/или изомальтозы в углеводной смеси составляет не более 2,00 вес.%, в частности, не более 1,00 вес.%, в частности, не более 0,50 вес.%, в частности, не более 0,40 вес.% (каждый раз в с.в. в расчете на полное количество сухих веществ в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь содержит не более 0,50 вес.%, в частности, не более 0,40 вес.%, в частности, не более 0,30 вес.%, в частности, не более 0,20 вес.%, в частности, не более 0,10 вес.% глюкозы (каждый раз в с.в. в расчете на полное количество сухих веществ в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь содержит не более 0,50 вес.%, в частности, не более 0,40 вес.%, в частности, не более 0,30 вес.%, в частности, не более 0,20 вес.%, в частности, не более 0,10 вес.% фруктозы (каждый раз в с.в. в расчете на полное количество сухих веществ в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь содержит не более 0,50 вес.%, в частности, не более 0,40 вес.%, в частности, не более 0,30 вес.%, в частности, не более 0,20 вес.%, в частности, не более 0,10 вес.% изомальтозы (каждый раз в с.в. в расчете на полное количество сухих веществ в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь содержит не более 0,50 вес.%, в частности, не более 0,40 вес.%, в частности, не более 0,30 вес.%, в частности, не более 0,20 вес.%, в частности, не более 0,10 вес.% олигомеров углеводов (каждый раз в с.в. в расчете на полное количество сухих веществ в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь не содержит глюкозы, или не содержит фруктозы, или не содержит изомальтозы, в частности, не содержит ни глюкозы, ни фруктозы и ни изомальтозы, в частности, не содержит глюкозы и фруктозы, в частности, не содержит глюкозы, в частности, не содержит фруктозы.

В особенно предпочтительном варианте осуществления приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь не содержит олигомеров углеводов.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь, содержащая изомальтулозу или трегалулозу, а также сахарозу, представляет собой углеводную смесь, полученную путем реакции сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси, в частности, в водной среде, в частности, в водном растворе, с сахарозо-глюкозилмутазой.

В особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь представляет собой так называемую "изомеризованную сахарозу", в частности, сахарозу, полученную ферментативно из сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси, в частности, как описано в заявке EP 0625578 A1.

Что касается получения "изомеризованной сахарозы" и средств для ее получения, объем раскрытия упомянутой патентной заявки полностью включен в объем раскрытия настоящего описания.

Предпочтительно предусмотренное согласно изобретению ферментативное превращение сахарозы или смесей, содержащих сахарозу, в углеводную смесь, приготовленную в соответствии с технологической стадией а), предпочтительно представляет собой ферментативную реакцию с сахарозо-глюкозилмутазой. В предпочтительном случае реакция с сахарозо-глюкозилмутазой может быть реализована с использованием бактерий, содержащих сахарозо-глюкозилмутазу, в частности, выбранных из группы, состоящей из *Protaminobacter rubrum*, *Serratia plymuthica*, *Serratia marcescens*, *Erwinia rhapontici*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pseudomonas mesoacidophila*, *Agrobacterium radiobacter* и их комбинаций.

Таким образом, в предпочтительном варианте осуществления изобретение относится к способу, в котором приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь, содержащая изомальтулозу и сахарозу, была получена путем ферментативной реакции сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси с сахарозо-глюкозилмутазой.

Углеводную смесь, предпочтительно полученную с помощью сахарозо-глюкозилмутазы из сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси, можно приготовить или непосредственно на технологиче-

ской стадии а) и затем сразу же преобразовать на технологической стадии б), или, в одном особенно предпочтительном варианте осуществления, ее можно перед приготовлением на технологической стадии а) подвергнуть технологической стадии а0) для уменьшения содержания сахарозы. Факультативная стадия снижения содержания сахарозы, предусмотренная на технологической стадии а0), необходима, в частности, когда приготавливаемая на технологической стадии а) углеводная смесь получена из источника, например, из "изомеризованной сахарозы", полученной путем ферментативной реакции сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси с сахарозо-глюкозилмутазой, которая имеет повышенное содержание сахарозы, и поэтому содержание сахарозы необходимо снизить настолько, чтобы получить углеводную смесь с содержанием сахарозы, совместимым с технологической стадией а).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь представляет собой углеводную смесь, полученную ферментативной реакцией сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси с сахарозо-глюкозилмутазой, и эту углеводную смесь подвергают технологической стадии а0) для уменьшения содержания сахарозы до значения 0,01-0,50 вес.% (в сухом веществе от полного количества сухих веществ в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения технологическая стадия а0) представляет собой кристаллизацию для частичного отделения сахарозы, хроматографию на ионообменных смолах для частичного отделения сахарозы, ферментативное расщепление сахарозы, например, с использованием инвертазы, при сохранении остаточного количества сахарозы от 0,01 до 0,5 вес.%, или комбинацию этих способов.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь, приготовленная на технологической стадии а), содержит 0,01-0,45 вес.%, в частности, 0,01-0,40 вес.%, в частности, 0,01-0,35 вес.%, в частности, 0,01-0,30 вес.%, в частности, 0,01-0,25 вес.%, в частности, 0,01-0,20 вес.%, в частности, 0,01-0,15 вес.%, в частности, 0,01-0,10 вес.%, в частности, 0,01-0,09 вес.%, в частности, 0,01-0,08 вес.%, в частности, 0,01-0,07 вес.%, в частности, 0,01-0,06 вес.%, в частности, 0,01-0,05 вес.%, в частности, 0,01-0,04 вес.%, в частности, 0,01-0,03 вес.%, в частности, 0,01-0,02 вес.%, в частности, 0,02-0,50 вес.%, в частности, 0,02-0,45 вес.%, в частности, 0,02-0,40 вес.%, в частности, 0,02-0,30 вес.%, в частности, 0,02-0,20 вес.%, в частности, 0,02-0,10 вес.%, в частности, 0,02-0,08 вес.%, в частности, 0,02-0,06 вес.%, в частности, 0,02-0,05 вес.%, в частности, 0,02-0,04 вес.% сахарозы (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание сахарозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси предпочтительно составляет от 0,01 до 0,05 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь, приготовленная на технологической стадии а), содержит 76,00-99,99 вес.% изомальтулозы, в частности, 78,00-99,99 вес.%, в частности, 80,00-99,99 вес.%, в частности, 84-99,99 вес.%, в частности, 86,00-99,99 вес.%, в частности, 90,00-99,99 вес.%, в частности, 92,00-99,99 вес.%, в частности, 94,00-99,99 вес.%, в частности, 96,00-99,99 вес.%, в частности, 98,00-99,99 вес.%, в частности, 76,00-99,80 вес.%, в частности, 78,00-99,80 вес.%, в частности, 80,00-99,80 вес.%, в частности, 84,00-99,80 вес.%, в частности, 86,00-99,80 вес.%, в частности, 90,00-99,80 вес.%, в частности, 92,00-99,80 вес.%, в частности, 94,00-99,80 вес.%, в частности, 96,00-99,80 вес.%, в частности, 98,00-99,80 вес.%, в частности, 76,00-99,50 вес.%, в частности, 78,00-99,50 вес.%, в частности, 80,00-99,50 вес.%, в частности, 84,00-99,50 вес.%, в частности, 86-99,50 вес.%, в частности, 90,00-99,50 вес.%, в частности, 92,00-99,50 вес.%, в частности, 94,00-99,50 вес.%, в частности, 95,00-99,50 вес.%, в частности, 96,00-99,50 вес.%, в частности, 97,00-99,50 вес.%, в частности, 98,00-99,50 вес.%, в частности, 97,70-99,30 вес.% изомальтулозы (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь предпочтительно имеет содержание изомальтулозы 86,00-99,99 вес.%, в частности, 90,00-99,99 вес.%, в частности, 95,00-99,99 вес.%, в частности, 96,00-99,99 вес.%, в частности, 97,00-99,99 вес.%, в частности, 98,00-99,99 вес.%, в частности, 98,50-99,99 вес.%, в частности, 98,60-99,99 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание изомальтулозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси предпочтительно составляет от 86,00 до 99,99 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание изомальтулозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси предпочтительно составляет от 98,00 до 99,80 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения углеводная смесь содержит трегалулозу.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь содержит 75,00-99,99 вес.% изомальтулозы и 0,01-0,50 вес.% сахарозы, 75,01-100,00 вес.%, в частности, 80,00-95,00 вес.%, в частности, 86,00-90,00 вес.%, в частности, 90,00-99,00 вес.%, в частности, 99,00-100,00 вес.%, в частности, 75,01-99,99 вес.%, в частности, 80,00-99,99 вес.%, в частности, 90,00-99,99 вес.%, в частности, 92,00-99,99 вес.%, в частности, 94,00-99,99 вес.%, в частности, 96,00-99,99 вес.%, в частности, 98,00-99,99 вес.%, в частности, 99,00-

99,99 вес.%, в частности, 75,01-99,80 вес.%, в частности, 80,00-99,80 вес.%, в частности, 85,00-99,80 вес.%, в частности, 90,00-99,80 вес.%, в частности, 98,00-99,80 вес.%, в частности, 98,50-99,80 вес.%, в частности, 98,60-99,80 вес.%, в частности, 98,70-99,80 вес.%, в частности, 98,80-99,80 вес.%, в частности, 98,90-99,80 вес.%, в частности, 99,00-99,80 вес.%, в частности, 99,10-99,80 вес.% изомальтулозы и сахарозы, причем, факультативно, баланс до 100 вес.% углеводной смеси составляют трегалулоза, глюкоза, фруктоза, изомальтоза и/или олигомеры углеводов (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание сахарозы и изомальтулозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси предпочтительно составляет от 98,00 до 99,99 вес.%, причем до 100 вес.% углеводной смеси составляют трегалулоза, глюкоза, фруктоза, изомальтоза и/или олигомеры углеводов (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание сахарозы, изомальтулозы и трегалулозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси предпочтительно составляет от 98,00 до 99,80 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси), при этом содержание изомальтулозы составляет от 97,70 до 99,30 вес.%, содержание трегалулозы от 0,29 до 1,00 вес.% и содержание сахарозы от 0,01 до 0,05 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание сахарозы, изомальтулозы и трегалулозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси предпочтительно составляет от 98,00 до 99,80 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси), при этом содержание изомальтулозы составляет от 97,70 до 99,30 вес.%, содержание трегалулозы от 0,29 до 1,00 вес.% и содержание сахарозы от 0,01 до 0,05 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси), и причем баланс до 100 вес.% углеводной смеси составляют глюкоза, фруктоза, изомальтоза и/или олигомеры углеводов (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание сахарозы, изомальтулозы и трегалулозы в приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси предпочтительно составляет от 98 до 99,80 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси), при этом содержание изомальтулозы составляет от 98,00 до 99,30 вес.%, содержание трегалулозы от 0,29 до 1,0 вес.% и содержание сахарозы от 0,01 до 0,05 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Содержание сахарозы, изомальтулозы и трегалулозы в углеводной смеси, полученной на технологической стадии а), предпочтительно составляет от 98 до 99,80 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси), при этом содержание изомальтулозы составляет от 98,00 до 99,30 вес.%, содержание трегалулозы от 0,29 до 1,0 вес.% и содержание сахарозы от 0,01 до 0,05 вес.% (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси), и причем баланс до 100 вес.% углеводной смеси составляют присутствующие глюкоза, фруктоза, изомальтоза и/или олигомеры углеводов (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь, содержащая изомальтулозу и сахарозу, содержит 0,01-24,99 вес.% трегалулозы, в частности, 0,01-24,50 вес.%, в частности, 0,01-21,00 вес.%, в частности, 0,01-20,00 вес.%, в частности, 0,01-19,00 вес.%, в частности, 0,01-18,00 вес.%, в частности, 0,01-17,00 вес.%, в частности, 0,01-10,00 вес.%, в частности, 0,01-5,00 вес.%, особенно предпочтительно 0,50-25,00 вес.% трегалулозы, в частности, 0,50-23,00 вес.%, в частности, 0,50-21,00 вес.%, в частности, 0,50-20,00 вес.%, в частности, 0,50-19,00 вес.%, в частности, 0,50-18,00 вес.%, в частности, 0,50-17,00 вес.%, в частности, 0,50-10,00 вес.%, в частности, 0,50-5,00 вес.%, особенно предпочтительно 0,30-1,00 вес.%, в частности, предпочтительно 0,29-1,00 вес.%, особенно предпочтительно 1,00-25,00 вес.%, в частности, 1,00-23,00 вес.%, в частности, 1,00-21,00 вес.%, в частности, 1,00-20,00 вес.%, в частности, 1,00-10,00 вес.%, в частности, 5,00-25,00 вес.%, в частности, 5,00-23,00 вес.%, в частности, 5,00-22,00 вес.%, в частности, 5,00-20,00 вес.%, в частности, 5,00-10,00 вес.%, в частности, 10,00-25,00 вес.%, в частности, 10,00-22,00 вес.%, в частности, 10,00-20,00 вес.%, в частности, 10,00-18,00 вес.% трегалулозы (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Углеводная смесь предпочтительно содержит от 0,30 до 1,00 вес.% трегалулозы (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

Если в следующем особенно предпочтительном варианте осуществления углеводная смесь помимо сахарозы и изомальтулозы содержит также трегалулозу, в углеводной смеси предпочтительно содержится от 75,00 до 99,49 вес.% изомальтулозы и от 0,50 до 24,99 вес.% трегалулозы, в частности, от 75,00 до 86,00 вес.% изомальтулозы и от 13,99 до 24,99 вес.% трегалулозы (в расчете на сухое вещество в углеводной смеси).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения отношение изомальтулозы к трегалулозе в углеводной смеси (вес.% в сухом веществе) составляет 98,00-99,50, в частности, 98,50-99,40 частей изомальтулозы к 0,50-1,50, в частности, 0,60-1,20 частей трегалулозы.

В предпочтительном варианте осуществления отношение изомальтулозы к трегалулозе (вес.% в с.в.) в углеводной смеси составляет 3 к 1, в частности, 4 к 1, в частности, 10 к 1, в частности, 85 к 1, в частности, 150 к 1, в частности, 1500 к 1, в частности, 9998 к 1.

В особенно предпочтительном варианте осуществления приготовленная на технологической стадии а) водная среда представляет собой водный раствор, водную суспензию, водный сироп или водную кол-

лоидную композицию.

В одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения содержание сухих веществ в углеводной смеси, находящейся в водной среде, в частности, в водном растворе, составляет от 10,00 до 60,00 вес.% (от полного веса среды).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения содержание сухих веществ в углеводной смеси, находящейся в водном растворе, составляет 15,00-60,00 вес.%, в частности, 20,00-60,00 вес.%, в частности, 30,00-60,00 вес.%, в частности, 35,00-60,00 вес.%, в частности, 40,00-60,00 вес.%, в частности, 45,00-60,00 вес.%, в частности, 50,00-60,00 вес.%, в частности, 10,00-55,00 вес.%, в частности, 10,00-50,00 вес.%, в частности, 10,00-45,00 вес.%, в частности, 10,00-40 вес.%, в частности, 10,00-35,00 вес.%, в частности, 10,00-30,00 вес.%, в частности, 10,00-25,00 вес.%, в частности, 10,00-20,00 вес.%, в частности, 10,00-15,00 вес.%, в частности, 20,00-50,00 вес.%, в частности, 20,00-45,00 вес.%, в частности, 20,00-30,00 вес.%, в частности, 30,00-50,00 вес.%, в частности, 35,00-50,00 вес.%, в частности, 35,00-45,00 вес.% (всегда от полного веса среды, в частности, раствора).

Содержание сухих веществ в углеводной смеси, находящейся в водном растворе, предпочтительно составляет от 35,00 до 45,00 вес.%, от полного веса среды.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления предусмотрено, что приготовленную на технологической стадии а) углеводную смесь перед предусмотренным на технологической стадии b) превращением нагревают, то есть предварительно подогревают на технологической стадии a1).

В особенно предпочтительном варианте осуществления углеводную смесь, приготовленную на технологической стадии а), в частности, путем осуществления факультативной технологической стадии a0) для уменьшения содержания сахарозы, перед предусмотренным на технологической стадии b) превращением подогревают до температуры, которая не превышает реакцию температуру на технологической стадии b), в частности, до температуры, которая соответствует реакционной температуре на технологической стадии b).

В особенно предпочтительном варианте осуществления углеводную смесь, содержащую изомальтулозу и сахарозу, полученную на технологической стадии а), на технологической стадии a1), в частности, после проведения факультативной технологической стадии a0), снижающей содержание сахарозы, предварительно подогревают до температуры 30-80°C, в частности, 30-75°C, в частности, 30-70°C, в частности, 45-68°C, в частности, 46-67,5°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления углеводную смесь, содержащую изомальтулозу и сахарозу, полученную на технологической стадии а), на технологической стадии a1), в частности, после проведения факультативной технологической стадии a0), снижающей содержание сахарозы, предварительно подогревают до температуры 30-80°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления углеводную смесь, содержащую изомальтулозу и сахарозу, полученную на технологической стадии а), на технологической стадии a1), в частности, после проведения факультативной технологической стадии a0), снижающей содержание сахарозы, предварительно подогревают до температуры 30-75°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления углеводную смесь, содержащую изомальтулозу и сахарозу, полученную на технологической стадии а), на технологической стадии a1), в частности, после проведения факультативной технологической стадии a0), снижающей содержание сахарозы, предварительно подогревают до температуры 30-70°C.

Углеводную смесь, полученную на технологической стадии а), или, в факультативном варианте, углеводную смесь, предварительно подогретую на технологической стадии a1), подают затем на технологическую стадию b), в частности, подают в реактор, подходящий для превращения, предусмотренного для технологической стадии b).

В предпочтительном варианте осуществления непрерывный процесс, предусмотренный для технологической стадии b), осуществляют в реакторе с неподвижным слоем.

В предпочтительном варианте осуществления непрерывный процесс, предусмотренный для технологической стадии b), осуществляют в режиме орошаемого слоя, предпочтительно в реакторе с орошаемым слоем.

В предпочтительном варианте осуществления непрерывный режим можно также реализовать в реакторе с неподвижным слоем, который работает как барботажный реактор.

В предпочтительном варианте осуществления непрерывный режим можно также реализовать в реакторе смешения непрерывного действия (CSTR) или в каскаде реакторов смешения непрерывного действия.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения давление водорода на технологической стадии b) составляет от 16,2 до 22,0 МПа, в частности, 16,5-22,0 МПа, в частности, 16,5-21,5 МПа, в частности, 16,5-21,0 МПа, в частности, 16,5-20,0 МПа, в частности, 16,5-19,5 МПа, в частности, 16,5-19,0 МПа, в частности, 16,5-18,5 МПа, в частности, 16,5-18,0 МПа.

В предпочтительном варианте осуществления давление водорода на технологической стадии b) составляет 17,0-22,0 МПа, в частности, 17,0-21,0 МПа, в частности, 17,0-20,0 МПа, в частности, 17,0-19,5 МПа, в частности, 17,0-19,0 МПа, в частности, 17,0-18,5 МПа, в частности, 17,5-22,0 МПа, в частности,

17,5-19,0 МПа, в частности, 17,5-18,5 МПа, в частности, 17,5-18,0 МПа, в частности, 18,0 МПа.

Давление водорода на технологической стадии б) предпочтительно составляет от 16,5 до 21,0 МПа.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления давление водорода на технологической стадии б) составляет от 16,00 до 19,00 МПа, в частности, от 16,00 до 17,00 МПа, в частности, 16,5 МПа.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения объемная скорость на технологической стадии б) составляет от 0,27 до 1,5 ч⁻¹, в частности, 0,3-1,5 ч⁻¹, в частности, 0,3-1,0 ч⁻¹, в частности, 0,3-0,9 ч⁻¹, в частности, 0,3-0,8 ч⁻¹, в частности, 0,3-0,7 ч⁻¹, в частности, 0,3-0,6 ч⁻¹, в частности, 0,3-0,5 ч⁻¹, в частности, 0,4-1,5 ч⁻¹, в частности, 0,4-1,25 ч⁻¹, в частности, 0,4-1,0 ч⁻¹, в частности, 0,4-0,8 ч⁻¹, в частности, 0,4-0,7 ч⁻¹, в частности, 0,4-0,6 ч⁻¹, в частности, 0,25-1,0 ч⁻¹, в частности, 0,25-0,9 ч⁻¹, в частности, 0,25-0,8 ч⁻¹, в частности, 0,25-0,7 ч⁻¹, в частности, 0,25-0,6 ч⁻¹, в частности, 0,25-0,5 ч⁻¹, в частности, 0,45-1,5 ч⁻¹, в частности, 0,46-1,5 ч⁻¹, в частности, 0,48-1,5 ч⁻¹, в частности, 0,48-1,0 ч⁻¹, в частности, точно 0,3 ч⁻¹, в частности, точно 0,4 ч⁻¹, в частности, точно 0,5 ч⁻¹, в частности, точно 0,7 ч⁻¹, в частности, точно 1,0 ч⁻¹.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения объемная скорость на технологической стадии б) составляет от 0,25 до 0,9 ч⁻¹.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения объемная скорость на технологической стадии б) составляет от 0,3 до 0,9 ч⁻¹.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения рН на технологической стадии б) составляет от 2,0 до 5,5, в частности, 2,0-5,4, в частности, 2,0-5,3, в частности, 2,0-5,0, в частности, 2,0-4,0, в частности, 2,5-6,0, в частности, 2,5-5,8, в частности, 2,5-5,5, в частности, 2,5-4,0, в частности, 2,7-3,3, в частности, 2,8-3,0, в частности, 3,0-6,0, в частности, 3,0-5,5, в частности, 3,0-5,0, в частности, 3,0-4,5, в частности, 3,0-4,0, в частности, 3,0-4,0, в частности, 4,0-6,0 в частности, 4,0-5,5, в частности, 4,0-5,0, в частности, 4,0-4,5, в частности, 4,0-4,0, в частности, 4,0-6,0, в частности, 4,0-5,5, в частности, 4,0-5,0, в частности, 4,0-4,5, в частности, 4,5-6,0, в частности, 4,5-5,5, в частности, 4,5-5,0, в частности, 5,0-6,0.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления рН на технологической стадии б) составляет от 2,5 до 6,0, в частности, 2,5-5,8, в частности, 2,5-5,5.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения рН на технологической стадии б) составляет от 2,5 до 5,9.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения рН на технологической стадии б) составляет от 3,4 до 5,9.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения реакционная температура составляет не более 98°C, в частности, не более 95°C, в частности, не более 91°C, в частности, не более 85°C, в частности, не более 82°C, в частности, не более 79°C, в частности, не более 78°C, в частности, не более 72°C, в частности, не более 70°C, в частности, не более 65°C, в частности, не более 60°C, в частности, не более 55°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения реакционная температура на технологической стадии б) составляет 30-100°C, в частности, 30-98°C, в частности, 32-95°C, в частности, 30-91°C в частности, 30-79°C, в частности, 30-75°C, в частности, 30-70°C, в частности, 30-60°C, в частности, 30-50°C, в частности, 40-100°C, в частности, 40-98°C, в частности, 40-95°C, в частности, 40-91°C, в частности, 40-79°C, в частности, 40-75°C, в частности, 40-70°C, в частности, 40-60°C, в частности, 45-100°C, в частности, 45-98°C, в частности, 45-95°C, в частности, 45-91°C, в частности, 45-79°C, в частности, 45-75°C в частности, 45-70°C, в частности, 45-60°C, в частности, 50-100°C, в частности, 50-98°C, в частности, 50-95°C, в частности, 50-91°C, в частности, 50-80°C, в частности, 50-70°C, в частности, 50-60°C, в частности, 55-100°C, в частности, 55-98°C, в частности, 55-95°C, в частности, 55-91°C, в частности, 55-79°C, в частности, 55-75°C в частности, 55-70°C, в частности, 60-100°C, в частности, 60-98°C, в частности, 60-95°C, в частности, 60-91°C, в частности, 60-79°C, в частности, 60-75°C в частности, 60-70°C, в частности, 65-100°C, в частности, 65-98°C, в частности, 65-95°C, в частности, 65-91°C, в частности, 65-85°C, в частности, 65-79°C, в частности, 68-100°C, в частности, 68-98°C, в частности, 68-95°C, в частности, 68-91°C, в частности, 68-79°C, в частности, 70-100°C, в частности, 70-98°C, в частности, 70-95°C, в частности, 70-91°C, в частности, 70-79°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения реакционная температура на технологической стадии б) составляет 70-95°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления на технологической стадии а1) углеводную смесь предварительно подогревают до 30-70°C, а на технологической стадии б) устанавливают реакционную температуру 70-95°C.

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения изомальтулозу превращают на технологической стадии б) в 1,6-GPS (6-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит) и 1,1-GPM (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-маннит) со степенью превращения 99,5-100 мол.%, в частности, 99,9-100 мол.%.
В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения изомальтулозу превращают на

частности, после предварительного подогрева на технологической стадии a1) до 30-80°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения давление водорода составляет 16,5-18,0 МПа, реакционная температура 70-95°C, объемная скорость 0,25-1,5 ч⁻¹ и рН 2,5-6,0, в частности, после предварительного подогрева на технологической стадии a1) до 30-75°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения давление водорода составляет 16,5-18,0 МПа, реакционная температура 70-95°C, объемная скорость 0,25-1,5 ч⁻¹ и рН 2,5-6,0, в частности, после предварительного подогрева на технологической стадии a1) до 30-70°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения давление водорода составляет 16,5-18,0 МПа, реакционная температура 30-79°C, объемная скорость 0,25-1,5 ч⁻¹ и рН 2,5-6,0.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения давление водорода составляет 16,5-18,0 МПа, реакционная температура 50-79°C, объемная скорость 0,25-1,5 ч⁻¹ и рН 2,5-6,0.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения давление водорода составляет 16,5-18,0 МПа, реакционная температура 70-79°C, объемная скорость 0,25-1,5 ч⁻¹ и рН 2,5-6,0, в частности, после предварительного подогрева на технологической стадии a1) до 30-75°C.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изобретения давление водорода составляет 16,5-18,0 МПа, реакционная температура 70-79°C, объемная скорость 0,25-1,5 ч⁻¹ и рН 2,5-6,0, в частности, после предварительного подогрева на технологической стадии a1) до 30-70°C.

В контексте настоящего изобретения под "катализатором на основе рутения" понимается катализатор, который одержит элементарный рутений, и/или оксид рутения, и/или содержащее рутений соединение, например, соль рутения.

В частности, катализатор содержит 0,05-20,00 вес.%, в частности, 0,05-5,00 вес.%, 0,10-20,00 вес.%, в частности, 0,30-10,00 вес.%, в частности, 0,50-5,00 вес.% рутения (выражено в элементарном рутении на сухой вес катализатора).

В предпочтительном варианте осуществления оксид рутения может представлять собой полутро-ный оксид, диоксид или тетраоксид.

В предпочтительном варианте осуществления соль рутения может представлять собой нитрозил-нитрат рутения, ацетилацетонат рутения, перрутенид бария, перрутенид натрия, рутенат, такой как рутенат магния, стронция, кальция, серебра, бария, калия или натрия, перрутенат, такой как перрутенат натрия или калия, галогенид рутения, такой как дихлорид рутения, трихлорид рутения, тетрахлорид рутения, пентафторид рутения, сульфид рутения, такой как дисульфид рутения, или хлористую соль рутения, такую как хлороперрутенид калия.

В контексте настоящего изобретения термин "рутений", если не указано иное, относится к элементарному рутению или к соединению, содержащему рутений.

Катализатор на основе рутения может быть монометаллическим катализатором, в частности, содержать в качестве каталитически активного металла только рутений, или, в другом варианте осуществления, может быть также биметаллическим катализатором, который помимо рутения содержит еще один металл, например, никель, палладий, платину, иридий, кобальт, рений, осмий, золото, серебро или медь.

Если в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления присутствует биметаллический катализатор, он в предпочтительном варианте может содержать 5,00-95,00 вес.% рутения, предпочтительно по меньшей мере 50,00 вес.%, в частности, по меньшей мере 55 вес.% рутения (в расчете на элементарные каталитически активные металлы и полный вес каталитических активных металлов в катализаторе).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения катализатор на основе рутения представляет собой катализатор, иммобилизованный на подложке.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения подложка является кислой подложкой, в частности, подложкой, кислой по своей природе, то есть подложкой, которая вследствие своего химического состава действует как кислота, или подложкой, которая оказывает кислотное действие после нанесения кислотных веществ.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения указанная подложка представляет собой углерод, оксид металла, в частности, оксид алюминия (Al₂O₃), диоксид титана (TiO₂) или диоксид кремния (SiO₂), диоксид циркония (ZrO₂), или цеолит, например, цеолит типа H-Y.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления катализатор, используемый согласно изобретению, может быть получен известным способом, какой описан в учебнике "Technische Katalyse - Eine Einführung" (Введение в технический катализ) Jens Hagen (VCH Weinheim, 1996), согласно которому сначала подложку катализатора пропитывают или покрывают раствором соли рутения, а затем обработанную таким образом подложку сушат, нагревают и подвергают воздействию потока восстановительного газа.

Приготовленную углеводную смесь на технологической стадии b) согласно изобретению превращают в изомальт, который на следующей технологической стадии c) можно получить из водной реакционной среды, в частности, выделить. Для этого можно использовать обычные способы выделения, например, способы кристаллизации.

В одном предпочтительном варианте осуществления изомальт может быть получен на технологической стадии с) в твердой, сухой форме с использованием соответствующих процессов выделения, например, процессов кристаллизации и сушки.

В предпочтительном варианте осуществления можно предусмотреть сушку находящегося в жидкой форме изомальта в испарителе, сушилке, в частности, распылительной сушилке, испарителе с падающей пленкой, барабанной сушилке или в других обычных устройствах.

В следующем варианте осуществления изомальт может быть получен на технологической стадии с) в жидкой, например, растворенной или суспензированной форме, в частности, посредством стадий концентрирования, например, стадий выпаривания, или мембранными способами.

В предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), может находиться в жидкой, полужидкой или сухой форме, в частности, в кристаллической форме.

Настоящее изобретение относится также к изомальту, который может быть получен одним из способов согласно изобретению, в частности, который получен на технологической стадии с).

В предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный согласно изобретению на технологической стадии с), представляет собой сахарозаменитель, который в качестве основных компонентов содержит 1,6-GPS и 1,1-GPM, в частности, содержит по меньшей мере 86,00 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM (от полного сухого веса изомальта). В предпочтительном варианте осуществления указанный изомальт представляет собой смесь, содержащую 1,6-GPS и 1,1-GPM, с отношением 1,6-GPS к 1,1-GPM более 1, в частности, содержит 55-62 вес.% 1,6-GPS и 38-45 вес.% 1,1-GPM (с.в. от полного количества с.в. 1,6-GPS и 1,1-GPM в изомальте).

В особенно предпочтительном варианте осуществления полученный согласно изобретению изомальт является JECFA-совместимым изомальтом, который содержит по меньшей мере 98,00 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, а именно 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS, сорбит и маннит, и не более 2,00 вес.% побочных компонентов, причем в изомальте содержится по меньшей мере 86 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, 0-0,30 вес.% восстанавливающих сахаров и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы (от полного сухого веса изомальта).

Такой JECFA-совместимый изомальт в предпочтительном варианте осуществления представляет собой смесь, содержащую 1,6-GPS и 1,1-GPM, с отношением 1,6-GPS к 1,1-GPM более 1, в частности, с 55-62 вес.% 1,6-GPS и 38-45 вес.% 1,1-GPM (с.в. от полного сухого веса 1,6-GPS и 1,1-GPM в изомальте).

Изомальт, в частности, JECFA-совместимый изомальт в предпочтительном варианте осуществления можно также получить из приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, которая содержит 86,00-99,99 вес.%, в частности, 98,00-99,99 вес.% изомальтулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы (с.в. (сухих веществ) от полного сухого веса углеводной смеси).

В предпочтительных вариантах осуществления изомальт, в частности, JECFA-совместимый изомальт можно также получить из приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, которая содержит 86,00-99,99 вес.%, в частности, 98,00-99,99 вес.% изомальтулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы и, возможно, в качестве баланса до 100 вес.% углеводной смеси (с.в.) изомальтозы, глюкозы, фруктозы и/или олигомеров углеводов, причем если олигомеры углеводов присутствуют, они содержатся в количестве не более 0,50 вес.% (с.в. (сухих веществ) от полного сухого веса углеводной смеси).

Изомальт, в частности, JECFA-совместимый изомальт в предпочтительном варианте осуществления можно также получить из приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, которая содержит 75,00-99,49 вес.% изомальтулозы, 0,50-24,99 вес.% трегалулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы (с.в. от полного сухого веса углеводной смеси).

В предпочтительном варианте осуществления изомальт, в частности, JECFA-совместимый изомальт можно также получить из приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, которая содержит 75,00-99,49 вес.% изомальтулозы, 0,50-24,99 вес.% трегалулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы и, возможно, в качестве баланса до 100 вес.% углеводной смеси (с.в.) изомальтозы, глюкозы, фруктозы и/или олигомеров углеводов, причем если олигомеры углеводов присутствуют, они содержатся в количестве не более 0,50 вес.% (с.в. (сухих веществ) от полного сухого веса углеводной смеси).

Изомальт, в частности, JECFA-совместимый изомальт в предпочтительном варианте осуществления можно также получить из приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, которая содержит 75,00-86,00 вес.% изомальтулозы, 13,99-24,99 вес.% трегалулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы (с.в. от полного сухого веса углеводной смеси).

В предпочтительных вариантах осуществления изомальт, в частности, JECFA-совместимый изомальт можно также получить из приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, которая содержит 75,00-86,00 вес.% изомальтулозы, 13,99-24,99 вес.% трегалулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы, а также, факультативно, в ка-

честве баланса до 100 вес.% углеводной смеси (с.в.) изомальтозы, глюкозы, фруктозы и/или олигомеров углеводов, причем если олигомеры углеводов присутствуют, они содержатся в количестве не более 0,50 вес.% (с.в. (сухих веществ) от полного сухого веса углеводной смеси).

Настоящее изобретение относится также к получению высокочистого изомальта, в частности, изомальта, получаемого на технологической стадии с), который предпочтительно содержит по меньшей мере 98,00 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, а именно 1,6-GPS, 1,1-GPM, 1,1-GPS, сорбита и маннита, и не более 2,00 вес.% побочных компонентов, при этом в изомальте содержится по меньшей мере 98,00 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, 0-0,50 вес.% сорбита, 0-0,50 вес.% маннита, не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы и 0-0,30 вес.%, в частности, 0,01-0,30 вес.% восстанавливающих сахаров, при этом отдельные, возможно присутствующие в указанном изомальте побочные компоненты, содержатся в количестве 0-0,50 вес.% каждый, и причем суммарное содержание всех восстанавливающих и невозстанавливающих сахаров составляет не более 0,50 вес.% (с.в. (сухих веществ) от полного сухого веса изомальта).

В предпочтительном варианте осуществления высокочистый изомальт можно получить из приготовленной на технологической стадии а) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, которая содержит 98,00-99,99 вес.% изомальтулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы (с.в. (сухих веществ) от полного сухого веса углеводной смеси).

Такой высокочистый изомальт в предпочтительном варианте осуществления можно получить из содержащей изомальтулозу и сахарозу углеводной смеси, приготовленной на технологической стадии а), которая содержит 98,00-99,99 вес.% изомальтулозы и не более 0,50 вес.%, в частности, 0,01-0,50 вес.% сахарозы и, факультативно, в качестве баланса до 100 вес.% углеводной смеси (с.в.) трегалулозы, изомальтозы, глюкозы, фруктозы и/или олигомеров углеводов, причем когда глюкоза, фруктоза и/или олигомеры углеводов присутствуют, каждый из них содержится в количестве не более 0,5 вес.% (всегда в с.в. (сухое вещество) от полного сухого веса углеводной смеси).

В предпочтительном варианте осуществления этот высокочистый изомальт представляет собой смесь, содержащую 1,6-GPS- и 1,1-GPM, с отношением 1,6-GPS к 1,1-GPM более 1, в частности, содержит 55-62 вес.% 1,6-GPS и 38-45 вес.% 1,1-GPM (с.в. от полного сухого веса 1,6-GPS и 1,1-GPM в изомальте).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления полученный на технологической стадии с) JEFCA-совместимый или высокочистый изомальт содержит по меньшей мере 98,80 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 99,00 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 99,10 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, в частности, дисахаридных спиртов (в расчете на с.в. изомальта).

В особенно предпочтительном варианте осуществления полученный изомальт содержит по меньшей мере 98,00 вес.%, в частности, по меньшей мере 98,20 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 98,50 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 98,60 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 98,70 вес.% 1,6-GPS, 1,1-GPM и 1,1-GPS, предпочтительно 1,6-GPS и 1,1-GPM (от полного сухого веса изомальта).

В одном предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), предпочтительно содержит 0,01-0,45 вес.%, в частности, 0,01-0,42 вес.% сахарозы, в частности, 0,01-0,49 вес.%, в частности, 0,01-0,20 вес.%, в частности, 0,01-0,04 вес.%, в частности, 0,10-0,50 вес.%, в частности, 0,02-0,04 вес.%, в частности, 0,02-0,03 вес.% сахарозы (от полного сухого веса изомальта).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с) содержит по меньшей мере 98,00 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 98,20 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 98,50 вес.% дисахаридных спиртов, в частности, 1,6-GPS, 1,1-GPM и, возможно, также 1,1-GPS, 0,01-0,40 вес.%, предпочтительно 0,01-0,03 вес.% сахарозы, 0,01-0,30 вес.% восстанавливающих сахаров, не более 0,50 вес.% сорбита и не более 0,50 вес.% маннита, причем суммарное содержание всех сахаров, в частности, изомальтулозы, изомальтозы, сахарозы, фруктозы и глюкозы, составляет не более 0,50 вес.% (с.в., сухие вещества от с.в. изомальта).

В одном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), предпочтительно содержит по меньшей мере 98,00 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, а также 0,01-0,05 вес.% сахарозы (с.в. в расчете на с.в. изомальта).

Особенно предпочтительно, в одном предпочтительном варианте осуществления получают изомальт, обогащенный 1,6-GPS. По сравнению с 1,1-GPM, 1,6-GPS имеет более высокую подслащивающую способность и более высокую растворимость в воде. В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения весовое отношение 1,6-GPS к 1,1-GPM в полученном изомальте составляет >1.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), в частности, JEFCA-совместимый изомальт, в частности, высокочистый изомальт, представляет собой изомальт с отношением 1,6-GPS к 1,1-GPM более 1, а именно содержит 55-62 вес.% 1,6-GPS и 38-45 вес.% 1,1-GPM (с.в. от полного сухого веса 1,6-GPS и 1,1-GPM в изомальте).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с) получают изомальт, обогащенный 1,6-GPS, в частности, изомальт, который содержит более 57,00-99,00 вес.%,

в частности, 58,00-99,00 вес.% 1,6-GPS и менее 43,00-1,00 вес.%, в частности, 42,00-1,00 вес.% 1,1-GPM, в частности, 75,00-80,00 вес.% 1,6-GPS и 25,00-20,00 вес.% 1,1-GPM (сухое вещество (с.в.) от полного сухого веса 1,6-GPS и 1,1-GPM).

В следующем предпочтительном варианте осуществления на технологической стадии с) получают изомальт, который содержит 43,00-57,00 вес.% 1,6-GPS и 57,00-43,00 вес.% 1,1-GPM (сухое вещество (с.в.) от полного сухого веса 1,6-GPS и 1,1-GPM).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), не содержит глюкозы.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления полученный изомальт не содержит фруктозы.

В одном предпочтительном варианте осуществления полученный изомальт не содержит сорбита. В одном предпочтительном варианте осуществления изомальт согласно изобретению не содержит маннита.

В одном предпочтительном варианте осуществления полученный изомальт не содержит сорбита, маннита, глюкозы и фруктозы.

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения изомальт, полученный на технологической стадии с), содержит менее 0,01 вес.% изомальтулозы, в частности, не содержит изомальтулозы.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), содержит не более 0,5 вес.%, в частности, не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,15 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, в частности, не более 0,01 вес.% глюкозы (от полного сухого веса изомальта).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления полученный изомальт содержит не более 0,5 вес.%, в частности, не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,15 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, в частности, не более 0,01 вес.% фруктозы (от полного сухого веса изомальта).

В одном предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), содержит не более 0,5 вес.%, в частности, не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,15 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, в частности, не более 0,01 вес.% сорбита (от полного сухого веса изомальта).

В одном предпочтительном варианте изомальт, полученный на технологической стадии с), содержит не более 0,5 вес.%, в частности, не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,15 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, в частности, не более 0,01 вес.% маннита (от полного сухого веса изомальта).

В одном предпочтительном варианте осуществления изомальт, полученный на технологической стадии с), содержит не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, сорбита, не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, маннита, не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, глюкозы и не более 0,2 вес.%, в частности, не более 0,1 вес.%, в частности, не более 0,05 вес.%, фруктозы, причем суммарное содержание содержащихся в изомальте Сахаров, в частности, изомальтулозы, изомальтозы, сахарозы, глюкозы и фруктозы, составляет не более 0,50 вес.% (от полного сухого веса изомальта).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения изомальт, полученный на технологической стадии с), содержит 1,6-GPS, 1,1-GPM и по меньшей мере еще одно соединение, выбранное из группы, состоящей из α -D-глюкопиранозил-1,1-D-сорбита (1,1-GPS), сорбита и маннита. В предпочтительном варианте осуществления содержащиеся в изомальте сорбит и маннит происходят не от превращения сахарозы на технологической стадии b), а из глюкозы и фруктозы, возможно содержащихся в углеводной смеси, используемой на технологической стадии a).

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения изомальт, полученный на технологической стадии с), содержит 50,00-60,00 вес.% 1,6-GPS, 35,00-45,00 вес.% 1,1-GPM и, факультативно, 0,10-15,00, в частности, 0,10-1,50 вес.%, в частности, 0,10-1,00 вес.% 1,1-GPS, 0,00-0,50 вес.% маннита, предпочтительно не содержит маннита, 0,00-0,50 вес.% сорбита, предпочтительно не содержит сорбита, и 0,01-0,50 вес.% сахарозы, в частности, 0,01-0,40 вес.%, в частности, 0,01-0,30 вес.%, в частности, 0,01-0,20 вес.%, в частности, 0,01-0,04 вес.%, в частности, 0,02-0,03 вес.%, в частности, 0,03-0,04 вес.% сахарозы, предпочтительно состоит из этих компонентов.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения концентрация сахарозы, начиная от приготовленной на стадии a) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, и вплоть до изомальта, полученного на стадии с), поддерживается постоянной исключительно за счет установки технологических параметров, определенных для стадии b). В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения предлагается способ получения изомальта, в рамках которого концентрация сахарозы в приготовленной на технологической стадии a) углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, поддерживается постоянной на технологической стадии b), в частности, в течение всего процесса, в частности, содержание сахарозы в полученном изомальте является таким же, как содержание сахарозы в приготовленной углеводной смеси, содержащей изо-

мальтулозу и сахарозу.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения концентрация сахарозы, начиная с углеводной смеси, приготовленной на стадии а), и вплоть до изомальта, полученного на стадии с), поддерживается постоянной, то есть сахароза на технологической стадии б) не расщепляется, в частности, не расщепляется и не гидрируется.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения концентрацию сахарозы поддерживают постоянной, начиная с углеводной смеси, приготовленной на стадии а), и вплоть до изомальта, полученного на стадии с), исключительно за счет установки технологических параметров, то есть давления водорода, реакционной температуры, объемной скорости и значения рН, то есть сахароза на технологической стадии б) не расщепляется, в частности, не расщепляется и не гидрируется.

Таким образом, в контексте настоящего изобретения под "поддерживается постоянной" понимается, что углеводная смесь, приготовленная на технологической стадии а), перед превращением на технологической стадии б) имеет такое же содержание сахарозы, что и изомальт, полученный после превращения на технологической стадии с). Следовательно, на технологической стадии б) сахароза не расщепляется, в частности, не расщепляется и не гидрируется. В особенно предпочтительном варианте осуществления содержание сахарозы считается постоянным, если при применении газохроматографических методов анализа (GC-FID) в пределах количественного обнаружения 0,01 г сахарозы на 100 г сухих веществ не наблюдается изменения содержания сахарозы во время реакции на технологической стадии б). Согласно изобретению, для определения содержания сахарозы перед и после реакции на технологической стадии б) (оба полученных значения образуют измеряемую пару) особенно предпочтительно определять содержание сахарозы несколько раз, в частности, 4 раза, и определять среднее значение содержания сахарозы перед и среднее значение содержания сахарозы после проведения технологической стадии б) (определение средних значений по методу верхней границы).

В предпочтительном варианте осуществления считается, что содержание сахарозы поддерживается постоянным, если среднее значение содержания сахарозы в углеводной смеси соответствует содержанию сахарозы в полученном изомальте, или если с помощью разностного t-критерия не установлено значительной разницы между средними значениями содержания сахарозы в углеводной смеси и в полученном изомальте.

Для расчетов с помощью разностного t-критерия с использованием полученных средних и измеренных значений используется следующая формула:

$$t = \left| \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (\Delta x_i - \Delta \bar{x})^2}} \right| \cdot \sqrt{n}$$

где (\bar{x}_A) означает среднее значения содержания компонента в углеводной смеси, (\bar{x}_B) - среднее значение содержания компонента в изомальте, ($\Delta \bar{x}$) - разность средних значений ($\bar{x}_A - \bar{x}_B$), (Δx_i) - разность соответствующей измеряемой пары А (углеводная смесь) - В (изомальт), (n) - число измеряемых пар углеводной смеси и изомальта и (t) - критерийный параметр.

Значительная разница (уровень значимости 99,9%) между средними значениями содержаний сахарозы в углеводной смеси и в изомальте имеется при n=4, если критерийный параметр (t) больше, чем (t) = 12,924 (уровень значимости 99,9%, 3 степени свободы).

Факультативное отделение сахарозы, в частности, на технологической стадии а0), перед проведением технологической стадии б), от этого никак не зависит.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения изомальт можно применять для получения продуктов для потребления человеком и/или животным или для получения фармацевтических продуктов.

Таким образом, настоящее изобретение относится также к продуктам для потребления человеком и/или животным или к фармацевтическим продуктам, содержащим изомальт согласно изобретению.

В одном предпочтительном варианте осуществления продукт для потребления человеком представляет собой продукт питания или вкусовое вещество, как, например, кондитерское изделие, начинка для кондитерских изделий, твердая и/или мягкая карамель, помадка, йогурт, выпечка, жевательная резинка, мороженое, молочный продукт, фруктовый наполнитель, джем, желе или смузи.

Твердая карамель, по меньшей мере на 96,00 вес.% состоящая изомальта согласно изобретению (в расчете на полный вес твердой карамели), имеет при открытом хранении в течение трех дней при 25°C и относительной влажности воздуха 60% максимальное водопоглощение не более 1,30 вес.%, в частности, 1,20 вес.%, в частности, 1,10 вес.%, в частности, 1,00 вес.%, в частности, 0,90 вес.%, в частности, 0,80 вес.% (всегда от полного веса твердой карамели).

Твердая карамель, по меньшей мере на 96,00 вес.% состоящая из изомальта согласно изобретению (в расчете на полный вес твердой карамели), имеет при открытом хранении в течение трех дней при 25°C и относительной влажности воздуха 80% максимальное водопоглощение не более 6,0 вес.%, в частности, 5,50 вес.%, в частности, 5,00 вес.%, в частности, 4,50 вес.%, в частности, 4,00 вес.%, в частности, 3,50 вес.%, в частности, 3,00 вес.% (всегда от полного веса твердой карамели).

Таким образом, настоящее изобретение относится также к твердой карамели, содержащей изомальт согласно изобретению, в частности, содержащей по меньшей мере 96,00 вес.% изомальта согласно изобретению (в расчете на полный вес твердой карамели), в частности, к твердой карамели, которая отличается вышеуказанным максимальным водопоглощением в указанных условиях.

Другие предпочтительные варианты осуществления выявляются из зависимых пунктов формулы изобретения.

Изобретение поясняется более подробно на следующем примере.

Пример.

Гидрирование растворов, содержащих изомальтулозу, трегалулозу и сахарозу.

Гидрирование проводили в реакторе высокого давления непрерывного действия в режиме орошаемого слоя. Соответствующие углеводные смеси, представленные ниже в табл. 1, растворяли в воде и подогревали. В качестве катализатора использовали сферы 1,5% Ru/Al₂O₃. Используемые в реакторе реакционные условия: давление, pH, LHSV и реакционная температура, а также содержание сухих веществ в изомальтулозе, трегалулозе и сахарозе, а также глюкозе и фруктозе от полного содержания сухих веществ (с.в.) в подлежащей гидрированию углеводной смеси (определено на приборе GC-FID=газовый хроматограф с пламенно-ионизационным детектором) приведены в табл. 1.

Углеводные смеси, полученные в соответствии с реакциями под номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 и 23, перед введением в реактор предварительно нагревали до температур 47,4°C, 48,2°C, 46,2°C, 55,5°C, 58,5°C, 67,3°C, 45,0°C, 54,4°C, 58,0°C, 63,5°C, 66,5°C, 68,5°C, 70,9°C, 103°C, 103°C, 103°C, 103°C, 68°C, 103°C, 67,3°C, 105°C, 67°C и 105°C и затем вводили в реактор при указанной в табл. 1 реакционной температуре для превращения. Реакции с номерами 14-23 представляют собой сравнительные опыты не по изобретению.

Таблица 1

Номер реакции	Давление водорода [МПа]	pH [-]	LHSV [ч ⁻¹]	Реакционная температура [°C]	Изомальтулоза с.в. [вес.%]	Трегалулоза с.в. [вес.%]	Сахароза с.в. [вес.%]	Фруктоза с.в. [вес.%]	Глюкоза с.в. [вес.%]	с.в. реф. [г/100г]
1	16,5	3,4	0,58	71,1	99,08	0,66	0,02	0,08	0,05	41,62
2	16,5	4,3	0,58	70,5	98,96	0,67	0,02	0,07	0,05	40,83
3	16,5	5,1	0,48	69,5	98,76	0,69	0,02	0,09	0,10	40,58
4	16,5	4,8	0,67	77,8	98,88	0,75	0,02	0,08	0,06	41,36
5	16,5	4,9	0,77	81,2	98,88	0,77	0,02	0,07	0,05	41,47
6	16,5	5,3	0,87	91,0	98,78	0,82	0,02	0,07	0,06	41,90
7	17,5	3,0	0,28	69,7	99,11	0,60	0,03	0,06	0,06	41,27
8	17,5	4,4	0,65	80,8	99,08	0,68	0,02	0,05	0,05	41,45
9	17,5	5,6	0,37	83,5	98,60	0,81	0,05	0,10	0,09	40,61
10	17,5	5,5	0,65	90,0	98,79	0,62	0,02	0,04	0,07	41,65
11	17,5	5,1	0,56	92,3	98,88	0,67	0,02	0,08	0,10	41,14
12	17,5	5,9	0,46	95,0	98,88	0,77	0,02	0,07	0,05	41,47
13	17,5	5,4	0,56	98,3	98,76	0,76	0,03	0,09	0,11	41,64
14	17,5	5,8	0,35	110,0	98,60	0,65	0,50	0,06	0,05	41,56
15	17,5	5,6	0,35	110,0	99,02	0,55	0,06	0,09	0,03	41,37
16	17,5	5,5	0,38	120,0	98,49	0,65	0,50	0,05	0,06	41,59
17	17,5	3,0	0,47	120,0	91,00	0,48	6,96	0,09	0,13	42,72
18	5,0	3,8	0,47	91,0	92,12	0,48	7,04	0,09	0,12	42,79
19	5,0	4,8	0,47	120,0	99,07	0,49	0,05	0,09	0,13	42,74
20	5,0	4,0	0,47	89,9	98,96	0,61	0,04	0,06	0,04	42,84
21	6,0	2,4	0,47	121	98,96	0,59	0,03	0,07	0,05	41,36
22	6,0	2,6	0,47	90	92,27	0,54	6,85	0,10	0,07	43,08
23	6,0	2,5	0,47	120	92,27	0,54	6,85	0,10	0,07	43,08

вес. %: данные указаны в расчете на полное содержание сухих веществ;

с.в. реф.: содержание сухих веществ, определенное означает на рефрактометре;

реакции с номерами 14-23 представляют собой сравнительные опыты не по изобретению.

Таблица 2

Номер реакции	с.в. 1,6-GPS [вес. %]	с.в. 1,1-GPM [вес. %]	с.в. 1,1-GPS [вес. %]	с.в. маннит [вес. %]	с.в. сорбит [вес. %]	с.в. изомальтулоза [вес. %]	с.в. трегалулоза [вес. %]	с.в. сахароза [вес. %]
1	58,96	39,91	0,33	0,03	0,09	<0,01	<0,01	0,02
2	58,72	39,98	0,27	0,02	0,07	<0,01	<0,01	0,02
3	59,45	39,40	0,31	0,03	0,09	<0,01	<0,01	0,02
4	58,65	40,06	0,34	0,03	0,08	<0,01	<0,01	0,02
5	58,63	40,25	0,26	0,02	0,05	<0,01	<0,01	0,02
6	57,98	40,67	0,37	0,03	0,08	<0,01	<0,01	0,02
7	58,01	41,13	0,30	0,03	0,02	<0,01	<0,01	0,03
8	57,60	41,47	0,34	0,02	0,07	0,03	<0,01	0,02
9	57,52	41,46	0,30	0,04	0,10	0,03	<0,01	0,05
10	56,88	42,00	0,35	0,08	0,04	0,04	<0,01	0,02
11	56,47	42,23	0,38	0,03	0,09	<0,01	<0,01	0,02
12	56,71	41,75	0,34	0,02	0,05	<0,01	<0,01	0,02
13	56,11	42,15	0,41	0,04	0,10	<0,01	<0,01	0,03
14	49,24	43,55	1,66	0,20	0,28	<0,01	<0,01	0,22
15	49,11	43,95	1,73	0,05	0,12	<0,01	<0,01	0,02
16	48,16	43,10	1,90	0,19	0,30	<0,01	<0,01	0,18
17	42,29	40,22	1,78	1,87	4,27	<0,01	<0,01	0,24
18	52,20	39,78	0,18	1,07	3,31	0,05	<0,01	2,63
19	48,05	39,73	1,78	0,04	0,16	<0,01	<0,01	0,02
20	55,1	41,78	0,36	0,03	0,10	0,01	<0,01	0,01
21	43,82	40,20	2,36	0,49	1,01	<0,01	<0,01	<0,01
22	51,63	39,44	0,43	0,41	1,48	<0,01	<0,01	4,66
23	42,49	39,40	1,95	1,79	4,30	<0,01	<0,01	0,02

вес. %: данные указаны в расчете на полное содержание сухих веществ;

реакции с номерами 14-23 представляют собой сравнительные опыты не по изобретению.

Таблица 2b

Номер реакции	с.в. глюкоза [вес. %]	с.в. фруктоза [вес. %]	с.в. реф. [г/100 г]	сумма с.в. 1,1-GPM и 1,6-GPS [вес. %]	сумма с.в. гидрированных моно- и дисахаридов [вес. %]	сумма побочных компонентов [вес. %]	конверсия изомальтулозы [моль %]	селективность по изомальту (1,1-GPM и 1,6-GPS) [моль %]
1	<0,01	<0,01	41,90	98,87	99,32	0,68	>99,99	99,20
2	<0,01	<0,01	40,98	98,70	99,06	0,94	>99,99	99,15
3	<0,01	<0,01	41,13	98,85	99,29	0,71	>99,99	99,51
4	<0,01	<0,01	41,66	98,71	99,15	0,85	>99,99	99,24
5	<0,01	<0,01	41,21	98,88	99,21	0,79	>99,99	99,41
6	<0,01	<0,01	41,79	98,65	99,12	0,88	>99,99	99,28
7	<0,01	<0,01	41,70	99,14	99,55	0,45	>99,99	99,44
8	<0,01	<0,01	41,34	99,07	99,50	0,50	99,97	99,40
9	<0,01	<0,01	40,96	98,98	99,42	0,58	>99,99	99,80
10	<0,01	<0,01	41,77	98,88	99,34	0,66	99,96	99,51
11	<0,01	<0,01	41,68	98,70	99,20	0,80	>99,99	99,23
12	<0,01	<0,01	41,06	98,46	98,88	1,12	>99,99	98,99
13	<0,01	<0,01	41,96	98,26	98,81	1,19	>99,99	98,91
14	<0,01	0,01	42,34	92,79	94,93	5,07	>99,99	93,56
15	<0,01	<0,01	42,27	93,06	94,96	5,04	>99,99	93,43
16	<0,01	<0,01	42,52	91,26	93,65	6,35	>99,99	92,12
17	0,11	0,03	43,04	82,51	89,75	10,25	>99,99	90,14
18	0,04	0,20	44,49	91,98	96,54	3,46	99,95	99,26
19	<0,01	<0,01	43,04	87,78	89,76	10,24	>99,99	88,09
20	<0,01	<0,01	43,18	96,88	97,35	2,65	99,99	97,32
21	0,10	0,03	41,96	84,01	87,87	12,13	>99,99	84,40
22	0,19	0,23	43,73	91,07	93,39	6,61	>99,99	98,12
23	0,04	0,04	43,64	81,89	89,94	10,06	<99,99	88,23

вес. %: данные указаны в расчете на полное содержание сухих веществ;

реакции с номерами 14-23 представляют собой сравнительные опыты не по изобретению.

Для всех реакционных расчет суммарного содержания гидрированных моно- и дисахаридов проводился в соответствии со спецификацией Объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) для изомальта (сессия 69 JECFA (2008), опубликовано в ФАО JECFA Monograph 5 (2008)). Сумма включает полное содержание 1,1-GPM, 1,6-GPS, 1,1-GPS, маннита и сорбита.

Сумма побочных компонентов представляет собой разность между 100% и суммой гидрированных моно- и дисахаридов.

Величина "с.в. реф." означает содержание сухих веществ, определенное с помощью рефрактометра.

Табл. 2а и 2б позволяют определить состав полученных изомальтов.

Можно видеть, что по сравнению с продуктами, полученными в реакциях 14-23 не по изобретению, в реакциях 1-13 получен особо чистый изомальт. Кроме того, неожиданно оказалось, что содержание сахарозы остается постоянным, начиная с содержания сахарозы в углеводных смесях, используемых в реакциях с номерами 1-13, вплоть до полученного изомальта, тогда как содержание 1,6-GPS, 1,1-GPM и 1,1-GPS повышается, а содержание изомальтулозы снижается.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ непрерывного получения изомальта из смеси углеводов, содержащей изомальтулозу и сахарозу, включающий следующие технологические стадии:

а) подготовка находящейся в водной среде углеводной смеси, содержащей изомальтулозу и сахарозу, содержащей 75,00-99,99 вес. % изомальтулозы и 0,01-0,50 вес. % сахарозы (в расчете на с.в. (сухие вещества) от полного количества с.в. углеводной смеси), водорода и катализатора на основе рутения, где катализатор на основе рутения представляет собой катализатор, иммобилизованный на подложке, и при этом указанная подложка представляет собой оксид металла или цеолит,

б) превращение углеводной смеси в изомальт путем непрерывного приведения в контакт находящейся в водной среде углеводной смеси с катализатором на основе рутения и водородом при объемной скорости 0,25-1,5 ч⁻¹, давлении водорода 16,0-22,0 МПа и pH 2,0-6,0 для получения продуктового потока, содержащего изомальт, при установке реакционной температуры не выше 100°C, и

с) получение изомальта.

2. Способ по п.1, причем приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь, содержащая изомальтулозу и сахарозу, была получена путем ферментативной реакции сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси с сахарозо-глюкозилмутазой.

3. Способ по п.2, в котором углеводную смесь, содержащую изомальтулозу и сахарозу, полученную путем ферментативной реакции с сахарозо-глюкозилмутазой из сахарозы или содержащей сахарозу исходной смеси, подвергают технологической стадии а0) для снижения количества сахарозы до содержания 0,01-0,50 вес. % сахарозы (с.в. от полного содержания сухих веществ углеводной смеси), причем указанная технологическая стадия а0) предпочтительно представляет собой кристаллизацию для частичного отделения сахарозы, хроматографию на ионообменных смолах для частичного отделения сахарозы, ферментативное расщепление сахарозы или комбинацию этих способов.

4. Способ по одному из пп.1-3, в котором на технологической стадии б) устанавливают реакционную температуру 70-95°C, в частности 70-91°C.

5. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором после технологической стадии а) и перед технологической стадией б) углеводную смесь, приготовленную на технологической стадии а), предварительно подогревают на технологической стадии а1), в частности, до температуры 30-80°C, в частности 30-75°C, в частности 30-70°C.

6. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором степень превращения изомальтулозы на технологической стадии б) составляет 99-100 мол. %, в частности 99,5-100 мол. %.

7. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором изомальтулозу на технологической стадии б) превращают в 1,6-GPS (6-O- α -D-глюкопиранозил-D-сорбит) и 1,1-GPM (1-O- α -D-глюкопиранозил-D-маннит) с селективностью 97-100 мол. %, в частности 98-100 мол. %.

8. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь, содержащая изомальтулозу и сахарозу, содержит 86-99,99 вес. % изомальтулозы, в частности 98-99,99 вес. % изомальтулозы, и 0,01-0,50 вес. % сахарозы (с.в. от полного содержания с.в. углеводной смеси).

9. Способ по одному из пп.1-7, в котором приготовленная на технологической стадии а) углеводная смесь, содержащая изомальтулозу и сахарозу, содержит 75,00-99,49 вес. % изомальтулозы, 0,30-24,99 вес. % трегалулозы и 0,01-0,50 вес. % сахарозы (с.в. от полного содержания с.в. углеводной смеси).

10. Способ по одному из пп.1-7 и 9, в котором приготовленная на стадии а) углеводная смесь содержит 75-86,00 вес. % изомальтулозы, 0,01-0,50 вес. % сахарозы и 13,99-24,99 вес. % трегалулозы (в расчете на полное содержание с.в. углеводной смеси).

11. Способ по одному из пп.1-10, в котором содержание сухих веществ в находящейся в водной

среде углеводной смеси составляет 35–45 вес.% (от полного веса среды).

12. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором катализатор на основе рутения является монометаллическим или биметаллическим катализатором.

13. Способ по одному из предыдущих пунктов, где указанная подложка представляет собой оксид металла, выбранный из оксида алюминия (Al_2O_3), диоксида титана (TiO_2), диоксида кремния (SiO_2), диоксида циркония ZrO_2 .

14. Способ по одному из предыдущих пунктов, причем подложка представляет собой Al_2O_3 .

15. Способ по одному из предыдущих пунктов, где указанная подложка представляет собой цеолит типа H-Y.

16. Способ по одному из предыдущих пунктов, причем содержание рутения в катализаторе составляет 0,05–5,00 вес.%.

17. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором pH на технологической стадии b) составляет 2,0–5,5.

18. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором концентрация сахарозы в приготовленной на стадии a) углеводной смеси поддерживается постоянной вплоть до получения изомальта на стадии c) исключительно за счет регулировки технологических параметров, заданных для стадии b).

19. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором полученный на стадии c) изомальт содержит, по меньшей мере, 98,00 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, по меньшей мере, 86,00 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, 0,01–0,50 вес.% сахарозы и не более 0,30 вес.% восстанавливающих сахаров (с.в. (сухих веществ) в расчете на с.в. изомальта).

20. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором полученный на стадии c) изомальт содержит, по меньшей мере, 98,00 вес.% гидрированных моно- и дисахаридов, по меньшей мере, 98,00 вес.% 1,6-GPS и 1,1-GPM, 0,01–0,50 вес.% сахарозы, не более 0,30 вес.% восстанавливающих сахаров, 0–0,50 вес.% сорбита и 0–0,50 вес.% маннита, причем отдельные, возможно присутствующие в указанном изомальте побочные компоненты присутствуют в количестве 0–0,50 вес.% каждый, и при этом сумма всех восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров не превышает 0,50 вес.% (с.в. (сухих веществ) в расчете на с.в. изомальта).

21. Способ по одному из предыдущих пунктов, в котором полученный на стадии c) изомальт не содержит сорбита.

