

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202290766** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки  
**2022.06.20**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.09.02**

(51) Int. Cl. *A23L 5/20* (2016.01)  
*A23L 5/30* (2016.01)  
*A23L 19/10* (2016.01)  
*A23B 7/015* (2006.01)  
*A23B 7/02* (2006.01)  
*A23B 7/153* (2006.01)  
*A23L 19/00* (2016.01)  
*A23L 33/00* (2016.01)

---

**(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ЕЕ РАЗНОВИДНОСТЕЙ В ПРОДУКТ, ПРИГОДНЫЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПРОДУКТ, ПОЛУЧАЕМЫЙ ДАННЫМ СПОСОБОМ, И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКТ, СОДЕРЖАЩИЙ ДАННЫЙ ПРОДУКТ**

---

(31) **PCT/SK2019/050010; PP 50011-2020**

(32) **2019.09.03; 2020.03.04**

(33) **SK**

(86) **PCT/SK2020/050014**

(87) **WO 2021/045695 2021.03.11**

(71)(72) Заявитель и изобретатель:

**ЖИТНЫЙ БОРИС (SK)**

(74) Представитель:

**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Настоящее изобретение относится к способу переработки сахарной свеклы и ее разновидностей до продукта, применимого в пищевой промышленности, который включает стадии: инактивации сырья от разложения, которое включает: смешивание сырья из сахарной свеклы с одним или несколькими спиртами, выбранными из группы спиртов, содержащих от одного до четырех атомов углерода в молекуле и одну гидроксильную группу, в таком соотношении, чтобы минимальная концентрация спирта в образующейся жидкой фазе смеси составляла по меньшей мере 60% по объему, предпочтительно 70% по объему, самое предпочтительное 85% по объему или более, при температуре от -15 до 180°C; с целью инактивации сырья от деградации, и выдерживания смеси сахарной свеклы и спирта в течение от 0 до 600 мин, предпочтительно от 0 до 10 мин при температуре от -15 до 180°C, более предпочтительно от 40 до 125°C, измельчения корня сахарной свеклы до, во время или после инактивации до размера частиц в сырье, где по меньшей мере один из размеров частиц является меньшим или равным 50 мм, предпочтительно меньшим или равным 3 мм, самое предпочтительное сырье измельчают до пасты; и удаления жидкой фазы из смеси, получая продукт с содержанием сухого вещества от 40% по весу до вплоть до 99% по весу. Настоящее изобретение также относится к продукту, полученному данным способом.

---

**A1**

**202290766**

**202290766**

**A1**

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420- 573474EA/030

### **СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ЕЕ РАЗНОВИДНОСТЕЙ В ПРОДУКТ, ПРИГОДНЫЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПРОДУКТ, ПОЛУЧАЕМЫЙ ДАННЫМ СПОСОБОМ, И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКТ, СОДЕРЖАЩИЙ ДАННЫЙ ПРОДУКТ.**

#### **Область техники**

Настоящее изобретение относится к способу переработки сахарной свеклы в продукты, применимые в пищевой промышленности и в питании человека.

#### **Уровень техники**

Сахарная свекла (*Beta Vulgaris*) представляет собой промышленную культуру, выращиваемую в больших количествах для сахарной промышленности с целью производства свекловичного сахара. Способ переработки сахарной свеклы на промышленных сахарных заводах хорошо известен и подробно описан в литературе.

Чрезмерное потребление сахаров приводит к проблемам со здоровьем и болезням цивилизации. Применение цельного корня сахарной свеклы не только как источника сахара, но и как источника питательных веществ и клетчатки представляет собой очень выгодное питательное и экономичное решение. Корень сахарной свеклы содержит большое количество многих необходимых минералов, особенно калия, натрия, магния, кальция, железа, фтора, цинка, меди и марганца (химические элементы в соответствующем порядке: K, Na, Mg, Ca, Fe, F, Zn, Cu, Mn); корень сахарной свеклы также содержит бетаин, полифенольные кислые соединения, витамины, особенно витамины группы B, и значительное количество растворимой и нерастворимой клетчатки, оказывающие, согласно имеющимся научным и экспертным исследованиям, положительное влияние на снижение гликемической нагрузки (гликемического индекса), снижая уровень холестерина в крови, оказывая пребиотическое действие и одновременно способствуя уменьшению объема съедаемой пищи и калорийности рациона.

Лимитирующим фактором для применения цельных сахарных корней свеклы (включая их несакхарные части) в пищевых продуктах является чрезвычайно быстрое ухудшение органолептических качеств и порча корней после разрушения их тканей (деградация), но особенно неблагоприятный типичный негативно воспринимаемый землистый вкус и запах продуктов из сахарной свеклы.

В настоящее время существует несколько способов переработки цельного корня сахарной свеклы для получения продуктов, которые являются питательно ценными и функциональными пищевыми подсластителями и представляют собой альтернативу переработке сахарной свеклы в качестве источника сахара.

В заявке RU2011122992, цельный корень сахарной свеклы перерабатывают в пасту с содержанием влаги 55%-65% по весу, в качестве добавки к пищевым продуктам. Побочные вещества и запах устраняли механическим разделением тканей и обработкой в кислой среде. Однако механическое разделение не является достаточно точным способом,

и полученный продукт по-прежнему насыщен неприятными для восприятия веществами. Недостатком данного решения является также недостаточная стабилизация системы от собственного ферментативного окисления и разрушения, что может привести к окислительному разрушению продукта при превышении температуры сушки пасты 65°C и давлении выше 15 кПа. Другим недостатком данного способа является высокая энергоемкость и стоимость способа получения продукта из-за применения горячего пара высокого давления, а также вводимых в способ ферментов.

Очень похожий подход к обработке сахарной свеклы описан в заявке WO2018203856, в которой цельные промытые корни сахарной свеклы варили в воде, пропаривали, обжаривали или обрабатывали нагревом микроволновым излучением при температуре от 150°C до 350°C. Недостатком кипячения корней сахарной свеклы является также вымывание питательных веществ, минералов и сахаров в раствор, в котором варятся корни, и тем самым в данном способе возникает потеря ценных веществ. Длительное время термической обработки сахарной свеклы приводит к высокой энергозатратности способа. С другой стороны, кратковременная термическая обработка не дает продуктов достаточного органолептического качества для более широкого применения в пищевых продуктах.

В заявке SK501162014, цельный корень сахарной свеклы перерабатывают в продукты из сахарного волокна, применяемые в качестве альтернативных подсластителей. Способ получения заключается в смешивании сахарной свеклы с 0,015%-3,0% по весу сульфита и последующем разбавлении смеси водой в соотношении 1:1-1:10 при pH 3-6. Затем смесь нагревали до 102°C-124°C в течение от 2 минут до 60 минут при давлении 102 кПа-150 кПа и затем сушили материал при температуре 50°C-180°C. Недостатком данного способа является применение большого количества сульфитов. Кроме того, качество продукта все же не лишено органолептических дефектов.

Быстрая термическая обработка сахарной свеклы горячим паром, с последующей ее стабилизацией добавками для ограничения разрушения сахарной свеклы, является известной, например, из RU2292166 или JPН06303922.

В других способах уровня техники применяют высокие дозы консервантов и/или химическую обработку в сочетании с термической обработкой корней. Данные подходы, как правило, являются более затратными, с загрязнением продуктов остатками применяемых химических веществ, таких как сульфиты, пероксиды, кислоты, основания и другие. Конечные продукты все еще не имеют достаточного органолептического качества.

Цель настоящего изобретения заключается в обнаружении способа переработки сахарной свеклы, при котором не происходит разрушения сырья из сахарной свеклы в тканях после их разрушения в процессе переработки, или при котором деградационные изменения происходят в минимальной степени без проявления негативных изменений вкуса, аромата, цвета и пищевой ценности в конечных продуктах данного способа. Таким образом, в получаемых продуктах сохраняется высокое качество и количество составляющих, включая фенольные соединения, не происходит изменения цвета сырья и

усиления неприятных вкусов и запахов в продуктах, полученных из сахарной свеклы.

### **Сущность настоящего изобретения**

Продукты, получаемые способом настоящего изобретения, имеют значительно улучшенный органолептический профиль и уменьшенную долю неприятных для восприятия веществ ниже предела, когда они уже не обнаруживаются органами чувств человека. В то же время продукты сохраняют высокое исходное содержание клетчатки, минералов, витаминов, бетаина, углеводов и сахаров. Продукты сохраняют значительную долю фенольных соединений и аминокислот. Таким способом также можно получить продукты с оттенками белого, что до сих пор было невозможно без химического отбеливания. Продукты, полученные данным способом, также являются стабильными и не теряют своих пищевых качеств даже после многократного воздействия тепла, влаги или кислорода воздуха. Продукты можно применять в пищевой промышленности в качестве подсластителя и/или обогатителя, где они снижают гликемический индекс пищи при применении с пищевыми продуктами.

Известно, что после разрушения тканей корней сахарной свеклы цвет сырья из сахарной свеклы изменяется в присутствии газообразного кислорода. Кроме того, отмечают также изменения, характеризующиеся отрицательным усилением (ухудшением) вкусов и запахов. Негативно воспринимаемый вкус и посторонние запахи являются естественной частью растения сахарная свекла (например, геосмин). После разрушения тканей корней сахарной свеклы, но особенно при ее переработке, ухудшается органолептический профиль сырья и усиливаются (интенсифицируются) негативные вкусовые и ароматические характеристики данного сырья. Данные реакции являются частью процессов разрушения сырья из сахарной свеклы, полученного после разрушения тканей целых корней сахарной свеклы.

Способ настоящего изобретения одновременно предотвращает разрушение и окисление сырья из сахарной свеклы также без необходимости применения восстановителей, таких как сульфиты, или с их применением только в значительно уменьшенном количестве по сравнению с количествами предшествующего уровня техники. Таким образом, полученный продукт не содержит добавок, которые нарушили бы (ограничили) его дальнейшее применение в пищевой промышленности.

По сравнению с существующим уровнем техники энергозатраты на производство снижаются, по крайней мере, на 25%, что приводит к снижению общих затрат на производство конечного продукта.

Преимуществом способа настоящего изобретения является также повышение выхода продуктов из цельного корня сахарной свеклы.

Кроме того, представленное решение также касается адаптации параметров качества продуктов (концентратов и препаратов), полученных из сахарной свеклы, к индивидуальным потребностям производителей продуктов питания. В соответствии с настоящим решением продукты индивидуально модифицируют, чтобы получить после данной конкретной обработки более предпочтительные свойства для производства

определенной группы пищевых продуктов и/или обогащения продуктов заданными функциональными свойствами.

Данный способ получения предотвращает порчу, т.е., разрушение сырья из сахарной свеклы, происходящую как естественный процесс после разрушения тканей корней сахарной свеклы, и в то же время устраняет органолептически неприятные вкусы и запахи сахарной свеклы в продуктах.

В настоящем изобретении, разрушение сырья обозначает способы и реакции, протекающие в тканях корня сахарной свеклы и ее разновидностей практически сразу после разрушения ткани, при этом внешним проявлением разрушения является изменение цвета сырья из сахарной свеклы от серого до черного цветового оттенка, повышение концентрации продуктов окисления и продуктов, ухудшающих органолептические качества сырья и вызывающих усиление неприятных вкусов и запахов в сырье вследствие изменений после разрушения тканей по сравнению со свежей сахарной свеклой, тем самым значительно снижая органолептические и пищевые качества продукты. Разрушение также означает снижение концентрации важных с точки зрения питания веществ, особенно отдельных аминокислот и общего количества полифенолов.

Термин “сырье” в контексте настоящей заявки обозначает сырье из сахарной свеклы после разрушения тканей корней сахарной свеклы, обычно механическим воздействием. Сырьем считают также уже очищенный корень сахарной свеклы.

Известно, что газообразный кислород при непосредственном контакте с сырьем инициирует реакции окисления и обесцвечивание материала. Данный процесс является одним из основных механизмов деградации в контексте настоящего изобретения, но не единственным. Окисление кислородом воздуха ферментативно катализируется полифенолоксидазами. Также известно, что ферментативное расщепление сырья ускоряется при изменении pH и повышении температуры. Однако неферментативные реакции, связанные с сырьем, также участвуют в реакциях деградации, точный механизм которых до конца не изучен.

Неожиданно, мы обнаружили, что разрушение сырья также может инициироваться и/или ускоряться при наличии электромагнитного излучения с длиной волны от 200 нм до 1100 нм, в частности излучения с длиной волны от 200 нм до 420 нм, затем при переработке в присутствии излучения от 200 нм до 420 нм деградационные изменения также могут быть инициированы излучением с длиной волны от 550 нм до 650 нм.

Излучение перечисленных длин волн частично поглощается сырьем и служит активационной энергией для инициации и ускорения деградационных изменений.

Для того чтобы предотвратить или замедлить разрушение сырья под действием радиации, энергия излучения, падающая на сырье до стадии инактивации и испускаемая при указанном выше спектре длин волн, должна быть как можно ниже, максимально ниже  $300 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , предпочтительно ниже  $150 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , еще более предпочтительно ниже  $50 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , самое предпочтительное ниже  $25 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ . Предпочтительно, чтобы интенсивность излучения указанного выше спектра длин волн не превышала 0,040

$\text{мВт}\cdot\text{см}^{-2}$ , предпочтительно быть ниже  $0,015 \text{ мВт}\cdot\text{см}^{-2}$ , еще более предпочтительно ниже  $0,010 \text{ мВт}\cdot\text{см}^{-2}$ . Наиболее предпочтительно, чтобы измельченное сырье не подвергалось воздействию такого излучения, энергия которого в спектре длин волн от 200 нм до 420 нм не превышает  $40 \text{ мДж}\cdot\text{см}^{-2}$  до момента, когда содержание влаги в сырье упадет ниже 30% по весу, или вплоть до стадии инактивации.

Количество энергии излучения, необходимое для инициирования и/или ускорения деградации, может варьироваться в зависимости от сорта сахарной свеклы, стадии сбора урожая, а также условий выращивания. Другим фактором, влияющим на скорость деградации, является естественное содержание свободной воды в сырье после измельчения. Выделяющаяся из разрушенных тканей вода создает диффузную среду, в которой увеличивается скорость реакций деградации, при этом увеличивается концентрация веществ, образующихся в тканях, участвующих в реакциях.

Согласно полученным данным, величина энергии излучения может варьироваться от  $3,0 \text{ мДж}\cdot\text{см}^{-2}$  до  $300,0 \text{ мДж}\cdot\text{см}^{-2}$  в зависимости от стадии роста и периода сбора урожая, содержания свободной жидкой воды в сырье, температуры сырья и степени разрушения тканей.

При температурах  $0^\circ\text{C}$ - $80^\circ\text{C}$ , деградация под действием кислорода протекает значительно интенсивнее, чем деградация под действием облучения. Однако мы обнаружили, что при отсутствии светового излучения вышеуказанных длин волн интенсивность деградации сырья ниже только за счет действия кислорода - за рамками простого вычета интенсивности радиационной деградации.

Однако наиболее выгодным решением остается предотвращение доступа как кислорода, так и излучения указанных длин волн к сырью.

Скорость деградации сырья зависит от термодинамической температуры сырья, от содержания свободной жидкости (воды) в сырье и от концентрации веществ, вступающих в реакции деградации, образующихся в клетках тканей, которые выделяются в свободную жидкость при разрушении тканей.

Под свободной жидкостью понимается та часть жидкости сахарной свеклы, которая высвобождается из тканей после их разрушения.

По мере повышения температуры интенсивность и скорость разложения увеличиваются до тех пор, пока не будет достигнута температура приблизительно от  $75^\circ\text{C}$  до  $80^\circ\text{C}$ . При температуре  $80^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$  и выше происходит термическая инактивация ферментов полифенолоксидаз, катализирующих окислительные изменения, которые являются одним из инициирующих факторов процесса деградации сырья.

Таким образом, интенсивность деградации логично возрастает со степенью повреждения клеток ткани. При повреждении тканей выделяются клеточные соки, содержащие комплекс веществ, ответственных за деградацию сырья (деградирующие вещества). Чем выше концентрация разлагающих веществ в свободной жидкости, тем быстрее и интенсивнее происходит разложение сырья. Другими словами, чем больше разрушены ткани, тем быстрее нужно инактивировать сырье.

Нами также установлено, что полярность свободной жидкости в сырье является существенным фактором, влияющим на интенсивность и протекание реакции деградации сырья. За счет снижения химической полярности свободной жидкости происходит значительное замедление или даже прекращение процессов деградации сырья - инактивация. Где значительное замедление означает, что процессы деградации замедлены до такой степени, что их влияние на органолептические и питательные свойства продуктов, получаемых способом настоящего изобретения, является незначительным.

Способ настоящего изобретения включает стадию инактивации сырья из сахарной свеклы. Она представляет собой стадию, нацеленную на остановку реакций деградации сырья, улучшение и стабилизацию органолептических (вкус, запах), питательных и общих органолептических свойств сырья из сахарной свеклы (цвет).

Снижение химической полярности достигают смешиванием сырья с одним или рядом спиртов, выбранных из группы спиртов, содержащих от одного до четырех атомов углерода в молекуле (предпочтительно от одного до трех атомов углерода в молекуле) и одну гидроксильную группу (одноатомные спирты). Они представляют собой вещества, такие как метанол, этанол, пропанол, трет-бутиловый спирт. Наиболее предпочтительным является применение этанола.

При этом концентрация спирта в жидкой фазе смеси должна составлять, по меньшей мере, 60% по объему, по меньшей мере, предпочтительно выше 70% по объему, самое предпочтительное 85% по объему или более. Под жидкой фазой смеси настоящего изобретения понимается общее количество жидкостей в смеси сырья и спиртов (общее содержание воды в сахарной свекле+добавленный раствор спирта и воды, необязательно только чистый спирт). Концентрация растворов спиртов (до смешения их с сырьем) предпочтительно составляет, по меньшей мере, 70% по объему.

Температура в процессе инактивации должна быть такой, чтобы жидкая фаза смеси находилась в жидком состоянии, из которого она может быть переведена в газообразное состояние при осуществлении способа. На практике допустимы температуры от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ , но более предпочтительно данные температуры колеблются в диапазоне от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $160^{\circ}\text{C}$ , еще более предпочтительно от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $140^{\circ}\text{C}$ , и самое предпочтительное от  $40^{\circ}\text{C}$  до  $125^{\circ}\text{C}$ . Инактивация происходит более интенсивно при температурах от  $70^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ , или потенциально от  $85^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ . Температурный диапазон от  $70^{\circ}\text{C}$  до  $120^{\circ}\text{C}$  или потенциально от  $85^{\circ}\text{C}$  до  $105^{\circ}\text{C}$  является предпочтительным для придания твердой части продуктов более светлых оттенков. Повышение температуры ускоряет процессы инактивации. При более высоких температурах выше  $100^{\circ}\text{C}$  может произойти карамелизация сырья. В некоторых случаях карамелизация может быть желательна для применений продуктов, а в других нет.

Смесь необходимо выдерживать в указанных выше условиях до тех пор, пока не будет достигнута технически однородная концентрация спиртов во всем объеме смеси.

В случае измельчения сырья в пасту технически одинаковая концентрация спиртов достигается во всем диапазоне температур (от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ ) во всем объеме смеси

практически сразу после смешивания. Аналитические различия между концентрацией спиртов в жидкости, окружающей частицы пасты, и концентрацией спиртов в частицах пасты в этом случае незначительны. Жидкий объем смеси можно получить фильтрованием в виде жидкого фильтрата.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, сырье, измельченное в пасту, можно инактивировать в течение от 0 минут до 10 минут во всем диапазоне температур.

В случае целых корней и при пороговой температуре  $-15^{\circ}\text{C}$  достигается технически одинаковая концентрация спиртов во всем объеме смеси при времени выдержки от 15 дней до 6 недель, в зависимости от размера корней. При минусовых температурах корни промерзают и способ значительно замедляется, поэтому данный способ не является предпочтительным. В случае целых корней и при пороговой температуре  $180^{\circ}\text{C}$  достигается технически одинаковая концентрация спиртов во всем объеме смеси при времени выдержки  $45 \text{ минут} \pm 15 \text{ мин}$ , в зависимости от размера корней. Известно, что при достижении пороговой температуры исходная жидкая фаза испаряется, и для достижения температуры  $180^{\circ}\text{C}$  способ должен проходить в замкнутом пространстве при повышенном давлении (например, в сосуде высокого давления).

Обычно, это относится к тому, что время выдержки на стадии (ii) инактивации уменьшается пропорционально с повышением температуры и пропорционально увеличивается с увеличением размера частиц.

Инактивация целых корней при низких температурах является малоэффективной. Поэтому предпочтительнее инактивировать целые корни при температуре от  $80^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$  в течение от 30 до 600 минут, в зависимости от размера корней.

Способ инактивации проводится в закрытом пространстве. При нагревании смеси в замкнутом пространстве давление в пространстве увеличивается, и поэтому смесь нагревается быстрее. Таким образом, потери спирта (при испарении) также уменьшаются.

В способе настоящего изобретения, необходимо разбавлять сырье водой. Корень сахарной свеклы содержит приблизительно  $75\% \pm 5\%$  по весу воды. При измельчении, часть воды выделяется из тканей сахарной свеклы, а часть остается в тканях. При смешивании со спиртами обе эти части воды (часть из сахарной свеклы и, возможно, также часть из добавленного спирта) входят в состав жидкой фазы смеси сырья из сахарной свеклы и спиртов.

Смешиваемое соотношение сырья к спирту применяют для целенаправленного регулирования концентрации спирта в смеси и полярности жидкой фазы в смеси. При концентрации спирта в жидкой фазе смеси выше  $60\%$  по объему происходит значительное ослабление процессов деструкции. Значительное ослабление процессов деградации происходит при концентрации спирта выше  $70\%$  по объему.

Результаты показали, что при увеличении концентрации спиртов в жидкой фазе смеси доля углеводов, минералов и бетаина из сахарной свеклы, растворенных в жидкой фазе, снижается, что является благоприятным, так как ограничивает, либо препятствует

поступлению данных веществ в жидкую фазу. Наоборот, доля питательно неблагоприятных веществ (антипитательных веществ) и доля неприятных для восприятия веществ, растворенных в жидкой фазе, увеличивается с увеличением концентрации спиртов в жидкой фазе смеси, тем самым исключая их из продуктов, полученных из твердой фазы. В жидкую фазу попадают и вещества, содержащие фенол, оказывающие положительное влияние на организм человека. Они могут быть получены из жидкой фазы на стадии регенерации спирта при пониженном давлении и температуре ниже 90°C. Известно, что данные вещества можно получить экстракцией спиртами, но нами установлено, что если сырье не подвергается реакциям разложения, то извлечения фенольных веществ является значительно большим. Отмеченные закономерности растворимости отдельных фракций зависят не только от количества спиртов в смеси, но и от типа применяемого спирта.

Отношение спирта к массе определяет эффективность инактивации. Сырье и спирт можно смешивать в весовом соотношении от 2:1 до 1:20, применяя спиртовые растворы с концентрацией, превышающей 70% по объему. С точки зрения эффективности инактивации реакций деградации предпочтительно применять весовое соотношение от 1:4 до 1:5 (сырье:спирт), применяя спиртовые растворы с концентрацией, превышающей 85% по объему, и более предпочтительно представляет собой весовое соотношение от 1:1,5 до 1:4 (сырье:спирт), применяя спиртовые растворы с концентрацией, превышающей 90% по объему.

Целесообразно инактивировать сырье спиртовым раствором более высокой концентрации (например, выше 90% по объему) и затем после получения жидкой фазы повторно применять раствор с концентрацией спирта, превышающей 70% по объему, для дальнейшей инактивации сырья, которое еще не инактивировано. При каждом повторении инактивации, применяя раствор спиртов, который представляет собой жидкую фазу из предыдущей инактивации сырья, концентрация спирта в растворе полученной затем жидкой фазы снижается за счет обогащения его частью воды из сырья в процессе инактивации. Количество возможных повторных применений жидкой фазы на стадии инактивации в виде спиртового раствора ограничивается концентрацией спиртов в созданной жидкой фазе, которая является, по меньшей мере, выше 60% по объему, предпочтительно выше 70% по объему, лучше всего 85% по объему или больше.

Достижимая концентрация спирта в жидкой фазе смеси является решающей для инактивации. Для правильного протекания процесса инактивации важно, чтобы была достигнута минимальная концентрация спирта 60% по объему, предпочтительно 70% по объему или более. При более низких концентрациях спирта сырье не является стабильным к деградации.

То же самое справедливо и в том случае, если перед инактивацией сырье измельчено и предварительно высушено в соответствии со способом настоящего изобретения. В случае, если сырье предварительно высушено более чем на 80%, для проведения инактивации целесообразно применять массовое соотношение сухого

вещества сырья к спирту от 3:2 до 1:2.

Скорость процесса инактивации также зависит от размера частиц сырья. Чем мельче частицы сырья, тем выше скорость процесса инактивации.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, смесь после стадии инактивации можно темперировать, то есть выдерживать при определенной температуре в течение определенного периода времени (сверх указанного выше времени выдержки для инактивации). Темперирование смеси при определенной температуре вызывает изменения, протекание которых в смеси зависит от термодинамической температуры в данных условиях.

Темперирование также может проходить при отрицательных температурах (ниже 0°C) в зимнее время года, при минимальных энергозатратах на способ. При низких температурах (ниже 10°C) темперирование продлевается даже до нескольких часов для достижения результата, аналогичного результату, получаемому при более высоких температурах.

Предпочтительно, смесь можно перемешивать при темперировании. Предпочтительно, темперирование осуществляют при температурах от 15°C до 135°C в течение периода выдерживания вплоть до 180 минут, предпочтительно при температурах от 80°C до 135°C в течение от 1 минуты до 10 минут.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, смесь темперировать в конце инактивации, с выдержкой температуры смеси в течение от 1 минуты вплоть до 60 минут в диапазоне температур от 80°C до 135°C в замкнутом пространстве при постоянном перемешивании. Предпочтительно затем температуру повышают выше 80°C при времени выдержки менее 30 минут и/или повышают температуру до 120°C ± 15°C при времени выдержки менее 60 минут. После достижения необходимой температуры и времени выдержки образующиеся пары начнут выводиться за пределы темперировующего оборудования. Захваченные пары перегоняются и ректифицируются для получения спирта для последующего применения. Предпочтительно затем температуру повышают выше 80°C при времени выдержки менее 30 минут и/или повышают температуру до 120°C ± 15°C при времени выдержки менее 60 минут. После достижения требуемой температуры и времени выдержки образующиеся пары начнут выводиться за пределы оборудования для темперирования. Захваченные пары непосредственно перегоняются и ректифицируются для получения спирта для последующего применения.

При достижении температуры испарения жидкостей полярность жидкой фазы смеси непрерывно возрастает, так как испаряемая часть спирта больше, чем испаряемая часть воды. Этот механизм также избирательно изменяет степень растворимости отдельных веществ и доли сахарной свеклы в жидкой фазе. Выделяющиеся пары при температуре, превышающей 80°C, в частности в интервале от 100°C до 125°C, всегда содержат долю встречающихся в природе неприятных для восприятия веществ из корней сахарной свеклы, растворенных в жидкой фазе смеси до начала испарения. Способ удаления неприятных для восприятия веществ при этом интенсифицируется с

достижением заявленных температурных диапазонов при испарении.

Процесс темперирования прекращают при падении содержания жидкой фазы в смеси ниже 60% по весу, или после выпаривания спиртов из смеси, при этом остаток спирта в жидкой фазе в смеси может составлять вплоть до 5% по весу, предпочтительно ниже 1% по весу.

До, во время или после стадии инактивации корни сахарной свеклы необходимо измельчить. Измельчение корней сахарной свеклы представляет собой процесс, направленный на деление корня сахарной свеклы на части. Корни сахарной свеклы измельчают, например, путем нарезки, разрезания, измельчения, растирания на терке или гомогенизации до тонкой пасты. Под пастой понимается сырье, которое ведет себя как гетерогенная жидкость (жидкая суспензия) при температуре 20°C в атмосферных условиях. Паста приблизительно имеет размер частиц меньше чем 1 мм, предпочтительно меньше чем 0,25 мм.

В способе настоящего изобретения, корни измельчают до сырья, содержащего частицы, где, по мере того, один из размеров частиц является меньшим или равным 50 мм, предпочтительно меньшим или равным 10 мм, даже более предпочтительно меньшим или равным 5 мм, и самое предпочтительное меньшим или равным 3 мм. Сырье из сахарной свеклы также может быть в виде пасты.

Если измельчение корней происходит до стадии инактивации, по меньшей мере, необходимо соблюдать одно из следующих условий (a)-(d):

a) время между измельчением корней и инактивацией составляет не более 24 часов и сокращается пропорционально увеличению поверхности измельченного сырья, так что за измельчением в пасту сразу следует инактивация; и/или

b) во время или сразу после измельчения измельченное сырье подвергают ударному нагреву до температуры, по меньшей мере, 80°C, предпочтительно от 80°C до 230°C, более предпочтительно от 80°C до 180°C, самое предпочтительное от 90°C до 110°C; и/или

c) во время или сразу после измельчения измельченное сырье предварительно высушивают, применяя поток газа (газов) при температуре от 25°C до 180°C, предпочтительно от 85°C до 120°C, до достижения содержания влаги в сырье не более 50% по весу, где, если газы содержат, по меньшей мере, 12% кислорода, то расход газа в сушильном пространстве должен быть от 5,0 м·с<sup>-1</sup> до 40 м·с<sup>-1</sup>, предпочтительно от 5,5 м·с<sup>-1</sup> до 20 м·с<sup>-1</sup>, еще более предпочтительно от 7,5 м·с<sup>-1</sup> до 15 м·с<sup>-1</sup>. Применяемый газ предпочтительно представляет собой воздух, еще более предпочтительно представляет собой воздух с содержанием кислорода, сниженным до значения концентрации ниже 12% по объему, азот или смесь азота и двуокиси углерода, самое предпочтительное углекислый газ; и/или

d) все процессы от измельчения до инактивации/темперирования (включительно) происходят:

- в контролируемой атмосфере, предпочтительно в контролируемой атмосфере с

повышенным содержанием углекислого газа, или в среде с пониженным давлением, где в обоих случаях содержание кислорода снижается, по меньшей мере, на 40%, предпочтительно на 60%, самое предпочтительное на 80% или более, чем содержание кислорода в атмосфере Земли; и возможно

- где интенсивность излучения волн с длинами от 200 нм до 420 нм и от 550 нм до 650 нм, падающих на поверхность продукта, изменяется в значениях ниже  $0,040 \text{ мВт} \cdot \text{см}^{-2}$ , предпочтительно ниже  $0,015 \text{ мВт} \cdot \text{см}^{-2}$ , так что величина энергии, излучаемой в указанном спектре световое излучение, максимально достигает вплоть до  $300 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , предпочтительно вплоть до  $150 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , еще больше предпочтительно вплоть до  $50 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , самое предпочтительное вплоть до  $25 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ .

Нагреванием инактивированного сырья вплоть до температуры, по меньшей мере,  $80^\circ\text{C}$  (предпочтительно выше  $90^\circ\text{C}$ ), достигают удаления ферментов, участвующих в разложении сырья, что ограничивает разложение влажного сырья, в то же время сырье можно подвергать тепловой сушке.

Предпочтительно, сырье нагревают до температуры, по меньшей мере,  $80^\circ\text{C}$ , предпочтительно от  $80^\circ\text{C}$  до  $230^\circ\text{C}$ , от  $80^\circ\text{C}$  до  $180^\circ\text{C}$ , от  $85^\circ\text{C}$  до  $160^\circ\text{C}$ , самое предпочтительное от  $90^\circ\text{C}$  до  $110^\circ\text{C}$  перед измельчением. Температура нагревания сырья ограничивается только выше температуры термического разложения сырья, начинающейся для отдельных компонентов сырья при температуре от  $180^\circ\text{C}$  до  $230^\circ\text{C}$  и продолжающейся при более высоких температурах.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, стадию измельчения можно проводить непосредственно на стадии инактивации, таким образом значительно ограничивая иницирование деградации сырья из-за воздействия кислорода, и/или стадию измельчения проводят в среде с пониженным содержанием кислорода и/или сниженной интенсивностью светового излучения, как описано выше. Наиболее предпочтительно сочетание всех трех условий.

Можно также инактивировать целые корни, и только затем измельчать их, но ввиду более высоких энергетических потребностей целесообразнее, чтобы измельчение происходило до или во время стадии инактивации.

Конечная стадия способа настоящего изобретения представляет собой удаление жидкой фазы из смеси, получая продукт с содержанием сухого вещества от 40% по весу до вплоть до 100% по весу, предпочтительно от 60% по весу до вплоть до 99% по весу.

Удаление жидкой фазы из смеси можно осуществлять различными способами, известными в данной области техники. Например, центрифугированием, сушкой, разделением и последующей сушкой.

Сушка осуществляют в сушилках или в сочетании с экструзией. При сушке в сушилках можно применять микроволновое излучение, и/или вакуумную сушку при пониженном давлении, и/или сушку в псевдооживленном слое в потоке воздуха или газа, или адиабатическое расширение (например, способ экструзии сырья) или контактный нагрев, отдельно или в комбинации. Способ экструзии также изменяет свойства

продуктов, в частности повышает водосвязывающую способность и улучшает растворимость продуктов.

Предпочтительно модифицировать свойства сырья способом экструзии и одновременно полностью высушить сырье на одной стадии получения, если содержание влаги сырья составляет от 5% по весу до 25% по весу.

В предпочтительном варианте осуществления жидкую фазу можно удалить комбинированной сушкой, при которой смесь с частью жидкой фазы, превышающей 50% по весу, сначала сушат на одном оборудовании, путем интенсивного испарения жидкой фазы, и затем продукт полностью высушивается на другом оборудовании до требуемой величины сухого вещества.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, сырье сушат при атмосферном давлении или вакууме (от 1,0 кПа до 60 кПа) при температурах вплоть до 160°C, даже более приблизительно от 40°C до 120°C. Для достижения более светлой окраски получаемых продуктов предпочтительно применять на заключительных стадиях сушки, где содержание воды в смеси является меньшим 60% по весу, температуры вплоть до 100°C; сырье, высушенное на заключительных стадиях сушки при температуре 120°C или выше, может, в некоторых случаях, карамелизоваться (карамелизация может быть желательной в некоторых продуктах).

Альтернативно, жидкую фазу можно удалять из смеси путем разделения и последующей раздельной сушки отдельных фаз.

За счет увеличения концентрации спирта в жидкой фазе смеси (на стадии инактивации) в способе разделения фаз получают более высокую долю сухого вещества в твердой фазе по сравнению с долей сухого вещества в жидкой фазе. Это выгодно, так как способ получения продукта из жидкой фазы является более энергоемким и технологичным, чем получение продукта из твердой фазы, которая подвергается только окончательной сушке после разделения.

В предпочтительном варианте осуществления, перед разделением смесь можно охлаждать до температуры ниже 30°C, таким образом также увеличивая выход твердой фазы в способе разделения, а также уменьшая энергетические затраты. Предпочтительно, чтобы перед и во время процесса разделения смеси смесь выдерживали при температуре от -15°C до 30°C.

Твердую фазу, образующуюся после разделения смеси, сушат, как описано выше, получая продукт с содержанием сухого вещества от 40% по весу до 99% по весу, предпочтительно от 60% по весу до 98% по весу. Затем продукт можно обрабатывать путем измельчения, и/или фракционирования, и/или гидрофобизации, и/или промывки в любом порядке данных стадий.

Жидкую фазу, образовавшуюся после разделения смеси, можно обрабатывать вымораживанием, необязательно жидкую фазу переносят для извлечения спиртов, и остаток после удаления спирта сушат, получая продукт с содержанием сухого вещества от 40% по весу вплоть до 99% по весу, или кристаллизуют.

Извлечение спиртов дает концентрированный спирт, пригодный для повторного применения в способе, и в то же время дает побочный продукт, обычно остаток после перегонки, который можно высушить (как упоминалось выше) или кристаллизовать. После сушки предпочтительно, чтобы полученный таким образом продукт был дополнительно промыт, затем снова разделен, где полученную твердую часть после разделения сушат для получения продукта, и жидкая часть извлекают снова. Полученный таким образом продукт затем пригоден для дальнейшего применения в пищевой промышленности.

Побочный продукт можно обрабатывать способом кристаллизации. Завершенным способом кристаллизации следует разделение, получая твердую и жидкую фазы. Жидкую фазу затем можно дополнительно сушить и промывать.

Кристаллизация представляет собой способ, при котором концентрация веществ, растворенных в растворе, увеличивается за счет удаления, в значительной степени испарения, жидкой фазы из смеси с получением насыщенного раствора, который чаще всего при пониженной температуре становится пересыщенным раствором. Из пересыщенного раствора сахарозы затем можно, инициируя кристаллизацию, получить сахарозу в виде твердого вещества (кристаллы), которое можно отделить от смеси, получив твердую фракцию (сырую кристаллическую сахарозу) и жидкую фракцию. Путем многократного концентрирования полученной жидкой фазы кристаллизацию можно повторить или совместить с сушкой. Высушенную жидкую фракцию после кристаллизации можно промыть спиртом.

Вымораживание жидкой фазы представляет собой стадию, направленную на получение твердой части сухого вещества из жидкой фазы за счет эффекта низкой растворимости твердой части при низкой температуре в жидкой фазе. При подготовке к зиме желательно понизить температуру жидкой фазы до  $-30^{\circ}\text{C}$  -  $10^{\circ}\text{C}$ .

Фракционирование охлаждением жидкой фазы представляет собой стадию, направленную на получение твердой части сухого вещества из жидкой фазы за счет эффекта малой растворимости твердой части при низкой температуре в жидкой фазе. При фракционировании охлаждением предпочтительно понизить температуру жидкой фазы до  $-30^{\circ}\text{C}$ - $10^{\circ}\text{C}$ .

Осажденную твердую часть сухого вещества отделяют после фракционирования охлаждением (второе разделение) и после разделения ее сушат с получением продукта с содержанием сухого вещества от 40% по весу до 99% по весу.

После второго разделения сухое вещество сушат так же, как описано выше. Разница лишь в высушенном сырье, которое представляет собой другую фракцию в способе переработки сахарной свеклы.

Жидкую фазу предпочтительно удаляют после второго разделения для извлечения спиртов и обрабатывают так же, как и после первого разделения.

Способ настоящего изобретения может также включать другие необязательные стадии, которые дополнительно улучшают качество продуктов, или их можно применять

для получения продуктов со специализированными химико-физическими свойствами, пригодными для производства определенных продуктов питания.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, очищенные корни сахарной свеклы можно очистить от кожуры до их измельчения или инактивации, тем самым уменьшая долю темноокрашенных частиц в полученных продуктах. Также известно, что концентрация неприятных для восприятия веществ и веществ, вызывающих деградацию сырья, как правило, уменьшается в корнях от их поверхности к их центру. Предпочтительно избегать деградации также во время очистки корней, например, за счет снижения давления воздуха, снижения содержания кислорода контролируемой атмосферой, снижения интенсивности солнечного излучения, быстрой термообработки при температурах, превышающих 85°C, сухим жаром, или быстрой сушки поверхности полученного сырья.

Чтобы предотвратить деградацию сырья (стабилизация), можно выполнить одну или несколько из следующих стадий (A)-(C):

(A) На стадии измельчения, добавлять  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  и/или  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$  непосредственно к сырью в количестве вплоть до 0,05% по весу, и/или  $\text{NaNO}_2$  и/или  $\text{KNO}_2$  в количестве вплоть до 0,95% по весу. Соли натрия и калия добавляют в твердом химически чистом кристаллическом виде.

Предпочтительно, чтобы количество сульфитов составляло вплоть до 0,05% по весу, даже более предпочтительно вплоть до 0,015% по весу, или количество нитритов составляло вплоть до 0,50% по весу, относительно веса сахарной свеклы, применяемой в способе. Содержание данных веществ является лимитирующим фактором для применения продуктов в пищевой промышленности и с точки зрения пищевой ценности наличие данных веществ в продуктах не является полезным.

(B) также можно снизить концентрации кислорода, по меньшей мере, на 40% по всему во всем способе до инактивации (включительно), в идеале на 90% и более по сравнению с содержанием кислорода в атмосфере, например, путем применения контролируемой атмосферы.

(C) Также можно снизить во всем способе до инактивации (включительно) суммарной энергии излучения длины волны от 100 нм до 1100 нм, в частности от 200 нм до 420 нм, и/или от 550 нм до 650 нм, до величины менее  $300 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , предпочтительно менее  $50 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , самое предпочтительное менее  $25 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ .

Сырье также можно предварительно сушить перед инактивацией - в идеале до содержания от 50% по весу до 99,9% по весу сухого вещества в сырье. Установлено, что при содержании влаги менее 30% по весу реакции деградации в сырье прекращаются из-за отсутствия в сырье жидкой воды.

Предварительная сушка снижает требования к количеству спирта, применяемого в способе инактивации, и увеличивает выход продуктов. Предварительная сушка также частично стабилизирует сырье от деградации.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, сразу после измельчения

сырье нагревают сухим жаром до температуры от 25°C до 120°C, предпочтительно от 85°C до 105°C, до достижения вышеуказанных значений сухого вещества.

Если для предварительной сушки применяют воздух с содержанием кислорода выше 12% по объему, то затем сырье сушат сразу после измельчения при расходе воздуха от  $5,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  до  $40 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , предпочтительно от  $5,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , даже более предпочтительно от  $7,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , где минимальная температура воздуха может составлять: 25°C, 30°C, 35°C, 45°C при относительной влажности сушильного газа от 0% до 45%, от 0% до 65%, максимально вплоть до 85%. При низких температурах воздуха скорость потока воздуха должна быть пропорционально увеличена так, чтобы при 25°C скорость потока воздуха составляла, по меньшей мере,  $12,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  и более.

Предпочтительно, стадию предварительной сушки проводят одновременно со стадиями (B) и/или (C), особенно если, по меньшей мере, один из размеров частиц, образовавшихся после измельчения, является меньшим или равным 3 мм.

При измельчении сырья до пасты необходимо перерабатывать сырье при предварительной сушке в среде с регулируемой атмосферой и пониженной интенсивностью излучения заданных длин волн, где концентрация кислорода в среде составляет менее 8% по объему.

После предварительной сушки и перед инактивацией можно измельчать сырье с содержанием сухого вещества, превышающим 85% по весу, предпочтительно выше 90% по весу, до размера частиц менее 1,5 мм, и затем фракционировать образовавшиеся частицы и только затем инактивировать его. Способ механического фракционирования предварительно высушенного сырья по размерам частиц быстрее протекает с высушенным сырьем, которое не подвергалось инактивации.

При фракционировании (разделении) частиц целесообразно применять сита, расположенные по размеру отверстий ячеек с размером ячеек от 25 мкм до 500 мкм, предпочтительно ряд сит с размером ячеек 50, 100, 150, 200, 250, 400 и 500 мкм. Отдельные фракции можно многократно измельчать и разделять по размеру и/или плотности и порогу воздушного переноса частиц. После каждого повторения измельчения и фракционирования образуются фракции сырья, каждая из которых содержит разный химический (вещественный) состав, отличный от других образующихся фракций.

Сравнивая химический состав фракций, полученных до и после инактивации из высушенного сырья, мы обнаружили, что есть небольшие различия в содержании моно- и дисахаридов, минералов и полисахаридов отдельных фракций, если фракционирование проводят одним и тем же способом до инактивации, чем после инактивации спиртами. Фракционирование после инактивации сырья позволяет добиться более высоких различий в качественном составе отдельных фракций, полученных одним и тем же способом фракционирования. Различия также обнаруживаются и в химическом составе фракций при сравнении одной и той же фракции, полученной фракционированием до и после инактивации (представление каждого вещества из сухого вещества сахарной свеклы во фракциях продукта различается).

Сырье, которое не стабилизировано на стадии измельчения, предварительно высушивают при температуре от 25°C до 180°C, более предпочтительно от 85°C, самое предпочтительно от 95°C, предпочтительно одновременно со стадиями (B) и (C). Затем сырье может полностью высушить до содержания влаги вплоть до 1% по весу.

Предварительную сушку можно также проводить комбинированной предварительной сушкой, так же, как и при сушке.

Целесообразно, чтобы температура в процессе предварительной сушки и/или сушки регулировалась, исходя из содержания влаги сырья и/или размера частиц сырья, где при более высоком содержании влаги или размере частиц сырье первоначально сушат при более высоких температурах выше 100°C, и когда содержание влаги сырья падает, температуру сушки снижают в пределах, указанных в настоящем изобретении.

Благодаря частичному устранению деградационных изменений и специализации продукта, смесь на стадии измельчения можно подкислить органической или неорганической кислотой (в частности лимонной кислотой, яблочной кислотой, уксусной кислотой, молочной кислотой, винной кислотой, хлористоводородной кислотой, фосфорной кислотой и другими), доводя pH сырья до значения в пределах от 2,0 до 4,9, предпочтительно от 2,0 до 4,2. В то же время, регулируя pH в зависимости от типа применяемой кислоты, можно также регулировать вкус и общий органолептический профиль данного продукта.

Пары, образующиеся на стадии инактивации, темперирования и сушки, можно улавливать для извлечения спиртов при атмосферном давлении или под вакуумом вплоть до 40 кПа, предпочтительно при давлении ниже 9,9 кПа. Это позволит снизить потери и увеличить долю оборотных спиртов для дальнейшего применения. Удаление паров для извлечения спиртов можно проводить на каждой стадии, на которой образующиеся пары содержат спирт.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, после стадии измельчения (особенно перед инактивацией или в процессе инактивации), сырье/смесь можно обрабатывать ультразвуком (сонация).

Предпочтительно измельчать сырье в пасту перед обработкой ультразвуком, и затем стабилизировать. Если сырье не стабилизируют после его измельчения, то процесс обработки ультразвуком перед инактивацией происходит при снижении концентрации кислорода, по меньшей мере, на 80%.

Сырье/смесь озвучивают на частотах от 10,0 кГц до 40 кГц в течение от 1 мин до 6 часов при мощности ультразвука от 30 Дж/г до 4500 Дж/г смеси.

Обработку ультразвуком обычно проводят при частотах ультразвука от 15 кГц до 35 кГц, самое предпочтительное от 18 кГц до 26 кГц при мощности ультразвука от 35 Дж/г до 3000 Дж/г.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, для снижения вязкости смесь можно нагревать во время обработки ультразвуком, а затем поддерживать при температуре от 50°C до 85°C, предпочтительно от 60°C до 70°C. Температуру

поддерживают внешним источником энергии.

Обработка ультразвуком увеличивает растворимость веществ в воде при одновременном снижении вязкости сырья. Мы обнаружили, что обработка ультразвуком также может изменять физико-химические свойства продуктов. С увеличением производительности ультразвука улучшаются органолептические свойства сырья, в частности устраняются неприятный вкус и запах. Обработанные ультразвуком продукты высыхают быстрее по сравнению с необработанными продуктами и имеют более тонкую структуру после сушки и измельчения. Меняется степень растворимости в воде и доля растворимой клетчатки.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, после сушки продукт можно промывать.

Цель промывки заключается в снижении интенсивности окраски в сторону более светлых оттенков продукта и удалении остаточных органолептически неприятных вещества.

Промывку осуществляют повторением стадии смешивания со спиртами в соотношении от 4:1 до 1:5, от 2:1 до 1:2 (продукт:спирт), с минимальной концентрацией спиртового раствора 70% по объему. Затем смесь нагревают при постоянном перемешивании до температуры в диапазоне от 0°C до 90°C, и поддерживают температуру от 0 минут вплоть до 600 минут. Затем смесь разделяют и далее обрабатывают, как описано в основном способе обработки.

Все вышеперечисленные необязательные стадии можно свободно комбинировать.

Продукт, после сушки до содержания сухого вещества 60% по весу, представляет собой пасту, которую для увеличения срока годности предпочтительно расфасовывают в горячезаполненные герметичные контейнеры.

Продукт после сушки, или сырье после предварительной сушки и до инактивации, с содержанием сухого вещества выше 80% по весу, предпочтительно выше 90% по весу сухого вещества, в виде твердого сырья, можно затем регулировать измельчением до требуемого размера частиц, где в результате измельчения получают сырье в виде порошка. После измельчения целесообразно разделить сырье на фракции по размеру частиц на ситах или способом воздушного дрейфа частиц.

Затем или альтернативно, продукт/сырье можно гидрофобизировать смешением с жирами для достижения лучшей устойчивости к влажности воздуха и ограничения затвердевания продуктов в среде с влажностью воздуха.

В способе измельчения помимо размера частиц регулируют содержание влаги в диапазоне от 15% по весу до 2% по весу. Интенсивное измельчение вызывает трение, при котором температура сырья повышается. Во время измельчения вода все еще может испаряться из твердой части, увеличивая долю сухого вещества в измельченном сырье. Обработка грануляцией также влияет на растворимость сырья в воде и вязкость, достигаемую при измельчении полученного сырья в смеси с водой.

Все продукты, полученные, применяя способ настоящего изобретения, кроме

продуктов, полученных из жидкой фазы из остатка после перегонки в извлечении спирта, можно фракционировать после их измельчения на стадии жидкого фракционирования и/или разделения на ситах по размеру частиц, где размер отверстия сетки сита регулирует размер фракции, создаваемой на и под ситом. Отдельные фракции отличаются друг от друга размером частиц, как правило, также по вещественному составу и химико-физическим свойствам. Стадия фракционирования выгодна по причине специализации продуктов для их применения в производстве различных видов пищевых продуктов, где к текстуре и/или пищевым параметрам пищевых продуктов предъявляются различные требования.

Способ гидрофобизации проводят на высокоскоростных смесителях, или гомогенизаторах, или распылением жиров. Готовые продукты с содержанием влаги ниже 15% по весу, предпочтительно ниже 4% по весу в твердом состоянии смешивают с растительными жирами в жидком виде (маслами) при температуре плотно до 60°C, в соотношениях от 1:2 до 1:50 по весу (масло:продукт), получая порошок или пастообразный продукт. Гидрофобизированный продукт в виде порошка всегда поглощает меньше атмосферной влаги, чем негидрофобизированный продукт, где разница в абсорбции может составлять более 80%. Гидрофобизированный продукт с более высокой долей добавленного жира в конечной форме пасты показал даже более чем 90% снижение адсорбции влаги из воздуха за 24 часа. Продукты с более высокой долей жиров подходили для пищевых продуктов, в рецептуре которых присутствует высокая доля растительных жиров (например, шоколад). Наоборот, продукты с более низким содержанием жира подходили для пищевых продуктов с низким содержанием растительных жиров в рецепте (например, джемы или хлебобулочные продукты).

Способ описанного изобретения дает продукты с высокими питательными и органолептическими качествами, светлой стабильной окраской и хорошими функциональными свойствами. Данный способ обеспечивает продукты для широкого применения в пищевых продуктах. Продукт не содержит или содержит только пороговые количества неприятных для восприятия воспринимаемых веществ, является микробиологически и химически стабильным.

Продукты, полученные способом настоящего изобретения, характеризуются содержанием моно- и дисахаридов в сухом веществе продукта (вплоть до 95% по весу) и/или общим содержанием клетчатки в сухом веществе продукта (вплоть до 85% по весу), содержанием важных минералов в сухом веществе продукта (вплоть до 4,5% по весу), содержанием бетаина (вплоть до 1500 мг/кг сухого продукта), содержанием фенольных веществ с антиоксидантной способностью (вплоть до 5% по весу). Содержание веществ в сухом веществе может варьироваться в зависимости от применения различных необязательных стадий способа настоящего изобретения. Однако содержание веществ в продуктах всегда зависит от содержания данных веществ в исходном сырье.

Краткое описание чертежей

Фигура 1 представляет собой технологическую схему, описывающую способ

переработки сахарной свеклы согласно настоящему изобретению.

Примеры вариантов осуществления

Пример 1

Дефолированный корень сахарной свеклы очищали от поверхностных загрязнений. Весь корень измельчали до стружки толщиной около 10 мм. Затем стружку смешивали с раствором этанола с концентрацией 95% по объему этанола в весовом соотношении 1:1,5 (сырье:этанол), и данную смесь гомогенизировали до мелкодисперсной пасты. Затем смесь нагревали до  $85^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  при постоянном перемешивании с выдержкой 10 минут. Затем смесь охлаждали до  $25^{\circ}\text{C}$  и разделяли на жидкую и твердую фазы.

Твердую фазу сушили при температуре  $100^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  до конечного содержания сухого вещества 92% по весу, при этом получается частичный твердофазный продукт (SP1).

Жидкую фазу сушили при постоянном перемешивании при температуре  $55^{\circ}\text{C}$ , в вакууме  $15\text{ кПа}\pm 5\text{ кПа}$ . После упаривания спирта из жидкой фазы получали побочный продукт, состоящий в основном из водного раствора моно- и дисахаридов, минералов и других минорных веществ, выделенных из сахарной свеклы. Данный побочный продукт дополнительно сушили в вакуумной пленочной сушилке при температуре  $100^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  и давлении  $15\text{ кПа}\pm 5\text{ кПа}$  до содержания сухого вещества 94% по весу. Полученный таким образом частичный продукт из жидкой фазы подвергали дальнейшей промывке - смешивали с 95% по объему этанола в весовом соотношении 1:1. Смесь нагревали вплоть до температуры  $40^{\circ}\text{C}$  и разделяли. После данного второго разделения полученную твердую фазу сушили при температуре вплоть до  $100^{\circ}\text{C}$ , получая частичный продукт из жидкой фазы после второго разделения (LP1).

Этанол извлекали из жидкой фазы после второго разделения при давлении 9,9 кПа. При извлечении получают дистилляционный остаток (SP2), который сушили так же, как побочный продукт из жидкой фазы после первого разделения.

Пары, образующиеся в течение всего процесса, улавливали для извлечения этанола.

Твердофазный продукт (SP1) содержал в частности высшие полисахариды, такие как пектиновые вещества, гемицеллюлозу и целлюлозу из сахарной свеклы, которые составляли  $80\%\pm 4\%$  по весу в сухом веществе данной фракции. Остальную часть твердофазной фракции составляли моно- и дисахариды ( $6\%\pm 2\%$  по весу) и в незначительной степени другие вещества, оставшиеся из сахарной свеклы. Продукт был белого цвета, без следов неприятных для восприятия веществ.

Жидкофазный продукт (LP1) содержал в сухом веществе преимущественно моно- и дисахариды (88% по весу), минералы (1,35% по весу), бетаин (480мг/100г), а также другие небольшие количества веществ, полученных из сахарной свеклы. Продукт был белого цвета с желто-бежевым оттенком, без следов неприятных для восприятия веществ. Остаток после перегонки после сушки (SP2) содержал остаточные сахара и минералы, а также антипитательные и красящие вещества, имел зеленый цвет и содержал узнаваемую

долю неприятных для восприятия веществ.

При смешивании твердофазной (SP1) и жидкофазной (LP1) частей в различных соотношениях получали продукт из цельного корня сахарной свеклы, причем состав веществ которого зависел от смешиваемого соотношения двух фракций. Для применения в производстве джемов соотношение фракций в смеси составляло приблизительно 3:1 (LP1:SP1), для применения в пшеничных хлебобулочных продуктах соотношение фракций в смеси составляло 1:1.

При применении в рецептуре пищевого продукта органолептические и общие сенсорные параметры продукта не изменялись даже при дальнейшей обработке способами, применяемыми при производстве конечного пищевого продукта (например, хлебобулочных изделий, джемов или шоколадного сырья).

#### Пример 1.2

Как в примере 1, корень сахарной свеклы перерабатывали измельчением и инактивацией в тех же условиях способа. Затем, сразу после инактивации смесь упаривали в среде пониженного давления при температуре  $80^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , выпаренный спирт из смеси извлекали, получая спирт для дальнейшего применения в способе. После выпаривания спирта до уровня ниже 5% по весу в смеси смесь перекачивали в пленочный испаритель, где его сушили до уровня сухого вещества  $90\%\pm 5\%$  по весу. Полученный таким образом продукт имел бледно-зелено-бежевый оттенок и имел очень слабый, лишь слабо распознаваемый неприятный для восприятия запах сахарной свеклы. Затем продукт промывали 95% об./об. этанолом в весовом соотношении 1:1 при температуре  $30^{\circ}\text{C}$  в течение 5 минут. Затем твердую фазу отделяли от жидкой фазы. Твердую фазу сушили при температуре  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , получая продукт. Жидкую фазу извлекали под вакуумом 9,9 кПа при температуре  $35^{\circ}\text{C}$ , получая этанол с концентрацией 95% по объему и дистилляционный остаток.

Продукт/концентрат из твердой фазы, полученный после промывки, имел цвет от светло-желтого до светло-бежевого, без следов неприятных для восприятия и антипитательных веществ. Концентрат содержал долю простых сахаров (моно- и дисахаридов) в сухом веществе от 62% по весу до 68% по весу, содержание минеральных веществ  $1,30\%\pm 0,12\%$  по весу, представленных в частности K, Na, Mg, Ca, Fe, F, Zn, Cu, Mn. Общее содержание клетчатки составило приблизительно  $18,8\%\pm 2,6\%$  по весу (общая клетчатка состояла в основном из: целлюлозы, гемицеллюлозы, пектиновых соединений), содержание бетаина оценивали на уровне  $685\text{ мг}/100\text{ г}\pm 48\text{ мг}$ , содержание витаминов группы B составило  $14\text{ мг}/100\text{ г}\pm 1,9\text{ мг}/100\text{ г}$ . Вещественный состав концентратов сахарной свеклы в повторных экспериментах всегда зависел от представленности индивидуальных веществ в сахарной свекле в качестве исходного сырья, поступающего в способ.

#### Пример 1.3

Дефолиированный корень сахарной свеклы очищали от поверхностных загрязнений. Корень разрезали на стружку разной длины от 30 до 140 мм с поперечным

сечением примерно 10x20 мм. Затем полученные кусочки инактивировали смешиванием их с 95% об./об. этанолом в соотношении 1:2 (сухое вещество сырья:этанол) при постоянном перемешивании в течение 15 минут. По истечении периода инактивации смесь темперировали. Темперирование включало постепенный нагрев при постоянном перемешивании до температуры  $120^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$  в течение 30 минут в закрытом сосуде высокого давления. По истечении времени выдержки образовавшиеся пары постепенно удаляли из сосуда высокого давления при постоянном изменении и непосредственно ректифицировали отгонкой, получая спирт. Способ упаривания завершался в тот момент, когда содержание этанола в смеси опускалось ниже 5% по весу. После завершения способа сырье измельчали до пасты и перекачивали в пленочную вакуумную сушилку, где ее сушили при температуре  $120^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  и давлении  $20\text{ кПа}\pm 10\text{ кПа}$  до конечного содержания сухого вещества 92% по весу.

Полученный таким образом продукт после сушки имел зелено-бежевый цвет с низким, но приемлемым содержанием неприятных для восприятия веществ. Для этого продукт измельчали до мелкодисперсного порошка с частицами менее 500 мкм, и затем продукт промывали этанолом при концентрации 95% по объему, смешивая его в соотношении 1:2 (продукт:этанол). Смесь нагревали до температуры  $85^{\circ}\text{C}$  в закрытом сосуде в течение 10 минут; по истечении времени выдержки смесь охлаждали до  $15^{\circ}\text{C}$  и разделяли. Полученную твердую фазу сушили при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  в сушилке. Жидкую фазу, после отделения, применяли для извлечения спирта, как в примере 1.

После промывки полученный продукт имел бледно-желто-белый цвет, вкус продукта после его промывки и сушки был без следов неприятных для восприятия веществ, со слабым приятным ароматом и привкусом карамелизации сахаров. Для применения в пищевых рецептах параметры продукта не изменяли при дальнейшей обработке способами, применяемыми при производстве конечного пищевого продукта (например, хлебобулочных изделий, джемов или шоколада). Сырьевой состав продукта в повторных экспериментах всегда зависел от состава веществ исходного сырья, как и в случае примера (1.1).

#### Пример 2

Дефолированный корень сахарной свеклы с содержанием сахара, определенным на уровне 14% по весу содержания сахарозы, очищали от поверхностных примесей и грубо очищали от поверхностной кожуры. Сахарную свеклу измельчали, разрезая на куски толщиной 20 мм. Нарезанное таким образом сырье сразу делили на несколько частей, и каждую часть смешивали с одним из группы спиртов: этанолом, метанолом, пропанолом и их смесью, всегда состоящей из двух спиртов данной группы в соотношении 1:1. Затем кусочки сахарной свеклы гомогенизировали в спирте, получая мелкодисперсную пасту.

Применяемые спиртовые растворы испытывали при двух различных концентрациях: 85% по объему и 95% по объему. Соотношение смешивания пасты сахарной свеклы со спиртами составляло 1:1, 1:2, 1:5, 1:10 и 1:15 (сырье:спирт).

В одной группе образцов инактивацию проводили добавлением соответствующего спирта при постоянном перемешивании при температуре 25°C. В другой группе образцов смесь спирта и пасты в процессе инактивации нагревали до температуры 85°C±5°C в герметичном сосуде с выдержкой 10 минут. Инактивированные образцы смеси темперировали путем их нагрева вплоть до температуры 110°C±10°C в закрытом сосуде под давлением при постоянном перемешивании и в течение времени выдержки 10 минут и 30 минут. Затем большую часть жидкой фазы упаривали из смеси (до содержания сухих веществ 60% по весу) в пленочном испарителе и дополнительно сушили при температурах 100°C±10°C при пониженном давлении 20 кПа±10 кПа. При содержании сухих веществ 60% по весу полученный продукт имел пастообразную консистенцию; с содержанием сухого вещества 92%±5% по весу образовался порошкообразный продукт/концентрат.

Полученный продукт измельчали до требуемой грануляции с размером частиц менее 1000 мкм. Цвет продуктов, полученных после сушки, был от светло-зеленого до бежевого, продукты с более высоким содержанием воды всегда были темнее. Цвет продуктов оставался неизменным даже после многократного нагревания. Органолептические свойства продуктов после сушки находились на границе приемлемого, с очень низкой интенсивностью запаха сахарной свеклы. Интенсивность неприятного запаха уменьшалась с увеличением доли спирта в смеси, добавляемой на стадии инактивации. Последующая промывка, как в примере 1.3, значительно улучшила как цветовые, так и органолептические показатели продуктов. Полученный продукт после промывки не изменил своих параметров даже при дальнейшей обработке способами, применяемыми при производстве конечного пищевого продукта (например, хлебобулочных изделий, джемов или шоколада).

Испарившуюся воду и спирт собирали в процессе сушки, и извлекали спирт из смеси для дальнейшего применения перегонкой и ректификацией под вакуумом (вплоть до 9,9 кПа). В способе энергию пара рекуперировали и применяли для нагрева в других фазах способа. При применении 85% об./об. спиртовых растворов наиболее оптимальные органолептические свойства концентратов получали при соотношении смешивания 1:5. Способ на основе пропанола (C3) был лучше при оценке с точки зрения органолептических свойств, но способ на основе этанола был оценен как наиболее предпочтительный. При концентрации спирта 95% по объему наиболее выгодным соотношением смешивания (паста из сахарной свеклы:спирт) было уже соотношение 1:2 при применении этанола (C2). При применении метанола (C1) или смесей спиртов органолептические показатели оценивались как более плохие, в случае пропанола (C3) в некоторых случаях они были лучше, или сравнимы с этанолом (C2). При применении метанола продукты обнаруживали следовые количества неприятных для восприятия веществ сахарной свеклы, но в случае этанола и пропанола, неприятные для восприятия вещества подавлялись до предела сенсорной приемлемости или за пределы сенсорного восприятия.

Более предпочтительная температура инактивации составляла выше 80°C, при

которой продукты, полученные после промывки, всегда были светлее по цвету по сравнению с продуктами, полученными при температуре инактивации 25°C. После промывки продукты при температуре инактивации 25°C имели более темный цвет.

В полученных таким образом продуктах сохраняются питательные вещества, полученные из сахарной свеклы, а также содержание полифенольных соединений, которые минимально разрушаются в процессе окисления. В случае, когда отношение сырья к спирту составляет менее 1:2 (сырье:спирт), продукты после стадии сушки перед стадией промывки имели заметное легкое изменение цвета в сторону оттенков от зеленого до бежевого. Все продукты сохранили характерный сладкий вкус. Продукты не были карамелизированы и в их сухом веществе изначально содержалось большое количество пищевых волокон сахарной свеклы (от 8% до 10%). Полученные продукты не содержали сульфитов, восстановителей или добавок. Полученные продукты не показали какого-либо ухудшения со стороны веществ, снижающих их органолептические или питательные качества. Вещества с отрицательными органолептическими свойствами, присущими сахарной свекле, были устранены в способе и не были сенсорно заметны.

Содержание простых сахаров (моно- и дисахаридов) в полученных концентратах достигало уровня от 62% по весу до 68% по весу, содержание минеральных веществ  $1,10\% \pm 0,15\%$  по весу, в частности K, Na, Mg, Ca, Fe, F, Zn, Cu, Mn. Общее содержание клетчатки составило приблизительно  $19,6\% \pm 2,8\%$  по весу (общая клетчатка состояла в основном из: целлюлозы, гемицеллюлозы, пектиновых соединений), содержание бетаина оценивали на уровне 588 мг/100 г  $\pm 61$  мг, содержание витаминов группы В составило 10 мг/100 г  $\pm 1,6$  мг/100 г. Вещественный состав сахарной свеклы продуктов/концентратов в повторных экспериментах всегда зависел от представленности индивидуальных веществ в исходном сырье, поступающем в способ.

### Пример 3

В примере 3, применяли тот же способ, что и в примере 2, но с той разницей, что измельченное сырье перед смешиванием со спиртами предварительно сушили комбинированной сушкой с применением сушки в кипящем слое в контролируемой атмосфере и на воздухе при температуре 100°C и скорости потока воздуха 6,5 м·с<sup>-1</sup>. Жидкостную сушку в контролируемой атмосфере применяли до достижения температуры сырья 85°C  $\pm 5$ °C, и затем сырье сушили в сушилке с псевдооживленным слоем до значения сухого вещества 60% по весу и 90% по весу. Способ предварительной сушки проводили при концентрации кислорода, пониженной на 40%, содержащей углекислый газ. Остальная часть способа была такой же, как в примере 2.

Полученные продукты имели содержание сухого вещества 95% по весу. Продукты имели сравнимые органолептические свойства с оттенком, немного более темным по цвету по сравнению с продуктами, полученными без предварительной сушки. Отличие от продуктов, полученных в примере 2, заключалось в том, что органолептическое качество продуктов (особенно вкус, запах при употреблении), прошедших предварительную сушку, уже при соотношении сырья и спирта 1:1 были сопоставимо с качеством продуктов

примера 2, полученных при более высоких соотношениях добавленных спиртов. Образовавшиеся пары в процессе темперирования экстрагировали при температуре  $110^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ , отправляли непосредственно на рекуперацию, в которой спирт концентрировали с получением растворов с концентрацией спирта мин 80% по объему. Полученные продукты, после сушки до содержания сухих веществ 97% по весу, затем промывали. Промывку продуктов проводили таким образом, что после их сушки продукты многократно смешивали со спиртами в соотношении 2:1 или 1:1 (продукт:спирт), аналогично как в способе инактивации. Температура смеси при промывке составляла  $50^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$  в течение 10 минут при постоянном перемешивании; смесь затем охлаждали до  $20^{\circ}\text{C}$  и разделяли на жидкую и твердую фазы. После разделения твердую фазу сушили при температуре  $90^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$  до значения сухого вещества 97% по весу. Полученный продукт был светлее по цвету, имел те же или лучшие органолептические свойства и сравнимый состав веществ, что и продукты примера 2. Жидкую фазу после разделения извлекали для получения спиртов для повторного применения. Продукт содержал все вещества, получаемые из сырья, способ останавливал процессы деградации и удалял неприятные для восприятия компоненты и часть продуктов деградации, вызывающих изменение цвета смеси. Содержание сахара в полученных концентратах составило 68% по весу, содержание минеральных веществ составило 1,25% по весу, в частности калия, натрия, магния, кальция, железа, фтора, цинка, меди, марганца (K, Na, Mg, Ca, Fe, F, Zn, Cu, Mn). Общее содержание клетчатки составило  $20\%\pm 2\%$  по весу, состоящей в основном из целлюлозы, гемицеллюлозы и пектиновых соединений, содержание бетаина оценивали на уровне  $715\text{ мг}/100\text{ г}\pm 55\text{ мг}/100\text{ г}$ , содержание витаминов группы В составило  $18\text{ мг}/100\text{ г}\pm 2\text{ мг}/100\text{ г}$ .

#### Пример 4

Очищенную и дефолированную сахарную свеклу после сбора урожая с содержанием общего сухого вещества 24,8% по весу измельчали перетиранием на стружку толщиной приблизительно 3 мм. Полученное сырье сразу количественно делилось на две части. Одну часть предварительно сушили горячим газом, в котором содержание кислорода было снижено до 5% по объему, при температуре сушки  $110^{\circ}\text{C}$  в сушилке с псевдооживленным слоем при пониженной интенсивности светового излучения с длиной волны от 200 нм до 420 нм и от 550 нм до 600 нм (интенсивность вплоть до  $0,010\text{ мВт}\cdot\text{см}^{-2}$ , и общая энергия после достижения 50% по весу сухого вещества составила  $20\text{ МДж}\cdot\text{см}^{-2}\pm 5\text{ МДж}\cdot\text{см}^{-2}$ ). Предварительная сушка происходила до достижения температуры в сырье  $80^{\circ}\text{C}$  и повышения содержания сухого вещества сырья до 50% по весу, с последующей дополнительной сушкой сырья при температуре  $80^{\circ}\text{C}$  до содержания сухого вещества 65% по весу. Вторую часть обрабатывали без этапа предварительной сушки. Обе части инактивировали смешиванием их с одноатомными спиртами С1-С3, как в примере 2. Концентрация применяемых спиртовых растворов составляла, по меньшей мере, 85% по объему. Каждую из полученных смесей получали смешиванием сырья после измельчения или предварительной сушки с одним из спиртов С1-С3 в указанных

соотношениях. Каждую смесь затем нагревали в закрытом сосуде до температуры 90°C при постоянном перемешивании в течение 20 минут. Каждую смесь разделяли на фильтр-центрифуге, получая жидкую и твердую фазы. Твердую фазу предварительно высушенной части сырья сушили при температуре 100°C±10°C до достижения содержания сухого вещества 95% по весу. Выходящие пары улавливали для регенерации спиртов, а также для рекуперации энергии с помощью теплоносителя. И спирты, и энергию извлекали и повторно применяли в способе.

После ее отделения жидкую фазу предварительно высушенной части сырья вымораживали при температуре -18°C. При той же температуре ее транспортировали на следующее разделение, второе по порядку, а после этого разделения полученную вторую твердую фазу сушили в сушилке с псевдоожиженным слоем при тех же условиях, что и на предыдущей стадии. При сушке образующиеся испарения собирали и применяли непосредственно для извлечения спиртов. Полученную вторую жидкую фазу после второго разделения направляли на извлечения спиртов отгонкой при температуре 45°C и давлении 12,0 кПа±5,0 кПа. После извлечения второй жидкой фазы был получен побочный продукт, представляющий собой концентрированный водный раствор части сухого вещества сахарной свеклы.

Данный побочный продукт затем нагревали до температуры 115°C±10°C в закрытом пространстве в течение 40 минут, после чего его концентрировали. Затем его высушивали, получая частичный продукт с высокой антиоксидантной активностью и содержанием фенольных соединений на уровне 1,9%±0,15% по весу. В полученных таким образом продуктах после сушки первой и второй твердых фаз определяли содержание простых моно- и дисахаридов из сахарной свеклы, общее содержание клетчатки, комплекс минералов и бетаин.

Количество отслеживаемых веществ варьировалось в отдельных парциальных фракциях продукта пропорционально изменению смешиваемого соотношения пасты и спирта на стадии инактивации.

Поскольку доля спирта в жидкой фазе смеси при инактивации увеличивается, сенсорные параметры полученных продуктов улучшаются. Способ фракционирования охлаждением давал продукт, только если сырье предварительно сушили после его измельчения до, по меньшей мере, 50% содержания сухого вещества.

В случае, когда сырье предварительно не сушили, первая твердая часть после первого разделения состояла в основном из фракции волокон, которая составляла 80%±9% по весу сухого вещества во фракции продукта. Остальная часть полученных таким образом фракций продукта состояла примерно из 12%±8% сахаров и других несугарных компонентов сахарной свеклы. Большинство моно- и дисахаридов из сахарной свеклы растворялись в жидкой фазе. Жидкую фазу после первого отделения от сырья без предварительной сушки вымораживали для получения минимальной части выхода твердой фазы на второй стадии разделения.

В последующем процессе извлечения спиртов из жидкой фазы после второго

разделения растворенные вещества выводились из жидкой фазы в виде дистилляционного остатка, который подвергался дальнейшей переработке. Остаток делили на две половины, одну половину нагревали вплоть до температуры  $110^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$  в закрытом реакторе с рубашкой в течение 10 минут, и затем сушили при температуре  $90^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, после извлечения был получен еще один частичный продукт. Другую половину остатка после перегонки обрабатывали кристаллизацией по тому же способу, что и для получения сахарозы на сахарных заводах, и таким образом получали сахар-сырец. Остаток полученной в результате жидкости после получения сахара-сырца сушили с получением сухого вещества, из которого образовалась другая фракция продукта. Продукты были окрашены в зелено-бежевые оттенки и имели слегка узнаваемый запах сахарной свеклы. Способ промывки спиртом, как в примере 1, позволил устранить зеленоватые оттенки продуктов, а также остаточные неприятные органолептические вещества. Смешивая их с другими фракциями продукта, полученными в первом и втором процессах разделения, можно получить конечный продукт с точным составом вещества.

Твердую фазу, полученную после первого отделения от сырья без предварительной сушки, сушили при температуре  $120^{\circ}\text{C}$  до получения содержания сухого вещества 90% по весу. Продукт, полученный таким образом, не содержал следов неприятных для восприятия веществ из сахарной свеклы выше и имел более светлый цвет, чем продукты, полученные в примере 2. Продукты, полученные описанным выше способом, не имели повреждений от деградации. Полученные продукты были светло-бежевого цвета без сенсорных следов негативных сенсорных веществ из сахарной свеклы. Частичные продукты, полученные при извлечении спиртов из жидкой фазы при соотношениях смешивания от 1:1 до 1:1,5 без предварительной сушки сырья, содержали высокую долю моно- и дисахаридов  $85\%\pm 6\%$  по весу, белков от 3,5% до 4,1% по весу, минералов от 0,78% до 1,1% по весу и бетаина приблизительно 620 мг/100 г  $\pm 60$  мг/100 г. Доли и количества веществ всегда зависели от вещественного состава поступающего исходного сырья.

#### Пример 5

Дефолированную сахарную свеклу с содержанием сахара 15,6% по весу от содержания сахарозы очищали от поверхностных примесей. Затем ее измельчали на терке, гомогенизировали и измельчали до тонкой пасты. В процессе измельчения в пасту добавляли 0,05% по весу  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , в повторных экспериментах добавляли либо то же количество  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , либо 0,65% по весу  $\text{NaNO}_2$ , либо 0,05% по весу  $\text{KNO}_2$ . Соли натрия или калия всегда добавляли в твердом виде (порошок) для замедления процессов окисления, катализируемых ферментами в пасте после разрушения тканей. Приготовленную таким образом смешанную пасту всегда делили на две равные части. В первой части добавление лимонной кислоты (в твердом виде в виде порошка) доводило значение pH до 3,6, во второй части пасты ее pH не регулировали. Обе части отдельно предварительно сушили в вакуумной сушилке при давлении  $0,1 \text{ бар}\pm 0,05 \text{ бар}$ , при температуре  $80^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ , до содержания сухого вещества 90% по весу. Сырье, полученное

таким способом, имело аналогичный состав веществ исходному продукту из сахарной свеклы, но сырье, полученное с регулированием рН, содержало более высокие количества моносахаридов глюкозы и фруктозы на 42% по весу за счет сахарозы. Оба сырья были окрашены в оттенки от бежевого до светло-зеленого. Органолептическая оценка показала, что сырье с отрегулированным рН, с применением лимонной кислоты, было светлее по цвету и имело более низкое содержание неприятных для восприятия веществ сахарной свеклы по сравнению с продуктом без регулирования рН. Тем не менее, органолептические свойства полученного таким образом сырья по-прежнему демонстрировали ощутимые органолептические следы неприятного запаха сахарной свеклы, окраска сырья по-прежнему влияла на цветовой оттенок пищевых продуктов и продолжала ухудшаться в условиях повышенной окислительно-восстановительной активности сырья в последующих прикладных испытаниях. Следовательно, полученное таким образом сырье с содержанием влаги от 10% до 12% по весу дополнительно обрабатывали спиртами с одной ОН группой, имеющими в молекуле от одного до трех атомов углерода (С1-С3), метанолом, этанолом, пропанолом при концентрации 85% по весу объема в жидком виде. В процессе инактивации применяли спиртовые растворы, как и в предыдущих примерах. После завершения процесса инактивации образцы разделяли или сначала охлаждали до 25°C, а затем разделяли по отдельности в фильтрационной центрифуге или с помощью вакуумной фильтрации, всегда получая твердую фазу и жидкую фазу. Твердую часть затем сушили в вакуумной сушилке для каждого образца при температуре 80°C±10°C. Сухое вещество в твердой части после сушки составляло от 90% до 95% по весу продукта, при этом содержание остаточного спирта в продукте всегда было ниже 1,0% по весу.

Отделенную жидкую часть извлекали на ректификационной колонне или на дистилляционной колонне при давлении 10 кПа±5 кПа. Таким образом, применяемые спирты извлекали путем перегонки для их дальнейшего применения, получая спирт с концентрацией, по меньшей мере, 80% по объему и остаток после перегонки, содержащий вещества их сухого вещества сахарной свеклы, которые перешли в жидкую фазу в процессе разделения. Остаток после перегонки после извлечения спиртов дополнительно сушили при 100°C±5°C и промывали, как в примере 1.3, получая продукт (фракцию) из сахарной свеклы с высоким содержанием моно- и дисахаридов, минорным содержанием минералов и бетаина.

Клетчатка, как нерастворимая часть, всегда переходила в твердую фазу. Самое низкое органолептическое качество продуктов/концентратов сахарной свеклы получали при применении метанола по сравнению с другими спиртами.

Вещественный состав продуктов, полученных после сушки отделенной твердой фазы и сушки переработанной жидкой фазы, соответствовал суммарному составу продукта в примере 2, однако продукт содержал добавленные аллергены. Сенсорные свойства не нарушались негативными веществами, полученными из сахарной свеклы.

Пример 6

Сахарную свеклу обрабатывали так же, как в примере 5; однако сульфиты или нитриты не добавляли в процессе измельчения, но сразу после измельчения сырье предварительно сушили и обрабатывали до процесса инактивации (смешивания со спиртами). Обработку проводили в оборудовании с регулируемой атмосферой (атмосфера газообразного азота (N<sub>2</sub>)) или с пониженным давлением и пониженным излучением с длиной волны от 200 нм до 400 нм и от 550 нм до 650 нм при 50 мДж·см<sup>-2</sup>. В повторных экспериментах применяли соотношение азота и оксида углерода 1:1 (N<sub>2</sub>:CO<sub>2</sub>), и способ повторяли на следующем идентичном образце при пониженном давлении 15 кПа±5 кПа. Цель заключалась в снижении концентрации кислорода в атмосфере, контактирующей с измельченным сырьем при обработке сырья из сахарной свеклы. Давление газов в пространстве поддерживали на уровне 100 кПа и 200 кПа. После сушки сырья по способу примера 5 получали сырье с содержанием сухого вещества 60% по весу и 92% по весу. Цвет сырья, полученного после предварительной сушки и перед применением спиртов, был, по меньшей мере, сравним с продуктами, полученными в примере 5. Затем обработанное сырье инактивировали спиртами (С1-С3) в соответствии с примером 5, где цвет продуктов изменился в сторону более светлых оттенков. При этом остаточные неприятные запахи и ароматы сахарной свеклы удалялись. Состав вещества был сопоставим с примером 5 в пределах сравниваемых концентратов и измеренных отклонений, но содержание добавленных сульфитов или нитритов в способе составляло 0% по весу.

#### Пример 7

Пасту из сахарной свеклы получали так же, как в примере 5, но при измельчении вместо дисульфита калия добавляли смесь дисульфитов K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1:1, в твердом виде (порошок), в количестве 0,05% по весу на вес пасты из сахарной свеклы.

Затем, образец полученной пасты делили на несколько равных частей, которые подвергались дальнейшей обработке. В одной половине образцов значения pH доводили до pH=3,6±0,25, применяя лимонную кислоту или хлористоводородную кислоту, и в другой половине образцов значения pH не регулировали.

Все образцы пасты затем обрабатывали отдельно ультразвуком в закрытой системе при постоянном перемешивании так, чтобы образующиеся водяные пары повышали внутреннее давление в сосуде. Каждый образец обрабатывали ультразвуком и обрабатывали отдельно. Образцы подвергали ультразвуковой обработке с частотой 15 кГц, 20 кГц и 35 кГц при энергии ультразвука вплоть до 2400 Дж/г полученной смеси, при этом образцы оценивали после достижения энергии ультразвука 65 Дж/г смеси, 250 Дж/г смеси, 600 Дж/г смеси, 1200 Дж/г смеси и 2400 Дж/г смеси.

Рассчитанное отклонение в измерении энергии ультразвука на грамм смеси составило ±12% (всего 2×60 образцов обрабатывали ультразвуком). В течение первых минут обработки ультразвуком выход ультразвука колебался из-за высокой вязкости образцов при температурах почти до 45°C. Поэтому в следующей части образцы обрабатывали ультразвуком в том же диапазоне параметров, но двумя способами, причем

в каждом способе увеличивали интенсивность ультразвука. В первом способе образцы дополнительно разбавляли водой в соотношении 1:1 (паста из сахарной свеклы:вода). Во втором способе образцы дополнительно гомогенизировали, нагревали до 70°C с помощью источника внешней энергии и перемешивали для усиления воздействия ультразвуком. Тепловая энергия подавалась к образцам во время обработки ультразвуком до достижения температуры 70°C. Образцы, неразбавленные водой, показали более низкую интенсивность фактически переданной звуковой энергии при том же времени обработки ультразвуком по сравнению с разбавленными образцами, в среднем от 38%±12% в общей звуковой энергии. Образцы, нагретые внешним источником тепла, показали более высокую интенсивность фактически переданной звуковой энергии при том же времени обработки ультразвуком по сравнению с образцами, которые не нагревались или не разбавлялись, в среднем на 26% ± 12% от общей звуковой энергии. Повышение температуры смесей при ультразвуковой обработке было пропорционально мощности ультразвуковой обработки и энергии звука. Обработку ультразвуком проводили в каждом из образцов в закрытом сосуде, и способ повторяли с другими идентичными образцами пасты из сахарной свеклы. При интенсивной и длительной обработке ультразвуком образцы перегревались в процессе обработки ультразвуком. Поэтому при более длительном и интенсивном ультразвуковом воздействии необходимо охлаждать образцы на заключительных стадиях способа так, чтобы температура сырья не превышала 90°C, так как после превышения данной температуры мощность ультразвукового воздействия значительно падала. После обработки ультразвуком сырье предварительно высушивали и затем инактивировали спиртами как в примере 1. После инактивации сырье было отделяли и сушили, как в примере 1. Таким образом, обработанное ультразвуком сырье сушили при пониженном давлении для снижения энергетических и временных затрат на процесс сушки, при температуре 100°C±20°C и после испарения более 50% жидкости из смеси температуру сушки поддерживали на уровне 60°C. Такой же результат сушки по указанным параметрам по качеству получаемого продукта был достигнут и при классической сушке при атмосферном давлении, где сушка при той же температуре длилась дольше и была более энергоемкой. На образцах были протестированы и измерены различные способы сушки, а именно инфракрасная сушка, микроволновая сушка, кондуктивная и термическая сушка в качестве способов оптимизации энергетических потребностей способа. Сушку всегда прекращали, когда содержание сухого вещества достигало 60%±5% по весу (гелеобразная консистенция) и 90%±5% по весу (порошкообразное сырье). После высушивания сырья до содержания сухого вещества 80% и более часть образцов измельчали до требуемого размера частиц, при этом часть воды дополнительно испарялось за счет влияния трения в процессе измельчения.

Таким образом, в зависимости от продолжительности обработки ультразвуком, интенсивности обработки ультразвуком, измеряемой в Дж/г, частоты обработки ультразвуком в кГц и грануляции частиц, достигаемой при измельчении в мкм, получали различные типы сырья. Они отличались друг от друга реологическими свойствами при

смешивании с водой. На основании данных результатов были получены зависимости. Вязкость обработанного ультразвуком сырья уменьшалась по мере увеличения мощности ультразвука и нагрева в отдельных образцах и аналогично мощности ультразвука и нагрева, снижались вязкости продуктов, высушенных до содержания сухого вещества 60%, а также вязкости растворов, полученных при смешивании полученных высушенных порошкообразных продуктов/концентратов из сахарной свеклы с водой (при сохранении того же соотношения смешивания образца и воды). Этот результат был предполагаемым следствием уменьшения средней молекулярной массы сухого сырья в процессе обработки ультразвуком. Одновременно, с интенсивностью ультразвукового воздействия увеличивалась доля растворимых концентратов сухих веществ, которые растворяли и пропускали в раствор или в неделимую микровзвесь воды после растворения в воде высушенного продукта/концентрата из сахарной свеклы. По мере увеличения звуковой энергии в процессе обработки сырья ультразвуком, доля нерастворимой клетчатки в сырье снижалась и образовывались больше стабильные суспензии, что важно с точки зрения применения в некоторых видах пищевых продуктов.

Частота ультразвуковой обработки влияла на полученные реологические изменения, а также на органолептические качества концентратов. Наихудшие результаты по корректировке сенсорных и реологических параметров образцов получали при частоте обработки ультразвуком 35 кГц, наилучшие результаты получали при частоте обработки ультразвуком 20 кГц. Первое изменение реологических свойств озвученных смесей при частоте 20 кГц происходило при достижении звуковой энергией значения от 140 Дж/г до 220 Дж/г. С увеличением звуковой энергии на грамм сырья вязкость уменьшалась и в то же время после сушки полученный продукт становился более растворимым в воде. Растворимость оценивали измерением доли растворенного сухого вещества в водном растворе, где после фильтрации суспензии, полученной смешиванием полученных концентратов из сахарной свеклы с водой, оценивали массовую долю нерастворимого сухого вещества на поверхности фильтрации. Изменения обработанных ультразвуком концентратов сахарной свеклы наблюдали также при сушке и последующем измельчении, где при увеличении энергии звука в Дж/г препараты сушились быстрее при одном и том же импульсе энергии и при одном и том же механическом импульсе, при последующем измельчении средний размер частиц, а также энергия измельчения концентратов снижалась пропорционально интенсивности обработки ультразвуком (Дж/г). Результаты измеряли на системе сит с размером ячеек 80 мкм, 160 мкм, 250 мкм, 500 мкм, где описанные реологические изменения в процессе измельчения проявлялись в увеличении массы фракций с меньшим размером частиц при одинаковой энергии измельчения.

Изменения органолептических свойств при обработке сырья ультразвуком происходили постепенно. Изменение цвета происходило постепенно, когда звуковая энергия достигала уровня от 700 Дж/г до 1280 Дж/г, когда содержимое, подвергнутое ультразвуковой обработке, постепенно начинало темнеть в отдельных образцах. Изменение цвета было также заметно в полученных концентратах сахарной свеклы после

сушки. Изменения цвета явно не зависели от рН во время обработки ультразвуком. Органолептические свойства (особенно вкус и запах) улучшались с увеличением звуковой энергии в обработанных ультразвуком образцах и уменьшалась интенсивность запаха сахарной свеклы. Наименьшую выраженность отрицательных вкусовых и ароматических ощущений от сахарной свеклы достигали при наиболее интенсивном ультразвуковом воздействии при частоте 20 кГц и мощности ультразвукового воздействия 2400 Дж/г, оцененных до инактивации. Повышение температуры во время процесса обработки ультразвуком было пропорционально увеличению эффективности обработки ультразвуком всех смесей с течением времени. Цвет полученных концентратов усиливался со временем обработки ультразвуком в сторону более темных оттенков исходного светло-коричневого и светло-зеленого, но последующая инактивация и разделение устраняли эти изменения цвета.

Структурные изменения сырья из сахарной свеклы при обработке ультразвуком привели к изменению реологических свойств полученных концентратов сахарной свеклы, проявляющемуся в частности в изменении вязкости и растворимости в смесях в воде, а также в образовании более стабильной суспензии и эмульсии в смесях с водой и/или жирами. Затем, при сушке продуктов/концентратов, обработанных ультразвуком, наблюдали сокращение времени процесса сушки (более легкое выделение воды при том же импульсе энергии) и получали более мелкозернистый продукт в процессе измельчения концентратов сахарной свеклы.

Определяли, что содержание простых сахаров в сухом веществе от 96% по весу концентрата сахарной свеклы составляет от 66% по весу до 72% по весу в случае указанного способа. Содержание общей клетчатки оценивали от 16,5% до 24,2% по весу в сухом веществе, содержание минеральных веществ изменялось только минимально и оценивали на уровне  $1,06\% \pm 0,18\%$ , и содержание бетаина оценивали, как 486 мг/100 г  $\pm 96$  мг в концентрате сухого вещества. Полученный вещественный состав концентратов сахарной свеклы зависел от продолжительности, мощности и температуры обработки ультразвуком. Представленность индивидуальных веществ в сахарной свекле, применяемой в способе обработки, является важным фактором, влияющим на вещественный состав получаемых концентратов и препаратов из сахарной свеклы.

#### Пример 8

Повторяли способ, как и в предыдущем примере, но сахарную свеклу измельчали только после инактивации, которая происходила только с применением этанола с концентрацией 95% по объему. Процесс инактивации проходил в закрытом сосуде высокого давления при температуре 100°C. Затем, после сушки и измельчения полученных концентратов для грануляции до максимального размера частиц 250 мкм по способу, описанному в примере 2, применяли промывку на основе этанола.

Промывку повторяли, повторно смешивая продукт/концентрат сахарной свеклы с этанолом при концентрации 95% по объему в соотношении 1:1, смесь нагревали при 90°C при постоянном перемешивании в течение 10 минут. Затем, смесь охлаждали до -10°C, и

твердую и жидкую части разделяли на фильтровальной центрифуге. Твердую часть после отделения сушили при 120°C и 100°C, в которой выделившиеся пары улавливали и применяли для извлечения этанола для повторного применения. Отделенную жидкую часть извлекали отгонкой с получением концентрированного этанола 95% по объему и дистилляционного остатка, который в сухом веществе содержал в основном сахараиды.

Отделенная твердая часть после сушки до содержания сухих веществ 92%±5% по весу представляла собой продукт/концентрат сахарной свеклы с заметно более светлой окраской, с лучшими органолептическими показателями продукта, чем концентраты, полученные с применением этанола в примере 2. Вещественный состав полученного таким образом концентрата, по сравнению с концентратами сахарной свекла, полученными в примере 2 с этанолом, был сходным в пределах отклонений. В результате многократного промывания, применяя этанол, получен концентрат сахарной свеклы с улучшенными сенсорными свойствами, применимый в получении более широкого спектра пищевых продуктов.

#### Пример 9

Как в примере 2, образцы сахарной свеклы обрабатывали с предварительной сушкой до 60% по весу сухого вещества вплоть до стадии инактивации. Стадию инактивации проводили с этанолом при концентрации 95% по объему, но сразу после инактивации во всех образцах жидкую часть отделяли от твердой части фильтрацией. Более эффективное разделение осуществляли центробежным разделением, получая отдельную твердую и жидкую части.

Фазы разделяли при -5°C и 60°C центрифугированием. С понижением температуры при разделении доля сухих веществ сахарной свеклы, растворенных в жидкой фазе, уменьшалась. Жидкую часть, образовавшуюся после разделения при температуре 60°C, разделяли на две половины. Одну половину переносили для фракционирования охлаждением, где ее охлаждали до -18°C. Другую половину извлекали отгонкой, получая концентрированный спирт для дальнейшего применения и дистилляционный остаток.

Фракционирование охлаждением из жидкой фазы давало выделенную твердую часть, образующаяся в жидкости в результате пониженной растворимости веществ при более низкой температуре смеси в жидкой фазе. Эта твердая часть после фракционирования охлаждением состояла в основном из простых сахаров и сахараидов, полученных из сахарной свеклы, которые затем отделяли фильтрованием при температуре, близкой к температуре фракционирования охлаждением. Отделенную жидкость (фильтрат) после фракционирования охлаждением перекачивали для извлечения спиртов с целью концентрирования спиртового раствора для дальнейшего применения.

Как результат, подтверждали, что количество растворимой части сухого вещества сахарной свеклы в жидкой фазе после фракционирования охлаждением при разделении зависит от применяемого соотношения паста из сахарной свеклы:спирт на стадии инактивации (как описано ниже). Твердую часть, образовавшуюся после фракционирования охлаждением, непосредственно сушили таким же образом, как и в

предыдущих примерах, до достижения доли сухого вещества, по меньшей мере, 95% по весу. Полученный в результате размер частиц таким образом полученных концентрата после сушки дополнительно корректировали измельчением.

Твердая часть (фаза) содержала после первого разделения вплоть до 25% остаточной жидкости, которую удаляли сушкой при температуре вплоть до 140°C с применением комбинированной сушки, всегда в сочетании двух способов (конкретно), а именно с применением СВЧ сушки, вакуумной сушки, сушки в псевдооживленном слое или экструзионной обработки (применение адиабатического расширения). Комбинированную сушку, микроволновую или вакуумную сушку применяли на первой стадии сушки до тех пор, пока содержание влаги сырья не опускалось ниже 50% по весу, с последующей сушкой сырья в сушилке с псевдооживленным слоем или экструзией. Для предварительной сушки применяли микроволновое облучение или сушку в псевдооживленном слое с пониженным содержанием кислорода (нагретый газообразный азот).

Сушку твердой фазы всегда проводили таким образом, чтобы образующиеся в результате пары, образовавшиеся при сушке, улавливались и подавались на разделение на ректификационной колонне при атмосферном давлении, но способ извлечения спиртов под вакуумом был более выгодным по энергии и времени. Концентрация извлеченного спирта после концентрирования составляла выше 80% об./об. в смеси после извлечения.

Полученный состав продуктов, полученных из твердой части после разделения фаз, пропорционально зависит от выбранного соотношения пасты из сахарной свеклы и этанола на стадии инактивации и температуры до и во время разделения фаз.

В целом, вещества в жидкой и твердой фазах после разделения всегда соответствовали количеству веществ, поступающих в способ в пасте из сахарной свеклы (с учетом технологических потерь в способе). Органолептические свойства полученных таким образом концентратов в каждом случае были удовлетворительными, сравнимыми по цвету и органолептическим показателям с концентратами из сахарной свеклы, полученными в примере 2. Содержание отрицательных веществ сахарной свеклы было минимальным или нулевым.

#### Пример 10

Сахарную свеклу обрабатывали так же, как и в примере 2, предварительно высушивая смесь до 60% по весу. На стадии инактивации применяли спирт с концентрацией 95% по объему в соотношении 1:2 (сырье:спирт), смесь нагревали вплоть до 85°C±5°C в течение 10 минут. На стадии инактивации смесь пасты из сахарной свеклы со спиртами одновременно обрабатывали ультразвуком при частоте 18 кГц и 22 кГц, поддерживая температуру смеси максимум 80°C или меньше. Затем смесь разделяли на две половины после обработки ультразвуком. Одну половину темперировали в закрытом реакторе с рубашкой при температуре 120°C±5°C в течение 5 минут, затем сушили с получением порошкообразного продукта, содержащего 90% сухого вещества по весу. Другую часть охлаждали до 10°C и отправляли на разделение фаз, в ходе которого часть

твердой фазы отделяли от части жидкой фазы, при этом твердую часть сушили в вакуумной сушилке, и жидкую часть подвергали фракционированию охлаждением при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$ . Порции твердой фазы, образовавшиеся после разделения, и порции твердой фазы после фракционирования охлаждением и последующей сушки смешивали. В процессе измельчения их грануляция была доведена до размера частиц менее 500 мкм. Разница в процессе обработки ультразвуком по сравнению с обработкой ультразвуком в примере 7 заключалась главным образом в том, что обработанное ультразвуком сырье не меняло цвет, даже когда подаваемая энергия обработки ультразвуком превышала 1200 Дж/г.

Мощность ультразвука начала значительно снижаться после достижения  $70^{\circ}\text{C}$ . При данной температуре необходимо было начинать охлаждение образца, обработанного ультразвуком, когда он достигал максимум  $70^{\circ}\text{C}$  в смеси, чтобы сохранить мощность и эффективное направление энергии ультразвука в образец. Изменения сырья в зависимости от температуры и эффективности обработки ультразвуком были аналогичны примеру 7, однако мощность обработки ультразвуком снижалась уже при более низких температурах. Для применения в пищевой промышленности способ интенсивной обработки ультразвуком при значениях энергии ультразвука выше 400 Дж/г был особенно выгоден для технологий, где требуется меньшая вязкость и меньшие водосвязывающие свойства сырья в водных растворах (например, при производстве печенья, шоколада). И наоборот, низкая энергия обработки ультразвуком ниже 100 Дж/г или процесс без обработки ультразвуком подходит для производства пищевого сырья и продуктов, которые в способе их производства требуют высокой водосвязывающей способности и стабильности полученных гелей для получения более вязких водных растворов (например, производство хлебобулочных изделий или производство джемов и начинок).

#### Пример 11

Сахарную свеклу измельчали, и пасту из сахарной свеклы обрабатывали тем же способом, как в примере 10. Различие заключалось в том, что способы измельчения, инактивации, обработки ультразвуком и темперирования проводили в среде с регулируемой атмосферой и без доступа светового излучения в диапазоне длин волн от 100 нм до 420 нм, аналогично примеру 6. Полученные продукты имели тот же состав вещества и органолептические качества, что и продукты, полученные в примере 7, но были даже светлее по цвету.

#### Пример 12

Сахарную свеклу измельчали на частицы, где, по меньшей мере, один размер частицы составлял 3 мм, при температуре  $25^{\circ}\text{C}$  в среде с пониженной интенсивностью солнечного излучения, где суммарную энергию излучения при контакте с сырьем снижали до  $50 \text{ мДж}\cdot\text{см}^{-2}$  и где интенсивность излучения не превышала  $0,040 \text{ мВт}\cdot\text{см}^{-2}$  при длинах волн от 200 до 420 нм и от 550 до 650 нм. Атмосфера окружающей среды содержала атмосферный воздух с содержанием кислорода 21,8%. Затем сырье делили на две половины. Одну часть оставляли на 30 минут на свободном хранении в условиях без

снижения солнечной радиации, и другую часть хранили в условиях с пониженным излучением.

Через 30 минут мы обнаружили, что сырье, подвергшееся воздействию солнечного излучения, имело признаки деградации, легкое изменение цвета поверхности от белого до светло-розового и красного можно было обнаружить невооруженным глазом, в то время как сырье, хранившееся в условиях с пониженной энергией светового излучения в течение того же времени, не показало признаков начинающейся деградации или изменения цвета. Затем оба сырья инактивировали этанолом, как и в предыдущем примере, хотя сырье, подвергшееся воздействию солнечного излучения в процессе инактивации, изменило свой цвет с серого на темный, в то время как сырье, выдержанное в условиях с пониженным излучением, не показало признаков деградации или изменения цвета. Эти особенности проявлялись в органолептических и цветовых свойствах даже в готовых продуктах после инактивации и сушки, тогда как различия в качестве сырья становилась еще более выраженными в процессе сушки.

#### Пример 13

Продукт/концентраты из сахарной свеклы получали тем же способом, как в примере 10, измельченный продукт до размера частиц менее 500 мкм затем фракционировали способом сухого жидкостного фракционирования в воздушном потоке с переменным расходом в жидкостном туннеле. В данном способе порошкообразный продукт разделяли по плотности и порогу взвихрения частиц сырья. В результате получали две фракции сырья, отличающиеся содержанием сахаров, клетчатки, минералов, бетаина, а также витаминов. В обеих фракциях отсутствовали отрицательные органолептические следы сахарной свеклы. Обе фракции были светлого желто-кремового цвета, причем первая фракция, в которой концентрировались моно- и дисахариды, имела значительно более светлый, более белый цвет. Первая фракция содержала  $80\% \pm 6\%$  по массе моно- и дисахаридов,  $0,92\% \pm 0,24\%$  по массе минеральных веществ и  $11,2\% \pm 3,5\%$  по массе общей клетчатки. Вторая фракция имела светло-желто-кремовый цвет и содержала  $42\% \pm 8\%$  по весу фракции клетчатки (особенно пектиновых веществ, гемицеллюлозы и целлюлозы),  $1,82\% \pm 0,14\%$  минеральных веществ и  $920 \text{ мг}/100 \text{ г} \pm 112 \text{ мг}/100 \text{ г}$  бетаина.

#### Пример 14

Все продукты, полученные в предыдущих примерах, показали после сушки содержание сухого вещества  $90\%$  по весу или более, гигроскопические свойства, т.е. они поглощали, связывая атмосферную влагу при нормальных атмосферных условиях, тем самым увеличивая присущее им содержание влаги. По этой причине продукты смешивали с пальмовым маслом, рапсовым маслом или маслом какао при температуре  $45^\circ\text{C}$  в соотношении от 25:1 до 1:4 (концентрат сахарной свеклы:жир). Это привело к получению смесей, гигроскопичность которых была значительно ниже по сравнению с любым концентратом из сахарной свеклы, полученным в соответствии с приведенными выше примерами.

#### Промышленная применимость:

Представленное решение позволяет получить концентрат/продукт из сахарной свеклы, состоящий из цельного корня сахарной свеклы или его отдельных фракций по техническому решению настоящего изобретения, и он является пригодным в качестве пищевого ингредиента с функциональными свойствами в технологии производства пищевых продуктов или в качестве альтернативы сахару с улучшенными питательными параметрами (содержание минералов, бетаина, клетчатки, полифенолов и т.д.), чем в свекловичном сахаре классического получения, при этом органолептические показатели полученного продукта не ухудшаются неприятным вкусом или запахом сахарной свеклы, или продуктами расщепления или окисления, возникающими сразу после измельчения тканей сахарной свеклы.

Органолептические и питательные качества получаемых продуктов достаточны для их широкого применения в пищевой промышленности. Технологические свойства получаемого таким образом сырья - концентратов и препаратов из сахарной свеклы являются пригодными для применения в различных отраслях пищевой промышленности (хлебобулочное производство, производство джемов, производство шоколада, производство кондитерских изделий, печенья, молочных продуктов, пищевых продуктов функционального назначения и других) в качестве ингредиентов и подсластителей с питательными свойствами, которые в то же время позволяют сделать процесс производства продуктов питания более выгодным. И последнее, но не менее важное: благодаря содержанию пектиновых компонентов и растворимой клетчатки также наблюдается положительное снижение калорийности и гликемического индекса по сравнению с рафинированным свекловичным сахаром (кристаллической сахарозой).

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ переработки сахарной свеклы и ее разновидностей до продукта, пригодного в пищевой промышленности, который включает следующие стадии:

а) инактивация сахарной свеклы или сырья из сахарной свеклы против деградации и устранение нежелательных органолептических веществ, что включает:

i. смешение сырья из сахарной свеклы с одним или несколькими спиртами, выбранными из группы спиртов, содержащих от одного до четырех атомов углерода в молекуле и одну гидроксильную группу, в таком соотношении, чтобы минимальная концентрация спирта в образующейся в результате жидкой фазы смеси составляла, по меньшей мере, 60% по объему, предпочтительно 70% по объему, самое предпочтительное 85% по объему или более, при температуре от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ ;

ii. выдерживание смеси сырья и спирта до достижения технически одинаковой концентрации спиртов во всем объеме смеси;

б) измельчение корней сахарной свеклы до, во время или после стадии инактивации до частиц сырья, где, по меньшей мере, один из размеров частиц является меньшим или равным 50 мм, предпочтительно меньшим или равным 3 мм, самое предпочтительное где сырье измельчают до пасты; где измельчение корней происходит до стадии инактивации, то

- время между измельчением и инактивацией составляет не более 24 часов и сокращается пропорционально увеличению поверхности измельченного сырья, так что непосредственно после измельчения в пасту следует инактивация; и/или

- во время или сразу после измельчения и перед инактивацией, измельченное сырье подвергают ударному нагреву до температуры, по меньшей мере,  $80^{\circ}\text{C}$ , предпочтительно от  $80^{\circ}\text{C}$  до  $230^{\circ}\text{C}$ , более предпочтительно от  $80^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ , самое предпочтительное от  $90^{\circ}\text{C}$  до  $110^{\circ}\text{C}$ ; и/или

- во время или сразу после измельчения измельченную массу предварительно высушивают потоком газа (газов) при температуре от  $25^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ , до достижения содержания влаги сырья не более 50% по весу, но когда газы содержат, по меньшей мере, 12% кислорода, то расход газа в сушильном пространстве должен составлять от  $5,0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $40 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ; и/или

- все стадии от измельчения до инактивации (включительно) проходят:

- в контролируемой атмосфере, где содержание кислорода снижено, по меньшей мере, на 40% по сравнению с содержанием кислорода в атмосфере Земли, и, возможно, также

- в среде, где количество энергии, излучаемой при длине волны от 100 нм до 1100 нм, в частности излучение при длине волны от 200 нм до 420 нм и от 550 нм до 650 нм, составляет не более  $300 \text{ мДж}\cdot\text{см}^{-2}$ , более предпочтительно ниже  $50 \text{ мДж}\cdot\text{см}^{-2}$ , и

с) удаление жидкой фазы из смеси, получая продукт с содержанием сухого вещества от 40% по весу до вплоть до 100% по весу.

2. Способ по п. 1, где спирт на стадии инактивации представляет собой этанол

и/или метанол и/или пропанол.

3. Способ по любому из пунктов 1 или 2, где стадия (с) включает:

о нагрев смеси в замкнутом пространстве до температуры от 85°C до 135°C и по достижении данной температуры начинают удалять образующиеся пары из пространства до тех пор, пока содержание спирта в сырье не снизится ниже 5% по весу, или содержание жидкости снизится ниже 60% по весу в смеси, затем сырье сушат до достижения содержания сухого вещества от 40% по весу до 99,9% по весу; или

о разделение смеси на твердую и жидкую фазу, которые дополнительно обрабатывают отдельно так, что:

- твердую фазу сушат, получая продукт с содержанием сухого вещества от 40% по весу до вплоть до 100% по весу,

- из жидкой фазы извлекают спирт, и остаток после удаления спирта сушат, получая продукт с содержанием сухого вещества от 40% по весу вплоть до 100% по весу, или его кристаллизуют, и

перед и в процессе разделения смеси смесь предпочтительно выдерживают при температуре от -15°C до 30°C.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, где на стадии (с) и/или на стадии предварительной сушки смесь/сырье сушат при температуре, превышающей 100°C при содержании влаги смеси/сырья выше 50% по весу и при температуре ниже 100°C при содержании влаги смеси/сырья ниже 50% по весу.

5. Способ по любому из пунктов 1-4, где пары из стадии (а) или (с) улавливаются для извлечения спирта, и где остаток перегонки из стадии извлечения спирта сушат.

6. Способ по любому из пунктов 1-5, где стадию (с) осуществляют при температурах от 30°C до 160°C при атмосферном давлении или при пониженном давлении, или при пониженной концентрации кислорода в пространстве.

7. Способ по п. 3, где жидкую фазу вымораживают перед извлечением при температурах в диапазоне от -30°C до 10°C, предпочтительно от -20°C до 5°C, и затем часть сухого вещества, полученного фракционированием охлаждением, отделяют второй раз, и твердую фазу, полученную вторым разделением, сушат, получая продукт с содержанием сухого вещества, по меньшей мере, 40% по весу.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, где сырье или смесь обрабатывают ультразвуком на частотах от 15,0 кГц до 40 кГц в течение от 1 минуты до 6 часов при мощности ультразвука от 30 Дж/г до 4500 Дж/г.

9. Способ по п. 8, где при обработке ультразвуком температуру смеси поддерживали внешним воздействием энергии при температуре от 60°C до 85°C, предпочтительно вплоть до 70°C.

10. Способ по п. 1, где газ на стадии предварительной сушки представляет собой воздух, воздух с содержанием кислорода не более 12%, предпочтительно не более 4%, азот, смесь азота и углекислого газа, самое предпочтительное диоксид углерода.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, где  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  и/или  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$

добавляют непосредственно к сахарной свекле во время измельчения или перед инактивацией в количестве вплоть до 0,05% по весу и/или  $\text{NaNO}_2$  и/или  $\text{KNO}_2$  в количестве вплоть до 0,95% по весу, в твердой кристаллической форме, в зависимости от веса сахарной свеклы.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, где перед инактивацией к сырью добавляют органическую или неорганическую кислоту в таком количестве, чтобы полученный pH смеси составлял 2,0-4,9.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, где стадии (а)-(с) проводят в условиях, где энергия электромагнитного излучения в контакте с сырьем длины волны от 200 нм до 420 нм, или от 200 нм до 420 нм, и от 550 нм до 650 нм составляет самое большое  $300 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , предпочтительно ниже  $150 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , более предпочтительно ниже  $50 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ , самое предпочтительное ниже  $25 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ .

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, где полученный продукт дополнительно смешивают с одним или несколькими спиртами, выбранными из группы спиртов, содержащих от одного до четырех атомов углерода в молекуле и одну гидроксильную группу, где концентрация спиртов перед смешением составляет, по меньшей мере, 70% по объему в соотношении продукт-спирт от 4:1 до 1:5, и затем промывают в течение от 0 минут до 600 минут при температуре от  $0^\circ\text{C}$  до  $90^\circ\text{C}$ ; твердую фазу отделяют и затем сушат, в то время как из жидкой фазы извлекают спирт.

15. Способ по любому из предшествующих пунктов, где продукт или сырье, полученное до стадии инактивации, с содержанием сухого вещества 80% по весу или более затем измельчают и фракционируют и/или смешивают с растительными жирами и/или маслами, соотношение жир/продукт составляет от 1:2 до 1:50.

16. Продукт из сахарной свеклы, полученный способом по пунктам 1-15, отличающийся тем, что он содержит, по меньшей мере, 80% по массе моно- и дисахаридов в смеси и, по меньшей мере, 0,15% по массе минеральных веществ, где минералы представлены преимущественно смесью калия, железа, кальция, магния и их соединений, и также бетаина в общем количестве, по меньшей мере, 100 мг/кг.

17. Продукт, полученный способом по пунктам 1-15, отличающийся тем, что содержит по меньшей мере 40% по весу общей клетчатки, состоящей в основном из веществ из группы пектина, целлюлозы и гемицеллюлозы, их субъединиц и соединений в смеси и который содержит, по меньшей мере, 5% по весу моносахаридов, дисахаридов и олигосахаридов в смеси, и, по меньшей мере, 0,5% по весу минералов, причем большая часть массы представлена минералами, включая химические элементы калий, железо, кальций, магний и их соединения.

18. Продукт, полученный способом по пунктам 1-10 и 12-15, цвет которого имеет оттенки белого, желтого или бежевого, и содержит углеводы, в частности: пектиновые вещества, гемицеллюлозу, целлюлозу, моно- и дисахариды с калорийностью и минералы и бетаин, в общей сумме данных веществ в смеси, по меньшей мере, 80% по весу в сухом веществе, где содержание влаги составляет не более 60% по весу и содержание

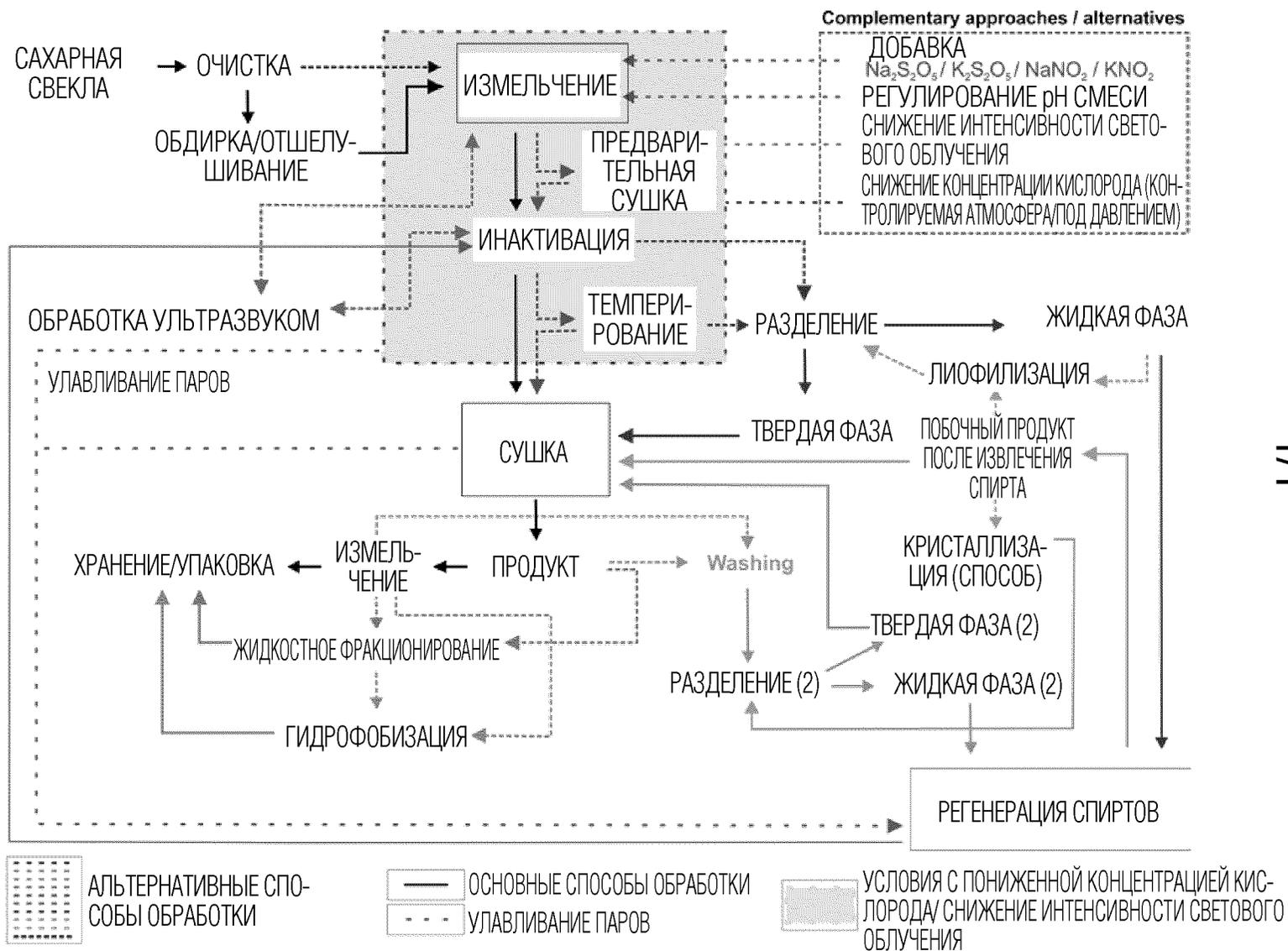
добавленных сульфитов и нитритов в способе составляет 0% по весу.

19. Продукт, полученный способом по пунктам 1-3, 8-14, содержащий в сухом веществе, по меньшей мере, 1,0% соединений, которые содержат в молекуле фенол или проявляют антиоксидантную активность.

20. Пищевой продукт, содержащий продукт по пунктам 16-19.

По доверенности

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ



1/1

ФИГ. 1

573474