

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043890**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2023.06.30**

**(21)** Номер заявки  
**201991271**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2017.11.29**

**(51)** Int. Cl. *A23L 19/00* (2016.01)  
*A23L 7/104* (2016.01)  
*A21D 13/06* (2017.01)

**(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ И КОМПОЗИЦИЯ УЛУЧШЕННОГО МУЧНОГО ПРОДУКТА**

**(31)** 62/428,411

**(32)** 2016.11.30

**(33)** US

**(43)** 2019.12.30

**(86)** PCT/NZ2017/050152

**(87)** WO 2018/101844 2018.06.07

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**ГРИН СПОТ ТЕКНОЛОДЖИЗ САС  
(FR)**

**(72)** Изобретатель:  
**Виллас Буас Силас Гранато, Грануччи  
Нинна (NZ)**

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

**(56)** JOSHI ET AL.: "Preparation and evaluation of an animal feed byproduct produced by solid-state fermentation of apple pomace". Bioresource Technology, 1996, vol. 56, pages 251-255, page 252, table 1

ORTIZ-TOVAR et al.: "Effect of solid substrate fermentation on the nutritional quality of agro-industrial residues". Interiencia, 2007, vol. 32, pages 339-343, abstract, page 349, table 1

JOSHI ET AL.: "Ethanol recovery from solid state fermented apple pomace and evaluation of physio-chemical characteristics of the residue". Natural Product Radiance, 2008, vol. 7, pages 127-132, abstract, table 2, page 128

VILLAS-BOAS et al.: "Bioconversion of apple pomace into a nutritionally enriched substrate by Candida utilis and Pleurotus ostreatus". World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2003, vol. 19, pages 461-467, abstract, pages 462-463, table 1

ZHANG et al.: Solid-state fermentation of cornmeal with the ascomycete Morchella esculenta for degrading starch and upgrading nutritional value". World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2010, vol. 26, pages 15-20, abstract, page 16, table 6

QUINN ET AL.: "Fungal fermentation of peanut flour: effects on chemical composition and nutritive value". Journal of Food Science, 1975, vol. 40, pages 470-474, page 470, table 1, table 3

ACUN et al.: "Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality". Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, 2014, vol. 6, pages 81-88, page 82, table 2

WO-A1-2012078256

**(57)** Изобретение относится к пищевой композиции или композиции муки, полученной грибной ферментацией растительного материала, в которой общее содержание метаболизируемых углеводов составляет от 0,1 до 50% по массе. Изобретение также относится к способам производства пищевых композиций или композиций муки с использованием грибной ферментации, в которых общее содержание метаболизируемых углеводов составляет от 0,1 до 50% по массе.

**B1**

**043890**

**043890**

**B1**

Настоящее изобретение относится к пищевой композиции или композиции муки, полученной грибной ферментацией растительного материала, в которой общее содержание метаболизируемых углеводов составляет от 0,1 до 50% по массе. Изобретение также относится к способам производства пищевых композиций или композиций муки с использованием грибной ферментации, в которых общее содержание метаболизируемых углеводов составляет от 0,1 до 50% по массе.

#### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к улучшенному пищевому продукту и способу его получения. Точнее, улучшенный пищевой продукт представляет собой низкокалорийный мучной продукт, полученный ферментацией растительного материала высшими грибами.

#### **Уровень техники**

Большинство видов муки, используемой в пищевой промышленности и в традиционных способах приготовления пищи и в выпечке, получают из различных растительных материалов, в частности из зерновых, которые измельчают в тонкий порошок.

Мука традиционно производится перемалыванием растительного материала, такого как пшеница. Различные части зерна пшеницы используются для производства различных видов муки. Известны также некоторые виды фруктовой и овощной муки, но их получают простой сушкой фруктов или овощей с последующим размолотом или измельчением сушеных фруктов или овощей в муку. Примерами такой муки являются яблочная, черничная, виноградная или сливовая клетчатка производства Marshall Ingredients ([www.marshallingredients.com](http://www.marshallingredients.com)). Вследствие высокого содержания простых Сахаров и/или крахмала во многих фруктах и овощах, в такой муке сохраняется высокое содержание метаболизируемых углеводов.

Содержание компонентов пищевой ценности в муке традиционных видов зависит от типа используемого растительного материала, степени его измельчения и смешивания его с другим растительным материалом. Вообще говоря, зерно хлебных злаков с высоким содержанием белка будет давать муку с высоким содержанием белка, а повышение содержания метаболизируемых углеводов в сырье приводит к получению конечного продукта помолы с аналогичным уровнем метаболизируемых углеводов.

Типичная калорийность традиционно используемых типов муки составляет примерно 330-360 калорий/100 г для пшеничной, кукурузной и рисовой муки, при этом калорийность муки из орехов (например, миндальной) достигает 550-600 калорий на 100 г. Для потребителей, которые снижают потребление калорий по медицинским или личным причинам, относительно высокая калорийность муки традиционных видов делает ее менее желательной, чем другие низкокалорийные продукты.

В US 200690280753 (753) описывается "микомучной" продукт, полученный ферментацией овса, мука облучается ультрафиолетовым излучением для повышения пищевой ценности, в частности для повышения содержания витамина D. Однако в муке, описанной в 753, содержание метаболизируемых углеводов является высоким, и она предназначена для получения высококалорийного продукта без запаха и вкуса, который может использоваться в качестве пищевого продукта.

В US 20100316763 (763) описывается ферментированный пищевой продукт, полученный из съедобных растений или животных, который может ингибировать порчу и рост патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах. Пищевые композиции включают добавление сахара, и раскрываются скорее преимущества повышения содержания углеводов, чем обеспечение какого-либо способа или предложение производства низкокалорийного пищевого продукта.

В US 2006233864 раскрываются способы улучшения питательного качества волокнистых побочных продуктов с использованием ферментации, в частности для получения корма для животных с высоким содержанием белка, который будет приводить к увеличению массы тела при разработке корма для скота с оптимальными уровнями содержания белка, клетчатки и жира.

Было бы полезно разработать низкокалорийный мучной продукт для потребления человеком, который мог бы вводиться в выпеченные, обработанные или сырые продукты питания с сохранением полезных физических свойств муки, но без высокой калорийности.

Было бы также полезно получить композицию муки с низким содержанием метаболизируемых углеводов, обеспечивающей некоторый спектр приятных вкусов, текстур и цветов, которая могла бы применяться для получения вкусных пищевых продуктов.

Было бы также полезно разработать способ производства низкокалорийной муки, который позволил бы использовать более широкий спектр растительных материалов, чем обычно используются для производства традиционных видов муки.

И еще было бы полезно получить применимый в пищу продукт, производимый из отходов или побочных продуктов переработки фруктов, овощей или зерна.

#### **Предмет изобретения**

Предметом настоящего изобретения является композиция муки с меньшим содержанием метаболизируемых углеводов по сравнению с другими видами муки.

Альтернативно, предметом настоящего изобретения является композиция муки с меньшей калорийностью по сравнению с другими видами муки.

Альтернативно, предметом настоящего изобретения является способ производства композиции муки с меньшим содержанием метаболизируемых углеводов по сравнению с другими видами муки.

Альтернативно, предметом настоящего изобретения является способ производства композиции муки с более низкой калорийностью по сравнению с другими видами муки.

Альтернативно, предметом настоящего изобретения является пищевая композиция, полученная грибной ферментацией растительного материала, причем уровень содержания . метаболизируемых углеводов в пищевой композиции меньше уровня содержания метаболизируемых углеводов в растительном материале до его ферментации.

Альтернативно, предметом настоящего изобретения является по меньшей мере предоставление потребителям полезного выбора.

### Сущность изобретения

В соответствии с первым аспектом, изобретение относится к композиции муки, полученной грибной ферментацией растительного материала, причем содержание метаболизируемых углеводов в композиции муки оставляет от 0,1 до 50% по массе.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения композиция муки включает 0,1-30% по массе метаболизируемых углеводов. Более предпочтительно, композиция муки включает 0,1-15% по массе метаболизируемых углеводов, еще более предпочтительно менее 10% по массе метаболизируемых углеводов.

В других предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения композиция муки включает от 30 до 90% по массе диетической клетчатки (неметаболизируемые углеводы). В более предпочтительных вариантах осуществления мука включает 40-80% по массе диетической клетчатки.

В более предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения диетическая клетчатка включает 5-70% бета-глюканов, еще более предпочтительно продуцированных грибами 1,3 и 1,6 бета-глюканов. Более предпочтительно, диетическая клетчатка включает 40-65% продуцированных грибами 1,3 и 1,6 бета-глюканов.

В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения калорийность композиции муки составляет 150-300 ккал/100 г муки.

Более предпочтительно, калорийность композиции муки составляет 150-250 ккал/100 г муки.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения калорийность композиции муки составляет менее 300 ккал на 100 г муки.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения композиция муки включает 0,1-15% метаболизируемых углеводов, 15-35% белка, 1-10% жира и 50-80% диетической клетчатки.

Более предпочтительно диетическая клетчатка включает 40-65% продуцированных грибами 1,3 и 1,6 бета-глюканов.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения содержание линолевой кислоты в композиции муки составляет 10% или более общего содержания жиров.

Более предпочтительно, содержание линолевой кислоты в композиции муки составляет 20-70% общего содержания жиров.

В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения растительный материал выбран из одного или нескольких фруктов, орехов, зерновых или овощей, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайю, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, нут, чиа, виноград, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, овес, рогоз, киноа, пшеницу, ячмень, гречиху, кукурузу, рис, атту, спельту, рожь, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки (жмых), кожура/шелуха, семена или корни.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения композиция муки является безглютеновой и растительный материал выбран из одного или нескольких безглютеновых растительных материалов, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайю, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, виноград, нут, чиа, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, рогоз, киноа, гречиху, кукурузу, рис, атту, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

В некоторых предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения растительный материал получен из фруктов или овощей с низким содержанием крахмала, включая один или несколько из киви, яблока, груши, апельсина, моркови, винограда, манго, томата, авокадо, ягод, фасоли, гороха, лайма, лимона, фейхоа, лука, свеклы, банана, персика, нектарина, папайи, ананаса, дыни, арбуза, кокоса, сои или их отходов и/или продуктов переработки, таких как выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

Предпочтительно растительный материал содержит менее 10% крахмала, более предпочтительно менее 5% крахмала, еще более предпочтительно менее 2% крахмала.

В некоторых предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения композиция включает 5-50% мас./мас. грибной биомассы.

Белизна композиции муки по настоящему изобретению предпочтительно подобна или темнее белизны пшеничной муки.

В соответствии с другим аспектом, настоящее изобретение относится к пищевой композиции, полученной грибной ферментацией низкокрахмалистого растительного сырья, содержащего менее 20% мас./мас. крахмала, причем общее содержание метаболизируемых углеводов в пищевой композиции меньше общего содержания метаболизируемых углеводов в растительном сырье до ферментации.

Более предпочтительно общее содержание метаболизируемых углеводов в пищевой композиции по меньшей мере на 20-90% меньше общего содержания метаболизируемых углеводов в растительном материале до ферментации.

Еще более предпочтительно общее содержание метаболизируемых углеводов в пищевой композиции по меньшей мере на 40-85% меньше общего содержания метаболизируемых углеводов в растительном материале до ферментации.

Предпочтительно, растительный материал содержит менее 10% крахмала, более предпочтительно менее 5% крахмала, еще более предпочтительно менее 2% крахмала.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения пищевая композиция представляет собой пасту, жидкость, порошок, твердое вещество или представлена в свободно текучей форме, такой как хлопья, гранулы, зерна или пеллеты.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления изобретения, настоящее изобретение относится к способу производства композиции муки грибной ферментацией растительного материала, причем общее содержание метаболизируемых углеводов в композиции муки составляет от 1 до 50% по массе, где указанный способ включает следующие стадии:

- a) увлажнение, сушка или выдерживание субстрата лигноцеллюлозного растительного материала для достижения влажности субстрата от 45 до 95%;
- b) стерилизация субстрата a);
- c) инокуляция субстрата активным съедобным высшим грибом;
- d) инкубация инокулированного субстрата в течение некоторого периода времени для получения ферментированного субстрата;
- e) сушка ферментированного субстрата;
- f) измельчение высушенного ферментированного субстрата с получением композиции муки.

Более предпочтительно, способ представляет собой способ производства композиции муки с общим содержанием метаболизируемых углеводов 0,1-15% по массе, еще более предпочтительно с содержанием метаболизируемых углеводов 5-10% по массе.

Предпочтительно, активные грибы, используемые для инокуляции на стадии c), добавляются в количестве 5-50% мас./мас. гидратированного лигноцеллюлозного растительного материала.

Более предпочтительно, активные грибы добавляются в количестве 10-20% мас./мас.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения способ включает дополнительную стадию добавления к субстрату функциональной добавки перед инокуляцией. Более предпочтительно, функциональная добавка является источником пищевого азота. Источником азота предпочтительно выбран из сульфата аммония, глутаминовой кислоты, дрожжевого экстракта, пептона и/или диаммоний-фосфата (di-ammonium phosphate - DAP).

В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения растительный материал представляет собой лигноцеллюлозный растительный материал, выбранный из одного или нескольких фруктов, орехов, зерновых или овощей, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, виноград, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайи, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, нут, чиа, виноград, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, овес, рогоз, киноа, пшеницу, ячмень, гречиху, кукурузу, рис, атту, спельту, рожь, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения композиция муки, полученная описанным выше способом, является безглютеновой, и растительный материал представляет собой лигноцеллюлозный растительный материал, выбранный из одного или нескольких безглютеновых растительных материалов, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, виноград, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайи, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, виноград, нут, чиа, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, рогоз, киноа, гречиху, кукурузу, рис, атта, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

В некоторых предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения растительный материал получен из низкокрахмалистых фруктов или овощей, включая один или несколько из киви, яблока, груши, апельсина, моркови, винограда, манго, томата, авокадо, ягод, фасоли, гороха, лайма, лимона, фейхоа, лука, свеклы, банана, персика, нектарина, папайи, ананаса, дыни, арбуза, кокоса, сои или

их отходов и/или продуктов переработки, таких как выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

Предпочтительно сырой растительный материал содержит менее 10% крахмала, более предпочтительно менее 5% крахмала, еще более предпочтительно менее 2% крахмала.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения лигноцеллюлозный растительный материал может быть в форме влажной или мокрой выжимки, суспензии, пульпы или пасты. Альтернативно, растительный материал может быть в сухой или полусухой форме, такой как мульча, порошок или грубо нарезанный растительный материал.

В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения на стадии гидратации, сушки или выдерживания растительного материала получают субстрат с содержанием влаги в интервале от 75 до 90%, более предпочтительно примерно 77-83%.

Предпочтительно стадия стерилизации включает одну или несколько стадий высокотемпературной стерилизации, стерилизации под высоким давлением, низкотемпературной стерилизации, стерилизации облучением или химической стерилизации.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения активными съедобными высшими грибами, используемыми на стадии инокуляции, являются грибы древесной гнили (wood-decay fungi), более предпочтительно грибы белой гнили или грибы бурой гнили.

В одном предпочтительном способе, где используются грибы белой гнили, грибы белой гнили могут быть выбраны из родов *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma*, *Volvariella*, *Auricularia*, *Armillaria*, *Flammulina*, *Pholiota*, *Tremella* и/или *Hericium*.

В альтернативном способе, где используются грибы бурой гнили, предпочтительные грибы бурой гнили могут быть выбраны из родов *Agaricus*, *Laetiporus* и/или *Sparassis*.

Предпочтительно стадия инкубации включает инкубацию инокулированного субстрата при 18-40°C. Более предпочтительно инкубация проводится при 25-30°C.

Предпочтительно инкубационный период составляет 5-50 дней. Более предпочтительно инкубационный период составляет 5-28 дней.

В некоторых предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения способ включает инкубацию инокулированного субстрата при 25°C в течение 30 дней.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения композиция муки, полученная способом по настоящему изобретению, включает 0,1-30% по массе метаболизируемых углеводов. Более предпочтительно композиция муки, полученная способом по настоящему изобретению, включает 0,1-15% по массе метаболизируемых углеводов, еще более предпочтительно менее 10% по массе метаболизируемых углеводов.

В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения композиция муки, полученная способом по настоящему изобретению, включает в интервале от 30 до 90% по массе диетической клетчатки. В более предпочтительных вариантах мука включает 40-80% по массе диетической клетчатки.

В более предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения диетическая клетчатка включает 5%-70% бета-глюканов, еще более предпочтительно продуцированных грибами 1-3 и 1-6 бета-глюканов.

Более предпочтительно диетическая клетчатка включает 40-65% продуцированных грибами 1,3 и 1,6 бета-глюканов.

В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения калорийность композиции муки, полученной способом по настоящему изобретению, составляет 150-300 ккал/100 г муки. Более предпочтительно калорийность композиции муки составляет 150-250 ккал/100 г муки.

В еще более предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения калорийность композиции муки, полученной способом по настоящему изобретению, составляет менее 200 ккал на 100 г муки.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения содержание линолевой кислоты в композиции муки, полученной способом по настоящему изобретению, составляет 10% общего содержания жиров или более.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения содержание линолевой кислоты в композиции муки, полученной способом по настоящему изобретению, составляет 20-70% общего содержания жиров.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения стадия сушки ферментированного субстрата включает сушку субстрата при температуре 30-70°C. Более предпочтительно стадия сушки проводится в условиях вакуума.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления настоящее изобретение относится к способу производства композиции грибной ферментацией растительного материала, причем в композиции, полученной способом по настоящему изобретению, общее содержание метаболизируемых углеводов меньше общего содержания метаболизируемых углеводов в исходном растительном материале, при-

чем указанный способ включает следующие стадии:

- a) увлажнение, сушка или выдерживание субстрата лигноцеллюлозного растительного материала для достижения влажности субстрата в интервале от 45 до 95%;
- b) стерилизация субстрата a);
- c) инокуляция стерильного субстрата активными съедобными высшими грибами и
- d) инкубация инокулированного субстрата в течение некоторого периода времени для получения ферментированного субстрата.

Предпочтительно активные грибы, используемые для инокуляции на стадии c), добавляются в количестве 5-50% мас./мас. гидратированного лигноцеллюлозного растительного материала.

Более предпочтительно активные грибы добавляются в количестве 10-20% мас./мас.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения активные съедобные грибы, используемые на стадии инокуляции, представляют собой грибы древесной гнили или лигноокрашивающие грибы (*lignicolous fungi*), более предпочтительно грибы белой гнили или грибы бурой гнили.

В одном предпочтительном способе, в котором используются грибы белой гнили, грибы белой гнили могут быть выбраны из родов *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma*, *Volvariella*, *Auricularia*, *Armillaria*, *Flammulina*, *Pholiota*, *Tremella* и/или *Hericium*.

Предпочтительно способ включает дополнительную стадию сушки или частичной сушки ферментированного субстрата.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения ферментированный субстрат подвергается частичной сушке для получения пасты.

В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения ферментированный субстрат подвергается сушке с образованием текучей композиции. Текучая композиция может быть в форме гранул, порошка, хлопьев, пеллет или зерен.

В дополнительных вариантах осуществления настоящего изобретения ферментированный субстрат подвергается сушке в твердой форме или конфигурации, такой как листы, кубики, рулоны, или в определенных трехмерных формах, таких как тарелки, чашки, подстаканники или, например, упаковка.

В настоящем описании используются термины "метаболизированные углеводы" и "общее содержание углеводов". Термин "метаболизированные углеводы" означает ту фракцию углеводов, которая может перевариваться ферментами человека, поглощаться и принимать участие в промежуточном метаболизме. Они не включают диетическую клетчатку и для целей настоящего изобретения рассчитываются по формуле:

Общее содержание углеводов-диетическая клетчатка=метаболизированные углеводы

Термин "мука" или "композиция муки" следует понимать как означающий любой порошкообразный материал, который получен любым способом, и включает, но без ограничения, порошки, полученные исключительно с использованием методов измельчения. Термин "композиция муки" предназначен для обозначения того, что одна или несколько характеристик композиции аналогичны характеристикам традиционной муки, таким как, например, цвет, текстура, плотность, уровень влажности или возможное использование.

Дополнительные аспекты настоящего изобретения, которые следует рассматривать как аспекты его новизны, станут очевидными для специалистов в данной области после прочтения нижеследующего описания, в котором представлен по меньшей мере один пример практического применения изобретения.

#### **Краткое описание фигур**

Один или несколько вариантов осуществления настоящего изобретения будут описаны ниже только в качестве примера, но без ограничения изобретения, со ссылкой на представленные чертежи.

На фиг. 1 показан способ получения композиции муки в одном варианте осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2 показан способ получения пищевой композиции в альтернативном варианте осуществления настоящего изобретения.

#### **Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения**

Композиция и способ по настоящему изобретению обеспечивают получение некоторых видов низкокалорийной муки и пищевых композиций ферментацией растительного сырья с высоким содержанием лигноцеллюлозы с использованием съедобных высших грибов.

В основе ферментации растительных материалов с использованием грибов лежит принцип, в соответствии с которым грибы используют растительный материал в качестве источника питания для обеспечения роста. Когда условия ферментации являются оптимальными для превращения метаболизированных сахаров в высокобелковую грибную биомассу, калорийность растительного материала после ферментации значительно снижается, в частности в результате снижения содержания метаболизированных углеводов. Это может привести к получению субстрата с более низкой калорийностью и более высоким содержанием белка, чем до процесса ферментации.

Полученные ферментированные мучные продукты представляют собой продукты с низким содержанием метаболизированных углеводов, жира, холестерина и могут быть безглютенными при одновременном высоком содержании диетической клетчатки, в частности бета-глюкановой пребиотической

клетчатки, и белка. Эти характеристики делают их особенно привлекательными для получения более низкокалорийных хлебобулочных изделий, а также для применения в качестве корма для домашних животных, нутрицевтических, косметических или фармацевтических ингредиентов или для иных непищевых целей. Описанные в настоящем изобретении композиции муки придают пищевым продуктам различные вкусы, текстуры и цвета в зависимости от растительного материала, используемого в процессе производства, что делает их ценным ингредиентом в широком спектре пищевых продуктов.

Мука и мучные смеси по настоящему изобретению могут быть получены из широкого спектра фруктов, овощей, орехов и зерновых культур. Одним из преимуществ настоящего изобретения является использование в способе получения по настоящему изобретению субстрата с высоким содержанием воды, в отличие от сухого растительного материала, который обычно используется в процессе помола муки. Эта возможность использования влажного субстрата увеличивает диапазон растительных материалов, которые могут использоваться для получения композиции муки, например из свежих цельных фруктов или их отходов, выжимок, кожуры или других продуктов переработки, полученных в отдельных промышленных процессах, таких как отжим сока. Способ позволяет использовать отходы сельского хозяйства и пищевой промышленности для получения питательного пищевого продукта, подходящего для потребления человеком.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения пищевую композицию измельчают с получением муки. Однако способ по настоящему изобретению может также использоваться без измельчения для получения ферментированной пищевой композиции в виде текучего материала, такого как хлопья, гранулы, гранулы или зерна. Альтернативно, ферментированный пищевой продукт может формироваться в твердые трехмерные формы или листы или подвергаться только частичной сушке для получения пасты или жидкого продукта.

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения, где пищевая композиция представляет собой композицию муки, растительный материал, используемый в качестве субстрата для производства муки, представляет собой яблочные выжимки, которые обычно образуются в качестве побочного продукта при промышленном производстве сока. Подобные выжимки, часто получаемые в качестве отходов при отжиме сока и представленные в примерах ниже, представляют собой морковные выжимки и апельсиновые выжимки. Эти субстраты приведены только в качестве примеров и не предназначены для ограничения настоящего изобретения. Предполагается, что при приготовлении низкокалорийной композиции муки может использоваться широкий ассортимент фруктов, овощей, зерновых и их компонентов. Способ, описанный ниже, может осуществляться с использованием растительного материала широкого спектра текстур, размеров и влажностей - от сухих зерновых культур до влажных отходов или побочных продуктов, полученных в других операциях по переработке фруктов или овощей.

Как описано ранее, некоторые растительные материалы, которые могут подходить для мучных композиций по настоящему изобретению, представляют собой фрукты, орехи, зерновые культуры или овощи, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, виноград, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайю, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, нут, чиа, виноград, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, овес, рогоз, киноа, пшеницу, ячмень, гречиху, кукурузу, рис, атту, спельту, рожь, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения растительный материал получают из низкокрахмалистых фруктов или овощей, которые включают один или несколько из киви, яблока, груши, апельсина, моркови, винограда, манго, томата, авокадо, ягод, фасоли, гороха, лайма, лимона, фейхоа, лука, свеклы, банана, персика, нектарина, папайи, ананаса, дыни, арбуза, кокоса, сои или их отходов и/или продуктов переработки. Низкокрахмалистые продукты особенно подходят для производства композиций по настоящему изобретению, поскольку при технологической переработке в соответствии с раскрытыми способами, может быть получена композиция муки с низким содержанием метаболизируемых углеводов.

Предпочтительно растительный материал содержит менее 10% крахмала, более предпочтительно менее 5% крахмала, еще более предпочтительно менее 2% крахмала.

Стадия ферментации в способе по настоящему изобретению включает использование съедобных высших грибов для расщепления растительного материала и переваривания углеводов, присутствующих в субстрате. При использовании полученной композиции муки для потребления человеком, следует использовать съедобные грибы для гарантии того, что продукт, изготовленный из композиции муки, будет нетоксичным и соответствовать пищевым стандартам и нормам. В некоторых случаях композиции муки по настоящему изобретению могут использоваться для непищевых целей, например в качестве клея, связующего вещества, наполнителя, биотоплива, косметических средств или, в зависимости от используемого субстрата, в качестве биоразлагаемого заменителя полистирола и других пластмасс, например в одноразовых тарелках и столовых приборах, или в качестве упаковочных вставок. В зависимости от ситуации, в которой должна применяться композиция муки, могут использоваться несъедобные грибы или грибы, придающие неприятный вкус, если это подходит.

Basidiomycota и Ascomycota - два больших таксонометрических типа грибов, составляющие подкласс *Dikarya*, который часто называется "высшие грибы" в пределах царства грибов. К ним относятся грибы "древесной гнили", которые характеризуются способностью переваривать лигноцеллюлозные материалы, также известные как лигноокрашивающие грибы (*lignicolous fungi*), которые включают грибы бурой гнили и грибы белой гнили. Эта способность лигноокрашивающих грибов расти на растительном материале и активно переваривать лигноцеллюлозный материал позволяет при ферментации растительного материала успешно получать композиции муки по настоящему изобретению.

Лигноцеллюлоза представляет собой сложную смесь полимеров клеточной стенки растений, образованную в основном полисахаридами (например, целлюлозой и гемицеллюлозой) и ароматическим полимером лигнина. Вместе с пектином и крахмалом они являются основными компонентами сухого вещества растений. Грибы белой гнили расщепляют лигнин в растительном материале, оставляя более светлую целлюлозу, которая придает растительному материалу беловатый цвет. Использование таких грибов белой гнили в настоящем изобретении способствует получению конечной композиции муки с более белым, более привлекательным цветом.

Не ограничивающие примеры съедобных грибов белой гнили, которые могут использоваться в соответствии со способом по настоящему изобретению, включают грибы из родов *Pleurotus* (например, *P. ostreotus*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius*, *P. djamor*, *P. australis*, *P. purpureo-olivaceus*, *P. citrinopileatus*, *P. sajor-caju*, *P. florida*, *P. flabellatus*, *P. ferulae*, *P. cystidiosus*), *Lentinula* (*L. edodes*, *L. boryana*, *L. novae-zelandiae*, *L. tigrinus*), *Ganoderma* (*G. lucidum*, *G. applanatum*, *G. tsugae*), *Volvariella* (*V. volvacea*, *V. esculenta*, *V. bakeri*, *V. dysplasia*), *Auricularia* (*A. auricola*, *A. cornea*, *A. subglabra*), *Armillaria* (*A. mellea*, *A. ostoyae*, *A. gemina*, *A. calvescens*, *A. sinapin*, *A. gallica*), *Flammulina* (*F. velutipes*, *F. fenae*), *Pholiota* (*P. squarrosa*, *P. nemako*), *Tremella* (*T. mesenterica*, *T. fuciformis*), *Hericium* (*H. erinaceus*, *H. coralloides*) и др.

Другой тип грибов, которые могут использоваться в способе по настоящему изобретению, известны как грибы бурой гнили. Грибы бурой гнили преимущественно расщепляют гемицеллюлозу и целлюлозу в растительном материале. В результате этого типа разложения растительный материал приобретает коричневатую пигментацию, что может привести к получению конечной композиции муки с более темным цветом, чем мука, полученная с использованием ферментации грибов белой гнили. Примерами съедобных грибов бурой гнили являются виды, принадлежащие к роду *Agaricus* (*A. campestris*, *A. bisporus*, *A. bitorquis*), *Laetiporus* (*L. sulphurous*), *Sparassis* (*S. crispa*, *S. spathulata*).

Культуры грибов, подходящие для использования в способе по настоящему изобретению, могут быть приобретены у широкого круга специалистов розничной торговли, продающих грибы и заготовки грибов, например, на сайте [www.fungi.com](http://www.fungi.com) на момент написания статьи продается широкий спектр грибов различных культур. Альтернативно, грибные культуры могут выделяться непосредственно из самих грибов, например для поставки инокулянта *Pleurotus pulmonarius*, *Portobello* могут использоваться вешенки обыкновенные, или для поставки инокулянта видов *Agaricus* могут использоваться шампиньоны.

На выбор использования грибов бурой и/или белой гнили может влиять желаемый цвет конечного продукта или характеристики субстрата. Например, чрезвычайно волокнистый субстрат может быть ферментирован с использованием комбинации грибов белой гнили и коричневой гнили для способствования высокому уровню переваривания лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы.

Использование высших грибов, таких как грибы бурой гнили и грибы белой гнили, в способе по настоящему изобретению выявляется наличием линейных (1,3)-бета-глюканов с боковыми (1,6)-связанными бета-глюкозильными или бета-(1,6)-олигоглюкозильными цепями в конечном ферментированном продукте. Использование других грибов для процесса ферментации, таких как дрожжи и несовершенные грибы, приведет к тому, что в конечной композиции будут присутствовать разветвления, например, (1,3;1,6)-бета-глюканов. Эти различия позволяют определить тип грибов, используемых в способе, посредством анализа конечного мучного продукта.

Схематическое изображение процесса, используемого для получения пищевых композиций по настоящему изобретению, представлено на фиг. 1 способом 100 и фиг. 2 способом 200. На фиг. 1 показаны стадии, необходимые для получения композиции муки, на фиг. 2 показан способ получения пищевой композиции, которая может принимать различные структурные формы.

На первой стадии 100 способа 100 получают сырой лигноцеллюлозный растительный материал. Выбор типа используемого растительного материала будет зависеть от области применения конечного продукта. Для получения низкокалорийной безглютеновой муки, которая будет использоваться в хлебопечении или в качестве добавки в промышленном производстве пищевых продуктов, будет использоваться безглютеновый растительный материал, такой как растительный материал, полученный из фруктов или овощей.

Для получения субстрата для ферментации, субстрат подготавливают таким образом, чтобы содержание в нем влаги находилось в интервале приблизительно от 55 до 90%. Эта стадия получения может включать гидратацию субстрата добавлением воды, если содержание влаги в растительном материале ниже, чем необходимо, или в некоторых случаях может потребоваться сушка, прессование или декантация, если используется избыточно влажный субстрат. Для субстратов, которые уже имеют уровень влажности в пределах требуемых диапазонов, таких как фруктовые выжимки, не требуется дополнительные

увлажнение или сушка.

Для особенно сухого субстрата процесс гидратации может включать добавление дополнительных количеств воды к субстрату в течение определенного периода времени для обеспечения полного поглощения воды растительным материалом перед переходом к следующей стадии способа.

Полученный субстрат подвергается стерилизации 30. Эта стадия может осуществляться с использованием стандартной тепловой стерилизации и стерилизации под высоким давлением для уничтожения микроорганизмов или других методов стерилизации, таких как облучение, низкотемпературная стерилизация или химическая стерилизация, если это необходимо для применения конечного продукта.

Во время стадий получения субстрата к субстрату могут необязательно добавляться функциональные добавки для обогащения продукта или для повышения содержания некоторых конкретных веществ в субстрате. В одном примере может быть полезно снизить соотношение углерод/азот субстрата добавлением неорганических или органических источников пищевого азота. Примеры таких источников включают, но без ограничения, сульфат аммония, глутаминовую кислоту, дрожжевой экстракт, пептон и диаммонийфосфат (DAP).

После стерилизации субстрат охлаждают до комнатной температуры и инокулируют грибной культурой 40. Процесс ферментации основан на использовании активной гриной биомассы в качестве инокулянта для колонизации стерильного субстрата растительного материала. Предпочтительно, приблизительно 5-50% (мас./мас. влажного субстрата) активно растущей грибной культуры используется для эффективной инокуляции всего субстрата. По окончании добавления грибной культуры к субстрату она смешивается с субстратом, предпочтительно с получением однородной смеси, после этого субстрат готов к инкубации 50.

Предпочтительно использование грибного субстрата в количестве 5-50% мас./мас. растительного материала, при этом более предпочтительные количества добавляемого грибного субстрата находятся в интервале 10-20% мас./мас. Конечное количество используемого грибного субстрата будет зависеть от типа используемого лигноцеллюлозного растительного материала, однако уровни выше по меньшей мере 5% мас./мас. грибного субстрата, как было показано, приводят к композиции по настоящему изобретению с более низким содержанием метаболизируемых углеводов в течение более короткого периода времени в известных методах ферментации.

Продолжительность инкубации 50 инокулированного субстрата в стерильных условиях составляет 5-50 дней, предпочтительно 5-28 дней. Завершение колонизации оценивается с помощью визуального анализа, хотя ожидается, что при различных комбинациях типов грибов и субстратов инкубационный период может увеличиваться или уменьшаться. Возможность получать с помощью способа по настоящему изобретению низкоуглеводную композицию по настоящему изобретению с использованием ферментации продолжительностью менее четырех недель, приводит к ряду показателей повышения экономической эффективности, включая сокращение времени хранения, снижение затрат на обработку и обеспечение большей производственной мощности по сравнению с более длительными циклами ферментации.

Температурные условия и влажность во время инкубации очень важны. Оптимальная температура для роста грибов находится в интервале от 18 до 30°C, при температуре выше 30°C замедляется рост грибов, температуры выше 40°C приводят к очень низкому росту грибов. Сохранение температуры на уровне 25-30°C особенно предпочтительно для получения композиций муки по настоящему изобретению в экономически выгодные сроки.

Для различных видов грибов существуют определенные оптимальные температуры, которые следует учитывать при задании условий инкубации. Влажность в инкубационном пространстве должна поддерживаться на максимальном уровне для облегчения роста грибов, предпочтительно в интервале от 90 до 100% влажности.

Поток воздуха вокруг субстрата во время инкубации также следует регулировать для предотвращения накопления избыточного кислорода или углекислого газа. Содержание CO<sub>2</sub> предпочтительно поддерживается в интервале от 5 до 30% для грибов *Pleurotus*, однако может изменяться в зависимости от грибов, используемых в процессе ферментации.

Во время роста грибы усваивают свободные сахара и разлагают растительные полимеры в субстрате, превращая их в биомассу, богатую белками, грибными полисахаридами (хитином и (3-1,3 и 3-1,6)-глюканами) и витаминами, полученными из грибов. Такое потребление сахаров приводит к низкокалорийной композиции муки/композиции муки с низким содержанием метаболизируемых углеводов, которую получают на заключительных стадиях способа.

После инкубации ферментированный субстрат удаляют со стадии инкубации и сушат 60 с использованием низкотемпературного способа сушки. Процесс сушки может осуществляться с использованием общеизвестных сушильных аппаратов, таких как аппараты для сушки пищевых продуктов, аппараты для воздушной сушки, барабанной сушки или сушки в печи. Предпочтительно температуру сушки поддерживают ниже 40°C, поскольку установлено, что более низкая температура сушки позволяет получить конечный продукт более светлого цвета, что делает его более предпочтительным для некоторых хлебо-

булочных изделий. Когда конечный продукт должен использоваться там, где цвет конечного продукта менее важен, температура сушки может быть повышена для ускорения процесса сушки. Максимальной температурой сушки является температура примерно 75°C, так как при более высоких температурах пищевая ценность композиции может быть снижена в результате, например, разложения антиоксидантов, витаминов или белков.

Сушка ферментированного субстрата может проводиться в условиях вакуума. Это может привести к получению продукта более светлого или белого цвета с более мягким вкусом по сравнению с сушкой другого типа, возможно, вследствие уменьшения окисления композиции в процессе сушки и уменьшения содержания ароматических соединений при использовании вакуума.

Колонизированный субстрат сушат до тех пор, пока он не станет пригодным для размола, обычно, когда содержание влаги меньше или близко к 14%. При влажности выше 14% микроорганизмы могут начать развиваться, влияя на вкус, аромат и срок хранения продукта.

Затем сухой субстрат измельчают до 70 в тонкую муку, используя стандартные методы измельчения. Сухой субстрат состоит из компонентов растительного материала, не метаболизируемых грибами, таких как растительная клетчатка, растительные витамины и минералы, в сочетании с высушенной грибной биомассой.

Готовый высушенный измельченный продукт, полученный в результате этого способа, представляет собой более низкокалорийную муку с низким содержанием метаболизируемых углеводов по сравнению с мукой, полученной с использованием стандартных способов. Три примера, приведенные ниже, показывают процесс и конечный продукт, полученный с использованием яблочных, морковных и апельсиновых выжимок.

На фиг. 2 представлен способ 200. Способ 200 по существу является таким же, как и способ 100, описанный выше на фиг. 1, но опущены стадия сушки 60 и стадия измельчения 70. Вместо этого в способе 200 после стадии 160 инкубации следует процесс сушки или частичной сушки 170. Сушка может приводить к получению пищевых композиций различных текстур, размеров и форм в зависимости от способа и степени сушки.

Стадия сушки 170 может включать использование известных технологий сушки или частичной сушки влажного субстрата для формирования различных форм и текстур. Например, субстрат может подвергаться сушке тонкими слоями с получением хлопьевидного продукта, спрессованного и высушенного одновременно с получением твердой формы, подвергаться сушке и прессованию с получением гранул или подвергаться частичной сушке и смешиваться с получением пасты.

#### Пример 1. Яблочная мука

Влажные яблочные выжимки (80% мас./мас. влаги) смешивают с 1% (мас.) экстракта пищевых дрожжей в партиях 1-3 кг. Смесь подвергают тепловой стерилизации при давлении 100 кПа (15 фунтов на кв. дюйм) и температуре 121°C в течение 20 мин.

Субстрат охлаждают до комнатной температуры, затем асептически добавляют 10% (мас./мас.) грибного инокулянта, состоящего из активно растущей культуры *Pleurotus pulmonarius*.

Субстрат и инокулянт смешивают до получения однородной смеси и инкубируют инокулированный субстрат в стерильных условиях в течение 30 дней при 25°C, обеспечивая воздухообмен между культурой и окружающей средой, но поддерживая максимальную влажность.

После инкубации ферментированный субстрат удаляют из инкубаторов и сушат с помощью пищевого эксикатора при 35°C до достижения содержания влаги менее 14%.

Сухой ферментированный материал затем пропускают через подходящую мельницу для получения муки тонкого помола.

Композиция конечного продукта приведена ниже с указанием содержания отдельных питательных макро- и микроэлементов на 100 г.

**Анализ композиции типичной ферментированной яблочной муки  
на 100 граммов**

Содержание влаги при 105°C	6,9 г
Калорийность	960 кДж (229,4 кал)
Белок	20 г
Жир	4,1 г
Насыщенный жир	0,6 г
Линолевая кислота	1-5 г
Олеиновая кислота	0,6 г
Холестерин	<12 мг
Углеводы (скорректировано по TDF)	8,0 г
Растворимые сахара	2,7 г
Общее содержание диетической клетчатки (total dietary fiber - TDF)	58,4 г
$\beta$ -1,3 и $\beta$ -1,6 глюкановая клетчатка	24,8 г
Зольные вещества	2,0 г
Натрий	140,0 мг
Калий	628,1 мг
Кальций	230,0 мг
Фосфор	118,8 мг
Магний	72,2 мг
Железо	5,5 мг
Цинк	2,0 мг
Селен	5,0 мкг
Витамин А (в форме ретинола)	<0,50 мг
Витамин D	<0,20 мг
Витамин E	0,52 мг

Способ, описанный в примере 1 для производства яблочной муки, воспроизводят с использованием *Lentinula edodes*, альтернативного вида грибов белой гнили. Результаты сравнения композиций готовой муки, полученных с использованием разных грибов, приведены ниже.

Химический состав яблочной муки, ферментированной двумя разными грибами белой гнили

На 100 г	<i>Pleurotus pulmonaris</i>	<i>Lentinula edodes</i>
Белок (г)	20,0	24,0
Углеводы (скорректировано по TDF)	8	5,3
Растворимые сахара (г)	2,7	0,3
Диетическая клетчатка (г)	58,4	55,6
Жир (г)	4,1	5,3

**Пример 2. Морковная мука**

1-3 кг морковных выжимок подвергают тепловой стерилизации при давлении 100 кПа (15 фунтов на кв. дюйм) и температуре 121°C в течение 20 мин.

Субстрат охлаждают до комнатной температуры, затем асептически добавляют 10% (масс./масс.) грибного инокулянта, состоящего из активно растущей культуры *Pleurotus pulmonarius*.

Субстрат и инокулянт смешивают с получением однородной смеси и инокулированный субстрат инкубируют в стерильных условиях в течение 30 дней при 25°C, обеспечивая воздухообмен между культурой и окружающей средой, но поддерживая максимальную влажность.

После инкубации ферментированный субстрат удаляют из инкубаторов и сушат с использованием пищевого эксикатора при 35°C для достижения содержания влаги менее 14%.

Сухой ферментированный материал затем пропускают через подходящую мельницу для получения муки тонкого помола.

Анализ композиции типичной ферментированной морковной муки на 100 граммов	
Содержание влаги при 105°C	7,0 г
Калорийность	831 кДж (198,6 кал)
Белок	17 г
Жир	0,2 г
Насыщенный жир	<0,1 г
Линолевая кислота	0,14 г
Олеиновая кислота	0,02 г
Холестерин	<12 мг
Углеводы (скорректировано по TDF)	7,9 г
Растворимые сахара	1,7 г
Общее содержание диетической клетчатки (TDF)	63,2
$\beta$ -1,3 и $\beta$ -1,6 глюкановая клетчатка	39,5 г
Зольные вещества	3,8 г
Натрий	300 мг
Калий	2253,5 мг
Кальций	829,5 мг
Фосфор	258,6 мг
Магний	141,8 мг
Железо	14,5 мг
Цинк	2,4 мг
Селен	5,2 мкг
Витамин А (в форме ретинола)	<0,5 мг
Витамин D	<0,2 мг
Витамин E	<0,5 мг

Способ, показанный в примере 2 для производства морковной муки, воспроизводят с использованием *Lentinula edodes*, альтернативного вида грибов белой гнили. Результаты сравнения композиций готовой муки, полученных с использованием разных грибов, приведены ниже.

Химический состав морковной муки, ферментированной двумя разными грибами белой гнили

На 100 г	<i>Pleurotus</i>	<i>Lentinula</i>
	<i>pulmonaris</i>	<i>edodes</i>
Белок (г)	17,0	13,1
Углеводы (скорректированы по TDF)	7,9	9
Растворимые сахара (г)	1,7	0,8
Диетическая клетчатка (г)	63,2	67,1
Жир (г)	0,2	0,3

Пример 3. Апельсиновая мука

1-3 кг влажных апельсиновых выжимок подвергают тепловой стерилизации при давлении 100 кПа (15 фунтов на кв. дюйм) и температуре 121°C в течение 20 мин. Субстрат охлаждают до комнатной температуры, затем асептически добавляют 10% (мас./мас.) грибного инокулянта, состоящего из активно растущей культуры *Pleurotus pulmonarius*.

Субстрат и инокулянт смешивают с получением однородной смеси и инокулированный субстрат инкубируют в стерильных условиях в течение 30 дней при 25°C, обеспечивая воздухообмен между культурой и окружающей средой, но поддерживая максимальную влажность.

После инкубации ферментированный субстрат удаляют из инкубаторов и сушат с помощью пищевого эксикатора при 35°C для достижения содержания влаги менее 14%.

Затем сухой ферментированный материал пропускают через подходящую мельницу для получения муки тонкого помола.

**Анализ композиции типичной ферментированной апельсиновой муки  
на 100 граммов**

Содержание влаги при 105°C	7,5 г
Калорийность	896 кДж (214,1 кал)
Белок	20 г
Жир	0,9 г
Насыщенный жир	0,3 г
Линолевая кислота	0,5 г
Олеиновая кислота	0,15 г
Холестерин	<12 мг
Углеводы	12,9 г
Растворимые сахара	3,3 г
Общее содержание диетической клетчатки (TDF)	55,0 г
β-1,3 и β-1,6 глюкозная клетчатка	22,9 г
Зольные вещества	4,3
Натрий	290,0 мг
Калий	1060,4 мг
Кальций	1106,5 мг
Фосфор	122,9 мг
Магний	106,1 мг
Железо	2,5 мг
Цинк	2,2 мг
Селен	6,0 мкг
Витамин А (в форме ретинола)	<0,50 мг
Витамин D	<0,20 мг
Витамин E	<0,50 мг

Способ, показанный в примере 3 для производства апельсиновой муки, воспроизводят с использованием *Lentinula edodes*, альтернативного вида грибов белой гнили. Результаты сравнения композиций готовой муки, полученных с использованием разных грибов, приведены ниже.

На 100 г	<i>Pleurotus pulmonaris</i>	<i>Lentinula edodes</i>
Белок (г)	20,0	17,6
Углеводы (скорректированы по TDF)	13,0	10,9
Растворимые сахара (г)	3,3	1,2
Диетическая клетчатка (г)	55,0	57,8
Жир (г)	0,9	1,1

В табл. 1 и 2 ниже показано сравнение содержания питательных веществ в субстратах до и после ферментации и приведены результаты ферментации дополнительного растительного материала - винограда, свеклы и киви.

Таблица 1

	Яблочные выжимки		Апельсиновые выжимки		Морковные выжимки	
	ферментация		ферментация		ферментация	
	до	после	до	после	до	после
Калорийность (кал)	335	229	346	214	354	199
Белок (%)	4	20	4	20	6	17
Углеводы (%)	44	3	33	3	11	2
Диетическая клетчатка (%)	29	58	23	55	32	63
Общее содержание жиров (%)	4	4	2	1	1	0
Бета-глюканы (%)	0	25	0	23	0	40
Кальций (мг)	90	230	475	1106	485	830
Калий (мг)	419	628	645	1060	1390	2254
Железо (мг)	3,7	5,5	1,7	2,5	3,9	14,5
Цинк (мг)	1,1	2	1,3	2	1,6	2,4

Таблица 2

	Виноградные выжимки		Свекольные выжимки		Выжимки киви	
	ферментация		ферментация		ферментация	
	до	после	до	после	до	после
Калорийность (кал)	224	178	323	158	138	118
Белок (%)	8	23	11	20	8	15
Углеводы (%)	29	1	42	2	17	2
Диетическая клетчатка (%)	46	63	17	65	67	69
Общее содержание жиров (%)	8	8	1	3	4	2
Бета-глюканы (%)	0	*	0	*	0	*
Кальций (мг)	411	620	133	349	*	360
Калий (мг)	1200	12270	2697	3100	*	1680
Железо (мг)	7,9	11,9	6,6	9,8	*	2,7
Цинк (мг)	1,3	1,9	2,9	6	*	1,9

Как показано в таблицах выше, процесс ферментации значительно снижает количество метаболизируемых углеводов, присутствующих в конечной композиции муки, по сравнению с исходными фруктовыми/овощными выжимками. Общий уровень содержания простых сахаров в каждой из четырех композиций муки значительно снижается после процесса ферментации, при этом общее содержание метаболизируемых углеводов в конечном ферментированном продукте яблочной выжимки составляет 18% (или 82% снижение общего содержания углеводов).

Аналогичные снижения можно видеть в морковной муке, которая показывает 41% снижение содержания метаболизируемых углеводов в конечном продукте по сравнению с выжимкой, и в апельсиновой муке, которая показывает 61% снижение общего содержания метаболизируемых углеводов по сравнению с сырой апельсиновой выжимкой. Показано, что аналогичное снижение содержания метаболизируемых углеводов достигается при использовании выжимок винограда, свеклы и киви.

Снижение уровня содержания метаболизируемых углеводов в конечном продукте по сравнению с исходным растительным материалом может варьироваться в зависимости от растительного материала, однако ожидается, что такое снижение в большинстве растительных материалов будет составлять 20% - 90%, при этом для большого количества растительных материалов такое снижение будет составлять 40% - 85% по сравнению с исходным материалом.

Показано также, что в каждой ферментированной муке в результате грибного ферментирования повышается содержание белка по сравнению с сырой выжимкой, сохраняются низкие уровни содержания жира и очень низкие уровни содержания холестерина.

В табл. 3 ниже приведены примеры ферментированной муки по сравнению с выбранными типами муки и клетчаткой, полученными стандартными способами без ферментации.

Таблица 3

Из расчета на 100 граммов		Калорийность (кал)	Жир (г)	Углеводы (г)	Диетическая клетчатка (г)	Белок (г)
Мука, ферментированная по технологии "Green spot"	Яблочная мука	229	4	8	58	20
	Апельсиновая мука	214	1	13	55	20
	Морковная мука	199	0	8	63	17
Традиционная мука	Пшеничная мука	364	1	73	3	10
	Овсяная мука	404	9	60	6	15
	Рисовая мука	366	1	80	2	6
Альтернативные виды муки	Гороховая мука	306	2	48	18	22
	Нутовая мука	387	7	47	11	22
	Мука из индийского риса (montina)	380	3	53	17	17
Мука функционального (специального) назначения	Мука квинои	396	5	58	7	14
	Мука чиа	517	33	8	37	17
	Миндальная мука	144	12	2	2	6

Сравнивая композиции муки по настоящему изобретению с композициями традиционной, альтернативной и функциональной муки, можно ясно видеть значительное снижение содержания метаболизируемых углеводов в каждой из композиций ферментированной муки. Кроме того, композиции ферментированной муки показывают аналогичные или большие уровни содержания белка по сравнению со всеми композициями традиционной и функциональной муки. Композиции муки с более высоким содержанием белка, например гороховая мука и нутовая мука, показывают и значительно более высокое содержание углеводов, чем композиции ферментированной муки. Сравнение общей калорийности каждого из продуктов из расчета на 100 г показывает, что калорийность композиций ферментированной муки меньше калорийности других видов муки за исключением миндальной, что делает их отличным вариантом для производства низкокалорийных пищевых продуктов.

Сочетание вышеприведенных характеристик приводит к продукту с низким содержанием метаболизируемых сахаров, низким содержанием жиров и высоким содержанием белка и клетчатки, полученному естественным способом. В предпочтительных вариантах, описанных в настоящем изобретении, композиции муки включают 0,1-15% метаболизируемых углеводов, 15-35% белка, 1-10% жира и 50-80% диетической клетчатки. Включение этого набора характеристик в один мучной продукт является значительным преимуществом с коммерческой точки зрения и в питательном отношении.

Ферментированную муку можно получить безглютеновой, выбрав безглютеновый субстрат, и в отличие от других видов муки содержание в ней метаболизируемых углеводов, таких как моно- и дисахариды и крахмал, и жира является очень низким, что делает ее низкокалорийным пищевым ингредиентом.

Цвет ферментированной муки варьируется от алебастрово-жемчужно-белого до темно-коричневого оттенка в зависимости от исходного растительного материала и видов грибов, которые также влияют на запах и вкус муки.

Ферментированная мука обладает значительным потенциалом для применения в производстве натурального здорового фасованного питания, в частности, но без ограничения, в производстве энергетических батончиков или батончиков для завтрака, которые могут быть обогащены белком, витаминами и диетической клетчаткой, из низкокалорийной муки по настоящему изобретению. Альтернативно, ферментированная мука может быть введена в пищу в процессе выпечки и приготовления блюд в качестве натуральной пищевой муки или загустителя, или она может полностью или частично заменять традиционную муку (например, пшеничную, ржаную, рисовую, овсяную и т.д.) в выпечке, пирожных и пастах в качестве заменителя муки с низким содержанием углеводов, что делает эти продукты подходящими для рынка диетических, вегетарианских и безглютеновых продуктов питания.

Ниже приведены некоторые примеры возможного применения композиций муки по настоящему изобретению.

**Печенье из ферментированной безглютеновой апельсиновой муки**

Ингредиенты	Граммы
Кукурузная мука	220
Ферментированная апельсиновая мука	20
Маргарин	140
Белый или коричневый сахар	50
Кокосовая стружка	30

**Способ приготовления**

Смешайте все сухие ингредиенты.

Сделайте углубление в центре сухих ингредиентов и добавьте маргарин.

Смешайте на средне-низкой скорости до однородной консистенции.

Сформируйте небольшие шарики и придавите их вилкой.

Выпекайте печенье в течение от 25 до 30 мин при температуре 300°F (148,9°C).

**Энергетический батончик из ферментированной безглютеновой яблочной муки**

Ингредиенты	Граммы
GF овсяные хлопья	70
Ферментированная яблочная мука	70
Миндальное масло	90
Семена чиа	20
Льняная мука	15
Финики Меджул без косточек	15
Вода	125

**Способ приготовления**

Смешайте все сухие ингредиенты.

Перемешивайте до получения однородной массы.

Добавьте миндальное масло и воду.

Равномерно распределите по форме и поместите в холодильник на 30 мин. Разрежьте на квадратные порции.

**Тесто для макарон из ферментированной морковной муки**

Ингредиенты:	Граммы
Мука из манной крупы	110
Цельная пшеничная мука	55
Хлебопекарная мука	55
Ферментированная морковная мука	16
Соль	1
Цельное яйцо	Одно
Яичные желтки	Пять
Молоко	22 мл

**Способ приготовления**

Смешайте все сухие ингредиенты.

Сделайте лунку в центре сухих ингредиентов, добавьте в лунку яйца, желтки и молоко.

Смешайте на средне-низкой скорости до получения однородного теста.

После замешивания теста расстелите на плоской поверхности полиэтиленовую пленку. Сформируйте тесто в шар, плотно заверните в пленку и поместите в холодильник на два (2) ч.

После охлаждения теста разделите его на четыре (4) равные части. В зависимости от типа макаронных изделий, которые вы хотите получить, используйте роллер для раскатки макаронных изделий или скалку для раскатывания в ровные листы. Нарежьте вручную или используйте роллер для раскатки для получения пасты желаемой формы.

Пасту можно использовать сразу или высушить на воздухе для дальнейшего использования.

**Соус барбекю из ферментированной яблочной и морковной муки**

Ингредиенты	Граммы
Томатный соус	425
Ферментированная яблочная мука	30
Ферментированная морковная мука	30
Яблочный уксус	118 мл
Мед	170
Томатная паста	56
Меласса	85
Ворчестер	51
Мескитский жидкий дым	9 мл
Копченый красный перец	1
Зубок чеснока	Один
Черный перец	1
Луковый порошок	1
Соль	1

**Способ приготовления**

Смешайте в блендере на низкой скорости все ингредиенты в течение 30 с до получения однородной массы.

В кастрюле среднего объема на среднем огне доведите соус до кипения. Если соус окажется слишком густым, для достижения желательной консистенции добавьте воду.

Используйте соус сразу или оставьте в холодильнике в закрытом контейнере на срок до 1 недели.

**Русский черный хлеб из ферментированной яблочной муки**

Ингредиенты:	Граммы
Вода комнатной температуры	255
Яблочный уксус	28
Ферментированная яблочная мука	169
Соль	7
Несоленое масло	28
Кориичневый сахар	14
Семена фенхеля	3 -7
Быстрорастворимые дрожжи	7,5
Неотбеленная хлебопекарная мука	298

**Способ приготовления**

Поместите все ингредиенты в большую миску, оставив 1 стакан хлебопекарной муки. Смешайте ингредиенты с получением липкого теста.

Добавьте оставшуюся муку и вымешивайте тесто в течение 7 мин или пока тесто не станет мягким и эластичным, но может остаться немного липким на ощупь. Накройте миску и дайте тесту подняться вдвое в течение от 45 минут до 1 часа.

После первого подъема сформируйте тесто в продолговатую буханку. Поместите в смазанную маслом форму для выпечки хлеба размером 9"×5" (22,86 см×12,7 см) или 10"×5" (25,4 см×12,7 см), накройте смазанным пластиком и дайте подняться почти вдвое в течение примерно от 60 до 90 мин.

Пока тесто поднимается, разогрейте духовку до 375°F (190,56°C). Когда тесто поднимется почти вдвое, смажьте или опрыскайте верхнюю часть водой, посыпьте пумперником или ферментированным яблоком и сделайте надрезы (косые разрезы) на верхней части.

Выпекайте хлеб в течение примерно 35 мин до тех пор, пока при ударе по дну не будет раздаваться полый звук, или до достижения внутри температуры 205°F (96,11°C) в соответствии с показанием цифрового термометра. Удалите буханку из духовки и охладите ее на стеллаже перед нарезкой.

Заверните хлеб для хранения при комнатной температуре в течение нескольких дней. Заморозьте для более длительного хранения.

Ферментированная мука может также вводиться в натуральные пищевые добавки и напитки для здорового питания, питательные и/или пищевые или фармацевтические добавки.

Ферментированная мука по настоящему изобретению может применяться помимо пищевой промышленности в качестве ингредиента в адгезивах, промышленных наполнителях и связующих веществах, в косметических средствах или использоваться для производства биоразлагаемой упаковки, например одноразовых чашек, тарелок, столовых приборов или упаковочных наполнителей и вставок.

Полное раскрытие всех заявок, патентов и публикаций, указанных выше и ниже, если таковые имеются, включено в настоящее описание в виде ссылок.

Ссылка на какой-либо предшествующий уровень техники в настоящем описании не является и не

должна рассматриваться как признание или какая-либо форма предположения о том, что этот предшествующий уровень техники является частью общих знаний в области деятельности в любой стране мира.

Если в предшествующем описании сделана ссылка на целые числа или компоненты, имеющие их известные эквиваленты, то эти целые числа включены в настоящее описание, как если бы они были указаны отдельно.

Следует отметить, что различные изменения и модификации описанных предпочтительных вариантов осуществления будут очевидны для специалистов в данной области. Такие изменения и модификации могут быть сделаны без выделения их из сущности и объема изобретения и без уменьшения его преимуществ. Поэтому предполагается, что такие изменения и модификации включены в настоящее изобретение.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композиция муки, полученная грибной ферментацией растительного материала, в которой общее содержание метаболизируемых углеводов составляет в интервале от 0,1 до 10% по массе, и содержащая в интервале от 30 до 90% по массе диетической клетчатки, где диетическая клетчатка включает 10-70% бета-глюканов.

2. Композиция муки по п.1, в которой диетическая клетчатка включает 40-65% продуцированных грибами 1,3 и 1,6 бета-глюканов.

3. Композиция муки по любому из пп.1, 2, калорийность которой составляет менее 300 калорий на 100 г муки.

4. Композиция муки по любому из пп.1-3, калорийность которой составляет менее 200 калорий на 100 г муки.

5. Композиция муки, полученная грибной ферментацией растительного материала, которая включает 0,1-15% метаболизируемых углеводов, 15-25% белка, 1-10% жира и 50-80% диетической клетчатки.

6. Композиция муки по п.5, в которой диетическая клетчатка включает 40-65% продуцируемых грибами 1,3 и 1,6 бета-глюканов.

7. Композиция по любому из пп.1-6, в которой содержание линолевой кислоты составляет 10% общего содержания жиров или более.

8. Композиция муки по п.7, в которой содержание линолевой кислоты составляет 20-70% общего содержания жиров.

9. Композиция муки по любому из пп.1-8, где растительный материал выбран из одного или нескольких фруктов, орехов, зерновых культур или овощей, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, виноград, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайю, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, нут, чиа, виноград, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, овес, рогоз, киноа, пшеницу, ячмень, гречиху, кукурузу, рис, атту, спельту, рожь, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

10. Композиция муки по любому из пп.1-8, которая является безглютеновой и в которой растительный материал выбран из одного или нескольких безглютеновых растительных материалов, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, виноград, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайю, ананас, дыню, арбуз, кокос, сою или их отходы и/или продукты переработки, такие как выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

11. Композиция муки по любому из пп.1-8, в которой растительный материал выбран из низкокрахмалистых овощей или фруктов, включая один или несколько из киви, яблока, груши, апельсина, моркови, винограда, манго, томата, авокадо, ягода, фасоли, гороха, лайма, лимона, фейхоа, лука, свеклы, банана, персика, нектарина, папайи, ананаса, дыни, арбуза, кокоса, сои или их отходы и/или продукты переработки, такие как выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

12. Композиция муки по п.11, в которой растительный материал содержит менее 10% крахмала.

13. Композиция муки по п.12, в которой растительный материал содержит менее 2% крахмала.

14. Композиция муки по любому из пп.1-13, которая включает 5-50% мас./мас. грибной биомассы.

15. Способ производства композиции муки по любому из пп.1-14, где способ включает следующие стадии:

а) увлажнение, сушка или выдерживание субстрата лигноцеллюлозного растительного материала для достижения влажности субстрата в интервале от 45 до 95%;

б) стерилизация субстрата а);

в) инокуляция субстрата активным съедобным высшим грибом, где указанные грибы представляют собой грибы белой гнили, где грибы белой гнили выбраны из родов *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma*, *Volvularia*, *Auricularia*, *Armillaria*, *Flammulina*, *Pholiota*, *Tremella* и/или *Hericium*;

д) инкубация инокулированного субстрата при температуре 18-40°C в течение 5-28 дней для полу-

чения ферментированного субстрата;

е) сушка ферментированного субстрата, полученного на стадии d);

ф) измельчение высушенного ферментированного субстрата с получением композиции муки, при этом способ включает дополнительную стадию добавления функциональной добавки к субстрату перед инокуляцией, где функциональная добавка представляет собой источник пищевого азота.

16. Способ по п.15, в котором активные съедобные высшие грибы, используемые для инокуляции на стадии с), добавляются в количестве 5-50% мас./мас. гидратированного лигноцеллюлозного растительного материала.

17. Способ по п.16, в котором грибы добавляются в количестве 10-20% мас./мас.

18. Способ по п.15, в котором источник пищевого азота выбран из сульфата аммония, глютаминной кислоты, экстракта дрожжей, пептона и/или диаммонийфосфата (DAP).

19. Способ по любому из пп.15-18, в котором растительный материал представляет собой лигноцеллюлозный растительный материал, выбранный из одного или нескольких фруктов, орехов, зерновых или овощей, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, виноград, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайю, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, нут, чиа, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, овес, рогоз, киноа, пшеницу, ячмень, гречиху, кукурузу, рис, атту, спельту, рожь, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

20. Способ по любому из пп.15-18, в котором полученная композиция является безглютеновой, и растительный материал представляет собой лигноцеллюлозный растительный материал, выбранный из одного или нескольких безглютеновых растительных материалов, включая, но без ограничения, киви, яблоко, грушу, апельсин, морковь, виноград, манго, томат, авокадо, ягоды, фасоль, горох, лайм, лимон, фейхоа, маниоку, лук, пастернак, свеклу, банан, персик, нектарин, папайю, ананас, дыню, мескитский боб, арбуз, желудь, фундук, каштан, нут, чиа, картофель, кокос, миндаль, сою, сорго, маранту, амарант, колоказию съедобную, рогоз, киноа, гречиху, кукурузу, рис, атту, коноплю, тэфф или их отходы и/или продукты переработки, такие как фруктовые и овощные выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

21. Способ по любому из пп.15-18, в котором растительный материал получен из низкокрахмалистых фруктов или овощей, включая один или несколько из киви, яблока, груши, апельсина, моркови, винограда, манго, томата, авокадо, ягод, фасоли, гороха, лайма, лимона, фейхоа, лука, свеклы, банана, персика, нектарина, папайи, ананаса, дыни, арбуза, кокоса, сои или их отходов и/или продуктов переработки, таких как выжимки, кожура/шелуха, семена или корни.

22. Способ по п.21, в котором растительный материал содержит менее 10% крахмала.

23. Способ по п.22, в котором растительный материал содержит менее 2% крахмала.

24. Способ по любому из пп.15-23, в котором субстрат лигноцеллюлозного растительного материала может быть в форме влажных или мокрых выжимок, суспензии, пульпы или пасты.

25. Способ по любому из пп.15-23, в котором субстрат лигноцеллюлозного растительного материала может быть в сухой или полусухой форме, такой как мульча, порошок или грубо нарезанный растительный материал.

26. Способ по любому из пп.15-25, в котором на стадии гидратации, сушки или выдерживания субстрата лигноцеллюлозного растительного материала содержание влаги в субстрате достигает значения в интервале от 75 до 90%.

27. Способ по любому из пп.15-26, в котором стадия стерилизации включает одну или несколько стадий высокотемпературной стерилизации, стерилизации под высоким давлением, низкотемпературной стерилизации, стерилизации облучением или химической стерилизации.

28. Способ по любому из пп.15-27, в котором грибы белой гнили выбраны из рода *Pleurotus*.

29. Способ по любому из пп.15-28, в котором стадия сушки ферментированного субстрата включает сушку субстрата при температуре 30-70°C.

30. Способ по любому из пп.15-29, в котором стадия сушки проводится в условиях вакуума.

31. Способ по любому из пп.15-30, в котором стадию инкубации d) выполняют в потоке воздуха.

32. Способ по любому из пп.15-31, в котором стадию инкубации d) выполняют при влажности в инкубационном пространстве в интервале от 90 до 100%.

33. Применение мучной композиции по любому из пп.1-14 для получения низкокалорийных хлебобулочных изделий.

34. Применение мучной композиции по любому из пп.1-14 для полной или частичной замены традиционной муки.

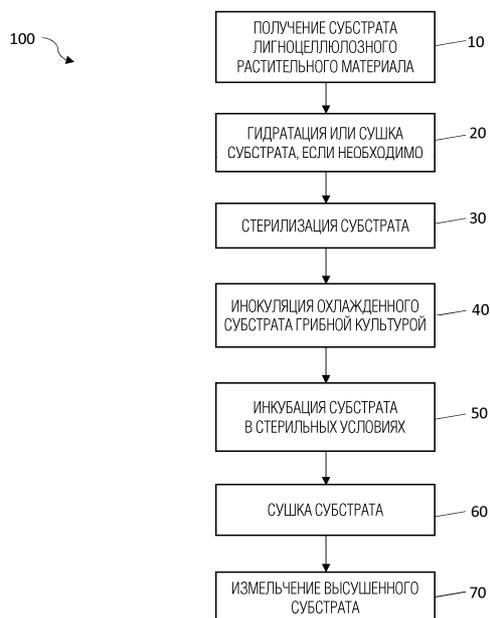
35. Применение мучной композиции по любому из пп.1-14 помимо пищевой промышленности в качестве ингредиента адгезива.,

36. Применение мучной композиции по любому из пп.1-14 помимо пищевой промышленности в качестве промышленного наполнителя.

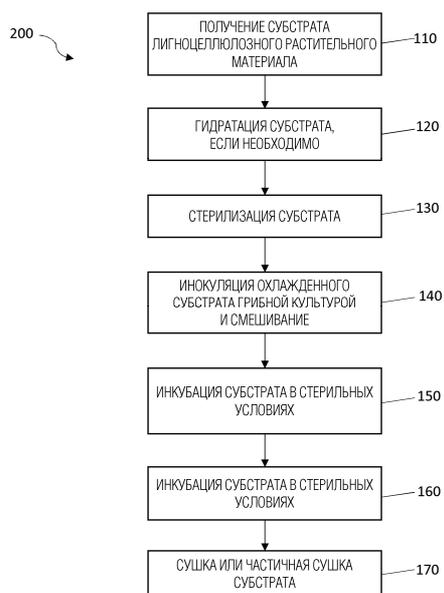
37. Применение мучной композиции по любому из пп.1-14 помимо пищевой промышленности в качестве ингредиента связующих веществ.

38. Применение мучной композиции по любому из пп.1-14 помимо пищевой промышленности в качестве ингредиента косметических средств.

39. Применение мучной композиции по любому из пп.1-14 помимо пищевой промышленности в качестве ингредиента для производства биоразлагаемой упаковки.



Фиг. 1



Фиг. 2

