РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2759286

Способ получения крахмалопродукта резистентного

Патентообладатель: ***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный университет инженерных технологий" (ФГБОУ ВО "ВГУИТ") (RU)***

Авторы: ***Жаркова Ирина Михайловна (RU), Литвяк Владимир Владимирович (RU), Кузина Лидия Борисовна (RU), Лукин Николай Дмитриевич (RU), Ефремов Дмитрий Павлович (RU)***

Заявка № **2020131359**
Приоритет изобретения **23 сентября 2020 г.**
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **11 ноября 2021 г.**
Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **23 сентября 2040 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 0x02A5CFBC00B1ACF59A40A2F08092E9A118
Владелец **Ивлиев Григорий Петрович**
Действителен с 15.01.2021 по 15.01.2035

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 2 759 286 (13) C1

(51) МПК
C08B 30/12 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C08B 30/12 (2021.05)

(21)(22) Заявка: **2020131359, 23.09.2020**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.09.2020

Дата регистрации:
11.11.2021

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **23.09.2020**

(45) Опубликовано: **11.11.2021** Бюл. № **32**

Адрес для переписки:
394036, Воронежская обл., г. Воронеж, пр-кт Революции, 19, ФГБОУ ВО "ВГУИТ", Патентно-лицензионный отдел, Куцовой Алле Егоровне

(72) Автор(ы):
Жаркова Ирина Михайловна (RU),
Литвяк Владимир Владимирович (RU),
Кузина Лидия Борисовна (RU),
Лукин Николай Дмитриевич (RU),
Ефремов Дмитрий Павлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный университет инженерных технологий" (ФГБОУ ВО "ВГУИТ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2078087 C1, 27.04.1997. RU 2057142 C1, 27.03.1996. EP 0303460 A1, 15.02.1989.**

(54) Способ получения крахмалопродукта резистентного

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу получения крахмалопродукта резистентного, предусматривающему обработку нативного крахмала и формирование крахмала-экструдата, причем к крахмалосодержащей основе, в качестве которой используют нативный крахмал картофельный, и/или кукурузный, и/или тапиоковый, и/или пшеничный, и/или ржаной, и/или ячменный, и/или тритикалевый, и/или рисовый, и/или амарантовый, и/или сорговый, и/или нутовый, и/или гороховый, и/или бобовый, и/или чумизный, и/или банановый, и/или овсяный, и/или гречишный, и/или крахмал улюко, и/или крахмал канна, и/или крахмал ямса, и/или крахмал маранта, и/или крахмал аньу, и/или крахмал ока, и/или крахмал таро, добавляют в количестве не более 50% добавку, усиливающую резистентность, в качестве которой применяют семена льна, и/или порошок льняного семени, и/или экстракт слизи льняного семени, и осуществляют их механическое смешивание в течение 1-5 мин при 1000-3000 об/мин с последующей однократной экструзионной обработкой на одно- или двухшнековой экструзионной установке при температуре 100-140°C, частоте вращения шнеков 50-100 об/мин, диаметре фильеры - 1-6 мм, с последующим дроблением на молотковой дробилке до частиц размером 0,1-1,0 мм, просеиванием через сито с отверстиями не более 1,0 мм и проведением магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя продукта составляет 6-8 мм, а скорость прохождения слоя через магниты - не более 0,5 м/с. 10 пр., 2 табл., 2 ил.

RU 2759286 C1

RU 2759286 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 759 286**(13) **C1**

(51) Int. Cl.
C08B 30/12 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
C08B 30/12 (2021.05)

(21)(22) Application: **2020131359, 23.09.2020**

(24) Effective date for property rights:
23.09.2020

Registration date:
11.11.2021

Priority:
(22) Date of filing: **23.09.2020**

(45) Date of publication: **11.11.2021** Bull. № **32**

Mail address:
394036, Voronezhskaya obl., g. Voronezh, pr-kt Revolyutsii, 19, FGBOU VO "VGUIT", Patentno-litsenzionnyj otdel, Kutsovoj Alle Egorovne

(72) Inventor(s):
Zharkova Irina Mikhajlovna (RU),
Litvyak Vladimir Vladimirovich (RU),
Kuzina Lidiya Borisovna (RU),
Lukin Nikolaj Dmitrievich (RU),
Efremov Dmitrij Pavlovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Voronezhskij gosudarstvennyj universitet inzhenernykh tekhnologij" (FGBOU VO "VGUIT") (RU)

(54) METHOD FOR PRODUCING RESISTANT STARCH PRODUCT

(57) Abstract:

FIELD: food industry.

SUBSTANCE: invention relates to a method for producing a resistant starch product, providing for the processing of native starch and the formation of starch-extrudate. To a starch-containing base, as which native starch of potato and/or corn and/or tapioca and/or wheat and/or rye and/or barley and/or triticale and/or rice and/or amaranth and/or sorghum and/or chickpeas and/or peas and/or legumes and/or chumiz and/or banana and/or oatmeal and/or buckwheat and/or uluco starch and/or canna starch and/or yam starch and/or maranta starch and/or anu starch and/or oka starch and/or taro starch are used, in an amount of not more than 50% a resistance-enhancing additive is added, as which flax seeds and/or flaxseed powder and/or flaxseed mucus extract are used. Their mechanical mixing is performed for 1-5 minutes at 1000-3000 rpm, followed by a single extrusion treatment on a single or double-screw extrusion plant at a temperature of 100-140°C, screw speed of 50-100 rpm, die diameter of 1-6 mm, followed by crushing on a hammer crusher to particles of 0.1-1.0 mm in size, sieving through a sieve with holes of no more than 1.0 mm and conducting magnetic separation using permanent magnets, while the thickness of the product layer is 6-8 mm, and the speed of passing the layer through the magnets is no more than 0.5 m/s.

EFFECT: producing a resistant starch product.

1 cl, 2 dwg, 10 ex, 2 tbl

RU 2759286 C1

RU 2759286 C1

Настоящее изобретение относится к крахмало-паточной отрасли пищевой промышленности и в частности – к технологии получения пищевых крахмалосодержащих добавок, обладающих резистентным эффектом.

Изобретение позволяет разработать высокоэффективный, экономичный способ получения резистентного крахмалопродукта, обладающего высокими потребительскими характеристиками, который можно использовать в качестве пищевой добавки функционального назначения.

Известны методы модификации крахмала с введением химических агентов направленные, прежде всего, на одностороннее изменение физико-химических свойств [Жушман, А.И. Модифицированные крахмалы / А.И. Жушман. – М.: Пищепромиздат, 2007. – 236 с.].

Недостатком данных методов модификации является незначительное изменение пищевой ценности крахмала.

Известен способ получения водорастворимого модифицированного крахмала, при котором крахмал предварительно обрабатывают мочевиной (4–5 ч при t = 80–90ºС). Охлажденный продукт смешивают с водным раствором перекиси водорода, смесь выдерживают один час при t = 70ºС и охлаждают. Полученный продукт обрабатывают фосфорилирующим агентом при t = 150–165ºС в течение 15–180 мин. Мольное соотношение крахмал : мочевина : перекись водорода : фосфорилирующий агент следующее 1:(0,02–0,419):(0,001–0,046):(0,026–0,32). Фосфорилирующий агент – калиевые или натриевые соли фосфорной кислоты [Козлова, Н.Я. Способ получения водорастворимого модифицированного крахмала: патент № 2057142. RU, МПК^7 С 08В 31/06, С 08В 31/18 / Н.Я. Козлова, И.В. Мельниченко, В.Н. Жуковский; заявка №5057649/04; заявитель Н.Я. Козлова, И.В. Мельниченко, В.Н. Жуковский. – заявл. 04.08.1992; опубл. 27.03.1996 // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. – Бюл. №9. – 1996].

Недостатком данного способа является громоздкая, сложная и энергоемкая схема получения модифицированного крахмала, а также недостаточно высокие потребительские свойства продукта.

Наиболее близким к изобретению является способ получения модифицированного крахмала [Тюрев, Е.П. Способ получения модифицированного крахмала: патент № 2078087. RU, МПК^7 С 08 В 30/12 / Е.П. Тюрев, С.В. Зверев, О.В. Цыгулев; заявка №94037748/08; заявитель Е.П. Тюрев, С.В. Зверев, О.В. Цыгулев. – заявл. 05.10.1994; опубл. 27.04.1997 // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. – Бюл. №12. – 1997] – прототип, включающий предварительную обработку нативного крахмала и формирование крахмала-экструдата. Предварительную обработку ведут раствором крахмального клейстера или желатина, а крахмал-экструдат подвергают вторичному нагреву с использованием в качестве источника тепла ИК-излучателя. При этом используют 0,3–0,7% водный раствор крахмального клейстера или желатина, а вторичный нагрев осуществляется при температуре 15–18 ºС.

Однако недостатком данного способа является сложная схема выработки, большие энергозатраты и недостаточные потребительские качества полученного экструзионного крахмала (однотипность физико-химических свойств, а также слабо выраженные резистентные и пребиотические свойства). Кроме этого, описанная технология не предполагает возможности при необходимости (в зависимости от требований потребителей) изменять физико-химические свойства, а также степень резистентности и степень пребиотичности получаемого продукта.

Таким образом, задачей, на решение которой направлено данное изобретение,

является разработка высокоэффективного и экономичного способа получения крахмалопродукта резистентного, обладающего повышенной степенью резистентности с использованием не более 50% добавки, усиливающей степень резистентности, в виде льняных семян, порошка льняных семян, экстракта слизи льняного семени или их смесей разного соотношения.

Это достигается тем, что способ получения крахмалопродукта резистентного, предусматривающий обработку нативного крахмала и формирование крахмала-экструдата, отличающийся тем, что к крахмалосодержащей основе, в качестве которой используют нативный крахмал картофельный и/или кукурузный, и/или тапиоковый, и/или пшеничный, и/или ржаной, и/или ячменный, и/или тритикалевый, и/или рисовый, и/или амарантовый, и/или сорговый, и/или нутовый, и/или гороховый, и/или бобовый, и/или чумизный, и/или банановый, и/или овсяный, и/или гречишный, и/или крахмал улюко, и/или крахмал канна, и/или крахмал ямса, и/или крахмал маранта, и/или крахмал аньу, и/или крахмал ока, и/или крахмал таро, добавляют в количестве не более 50% добавку, усиливающую резистентность, в качестве которой применяют семена льна и/или порошок льняного семени, и/или экстракт слизи льняного семени и осуществляют их механическое смешивание в течение 1–5 мин при 1000–3000 об/мин с последующей однократной экструзионной обработкой на одно- или двухшнековой экструзионной установке при температуре 100–140ºС, частоте вращения шнеков 50–100 об/мин, диаметре фильеры – 1–6 мм, с последующим дроблением на молотковой дробилке до частиц размером 0,1–1,0 мм, с просеиванием через сито с отверстиями не более 0,1–1,0 мм и проведением магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя продукта составляет 6–8 мм, а скорость прохождения слоя через магниты – не более 0,5 м/с.

Резистентный или устойчивый крахмал (RS) – это крахмал, не перевариваемый ферментами желудочно-кишечного тракта, который достигает толстого кишечника, становится пищей фекальной микрофлоры и подвергается брожению. Продукты брожения RS – короткоцепочечные жирные кислоты с различными физиологическими и пробиотическими эффектами. Научный интерес к RS значительно возрос в последние десятилетия из-за возможности образования из RS высоких уровней бутирата (масляной кислоты) в толстом кишечнике. Бутират является самым важным источником энергии для колоноцитов – клеток слизистой толстого кишечника – и оказывает благотворное влияние на обмен веществ и рост клеток; снижает уровень холестерина, триглицеридов и мочевины в крови, а также препятствует целому ряду факторов, которые способствуют инициации, прогрессированию и росту опухоли толстой кишки.

Все резистентные или устойчивые крахмалы в настоящее время разделены на пять типов:

1. RS1 (1-й тип) – крахмал, недоступный для ферментативной атаки из-за прочного связывания с клетчаткой клеточной стенки растений. Содержится в цельных и грубого помола зернах злаков, семенах, бобовых, корнеплодах.

2. RS2 (2-й тип) – крахмал, недоступный для ферментативной атаки из-за особой природной конформации полимерных цепей крахмала. Содержится в зеленых бананах, сыром картофеле, гибридах кукурузы.

3. RS3 (3-й тип) – ретроградированный крахмал, образующийся при резких температурных перепадах, т.е. спонтанно или искусственно осаждаемый из крахмального клейстера в виде нерастворимых в воде полукристаллических структур. В результате ретроградации более термостабильные структуры образует амилоза, а не амилопектин. Количество резистентного крахмала увеличивается вместе с увеличением

содержания амилозы в крахмале.

4. RS4 (4-й тип) – крахмалы, подвергнутые воздействию химического или физического или сочетанного модифицирующего фактора, т.е. различные виды модифицированных крахмалов.

5. RS5 (5-й тип) – крахмал, представленный в виде двух компонентов: амилозо-липидных комплексов, которые образуются во время термической обработки пищи и реформируются после ее завершения, и устойчивого мальтодекстрина.

Нативный крахмал – природный полимер, в котором мономеры (остатки α-D-глюкопиранозы) связаны α-(1→4)- и α-(1→6)-глюкозидными связями, образуя амилозу (полисахарид линейного строения) и амилопектин (полисахарид разветвленного строения) (табл. 1). Крахмальные фракции (амилоза и амилопектин) компактно упакованы в дискретные крахмальные зерна (или гранулы), содержащие 15–25% амилозы и 75–85% амилопектина.

Таблица 1 – Различия свойств амилозы и амилопектина

Свойства или признак	Крахмальные фракции	
	Амилоза	Амилопектин
Растворимость при обработке зерен крахмала водой ниже 100ºС	Растворима	Не растворима
Стабильность раствора при хранении	Легко ретроградирует	Остается стабильным
Окраска йодного комплекса	Синяя	Фиолетовая
Способность связывать йод, %	18–20	0–1,3
Число нередуцирующих концевых групп на молекулу	1	Несколько сот
Растворимость при обработке крахмала 30% натрий-салици-ловой кислотой	Растворима	Не растворима
Отношение раствора к высшим спиртам	Выпадает в осадок в виде комплексного соединения	Остается в растворе
Отношение к целлюлозе	Адсорбируется	Не адсорбируется
Отношение к Al_2O_3	Не адсорбируется	Адсорбируется
Действие β-амилазы	Расщепляется полностью	Расщепляется примерно на 50%
Пленкообразующая способность фракций и их производных	Эластичные пленки	Хрупкие пленки

Крахмальные гранулы имеют овальную, сферическую или неправильную форму, их диаметр колеблется в пределах 0,002–0,15 мм. Крахмальные зерна разделяются на простые и сложные: простые зерна представляют собой однородные образования; сложные – сочетание более мелких частиц. Плотность крахмала равна в среднем 1,5 г/см^3.

Гранулы крахмала состоят из кристаллических и аморфных областей. Аморфная часть гранул образует непрерывную фазу и включает кристаллические образования крахмала типа ламелей. Степень кристалличности природного крахмала зависит от его происхождения и составляет 15–45%. Обнаружено три полиморфных кристаллических структурных модификации или типа крахмала: A, B и C. Крахмал зерен злаков образует так называемую A-структуру (A-тип), клубневой крахмал – B-структуру (B-тип), а крахмал, выделенный из корней и стеблей растений – C-структуру (C-тип), которая является комбинацией A- и B-структур. Кристаллические структуры A- и B-типов принадлежат амилозной части крахмала и состоят из параллельно скрученных правых двойных спиралей, упакованных антипараллельно. Каждый виток спирали содержит шесть остатков α-D-глюкопиранозы. Конформации двойной спирали амилозы в A- и B-структурах одинаковы, однако A-структуре присуща элементарная ячейка орторомбического типа с параметрами а = 1,190 нм, в = 1,770 нм, с = 1,052 нм,

в то время как B-структура характеризуется гексагональной элементарной ячейкой с параметрами а = в = 1,85 нм, с = 1,04 нм. Кроме того, комплексы амилозы с липидами в природном крахмале образуют структуры V-типа.

На фиг. 1 схематично показано строение нативного крахмала: 1 – спирали амилопектина, 2 – гибридные спирали амилозы и амилопектина, 3 – свободные липиды, 4 – свободная амилоза, 5 – V-структуры амилозы.

На фиг. 2 схематично представлено предполагаемые кристаллические структуры крахмала (участки плотно упакованных и упорядоченных полимерных цепей крахмала): A-тип, B-тип и V-тип.

Аморфно-кристаллическое строение нативного крахмала, т.е. наличие кристаллических участков в крахмальной грануле обуславливает резистентность нативного (не клейстеризованного крахмала). В кристаллических участках полимерные цепи крахмала плотно и упорядоченно упакованы, поэтому физически не способны подвергнуться ферментативной атаке. Аморфно-кристаллическое строение крахмальной гранулы обуславливает наличие резистентности RS2 типа.

Характеристика химического состава льняного семени, свидетельствующая о его высокой пищевой ценности, приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и пищевая ценность 100 г льняного семени

Показатели	Значения
Энергетическая ценность, ккал	534
Белки, г	18,29
Жиры, г	42,16
Углеводы, г:	
моно- и дисахариды, г:	
глюкоза (декстроза)	0,4
сахароза	1,15
пищевые волокна, г	27,33
Вода, г	6,96
Зола, г	3,72
Витамины:	
лютеин + зеаксантин, мкг	651
B_1 (тиамин), мг	1,644
B_2 (рибофлавин), мг	0,161
B_4 (холин), мг	78,7
B_5 (пантатеновая кислота), мг	0,985
B_6 (пиридоксин), мг	0,473
B_9 (фолиевая кислота), мкг	87
C (аскорбиновая кислота), мг	0,6
E (альфа-токоферол), мг	0,31
E (гамма-токоферол), мг	16,95
E (дельта-токоферол), мг	0,35
K (филлохинон), мкг	4,3
PP (никотиновая кислота), мг	3,08
Витаминоподобные: бетаин, мг	3,1
Макроэлементы:	
калий (K), мг	813
кальций (Ca), мг	255
магний (Mg), мг	392
натрий (Na), мг	30
сера (S), мг	182,9
фосфор (P), мг	642
Микроэлементы:	

железо (Fe), мг	5,73
марганец (Mn), мг	2,482
медь (Cu), мкг	1220
селен (Se), мкг	25,4
цинк (Zn), мг	4,34
Незаменимые и условно незаменимые аминокислоты, г:	
аргинин	1,925
валин	1,072
гистидин	0,472
изолейцин	0,896
лейцин	1,235
лизин	0,862
метионин	0,37
треонин	0,766
триптофан	0,297
фенилаланин	0,957
Заменимые аминокислоты, г:	
аланин	0,925
аспарагиновая кислота	2,046
гидроксипролин	0,175
глицин	1,248
глутаминовая кислота	4,039
пролин	0,806
серин	0,97
тирозин	0,493
цистеин	0,34
Стеролы (стерины), мг:	
кампестерол	45
стигмастерол	11
бета-ситостерол	90
Насыщенные жирные кислоты, г:	
миристиновая (14:0)	0,008
пентадекановая (15:0)	0,005
пальмитиновая (16:0)	2,165
маргариновая (17:0)	0,018
стеариновая (18:0)	1,33
арахиновая (20:0)	0,052
бегеновая (22:0)	0,052
лигноцериновая (24:0)	0,031
Мононенасыщенные жирные кислоты, г:	
пальмитолеиновая (16:1)	0,024
олеиновая (18:1, ω-9	7,359
гадолеиновая (20:1, ω-9)	0,067
эруковая (22:1, ω-9)	0,013
нервоновая, цис (24:1, ω-9)	0,064
Полиненасыщенные жирные кислоты, г:	
линолевая (18:2, ω-6)	5,903
линоленовая (18:3, ω-3)	22,813
эйкозадиеновая (20:2, ω-6 цис, цис)	0,007

Добавление к нативному крахмалу в качестве добавки, усиливающей резистентность – семян льна и/или порошка льняного семени и/или экстракта слизи льняного семени, которые богаты липидами и веществами клеточной стенки, позволяет существенно повысить степень резистентности в результате формирования комплекса амилозы с липидами в виде структуры V-типа (RS5), а также комплексов амилозы с веществами клеточной стенки, т.е. обеспечивает получение резистентности RS1 типа.

В ходе процесса экструзии, при действии на сырье с необходимым количеством влаги, высоких температур и давления, смесь преобразуется в упруго-вязкопластичную массу. Она уплотняется и нагревается за счет сил трения ее частиц о поверхность вращающихся рабочих органов, деформации сдвига и настраиваемого температурного режима. Шнек транспортирует получившуюся субстанцию к матрице, где она выпрессовывается под давлением. Давление зависит от размера отверстий матрицы и структурно-механических свойств обрабатываемой смеси. В результате резкого перепада температуры и давления, на выходе происходит быстрое испарение влаги, происходит высвобождение аккумулированной энергии. В экструдате, из-за увеличения в объеме, появляется большое число разных по форме и размеру пор. Их стенки – высушенные плёнки крахмального клейстера.

В результате экструзионной обработки крахмала осуществляется одновременно два противоположных процесса:

1.Уменьшение степени резистентности в результате клейстеризации крахмала, т.е. разрушения крахмальной гранулы и ее кристаллических структур с полной аморфизацией. Возрастает возможность доступа фермента к полимерным цепям крахмала.

2.Возрастание степени резистентности крахмала в результате декстринизации крахмала. Декстринизация сложный химический процесс. В результате декстринизации происходит:

• гидролиз молекул крахмала до продуктов с относительно низкой молекулярной массой;

• образование левоглюкозана (1,6-ангидро-β-D-глюкопиранозы) и его полимеризация;

• образование более высоковетвистых структур с большим количеством более стабильных (1→6)-связей в результате рекомбинации по двум вариантам.

Экструзионная обработка при температуре не более 140°С приводит к декстринизации и формированию труднодоступной для амилолитического фермента аморфной фазы, т.е. к смещению равновесия в сторону возрастания степени резистентности крахмала. Экструзионная обработка крахмала сформировать резистентность RS4 типа.

Способ реализуется следующим образом.

В качестве сырья использовали:

1.Крахмалосодержащая основа – нативный крахмал по ГОСТ, ТУ или другой нормативной документации действующей на территории страны:

- крахмал картофельный ГОСТ 7699-78 (влажность 17–20%), получаемый из клубней растения: Картофель или Паслён клубненосный (Solanum tuberosum L.);

- крахмал кукурузный ГОСТ 7697-82 (влажность 13–16%), получаемый из зерен растения: Кукуруза сахарная или маис (Zea mays);

- крахмал тапиоковый по ТУ, получаемый из клубней растения: рода Маниок или Маниока, или Маниот, или Кассава (Manihot) – Manihot utilissima L. и Manihot palmate L.;

- крахмал пшеничный по ГОСТ 31935-2012, получаемый из зерен растения: рода Пшеница (Triticum);

- крахмал ржаной по ТУ, получаемый из зерен растений: рода Рожь (Secale);

- крахмал ячменный по ТУ, получаемый из зерен растений: рода Ячмень (Hordeum);

- крахмал тритикалевый по ТУ, получаемый из зерен растения: Тритикале – гибрида пшеницы и ржи (Triticosecale);

- крахмал рисовый по ТУ, получаемый из зерен растения: рода Рис (Oryza);

- крахмал амарантовый по ТУ, получаемый из зерен растений: Amaranthus

caudatus, Amaranthus cruentus и др.;

- крахмал сорговый по ТУ, получаемый из зерен растений: рода Сорго (Sorghum);
- крахмал нутовый по ТУ, получаемый из бобов растений: рода Нут (Cícer);
- крахмал гороховый по ТУ, получаемый из бобов растения: Горох посевной (Pisum sativum);
- крахмал бобовый по ТУ, получаемый из бобов растения: Боб садовый или Боб обыкновенный, или Боб русский, или Боб конский (Vícia faba);
- крахмал чумизный по ТУ получаемый из зерновок растения: Чумиза или Чёрный рис, или Головчатое просо (Setaria italica subsp. italica);
- крахмал банановый по ТУ, получаемый из зеленых плодов (многосемянной ягоды) растений: рода Банан (Musa);
- крахмал овсяный по ТУ, получаемый из зерен растений: рода Овес (Avéna);
- крахмал гречишный по ТУ, получаемый из плодов – трехгранных орешков растений: рода Гречиха (Fagopyrum);
- крахмал улюко по ТУ, получаемый из клубней растения: Улюко или Базелла клубневая (Ullucus tuberosus C.);
- крахмал канна по ТУ, получаемый из корневища растения: Канна (Canna edulsis K.);
- крахмал ямса по ТУ, получаемый из клубней растения: Ямс (Dioscorea alata L.) по ТУ;
- крахмал маранта по ТУ, получаемый из столонов растения: Маранта (Maranta arundinaceae L.);
- крахмал аньу по ТУ, получаемый из корневищных клубней растения: Аньу или Настурция клубненосная (Tropaeolum tuberosum R.);
- крахмал ока по ТУ, получаемый из клубней растения: Ока или Кислица клубеносная (Oxalis tuberosus C.);
- крахмал таро по ТУ, получаемый из клубней растений семейства Ароидные (Araceae): Calocasia antiguorum L. или Xanthosoma sagtifolium S.;
- крахмальные смеси различного соотношения по ТУ.

2.Добавка усиливающая резистентность:

- семена льна по ГОСТ 10582-76 «Семена льна масличного. Промышленное сырье. Технические условия» и/или,
- порошок льняного семени с размером частиц до 1 мм по ТУ (или другой нормативной документации действующей на территории страны) и/или,
- экстракт слизи льняного семени по ТУ (или другой нормативной документации действующей на территории страны).

Нативный крахмал получают по традиционной технологии в результате измельчения крахмалосодержащего растительного сырья с разрушением растительных клеток и последующим вымыванием и отмыванием нативного крахмала, его обезвоживанием и сушкой.

Для приготовления экстракта слизи льняного семени необходимо 250 г льняных семян залить 3 л. воды, довести до кипения и 2 часа выдержать на водяной бане, настаивать, охлаждая до комнатной температуры, в течение 12 часов, фильтрованием отделить жидкий экстракт от семян льна.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве не более 50% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 1–5 мин при 1000–3000 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработке на одно- или двухшнековой экструзионной установке при температуре 100–140ºС, частоте вращения шнеков 50–100 об/мин, диаметре фильеры – 1–6 мм.

Полученный экструдат дробят на молотковой дробилке до частиц размером 0,1–1,0 мм, просеивают через сито с отверстиями не более 1,0 мм в зависимости от целей использования. Например, для изготовления цельнозернового (диетического) печенья/хлебцов/хлеба используют помол с более крупными частицами (0,3–0,1 мм), а для добавления в напитки (кисели/злаковые коктейли) с более мелкими (0,1 мм).

Полученный порошок подвергают магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя пропускаемого продукта составляет 6–8 мм, а скорость прохождения слоя через магниты – не более 0,5 м/с.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и направляется на склад готовой продукции или непосредственно на реализацию.

Далее приведены примеры конкретного выполнения изобретения.

Пример 1.: Крахмалопродукт резистентный «multi-starch/starke-RS1+RS4+RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный крахмал картофельный, кукурузный, тапиоковый, пшеничный, ржаной, ячменный, тритикалевый, рисовый, амарантовый, сорговый, нутовый, гороховый, бобовый, чумизный, банановый, овсяный, гречишный, крахмал улюко, крахмал канна, крахмал ямса, крахмал маранта, крахмал аньу, крахмал ока, крахмал таро в равном соотношении.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют семена льна.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 49% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 1 мин при 3000 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработкой на одношнековой экструзионной установке при температуре 115ºС, частоте вращения шнеков 60 об/мин, диаметре фильеры – 2 мм.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 2.: Крахмалопродукт резистентный «pisum-starch/starke-RS1+RS4+RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный гороховый крахмал.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют порошок льняного семени с размером частиц до 1 мм.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 48% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 5 мин при 2000 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработкой на двухшнековой экструзионной установке при температуре 120ºС, частоте вращения шнеков 50 об/мин, диаметре фильеры – 6 мм.

Полученный экструдат дробят на молотковой дробилке до частиц размером 0,3 мм, просеивают через сито с отверстиями не более 1,0 мм.

Полученный порошок подвергают магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя пропускаемого продукта составляет 6,5 мм, а скорость прохождения слоя через магниты – не более 0,2 м/с.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 3.: Крахмалопродукт резистентный «solánum-mánihot-starch/starke-RS1+RS4+ RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный картофельный и тапиоковый крахмал в соотношении 3:1.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: семена льна и порошок льняного семени с размером частиц до 1 мм в соотношении 1:5.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 30% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 3 мин при 1000 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработкой на двухшнековой экструзионной установке при температуре 125 ºС, частоте вращения шнеков 95 об/мин, диаметре фильеры – 1 мм.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 4.: Крахмалопродукт резистентный «zéa-triticum-secále-hordeum-triticosecale-orýza-amaranthus-sorghum-starch/starke-RS1+RS4+ RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный крахмал кукурузный, пшеничный, ржаной, ячменный, тритикалевый, рисовый, амарантовый, сорговый в соотношении 10:5:7:9:1:4:3:5.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: семена льна, порошок льняного семени с размером частиц до 1 мм и экстракт слизи льняного семени в соотношении 2:5:1.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 10% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 2 мин при 1500 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработкой на одношнековой экструзионной установке при температуре 110ºС, частоте вращения шнеков 100 об/мин, диаметре фильеры – 3 мм.

Полученный экструдат дробят на молотковой дробилке до частиц размером 0,7 мм, просеивают через сито с отверстиями не более 1,0 мм.

Полученный порошок подвергают магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя пропускаемого продукта составляет 7,5 мм, а скорость прохождения слоя через магниты – не более 0,4 м/с.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 5.: Крахмалопродукт резистентный «cícer-pisum-vícia-starch/starke-RS1+RS4+ RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный крахмал нутовый, гороховый, бобовый в соотношении 2:3:1.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: экстракт слизи льняного семени.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 5% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 4 мин при 2500 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработкой на

одношнековой экструзионной установке при температуре 135ºС, частоте вращения шнеков 85 об/мин, диаметре фильеры – 3 мм.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 6.: Крахмалопродукт резистентный «amaranthus-starch/starke-RS1+RS4+RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный амарантовый крахмал.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: семена льна, порошок льняного семени с размером частиц до 1 мм и экстракт слизи льняного семени в равном соотношении.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 15% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 1,5 мин при 1800 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают дополнительно трехкратной экструзионной обработкой на двухшнековой экструзионной установке при температуре 100ºС, частоте вращения шнеков 70 об/мин, диаметре фильеры – 1 мм.

Полученный экструдат дробят на молотковой дробилке до частиц размером 0,5 мм, просеивают через сито с отверстиями не более 1,0 мм.

Полученный порошок подвергают магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя пропускаемого продукта составляет 7 мм, а скорость прохождения слоя через магниты 0,3 м/с.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 7.: Крахмалопродукт резистентный «multi-starch/starke-RS1+RS4+RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный крахмал картофельный, кукурузный, тапиоковый, пшеничный, ржаной, ячменный, тритикалевый, рисовый, амарантовый, сорговый, нутовый, гороховый, бобовый, чумизный, банановый, овсяный, гречишный, крахмал улюко, крахмал канна, крахмал ямса, крахмал маранта, крахмал аньу, крахмал ока, крахмал таро в соотношении 1:2:4:3:7:8:10:11:12:5:6:14:9:1 3:1:3:5:8:10:7:9:4:3:2.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: порошок льняного семени с размером частиц до 1 мм и экстракт слизи льняного семени в соотношении 10:1.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 20% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 3,5 мин при 2900 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработкой на двухшнековой экструзионной установке при температуре 117ºС, частоте вращения шнеков 75 об/мин, диаметре фильеры – 4 мм.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 8.: Крахмалопродукт резистентный «triticum-secále-triticosecale-starch/starke-RS1+RS4+RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный крахмал пшеничный, ржаной, тритикалевый, в соотношении 3:1:2.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: семена льна.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 37% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 4,5 мин при 2300 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают дополнительно однократной экструзионной обработкой на одношнековой экструзионной установке при температуре 130ºС, частоте вращения шнеков 80 об/мин, диаметре фильеры – 4 мм.

Полученный экструдат дробят на молотковой дробилке до частиц размером 0,1 мм, просеиванием через сито с отверстиями не более 1,0 мм.

Полученный порошок подвергают магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя пропускаемого продукта составляет 6 мм, а скорость прохождения слоя через магниты 0,1 м/с.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 9.: Крахмалопродукт резистентный «solánum-zéa-starch/starke-RS1+RS4+RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный крахмал картофельный и кукурузный в соотношении 3:1.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: порошок льняного семени с размером частиц до 1 мм.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 40% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 2,5 мин при 1700 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают однократной экструзионной обработкой на одношнековой экструзионной установке при температуре 123ºС, частоте вращения шнеков 55 об/мин, диаметре фильеры – 6 мм.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

Пример 10.: Крахмалопродукт резистентный «solánum-starch/starke-RS1+RS4+RS5».

В качестве крахмалосодержащей основы используют: нативный картофельный крахмал.

В качестве добавки, усиливающей резистентность, применяют: семена льна и экстракт слизи льняного семени в соотношении 17:1.

К подобранной крахмалосодержащей основе добавляют в количестве 28% подобранную добавку, усиливающую резистентность.

Крахмалосодержащую основу тщательно механически смешивают с добавкой, усиливающей резистентность, в течение 5 мин при 1400 об/мин.

Подготовленную смесь подвергают дополнительно однократной экструзионной обработкой на двухшнековой экструзионной установке при температуре 140ºС, частоте вращения шнеков 90 об/мин, диаметре фильеры – 5 мм.

Полученный экструдат дробят на молотковой дробилке до частиц размером 1,0 мм, просеивают через сито с отверстиями не более 1,0 мм.

Полученный порошок подвергают магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя пропускаемого продукта составляет 8 мм, а скорость прохождения слоя через магниты 0,5 м/с.

Готовый крахмалопродукт резистентный фасуется, упаковывается и транспортируется сразу на реализацию или на склад готовой продукции.

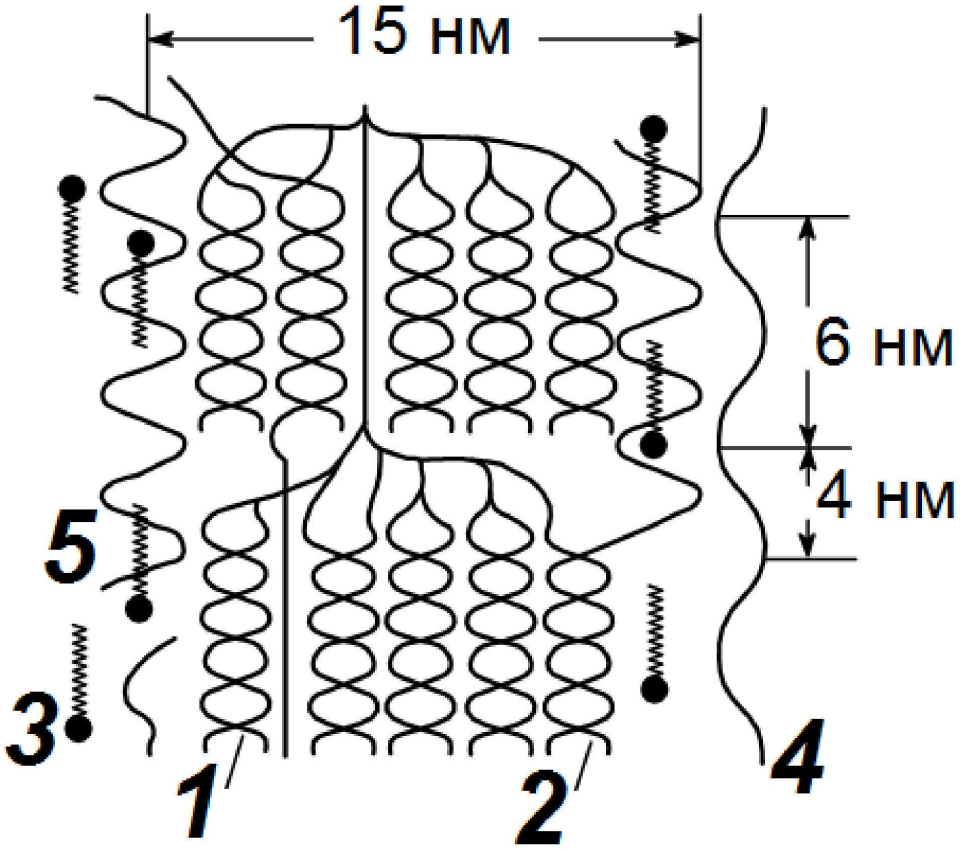
Таким образом, разработанный способ получения крахмалопродукта резистентного

высокоэффективен, экономичен и позволяет получать продукт с хорошими, стабильными заданными потребительскими характеристиками (степенью резистентности, пищевой ценностью, реологическими свойствами и т.д.). Крахмалопродукт резистентный может быть использован в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки функционального назначения и может применяться для технических целей.

(57) Формула изобретения

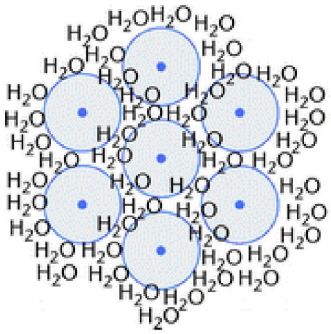
Способ получения крахмалопродукта резистентного, предусматривающий обработку нативного крахмала и формирование крахмала-экструдата, отличающийся тем, что к крахмалосодержащей основе, в качестве которой используют нативный крахмал картофельный, и/или кукурузный, и/или тапиоковый, и/или пшеничный, и/или ржаной, и/или ячменный, и/или тритикалевый, и/или рисовый, и/или амарантовый, и/или сорговый, и/или нутовый, и/или гороховый, и/или бобовый, и/или чумизный, и/или банановый, и/или овсяный, и/или гречишный, и/или крахмал улюко, и/или крахмал канна, и/или крахмал ямса, и/или крахмал маранта, и/или крахмал аньу, и/или крахмал ока, и/или крахмал таро, добавляют в количестве не более 50% добавку, усиливающую резистентность, в качестве которой применяют семена льна, и/или порошок льняного семени, и/или экстракт слизи льняного семени, и осуществляют их механическое смешивание в течение 1-5 мин при 1000-3000 об/мин с последующей однократной экструзионной обработкой на одно- или двухшнековой экструзионной установке при температуре 100-140°С, частоте вращения шнеков 50-100 об/мин, диаметре фильеры - 1-6 мм, с последующим дроблением на молотковой дробилке до частиц размером 0,1-1,0 мм, просеиванием через сито с отверстиями не более 1,0 мм и проведением магнитной сепарации с использованием постоянных магнитов, при этом толщина слоя продукта составляет 6-8 мм, а скорость прохождения слоя через магниты - не более 0,5 м/с.

1

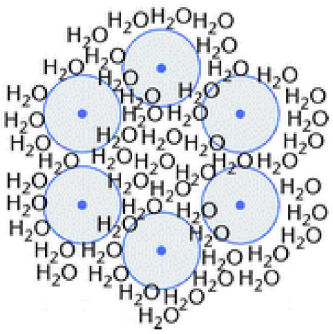


Фиг. 1

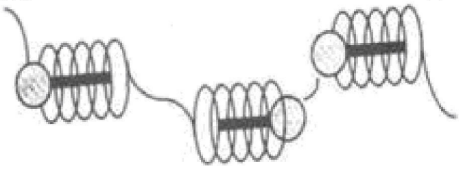
2



Кристаллическая структура *A*-типа



Кристаллическая структура *B*-типа



Кристаллическая структура *V*-типа

Фиг. 2