



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2009139276/10, 23.10.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**23.10.2009**

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
**24.10.2008 US 12/257,539**(43) Дата публикации заявки: **27.04.2011** Бюл. № 12(45) Опубликовано: **20.08.2011** Бюл. № 23(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **US 2006040023 A1, 23.02.2006. US  
2004019699 A1, 11.03.2004. US 2006040033 A1,  
23.02.2006. US 2003026836 A1, 06.02.2003. US  
2002127322 A1, 12.09.2002. RU 2005126032 A,  
27.02.2007. RU 2005126033 A, 27.02.2007.**

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пов. Е.Е.Назиной**

(72) Автор(ы):

**ЗЕЛЛЕР Бэри Лин (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**КРАФТ ФУДЗ ГЛОБАЛ БРЭНДС  
ЭлЭлСи (US)****(54) ВЫДЕЛЯЮЩАЯ ГАЗ СЫПУЧАЯ КОМПОЗИЦИЯ И СПОСОБ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВА**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к выделяющей газ сыпучей композиции для пищевых продуктов, включающей в себя приемлемые для кулинарии частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц, множество ограниченных по размеру каналов в пределах частиц и приемлемый для кулинарии газ, содержащийся во внутренних пустотах при втором высоком давлении; где ограниченные по размеру каналы обеспечивают газовое сообщение между внутренними пустотами и внешней поверхностью; где ограниченные по размеру каналы имеют ограниченный диаметр примерно менее чем 1 мкм; где ограниченный диаметр эффективен для (1) возможности приемлемого для кулинарии газа проходить через ограниченные по размеру каналы с

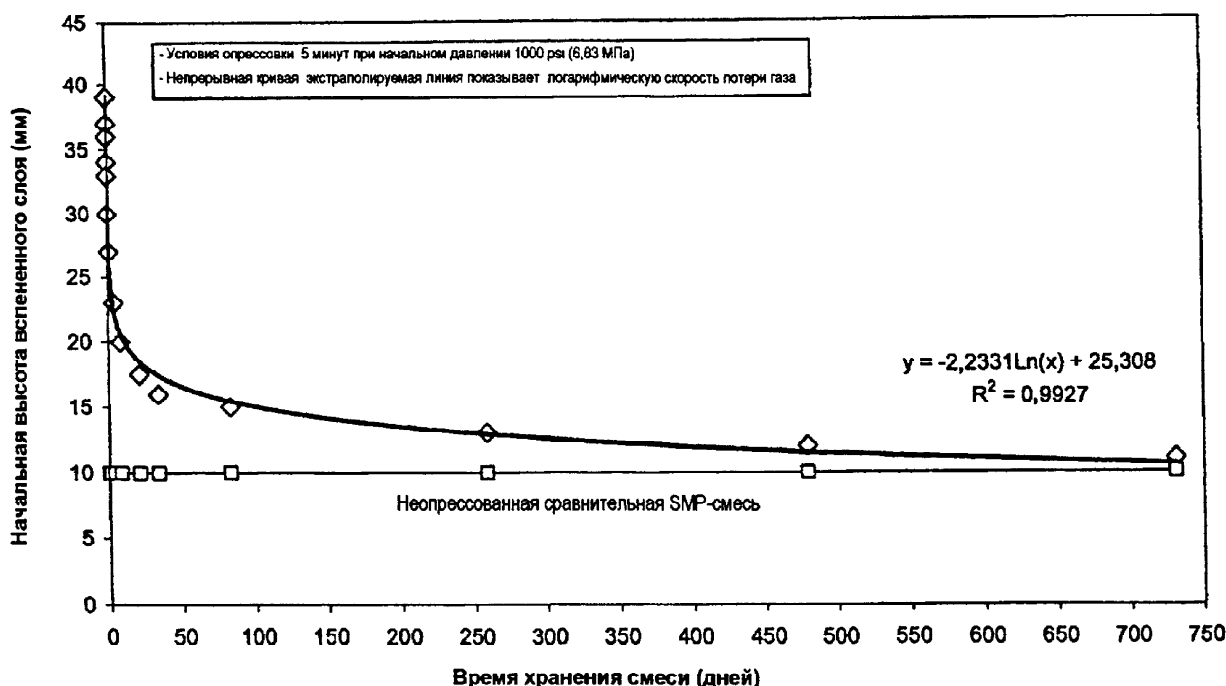
внешней поверхности во внутренние пустоты, когда частицы приведены в контакт с приемлемым для кулинарии газом при первом высоком давлении в диапазоне от около 100 до приблизительно 5000 psi (689 кПа - 34,47 МПа), что приводит к частицам, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении и (2) возможности для газа, в пределах внутренних пустот при втором высоком давлении, уходить медленно и контролируемо из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы удаляются из зоны контакта с газом при первом высоком давлении; где второе высокое давление меньше или равно первому высокому давлению, но больше, чем давление окружающей среды; и в которой частицы, имеющие внутренние пустоты, содержащие приемлемый для

кулинарии газ при втором высоком давлении, во время контакта со средой на водной основе, быстро растворяются, таким образом, высвобождая приемлемый для кулинарии газ из внутренних пустот в среде на водной основе для образования пены, вспененного слоя или азрированной фазы в среде на водной основе. Способ производства выделяющей газ сыпучей композиции для пищевых продуктов включает в себя контактирование растворимого, высушенного распылением с инжектированным газом сыпучего компонента с приемлемым для кулинарии газом при температуре окружающей среды при первом высоком давлении, так что приемлемый для кулинарии газ проходит через каналы

ограниченного диаметра с внешней поверхности во внутренние пустоты с образованием частиц, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении; приемлемый для кулинарии газ в пределах внутренних пустот при втором высоком давлении может вытекать медленно и контролируемо из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы удалены из контакта с газом при первом высоком давлении. Группа изобретений позволяет получить композицию, которая образует более вспененный слой за счет большего высвобождения газа. 2 н. и 16 з.п. ф-лы, 11 ил., 6 табл.

### Начальная высота вспененного слоя напитка капучино в зависимости от времени хранения смеси.

SMP-Образец-1 опрессовывали газообразным азотом; тестирование через пять минут после сброса давления



Фиг. 1

RU 2 4 2 6 4 4 9 C 2

RU 2 4 2 6 4 4 9 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*A23L 1/00* (2006.01)  
*A23L 2/40* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009139276/10, 23.10.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**23.10.2009**

Priority:

(30) Priority:  
**24.10.2008 US 12/257,539**

(43) Application published: **27.04.2011 Bull. 12**

(45) Date of publication: **20.08.2011 Bull. 23**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. E.E.Nazinoj**

(72) Inventor(s):

**ZELLER Behri Lin (US)**

(73) Proprietor(s):

**KRAFT FUDZ GLOBAL BREhNDS EhlEh1Si  
(US)**

**(54) GAS-EMITTING BULK COMPOSITION ITS MANUFACTURING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: food industry.

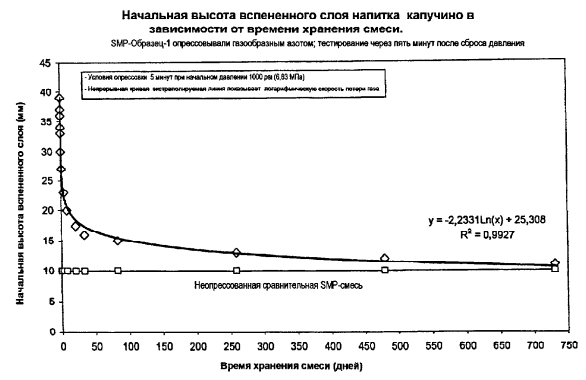
SUBSTANCE: group of inventions related to a gas-emitting bulk composition for food products including particles (acceptable for culinary purposes and having an outer surface, multiple inner cavities within the particles, multiple limited size channels within the particles) and a gas acceptable for culinary purposes contained in the inner cavities under second high pressure. The limited size channels enable gas communication between the inner cavities and the outer surface. The limited size channels have a limited diameter equal to approximately less than 1 mcm. The limited diameter is effective with regard to: (1) possibility of flow of the gas acceptable for culinary purposes through the limited size channels from the outer surface to the inner cavities when the particles are brought in contact with the gas acceptable for culinary purposes under first high pressure within the range from 100 to approximately 5000 psi (689 kPa - 34.47 MPa) which results in production of particles inner cavities whereof contain the gas acceptable for culinary purposes under second high pressure; and (2) possibility of slow controllable release of the gas acceptable for culinary purposes as contained within the inner

cavities under second high pressure from the inner cavities through the limited size channels when the particles are removed from the zone of contact with the gas under first high pressure. The second high pressure is lower than or equal to first high pressure but in excess of ambient pressure. When in contact with a water-based medium the particles having inner cavities containing the gas acceptable for culinary purposes as contained within the inner cavities under second high pressure quickly dissolve thus releasing the gas acceptable for culinary purposes from the inner cavities into the water-based medium to produce foam, a foamed layer or an aerated phase in the water-based medium. In accordance with the method for production of the gas-emitting bulk composition for food products the soluble bulk component (dried by way of spraying with injected gas) is brought in contact with the gas acceptable for culinary purposes at ambient temperature under first high pressure so that the gas acceptable for culinary purposes passes through the limited diameter channels from the outer surface into the inner cavities to produce particles inner cavities whereof contain the gas acceptable for culinary purposes under second high pressure. The gas acceptable for culinary purposes contained within

the inner cavities under second high pressure can slowly and controllably be released from the inner cavities through limited size channels when the particles cease to contact the gas under first high pressure.

EFFECT: group of inventions enabling production of a composition generating a more foamed layer due to greater release of gas.

18 cl, 11 dwg, 6 tbl, 11 ex



Фиг. 1

RU 2 4 2 6 4 4 9 C 2

RU 2 4 2 6 4 4 9 C 2

## **ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ**

Настоящее изобретение относится к выделяющим газ композициям и, в частности, к выделяющим газ сыпучим композициям, содержащим закачанный под давлением газ, удерживаемый в пределах внутренних пустот внутри частиц, который способен медленно и контролируемо истекать через ограниченные по размеру каналы в пределах частиц, и к способам приготовления и применения таких композиций. Выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению могут быть применены, например, в качестве компонентов для хранения и доставки растворимого газа, которые приводят к пене, вспененному слою или аэрированной фазе, когда они включаются в растворимые пищевые или питьевые продукты, при восстановлении влагосодержания жидкостью.

## **УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

Ряд обычноготавливаемых представителей пищевых продуктов включают в себя вспененный слой или пену. Например, кофе капучино, молочные коктейли и некоторые супы могут иметь вспененный слой или пену. В то время как обычноготавливаемые представители пищи могут считаться предпочтительными для некоторых потребителей, другие потребители во все большей степени требуют удобства при приготовлении потребителем альтернативных растворимых пищевых продуктов. Для того, чтобы соответствовать предпочтениям потребителей, путем разработки представителей растворимых продуктов питания, которые имеют те же или аналогичные характеристики, как обычноготавливаемые представители пищевых продуктов, производители производят растворимые пищевые продукты, которые предоставляют потребителям те продукты, которое они запрашивают, исходя из приемлемости растворимого пищевого продукта. Один важный вопрос для производителей состоит в том, как производить пищевой продукт, имеющий вспененный слой или пену, из представителя растворимого пищевого продукта.

Одно предшествующее решение, применяемое для производства растворимого пищевого продукта, который имеет вспененный слой или пену, состоит в применении порошковых вспенивающих композиций, которые продуцируют пену при восстановлении в жидкости. Вспенивающие порошковые композиции применяются для создания вспененного слоя или вспененной фазы на разнообразных сортах пищи и напитков. Например, вспенивающие композиции применяются для придания вспененного слоя или вспененной фазы растворимому кофе капучино и другим кофейным смесям, растворимым смесям бодрящих напитков, растворимым суповым смесям, растворимым смесям для молочных коктейлей, растворимым верхним украшениям десертных продуктов, растворимым соусам, горячим или холодным блюдам из круп и подобному при объединении с водой, молоком или другой пригодной жидкостью.

Один предшествующий способ производства вспенивающей композиции предоставлен в патенте США № 6713113, который впервые описывает способ производства порошкового растворимого вспенивающего компонента, который включает в себя основной состав, содержащий углеводы, белок, и захваченный газ под давлением,готавливаемый путем нагревания композиции до температуры выше температуры стеклования, при контактировании с газом под давлением в автоклаве, и затем тушением путем быстрого удаления давления газа или охлаждения для уменьшения температуры композиции до температуры ниже температуры стеклования композиции и предотвращения потери закачанного под давлением газа из закрытых пор, присутствующих в основном составе. Нагревание композиции выше температуры

стеклования может потенциально вести к нежелательным неокислительным реакциям коричневления (по Малларду, Maillard), которые могут отрицательно влиять на внешний вид, аромат и срок хранения упакованных пищевых продуктов. Также, нагревание композиции внутри автоклава до температуры выше его температуры стеклования типично требует применения высокоспециализированного оборудования, продолжительных времен обработки и значительной энергии, все эти условия могут в неблагоприятном направлении увеличивать стоимости оборудования и производства и существенно уменьшать скорости производства.

Международный патент WO2004/019699 впервые описывает другой способ для получения вспенивающей композиции, в котором белковую композицию подвергают газификации действием газа под давлением в автоклаве при температуре выше температуры стеклования композиции, с последующим тушением или охлаждением для уменьшения температуры композиции ниже температуры стеклования и предотвращения потери газа под давлением из закрытых пор, присутствующих в основном составе. Вспенивающая композиция предпочтительно содержит пластификатор, такой как углеводный полиольный или сахарный спирт, и вспенивающую композицию, которая образует основу всех рабочих примеров, впервые описанных там, и содержит углеводный глицерин в количестве 5% по массе.

Публикация патентной заявки США № 2003/0026836 впервые описывает способ получения таблеток или порошков из фармацевтических препаратах или сортов пищи на основе углевода, которые включают в себя воздействие давления на таблетки или порошки, которые включают в себя основание напитка, такого как растворимый кофе, вспененный порошок, сахар и молочный порошок; и нагрев до температуры выше температуры стеклования для получения таблетки или порошка с увеличенной растворимостью или диспергируемостью при контакте с водой. В добавление, способ впервые описывает, что усиление растворимости или диспергируемости таблетки или невспенивающего порошка путем воздействия на таблетку или порошок газа под давлением при температуре выше температуры стеклования в автоклаве, с последующим тушением или охлаждением, эффективным для уменьшения температуры ниже температуры стеклования, так что закачанный под давлением газ захватывается в закрытых порах, присутствующих в нем, для усиления растворимости или диспергируемости таблетки или порошка при контакте с водой.

Публикации патентных заявок США № 2006/0040033 и 2006/0040034 впервые описывают способы получения неуглеводных и небелковых вспенивающих композиций соответственно, где белковые или углеводные частицы соответственно опрессовывают газом в автоклаве, нагревают до температуры выше температуры стеклования, охлаждают ниже температуры стеклования и снимают давление, что эффективно для захвата газа под давлением во множестве закрытых внутренних пустот, присутствующих в частицах. Хотя эти способы предоставляют безуглеводные или безбелковые вспенивающие композиции, по сравнению с другими композициями, которые содержат как белок, так и углеводы, являются менее восприимчивыми к коричневлению и образованию неблагоприятных запахов во время обработки; способы требуют применения специализированного оборудования, применения нагревания, охлаждения и продолжительных времен обработки.

Публикация патентной заявки США № 2006/0040023 впервые описывает способ производства порошковых растворимых вспенивающих композиций, имеющих увеличенную емкость вспенивания, которые содержат аморфные частицы, имеющие атмосферное давление газа, удерживаемого в их открытых внутренних пустотах.

Способ включает в себя привод внешнего давления газа к растворимой порошковой высушенной распылением композиции, включающей в себя аморфные частицы, которые имеют закрытые вакуумные внутренние пустоты, и снятие давления с композиции, таким образом, что по меньшей мере часть вакуумных внутренних пустот композиции открываются для атмосферы и заполняются газом с атмосферным давлением. Хотя способ имеет то преимущество, что его возможно проводить быстро, без нагревания или охлаждения, в способе не происходит захвата внутрь частиц газа под давлением, что ограничивает емкость вспенивания композиции относительно композиций, производимых согласно способам, в которых газ под давлением захватывается в закрытых порах или закрытых внутренних пустотах.

Хотя существующие способы могут быть применены для приготовления вспененных добавок в напитки и пищу, сохраняется необходимость в способе производства вспенивающих композиций, которые могут быть применены для удержания и высвобождения больших количеств закачанного под давлением газа без недостатков существующих способов. Например, существующие способы подвергают целевые композиции действию высоких температур, выше температуры стеклования, что может приводить к коричневению композиции и образованию неприятных запахов. Кроме того, существующие способы предоставляют композиции с газом под давлением, захваченным в закрытых порах или закрытых внутренних пустотах, и, хотя объем захваченного газа под давлением может уменьшаться с течением времени, например, из-за повреждения, которое наносится композиции при погрузке и транспортировке, контакта с влагой в растворимых пищевых или питьевых смесях или воздействия паров атмосферной влаги, эти композиции не могут быть просто и быстро произведены в большом объеме с применением традиционного нагнетательного оборудования, в котором нет необходимости проводить нагревание и охлаждение. Кроме того, существующие композиции действительно не предоставляют легко перезаряжаемого источника газа под давлением, особенно при недоступности производственного оборудования.

Настоящее изобретение может быть применено для удовлетворения этих нужд, а также других потребностей, и предоставляет преимущества, как будет очевидно из последующего описания предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения.

### **СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Таким образом, согласно одному аспекту, настоящее изобретение предоставляет выделяющую газ сыпучую композицию, включающую в себя частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц, множество ограниченных по размеру каналов в пределах частиц и приемлемый для кулинарии газ, содержащийся во внутренних пустотах при втором высоком давлении. Ограниченные по размеру каналы обеспечивают газообразное сообщение между внутренними пустотами и внешней поверхностью и имеют ограниченный диаметр. Ограниченный диаметр является эффективным в отношении (1) возможности приемлемого для кулинарии газа проходить через ограниченные по размеру каналы с внешней поверхности во внутренние пустоты, когда частицы приведены в контакт с приемлемым для кулинарии газом при первом высоком давлении, что приводит к частицам, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении и (2) возможности для газа, в пределах внутренних пустот при втором высоком давлении, уходить медленно и контролируемо из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы удаляются

из зоны контакта с газом при первом высоком давлении. Второе высокое давление является равным или меньшим, чем первое высокое давление, но больше давления окружающей среды. Частицы, имеющие внутренние пустоты, содержащие приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении, при контакте со средой на водной основе быстро растворяются, таким образом высвобождая приемлемый для кулинарии газ из внутренних пустот в среде на водной основе для образования пены, вспененного слоя или аэрированной фазы в среде на водной основе.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения, предложен способ производства выделяющей газ сыпучей композиции, включающей в себя частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц, множество каналов ограниченного диаметра в пределах частиц и приемлемый для кулинарии газ, содержащий внутренние пустоты при втором высоком давлении в газовом сообщении между внутренними пустотами и внешней поверхностью. Способ включает в себя контактирование растворимого, высушенного распылением с инжектированным газом сыпучего компонента, включающего в себя частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц и множество каналов ограниченного диаметра в пределах частиц с приемлемым для кулинарии газом при температуре окружающей среды при первом высоком давлении, так что приемлемый для кулинарии газ проходит через каналы ограниченного диаметра от внешней поверхности во внутренние пустоты для получения частиц, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении, и затем позволяя приемлемому для кулинарии газу в пределах внутренних пустот при втором высоком давлении медленно и контролируемо выходить из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы удаляются из зоны контакта с газом при первом высоком давлении. Второе высокое давление является равным или меньшим, чем первое высокое давление, но больше, чем давление окружающей среды.

#### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Фиг. 1 представляет собой график, представляющий зависимость начальной высоты вспененного слоя напитка от времени хранения капучиновой смеси.

Фиг. 2 представляет собой график, представляющий зависимость постепенно увеличивающейся начальной высоты вспененного слоя напитка от натурального логарифма времени хранения капучиновой смеси.

Фиг. 3 представляет собой график, представляющий зависимость влияния давления газа и времени при загрузке сыпучего компонента на начальную высоту вспененного слоя напитка кофе капучино.

Фиг. 4А-4F представляют собой фотографии на сканирующем электронном микроскопе внутренних поверхностей и структуры пор сыпучего компонента перед загрузкой газом под давлением.

Фиг. 5 представляет собой график, показывающий распределение постепенно увеличивающегося объема поры для сыпучего компонента, представленного на фиг. 4А-4F, в зависимости от среднего диаметра поры, полученный с применением интрузионного анализа методом ртутной порозиметрии.

Фиг. 6 представляет собой график, показывающий распределение постепенно увеличивающейся площади поверхности поры, для сыпучего компонента, представленного на фиг. 4А-4F, в зависимости от среднего диаметра поры, полученный с применением адсорбционного анализа с газообразным азотом.

#### **ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ**

## ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к выделяющим газ композициям и, в частности, к выделяющим газ сыпучим композициям, включающим в себя частицы, содержащие закачанный под давлением газ, удерживаемый в пределах их структуры пор. Согласно  
5 одному аспекту изобретения, выделяющая газ сыпучая композиция образована путем включения частиц, имеющих внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц, множество ограниченных по размеру каналов в пределах частиц и приемлемый для кулинарии газ, содержащийся во внутренних пустотах при втором  
10 высоком давлении. Ограниченные по размеру каналы обеспечивают газовое сообщение между внутренними пустотами и внешней поверхностью и имеют ограниченный диаметр. Ограниченный диаметр является эффективным для (1) возможности приемлемого для кулинарии газа проходить через ограниченные по  
15 размеру каналы с внешней поверхности во внутренние пустоты, когда частицы приведены в контакт с приемлемым для кулинарии газом при первом высоком давлении, что приводит к частицам, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении, и (2) возможности для  
20 газа, в пределах внутренних пустот при втором высоком давлении, уходить медленно и контролируемо из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы удаляются из зоны контакта с газом при первом высоком давлении. Второе  
25 высокое давление является равным или меньшим, чем первое высокое давление, но больше, чем давление окружающей среды. Частицы, имеющие внутренние пустоты, содержащие приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении, при контакте со средой на водной основе быстро растворяются, таким образом высвобождая приемлемый для кулинарии газ из внутренних пустот в среде на водной основе для приготовления пены, вспененного слоя или аэрированной фазы в среде на водной основе.

Применяемый здесь термин "структура пор" относится к множеству внутренних пустот частиц, и термин "внутренние пустоты" относится к открытым внутренним  
30 пустотам, также известным как открытые поры частиц, которые связаны, прямо или непрямо, с окружающей атмосферой и также могут быть взаимосвязаны одна с другой через каналы или отверстия, такие как трещины, отверстия, поры, и т.д., и/или их  
35 сочетания в частицах, где по меньшей мере часть таких отверстий имеют достаточно небольшой диаметр для существенного затруднения ухода из них закачанного под давлением газа путем молекулярного истечения. Применяемый здесь термин "закрытые внутренние пустоты", также известные как "изолированные внутренние  
40 пустоты" или "закрытые поры", относится к тем внутренним пустотам или порам частиц, которые не связаны с окружающей атмосферой.

Предпочтительно, по меньшей мере часть отверстий, присутствующих в частицах, представляют собой ограниченные по размеру каналы. То есть они имеют  
45 ограниченный диаметр, который является существенно меньшим (то есть около 1/10-й, предпочтительно, около 1/100-й, и более предпочтительно, около 1/1000-й от размера), чем диаметр по меньшей мере части внутренних пустот. Ограниченные по размеру каналы медленно переносят наружу молекулы газа из по меньшей мере части  
50 внутренних пустот, что эффективно для существенного затруднения истечения по меньшей мере части закачанного под давлением газа из дисперсной структуры пор. В ограниченных по размеру каналах, имеющих неоднородные поперечные сечения, диаметр наиболее узкого поперечного сечения представляет собой ограничивающий фактор, который управляет скоростью переноса молекул газа. Применяемый здесь

термин "диаметр" описывает размер отверстия, ограниченного по размеру канала, или диаметр среднего поперечного сечения отверстия.

Предпочтительно, по меньшей мере часть ограниченных по размеру каналов имеют диаметр, который является меньшим, чем приблизительно 1 микрометр (мкм), более предпочтительно, меньшим, чем приблизительно 0,1 мкм, наиболее предпочтительно, меньшим, чем приблизительно 0,01 мкм, и, необязательно, меньшим, чем приблизительно 0,001 мкм. Диаметр 0,001 мкм эквивалентен 1 нанометру (нм) или 10 Ангстрем ( $\text{\AA}$ ), что только слегка больше, чем эффективные молекулярные диаметры, или так называемые кинетические диаметры, или диаметры при столкновениях, многих газов, таких как те, что присутствуют в атмосфере. Например, молекулярные диаметры водорода, гелия, неона, аргона, криптона, азота, кислорода, диоксида углерода и оксида азота находятся в диапазоне около 2-5  $\text{\AA}$ .

Открытые внутренние пустоты, из которых по меньшей мере часть прямо или непрямо связаны с окружающей атмосферой через ограниченные по размеру каналы, могут иметь в целом сферический вид с диаметром, предпочтительно находящимся в диапазоне приблизительно 0,01-2000 мкм, более предпочтительно, находящимся в диапазоне приблизительно 0,1-1000 мкм, и наиболее предпочтительно, находящимся в диапазоне приблизительно 1-100 мкм, хотя внутренние пустоты, имеющие другой вид и/или диаметр, также включены в объем изобретения. Индивидуальные частицы могут также иметь в целом сферический вид, с диаметром предпочтительно в диапазоне приблизительно 0,5-5000 мкм, более предпочтительно, в диапазоне приблизительно 1-1000 мкм, и наиболее предпочтительно, в диапазоне приблизительно 5-500 мкм, хотя частицы, имеющие другой вид и/или диаметр, также включены в объем изобретения. Способ заполнения частиц газом под давлением, также обозначаемым здесь как загрузка, типично не изменяет по существу вид или диаметр частицы, но может увеличивать число и/или диаметр отверстий и/или ограниченных по размеру каналов в частице. В некоторых случаях, например, когда с опрессованных частиц быстро снимают давление, некоторые частицы могут до некоторой степени расщепляться в результате внезапного развития несбалансированных сил, создаваемых молекулами газа на внутренние поверхности структуры пор.

Применяемый здесь термин "выделяющие газ" обозначает, что молекулы газа, присутствующие во внутренних пустотах частицы, исходят через отверстия во внутренних пустотах медленным и контролируемым образом, что в целом согласуется с установленными принципами истечения газа. Как известно для специалистов в данной области, согласно кинетической теории газов, скорость истечения идеального газа зависит от давления газа, температуры и молекулярной массы, объема контейнера, включающего в себя газ, и площади отверстий в контейнере. Если скорость истечения выражена как число молей (N) газа, который истекает через отверстие, имеющее площадь A, из контейнера в единицу времени (t), скорость может быть выражена как изменение N (dN) на изменение t (dt). Эта скорость может быть получена из  $dN/dt = A(P_i - P_o) / (2\pi MRT)^{0,5}$ , где  $P_i$  представляет собой давление газа внутри контейнера,  $P_o$  представляет собой давление газа вне контейнера,  $\pi$  представляет собой математическую постоянную пи (3,14), M представляет собой молекулярную массу газа, R представляет собой газовую постоянную и T представляет собой температуру. Число молей (N) газа, которое может вытечь из контейнера, может быть получено из уравнения идеального газа, выраженного как  $N = V(P_i - P_o) / RT$ , где V представляет собой объем контейнера. Эти уравнения в общем управляют скоростью и продолжительностью истечения газов из сыпучих композиций по этому

изобретению. Однако величины для  $A$  и  $P_i$  не являются легко измеримыми для сыпучих композиций, и, в результате, скорость и продолжительность истечения газа получают путем экспериментирования. Так как  $P_i$  постоянно уменьшается со временем, после того, как внешнее давление газа, приложенное к сыпучей композиции, удаляется, оно приближается к  $P_0$  в целом с экспоненциальной скоростью, скорость истечения газа из сыпучей композиции в целом уменьшается экспоненциально с течением времени до тех пор, пока давление газа ( $P_i$ ) в контейнер не достигает равновесия с давлением газа ( $P_0$ ) в окружающей атмосфере или вакууме.

Необходимо, однако, заметить, что в области физической химии истечение газа представляет собой идеализированный тип диффузии газа, который в целом представляется как последовательный поток одиночных молекул газа через небольшое отверстие, имеющее пренебрежимо малую длину, которое имеет место при относительно небольшом давлении газа, понижающемся в направлении от более высокого внутреннего и к меньшему внешнему давлению газа, при отсутствии столкновений с другими молекулами газа или со стенками отверстия при нахождении в пределах отверстия. Таким образом, поведение выделяющих газ композиций согласно настоящему изобретению, как ожидается, не может точно соответствовать физико-химическим взаимосвязям, производимым из кинетической теории газов, так как эти взаимосвязи получены, основываясь на поведении идеальных газов в идеальных условиях. Высокие давления, типично применяемые согласно настоящему изобретению, могут приводить к тому, что газы значительно отклоняются от идеального поведения. Также, композиции согласно настоящему изобретению типично имеют сложную, неоднородную структуру пор, характеризуемую широким диапазоном внутренних пустот, отверстий и диаметров ограниченных по размеру каналов. Далее, ограниченные по размеру каналы могут существовать как длинные или извилистые поры или как трещины с неровными поверхностями, что позволяет молекулам газа сталкиваться с другими молекулами, присутствующими там, и/или с окружающими стенками.

Во многих случаях опрессованные сыпучие компоненты согласно настоящему изобретению могут в начале высвободить молекулы газа, в целом, согласующимся с установленными принципами объемного потока законом (то есть законом так называемого массового расхода, вязкого потока или турбулентного потока) в течение сравнительно короткого периода (то есть секунд или минут) сразу после сброса давления, так как закачанный под давлением газ, удерживаемый в пределах внутренних пустот, связанных с атмосферой через любые неограниченные по размеру каналы, может быстро истекать без существенного затруднения. Это относительно скоротечное начальное высвобождение газа будет типично переходить быстро в молекулярное истечение, которое будет затем преобладать в течение гораздо большего периода времени. Действительно, в таких случаях, переход к молекулярному истечению типично имеет место быстрее, чем время, требующееся для измерения содержания газа, удерживаемого в пределах частицы и скорости потери газа из нее.

Скорость истечения газа главным образом управляется структурой пор частиц и будет, в целом, уменьшаться с уменьшением диаметра, числа и/или объема отверстий и ограниченных по размеру каналов, связывающих внутренние пустоты с окружающей атмосферой. Если частицы действительно не имеют требуемой структуры пор, то молекулярное истечение или не будет иметь места, или будет иметь место только в течение очень короткого периода времени, что должно серьезно ограничить применимость композиции, в качестве вспенивающего агента. Скорость и

продолжительность истечения газа может быть подвержена влиянию, в различной степени, других физических свойств сыпучего компонента, таких как диаметр, число и/или объем внутренних пустот, отношение объема внутренних пустот к объему ограниченного по размеру канала, и общей площади ограниченных по размеру канала отверстий, также как условий обработки, таких как давление газа и время, применяемое для заполнения структуры пор закачанным под давлением газом.

Известно, что процесс истечения газа в модельной системе, такой как контейнер, имеющий маленькое отверстие, облегчается, если средняя длина свободного пробега молекул газа (среднее расстояние пробега между столкновениями), присутствующих в контейнере, является большей по сравнению с диаметром маленького отверстия и маленькой по сравнению с диаметром контейнера. Эти условия уменьшают частоту столкновений молекул газа со стенками контейнера и с маленьким отверстием и приводят к замедлению скорости, с которой газ вытекает из контейнера. Без необходимости быть связанным с любой теорией, предполагается, что истечение газа из композиций согласно настоящему изобретению аналогичным образом облегчается присутствием по меньшей мере некоторых диаметров ограниченных по размеру каналов, которые являются относительно маленькими, и по меньшей мере некоторые диаметры внутренних пустот, которые являются относительно большими, по сравнению со средней длиной свободного пробега молекул газа, присутствующих в пределах структуры пор сыпучей композиции.

Средние длины свободного пробега различных молекул газа в различных условиях могут быть оценены с применением установленных закономерностей, предписываемых кинетической теорией газов. Средняя длина свободного пробега в целом увеличивается с уменьшением давления газа и с увеличением молекулярной массы газа. При относительно высоких давлениях, типично применяемых для загрузки газа в сыпучие композиции согласно настоящему изобретению, существенно сокращенные средние длины свободного пробега молекул газа могут увеличивать скорость, с которой газ течет через по меньшей мере некоторые ограниченные по размеру каналы во внутренние пустоты, для благоприятного сокращения времени, требующегося для загрузки газа. Наоборот, сокращенные средние длины свободного пробега, которые преобладают сразу после снятия давления с композиции, могут вызывать более быструю скорость ухода газа из частиц, чем скорость, которая имеет место после периода времени, достаточного для уменьшения давления газа и, таким образом, удлинения средней длины свободного пробега. В результате, скорость истечения газа неуклонно уменьшается, с экспоненциальной скоростью после сброса давления.

Известно, что молекулы газа в модельных системах истечения сталкиваются друг с другом и с внутренней поверхностью контейнера до прямого "соударения" с маленьким отверстием, что ведет к выходу из контейнера. Снова, без желания иметь ограничения любой теорией, предполагается, что этот механизм в целом преобладает в выделяющих газ композициях согласно настоящему изобретению, за исключением того, что молекулы газа сталкиваются с другими молекулами газа и с поверхностями внутренних пустот до их прямого "соударения" с отверстием или ограниченным по размеру каналом для вытекания из внутренних пустот в окружающую атмосферу. Далее, так как внутренние пустоты, присутствующие в композициях согласно настоящему изобретению, могут быть сильно взаимосвязаны, предполагается, что молекулы газа могут обмениваться между потенциально большим числом внутренних пустот, до некоторой степени, вероятно, через процесс объемного течения в

добавление к молекулярному истечению, через отверстия и ограниченные по размеру каналы, и что полученный лабиринтообразный путь, который молекулы газа могут проходить в пределах структуры поры, может благоприятно замедлять скорость истечения, которая измеряется по конечному уходу молекул газа из внешних  
5 отверстий или ограниченных по размеру каналов на поверхность частицы.

Таким образом, ограниченные по размеру каналы предпочтительно имеют диаметр в диапазоне от около 2 до приблизительно 5000 раз, более предпочтительно, в диапазоне от около 2 до приблизительно 500 раз, и наиболее предпочтительно, в  
10 диапазоне от около 2 до приблизительно 50 раз от диаметра молекул газа, удерживаемого в пределах внутренних пустот. Со ссылкой на молекулы газа, удерживаемого в пределах внутренних пустот, термин "удерживать" обозначает, что газ присутствует в открытых внутренних пустотах частицы и способен войти и покинуть внутренние пустоты за достаточное время. Предпочтительно, после загрузки  
15 газа в сыпучую композицию согласно вариантам осуществления этого изобретения, большая часть газа, присутствующего в частице, представляет собой закачанный под давлением газ, удерживаемый в ее открытых внутренних пустотах, которые связаны с окружающей атмосферой. Остаток любого газа, который может присутствовать в порошке, представляет собой главным образом газ без давления, захваченный в  
20 закрытые внутренние пустоты при получении частицы, таком как сушка распылением с инжесктированным газом водных растворов.

Применяемый здесь термин "структура", "дисперсная структура", "структура частицы" или "структура порошка" обозначает структуру, которая содержит большое  
25 число внутренних пустот, которые взаимосвязаны и/или открыты для атмосферы. Термин "структура пор" обозначает структуру, которая содержит внутренние пустоты, отверстия и ограниченные по размеру каналы, все из которых открыты для атмосферы и по меньшей мере до некоторой степени могут быть взаимосвязаны друг с другом. Внутренние пустоты, присутствующие в пределах структуры пор, способны  
30 к удержанию большого объема закачанного под давлением газа, который высвобождается в виде пузырьков при растворении частицы в жидкости для получения пены, вспененного слоя, аэрированной фазы или другого эффекта. Термин "аморфный" обозначает стекловидную структуру, которая является преимущественно некристаллической.  
35

Термин "порошковая растворимая вспенивающая композиция", "порошковая вспенивающая композиция", "сыпучая вспенивающая композиция" или "вспенивающая композиция" обозначает любую сыпучую композицию, которая  
40 является растворимой или дезинтегрируется в жидкости, и особенно в водной жидкости, и которая при контакте с такой жидкостью образует пену или вспененный слой или приводит к образованию аэрированной фазы.

Термин "температура окружающей среды" обозначает комнатную температуру, которая типично находится в диапазоне приблизительно 18-30°C, но может быть  
45 более высокой или низкой. Температура окружающей среды часто обозначается в научных экспериментах как "при 25°C", как это делается здесь, даже хотя действительная комнатная температура может быть слегка более высокой или низкой. Термин "атмосферное давление" обозначает давление окружающей среды, которое  
50 слегка варьируется вместе с погодой и высотой, равняется давлению в 1 атмосферу на уровне моря. Термин "газ под давлением" обозначает газ, сжатый до давления большего, чем давление окружающей среды, и также известен как газ со сверхатмосферным давлением.

Газы, которые могут предпочтительно применяться согласно настоящему изобретению, могут быть выбраны из азота, диоксида углерода, оксида азота, воздуха, аргона, кислорода, гелия, водорода или их смеси. Азот является предпочтительным, но любой другой пищевого качества газ может быть применен для приложения внешнего давления газа к порошку. Газы, которые не утверждены для применения в пищевой промышленности, могут быть применены для производства композиции согласно настоящему изобретению, которые не предназначены для потребителей. Также, в определенных применениях продукта, может быть желательно опрессовывать сыпучие компоненты с применением альтернативного газа, такого как газообразный углеводород, приемлемого для кулинарии газообразного хладагента, галогенированного углеводорода или их смеси. Некоторые из этих газов могут иметь гораздо более высокие молекулярные массы, чем обычные атмосферные газы, и могут, следовательно, предоставлять значительно более низкие скорости истечения из композиций, в соответствии с другими преимуществами. Неограничивающие примеры альтернативных газов включают в себя пропан, фреон 115 и фреон 318.

Выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению предпочтительно образуются приемлемыми для кулинарии веществами, способными сохранять значительные объемы закачанного под давлением газа в течение предварительно определенных периодов времени, варьирующихся от минут до лет, в зависимости от физических свойств сыпучего компонента, давления и композиции газа, удерживаемого в них, температуры хранения и способов упаковки. Способы обработки и упаковки, включая необязательно упаковку под давлением газа, могут легко контролироваться для приготовления выделяющей газ композиции согласно настоящему изобретению или ее смесей, таких как растворимая пища и питьевые смеси, содержащие вспенивающие композиции согласно настоящему изобретению, которые имеют срок хранения, особенно подходящий для различных применений продукта. Обработка может быть проведена на большом объеме, например, на производственном оборудовании, или в меньшем объеме, например, на оборудовании в розничной или пищевой сети, где продукт потребляется, продается или распределяется.

Сыпучий компонент может включать в себя различные формы, включая углеводные, белковые и/или их смеси. В одной предпочтительной форме сыпучий компонент имеет аморфную структуру и включает в себя низкой плотности, высушенный распылением с инжесктурированным газом порошок из снятого молока (SMP). Применяемые здесь термины "порошок из снятого молока" и "SMP" обозначают сыпучий компонент, включающий в себя высушенное снятое (обезжиренное) молоко; эти термины включают в себя порошковое снятое молоко, нежирное сухое порошковое молоко (NFDM) или их сочетание. SMP и NFDM порошки типично имеют подобные составы, но могут иметь слегка различные содержания белка, так как первый должен иметь по меньшей мере 34% по массе белка, а содержание в последнем не регулируется и типично составляет 34-37% белка по массе. Термины SMP и NFDM часто применяются взаимозаменяемо, и любое обозначение часто может применяться для описания того же порошка. SMP и NFDM порошки, такие как те, что применяются в настоящем изобретении, типично содержат около 1% по массе диспергированного остаточного молочного жира, но точный уровень не критичен и может быть более высоким или низким.

Другие пригодные выделяющие газ композиции могут быть получены из низкой плотности, высушенных распылением с инжесктурированным газом порошковых видов

молока, имеющих уровни жира более высокие, чем уровни для SMP и NFDM порошков. Такие порошки могут, однако, быть более восприимчивы к окислению и образованию неприятных запахов, что может ухудшать качество аромата и уменьшать срок хранения. Далее, пригодные выделяющие газ композиции могут быть  
5 произведены из низкой плотности, высушенного распылением с инжектированным газом снятого молока или порошкового молока, которое составляют перед высушиванием, с применением концентратов и/или выделенных препаратов молочного белка, получаемых из снятого молока или молока, которое имеет уровни  
10 сыворотки и казеина или общие уровни белка, которые являются сравнимыми или большими, чем те, что были найдены в предпочтительных SMP и NFDM композициях.

Применяемый здесь термин "низкой плотности" обозначает порошок, имеющий объемную плотность предпочтительно ниже приблизительно 0,35 г/мл, более предпочтительно ниже приблизительно 0,30 г/мл, наиболее предпочтительно ниже  
15 приблизительно 0,25 г/мл, и, необязательно, ниже приблизительно 0,20 г/мл. В предпочтительной форме, низкой плотности, высушенные распылением с инжектированным газом сыпучие компоненты состояются с тем, чтобы включать в себя, считая на общую массу, включая влагу, предпочтительно по меньшей мере  
20 около 60%, более предпочтительно, по меньшей мере около 80%, еще более предпочтительно, по меньшей мере около 90%, и наиболее предпочтительно, около 100% SMP и/или NFDM. В предпочтительной форме, любая часть частицы, которая не является 100% SMP и/или NFDM, может включать в себя необязательные углеводные высушенные распылением носители (или наполнители), дополнительные  
25 источники белка, функциональные компоненты, поверхностно-активные вещества, буферизирующие агенты и/или их комбинации.

Пригодные необязательные углеводные высушенные распылением носители, которые могут быть применены для составления сыпучих композиций, включают в  
30 себя, например, без ограничения, сахара, полиатомные спирты, сахарные спирты, олигосахариды, полисахариды, продукты гидролиза крахмала, смолы, растворимые волокна, модифицированные крахмалы, модифицированные целлюлозы и их смеси. Пригодные сахара включают в себя глюкозу, фруктозу, сахарозу, лактозу, маннозу, трегалозу и мальтозу. Пригодные полиатомные спирты включают в себя глицерин,  
35 пропиленгликоль, полиглицерины и полиэтиленгликоли. Пригодные сахарные спирты включают в себя сорбит, маннит, малтитол, лактитол, эритритол и ксилит. Пригодные продукты гидролиза крахмала включают в себя мальтодекстрины, сиропы глюкозы, кукурузные сиропы, сиропы с высоким содержанием мальтозы и сиропы с высоким  
40 содержанием фруктозы. Пригодные смолы включают в себя ксантан, альгинаты, каррагенаны, гуаровую, геллановую смолу, смолу рожкового дерева и гидролизованные смолы. Пригодные растворимые волокна включают в себя инулин, гидролизованную гуаровую смолу и полидекстрозу. Пригодные модифицированные крахмалы включают в себя физически или химически модифицированные крахмалы,  
45 которые являются растворимыми или диспергируемыми в воде. Пригодные модифицированные целлюлозы включают в себя метилцеллюлозу, карбоксиметилцеллюлозу и гидроксипропилметилцеллюлозу.

Пригодные необязательные дополнительные белковые источники, которые могут  
50 быть применены для составления сыпучих композиций, включают в себя, например, молочные белки, соевые белки, яичные белки, желатиновые, коллагеновые, пшеничные белки и гидролизованные белки. Пригодные гидролизованные белки включают в себя гидролизованный желатин, гидролизованный коллаген,

гидролизированный казеин, гидролизированный сывороточный белок, гидролизированный молочный белок, гидролизированный соевый белок, гидролизированный яичный белок, гидролизированный пшеничный белок и аминокислоты.

5 Необязательные функциональные компоненты, которые могут усиливать переработку, питательную ценность, аромат или внешний вид, могут быть применены для составления сыпучих композиций и могут включать в себя, без ограничения, органические и неорганические соли, поверхностно-активные вещества, эмульгаторы, фитохимические средства, питательные добавки, добавки, повышающие текучесть, 10 искусственные подсластители, консерванты, окрашивающие средства и некоторые ароматические средства. Липиды включают в себя, без ограничения, жиры, масла, гидрированные масла, переэтерифицированные масла, фосфолипиды, воска, стерины, станола, терпены и жирные кислоты, произведенные из растительных, молочных или 15 животных источников.

15 Сыпучие композиции согласно настоящему изобретению могут быть получены любым способом, эффективным для получения пригодной дисперсной структуры и структуры пор, имеющей множество внутренних пустот, прямо или непрямо связанных с атмосферой и поверхностью частиц через ограниченные по размеру 20 каналы, которые способны удерживать объем закачанного под давлением газа в течение периода времени, предпочтительно большего, чем приблизительно 1 день, более предпочтительно, большего, чем приблизительно 1 неделя, еще более предпочтительно, большего, чем приблизительно 1 месяц, и наиболее предпочтительно, большего, чем приблизительно 1 год, при хранении в не 25 герметически упакованном контейнере при давлении окружающей среды.

В одной предпочтительной форме традиционные высушенные распылением с инжектированным газом водные растворы применяются для приготовления сыпучих композиций. Высушенные распылением водные растворы без инжектированного газа 30 типично приводят к сыпучим композициям, имеющим относительно небольшой объем внутренних пустот. Высушивание распылением с инжектированным газом может быть проведено диспергированием газа или газа под давлением в водном растворе (предпочтительно, с обеспечением соотношения от около 1-6, более предпочтительно, около 2-4, литров газа на килограмм сухих твердых веществ, растворенных в водном 35 растворе и/или выводимых из аппарата сушки распылением) с применением любого эффективного способа диспергирования газа, или до транспортировки в аппарат сушки распылением, или во время сушки распылением. Согласно этому газ может быть инжектирован в порцию водного раствора, но предпочтительно инжектирование 40 непрерывным потоком со смешением или гомогенизацией перед попаданием в аппарат сушки распылением. Альтернативно, два или более отдельных потока газа и водного раствора могут быть объединены или перед аппаратом, или в форсунке аппарата сушки распылением или пульверизатора. Пригодные газовые композиции, соотношение газ-раствор, способы инъекции газа, скорости потоков газа и раствора, 45 давления газа и раствора, температуры раствора, температуры ввода и выхода через аппарат для сушки распылением могут быть легко определены специалистом в области сушки распылением с инжектированным газом. Газообразный азот ( $N_2$ ) является предпочтительным, но любой другой пищевого качества газ может быть 50 применен в качестве инжектируемого газа, включая воздух, диоксид углерода, оксид азота или их смеси.

Особенно предпочтительные SMP-композиции, применяемые для получения выделяющей газ композиции согласно настоящему изобретению, готовятся с

применением традиционной сушки распылением с инжектированным газом. Эти сыпучие композиции действительно не содержат любого закачанного под давлением газа после сушки распылением и служат только как источник традиционных низкой плотности вспенивающих порошков в их исходной форме. Благоприятно, что не требуется специальных методик для получения этих предпочтительных сыпучих композиций, которые, как впервые открыли авторы настоящего изобретения, неожиданно обладают структурой пор, особенно пригодной для удержания закачанного под давлением газа, и делают возможным производство выделяющих газ композиций согласно настоящему изобретению.

Необязательно, сыпучие композиции согласно настоящему изобретению могут быть составлены с применением одного или нескольких поверхностно-активных веществ для улучшения образования пузырьков и создания внутренних пустот во время сушки распылением. Применение пригодных поверхностно-активных веществ при соответствующих уровнях может влиять на относительный размер, число и объем внутренних пустот. Пригодные поверхностно-активные вещества включают в себя допустимые в пищевой промышленности эмульсифицирующие агенты, такие как полисорбаты, эфиры сахарозы, стеариллактаты, моно/ди-глицериды, диацетилвинные эфиры моно/ди-глицеридов и фосфолипиды. В добавление, некоторые углеводы являются поверхностно-активными, включая гуммиарабик, альгинаты пропиленгликоля и липофильные модифицированные пищевые крахмалы, такие как замещенные октенилсукцинатом крахмалы.

Необязательно, сыпучие композиции согласно настоящему изобретению могут быть составлены с применением одного или нескольких буферирующих агентов для облегчения сушки распылением и восстановление в жидкости. Применение пригодных буферирующих агентов с соответствующими концентрациями может обеспечивать соответствующий объем внутренних пустот частицы с улучшением растворимости порошка и свойств вспененного слоя продукта. Предпочтительные буферирующие агенты, применяемые по этому изобретению, представляют собой соли органических или неорганических кислот. В добавление к предоставлению преимуществ, уже упомянутых, эти буферирующие агенты также улучшают устойчивость к агрегации белка или денатурации при определенных применениях продукта, таких как кислотные напитки. Наиболее предпочтительные буферирующие агенты представляют собой натриевые и калиевые соли органических кислот. Пригодные буферирующие агенты включают в себя, без ограничения, натриевые, калиевые, кальциевые и магниевые соли лимонной, яблочной, фумаровой и фосфорной кислоты.

Порошки, применяемые для получения выделяющих газ композиций согласно настоящему изобретению, предпочтительно имеют объемную плотность и плотность утряски в диапазоне приблизительно 0,1-0,4 г/мл, более предпочтительно, приблизительно 0,2-0,3 г/мл, кажущуюся плотность предпочтительно в диапазоне приблизительно 0,3-1,1 г/мл, более предпочтительно, приблизительно 0,4-1,0 г/мл, и наиболее предпочтительно, приблизительно 0,5-0,9 г/мл, плотность в кристалле приблизительно 1,2-1,6 г/мл, объем внутренних пустот в диапазоне приблизительно 0,5-5,0 мл/г, типично приблизительно 1,0-4,0 мл/г, и более типично, приблизительно 2,0-3,0 мл/г, кажущийся объем внутренних пустот (AIVV) в диапазоне приблизительно 0,2-3,0 мл/г, типично приблизительно 0,3-2,0 мл/г, и более типично, приблизительно 0,4-1,0 мл/г, и % AIVV в диапазоне около 30-80%, типично, около 35-70%, и более типично, около 40-60%, до приложения внешнего давления газа.

Величины объема внутренних пустот и AIVV измеряются двумя различными

способами, применяемыми для измерения объема структуры пор, присутствующих в сыпучих композициях. Эти два различных способа, когда применяются совместно, предоставляют адекватное понимание емкости частицы как в отношении удержания закачанного под давлением газа, так и высвобождения указанного закачанного под давлением газа в процессе молекулярного истечения. Эти способы описаны ниже.

Порошки с относительно большим объемом внутренних пустот в целом предпочтительны для применения для приготовления выделяющих газ композиций согласно настоящему изобретению ввиду их большей емкости к удержанию газа.

Порошки, имеющие ограниченные по размеру каналы в сочетании с относительно большим объемом внутренних пустот и относительно большим AIVV, особенно предпочтительны, ввиду их большой емкости как к удержанию газа, так и сокращению скорости потерь газа путем истечения. Объем внутренних пустот предпочтительно составляет по меньшей мере приблизительно 0,5 мл/г, предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 1,0 мл/г, более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 1,5 мл/г, и наиболее предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 2,0 мл/г. Предпочтительно, AIVV равен по меньшей мере приблизительно 0,2 мл/г, предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 0,4 мл/г, более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 0,6 мл/г, и наиболее предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 0,8 мл/г. Процент AIVV (% AIVV) предпочтительно составляет по меньшей мере приблизительно 30%, более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 40%, и наиболее предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 50%. Порошки предпочтительно имеют температуру стеклования (Tg) в диапазоне приблизительно 30-150°C, предпочтительно, в диапазоне 35-125°C, и более предпочтительно, в диапазоне 40-100°C. Порошки предпочтительно имеют содержание влаги в диапазоне приблизительно 0-15%, предпочтительно, приблизительно 1-10%, и более предпочтительно, приблизительно 2-5%, и активность воды в диапазоне приблизительно 0-0,5, предпочтительно, приблизительно 0,05-0,4 и более предпочтительно, приблизительно 0,1-0,3.

Выделяющие газ сыпучие композиции согласно настоящему изобретению предпочтительно удерживают газ в открытых внутренних пустотах, присутствующих в структуре пор, присутствующих в них, или в момент применения при восстановлении влагосодержания жидкостью, или немедленно после сброса давления, при среднем абсолютном давлении газа по меньшей мере приблизительно 2 атмосферы, более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 3 атмосферы, наиболее предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 4 атмосферы, и, необязательно, по меньшей мере приблизительно 5 атмосфер, или более высоком. Такие более высокие средние абсолютные давления газа могут включать в себя давления до приблизительно 10 атмосфер, 20 атмосфер или даже более высокие, такие как до приблизительно 50 атмосфер.

Процентные составы вычисляются по массе вспенивающей композиции, пока иное не указано явно. Объемная плотность (г/мл) определяется путем измерения объема (мл), который данная масса порошка (г) занимает, когда заливается через воронку в градуированный цилиндр. Плотность утряски (г/мл) определяется путем выливания порошка в градуированном цилиндре, вибрации цилиндра до оседания порошка до его наименьшего объема, измерения объема, взвешивания порошка и деления массы на объем. Кажущуюся плотность (г/мл) определяют путем измерения объема взвешенного количества порошка применением гелиевого пикнометра (Micromeritics

АссуРус 1330) и деления массы на объем.

Кажущаяся плотность представляет собой меру плотности, которая включает в себя объем любых пустот, присутствующих в частицах, которые не связаны с атмосферой, такие как закрытые внутренние пустоты. Кажущаяся плотность также включает в себя объем любых пустот, присутствующих в частицах, которые связаны с атмосферой, но которые являются недоступными для проникновения при достаточно низком давлении гелия (менее чем около 20 psi (137,9 кПа) избыточного давления), применяемого в пикнометре в течение достаточно короткого времени анализа. Такие пустоты, которые являются открытыми и недоступными для проникновения при пикнометрическом анализе, включают в себя по меньшей мере часть ограниченных по размеру каналов и по меньшей мере часть внутренних пустот, связанных с атмосферой, прямо или непрямо, через ограниченные по размеру каналы. Кажущаяся плотность исключает пустой объем между частицами и объем любых пустот, присутствующих в частицах, которые являются открытыми для атмосферы и доступны для проникновения гелия во время пикнометрического анализа.

Общий объем внутренних пустот и отверстий, которые не связаны с атмосферой и/или недоступны для проникновения газообразного гелия во время пикнометрического анализа, обозначаемые здесь как "закупоренные внутренние пустоты", также может быть получен из измерения кажущейся плотности порошка после восстановления порошка в воде, замораживания и лиофильной сушки раствора, перемалывания высушенного лиофильно порошка с помощью ступки и пестика для удаления, или открытия на атмосферу, всех закрытых или недоступных пустот, изначально присутствующих в порошке. Этот тип кажущейся плотности, обозначаемый здесь как "плотность в кристалле" (г/мл), представляет собой фактическую плотность чистого твердого вещества, которое включает в себя порошок.

Кажущийся объем внутренних пустот (AIVV), объем закупоренных внутренних пустот, содержащихся в частицах, может быть определен путем вычитания обратной величины плотности в кристалле (мл/г) из обратной величины кажущейся плотности (мл/г). Процент AIVV, объемный процент закупоренных внутренних пустот, содержащихся в частицах, определяется путем вычитания обратной величины плотности в кристалле (мл/г) из обратной величины кажущейся плотности (мл/г) и затем умножения результата на кажущуюся плотность (г/мл) и 100%.

Объем внутренних пустот (мл/г) может быть определен путем измерения объема (мл) жидкой ртути, которая внедряется во взвешенное количество (г) частиц при приложенном давлении ртути, увеличивающемся приблизительно от 0 до 60000 psi (избыточное, 41,37 МПа), с применением ртутного порозиметра (Micromeritics AutoPore III) и деления объема внедрившейся ртути на массу частицы. Способ дает диаметр, площадь и объемные распределения структуры пор частицы и подтверждает присутствие внутренних пустот, отверстий и ограниченных по размеру каналов, связанных, прямо или непрямо, с атмосферой. Этот способ обычно применяется для установления зависимости давления интрузии ртути с диаметрами и объемами пор порошка с применением стандартных математических зависимостей и предположений, встроенных в программное обеспечение, используемое на приборе. Когда прилагаемое давление увеличивается, несмачивающая ртуть прогрессивно внедряется во все более мелкие поры до тех пор, пока не заполняется наименьший диаметр поры (3 нм или 30 Å), в который может происходить внедрение при 60000 psi (413,7 МПа). Соответствующие диаметр поры, площадь и объем вычисляются в

предположении цилиндрического поперечного сечения поры. Каждая доза ртути, доставляемая при увеличении давления, приводит к новому диаметру поры и соответствующему постепенно увеличивающемуся объему поры, нормированному к среднему диаметру поры по последовательным дозам.

5 Не обязательно, наименьшие поры могут быть измерены с применением ртутного порозиметра, который обеспечивает более высокий предел высокого давления, или с применением аппарата измерения адсорбции газообразного азота (Micromeritics Gemini). Способ измерения адсорбции азота может быть применен для измерения  
10 диаметра поры, площади и объемных распределений "микропор" (то есть пор с диаметрами менее, чем около 2 нм) и "мезопор" (то есть порами с диаметрами в диапазоне приблизительно 2-50 нм), присутствующих в структуре пор сыпучего компонента и для подтверждения присутствия ограниченных по размеру каналов, имеющих диаметры в пределах этих диапазонов. Этот способ обычно применяется для  
15 измерения площади поверхности порошков и относится к количеству газообразного азота, физически адсорбируемого на поверхности порошков, при точке кипения (-196°C) жидкого азота, под приложенными "частичными давлениями" газа, увеличивающимися от около 0 (вакуум) до приблизительно 1 атмосферы (абсолютное  
20 давление), с применением стандартной математической зависимости и предположений, встроенных в программное обеспечение, применяемое на приборе. Когда приложенное давление газа увеличивается, азот прогрессивно адсорбируется на поверхности больших пор, в то время как заполнение микропор и мезопор происходит при адсорбции множества слоев молекул азота. Соответствующие диаметр  
25 поры, площадь и объем вычисляются в предположении цилиндрического поперечного сечения поры. Каждая доза газообразного азота, доставляемая при увеличении частичного давления, приводит к новому диаметру поры и соответствующим постепенно увеличивающимся площади и объему поры, приводимым для среднего  
30 диаметра поры между последовательными дозами. Средний диаметр поры представляет собой математическое среднее меньших и более высоких вычисленных диаметров пор, соответствующих меньшим и более высоким частичным давлениям газообразного азота, доставляемым в последовательных дозах. Наиболее низкое частичное давление, применяемое для анализа сыпучих композиций согласно  
35 настоящему изобретению, приблизительно составляло 0,001 атмосферы, что теоретически соответствует диаметру поры приблизительно 4,5 Å. Это лишь незначительно больше, чем общепринятые наименьшие размеры молекулы (3,5 Å) газообразного азота. Хотя среди практиков газоадсорбционного анализа существует  
40 полемика, может ли эта методика быть применена для точного измерения диаметров поры, меньших приблизительно 17 Å, с применением установленного математического закона и предположений; как было найдено, информация, предоставляемая этом способом, тем не менее, может быть применена в качестве характеристики композиций согласно настоящему изобретению.

45 Температура стеклования представляет собой фазовый переход второго порядка, характеризуемый превращением порошковой композиция из жесткого стекловидного мелкодисперсного твердого состояния в смягченное резиноподобное мелкодисперсное твердое состояние. В общем, растворимости и скорости диффузии газа в пределах  
50 твердой фазы сыпучих композиций типично значительны только в веществах при температуре стеклования или выше. Температура стеклования зависит от химического состава и уровня влаги, и, в общем, уменьшение средней молекулярной массы и/или более высокая влажность будут уменьшать температуру стеклования. Температура

стеклования может быть намеренно повышена или уменьшена путем простого уменьшения или увеличения соответственно содержания влаги в порошке с применением любого пригодного способа, известного специалисту из уровня техники. Температура стеклования может быть измерена с применением известных методик дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC) или термомеханического анализа (ТМА).

Согласно другому аспекту изобретения, выделяющие газ композиции, описанные здесь, предпочтительно получаемые согласно способу, включающему в себя контактирование растворимого, высушенного распылением с инжектированным газом дисперсного компонента, включающего в себя частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц и множество каналов ограниченного диаметра в пределах частиц, с приемлемым для кулинарии газом при первом высоком давлении, так что приемлемый для кулинарии газ проходит через каналы ограниченного диаметра с внешней поверхности во внутренние пустоты для получения частиц, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении, и затем, позволяя приемлемому для кулинарии газу в пределах внутренних пустот при втором высоком давлении медленно и контролируемо уходить из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы выводят из контакта с газом при первом высоком давлении, где второе высокое давление меньше или равно первому высокому давлению, но больше, чем давление окружающей среды. Это может быть достигнуто, например, герметизацией высушенного распылением с инжектированным газом порошка, имеющего соответствующую структуру частицы в пригодной емкости, опрессовки емкости сжатым газом в течение периода времени, достаточного для заполнения внутренних пустот частиц газом под давлением, и снятием давления с емкости для возвращения выделяющей газ композиции. Предпочтительный способ состоит в проведении привода давления газа и сброса давления с порошка в автоклаве при температуре окружающей среды без внешнего нагревания или охлаждения. Температура порошка остается ниже температуры стеклования на стадиях привода давления и сброса давления. Согласно этому способу, выделяющие газ композиции могут готовиться в периодическом процессе или непрерывно с применением любых пригодных методов.

В одной предпочтительной форме сыпучая композиция включает в себя низкой плотности, высушенный распылением с инжектированным газом порошок из снятого молока (SMP), имеющий аморфную структуру. Предпочтительно, давление внутри автоклава находится в диапазоне 100-5000 psi (689,5 кПа - 34,47 МПа), более предпочтительно, 500-3000 psi (3,45 МПа - 20,69 МПа), и наиболее предпочтительно, 1000-2000 psi (6,83 МПа - 13,72 МПа). Применение газообразного азота ( $N_2$ ) является предпочтительным, но любой другой пищевого качества газ может быть применен для создания давления в емкости, включая воздух, диоксид углерода, оксид азота, аргон, кислород, гелий, водород или их смесь.

Количество времени, необходимого для заполнения газом под давлением открытых внутренних пустот в частицах, образующих порошок, зависит от применяемых давления и состава газа, и может быть легко определено специалистами в данной области. Типично, время привода давления газа составляет по меньшей мере около 1 минуты и предпочтительно по меньшей мере около 5 минут, но может быть увеличено до нескольких часов или дней, особенно если применяются относительно низкие давления газа. В некоторых случаях время для полного заполнения газом под

давлением может составлять несколько недель для открытых внутренних пустот в частицах. Медленное заполнение может быть целенаправленно проведено в качестве благоприятного способа, например, при применении продукта, где порошок или смесь, содержащая порошок, упаковывается в атмосфере относительно низкого или умеренного давления газа и затем пересылается через товарный склад продукта или торговые каналы до поступления потребителю некоторое время спустя. Содержание газа, удерживаемого в порошке, и полученная емкость вспенивания в целом увеличиваются со временем обработки и давлением газа.

Благоприятно, если выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению способны высвободить объемы газа, сравнимые с традиционными вспенивающими композициями, содержащими захваченный газ под давлением в закрытых порах или закрытых внутренних пустотах при значительно меньшей цене и более быстрой скорости обработки, так как нет необходимости в нагревании и охлаждении дисперсии. Нагревание и охлаждение сыпучих композиций под давлением газа типично требует применения более дорого специализированного оборудования, требует продолжительных времен обработки и может вызывать нежелательное спекание порошка, изменение аромата или цвета и засорение оборудования.

Выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению также способны усиливать ощущаемую потребителем молочную белизну и стабильность вспененного слоя продуктов, включающих в себя композиции, по сравнению с применением коммерческих небелковых вспенивающих композиций, содержащих захваченный газ под давлением.

Выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению являются пригодными для высвобождения больших объемов газа, чем традиционные высушенные распылением с инжектированным газом атмосферные вспенивающие порошки. Такие традиционные высушенные распылением с инжектированным газом атмосферные вспенивающие порошки типично имеют объемную плотность, варьирующуюся в диапазоне приблизительно 0,1-0,3 г/мл, и содержание газа, варьирующееся в диапазоне приблизительно 2-5 мл на грамм вспенивающего порошка. В противоположность этому, выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению, которые имеют объемную плотность, аналогичную атмосферным вспенивающим порошкам, имеют содержания газа в момент времени применения при восстановлении жидкостью, предпочтительно по меньшей мере приблизительно 8 мл, более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 12 мл, и наиболее предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 16 мл, на грамм выделяющей газ композиции. Если желательно, содержания газа в выделяющих газ композициях, в момент времени применения при восстановлении жидкостью, необязательно могут быть дополнительно увеличены, например, до приблизительно 30 мл, возможно до приблизительно 40 мл, или, возможно, даже до приблизительно 50 мл, или более высокого, на грамм выделяющей газ композиции.

Согласно способам согласно настоящему изобретению, увеличенные содержания газа могут быть достигнуты, например, путем применения более высоких давлений газа, более продолжительных времен привода давления газа, газов с более высокой молекулярной массой, хранения при более высоких давлениях газа или меньших температурах, или их любого сочетания. Однако увеличение содержаний газа до более чем приблизительно 30 мл на грамм выделяющей газ композиции, может приводить к большему объему пены, чем может быть желательно при восстановлении влагосодержания жидкостью в некоторых применениях продукта, благодаря

большому относительному расширению высвобождаемого закачанного под давлением газа в жидкостях. Следовательно, при некоторых применениях может быть предпочтительно применение большей массы выделяющей газ композиции, имеющей меньшее содержание газа. Пригодное содержание газа, масса, состав газа и условия хранения для индивидуальных применений продукта могут быть легко определены способами, известными для специалистов в данной области.

Благодаря их гораздо более высоким содержаниям газа, выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению способны высвободить гораздо большие объемы пены, чем традиционные высушенные распылением с инжектированным газом атмосферные вспенивающие порошки. Например, в горячих напитках, таких как восстановленные растворимые капучиновые смеси, традиционные высушенные распылением с инжектированным газом атмосферные вспенивающие порошки типично обеспечивают объемы пены, варьирующиеся в диапазоне приблизительно 2-6 мл на грамм вспенивающего порошка. В противоположность этому, в таких приготовлениях горячего напитка, в общем, выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению предпочтительно обеспечивают объемы пены по меньшей мере приблизительно 12 мл, более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 18 мл, и наиболее предпочтительно, по меньшей мере приблизительно 24 мл, на грамм выделяющей газ композиции. Если желательно, предоставляемые объемы пены, в момент времени применения при восстановлении жидкостью, необязательно могут быть увеличены до приблизительно 70 мл, или более высоких, на грамм выделяющей газ композиции. Такие увеличенные объемы пены могут быть обеспечены путем применения выделяющих газ композиций, имеющих более высокие содержания газа.

Содержание газа может быть определено путем помещения известной массы атмосферного вспенивающего порошка или выделяющей газ композиции, отдельно или вместе с компонентами, которые или не создают значительных количеств пены, или создают известное количество пены, в 250-мл стакане, имеющем внутренний диаметр 65 мм (6,5 см), добавления 150 мл воды при температуре 88°C, перемешивания до растворения и измерения начальной высоты пены по стенке стакана с применением миллиметровой линейки. Объем фракции газа, присутствующего в пене, может быть определен путем помещения образца пены в градуированный цилиндр, деления измеренной массы (г) на измеренный объем (мл) для получения плотности пены (г/мл), деления плотности пены на измеренную плотность (г/мл) раствора (полученную путем взвешивания известного объема раствора после рассеивания пены), затем вычитания результата из 1,0. На практике, плотность раствора является очень близкой к плотности воды, и деление плотности пены на плотность раствора главным образом служит для того, чтобы сделать объемную долю газа безразмерной. Доля объема газа типично составляет приблизительно 0,8 для пены, образуемой растворимыми продуктами горячего капучино, но может быть слегка более высокой или низкой. Объем пены (мл или см<sup>3</sup>) может быть определен путем умножения начальной высоты пены (см) на площадь цилиндрического поперечного сечения стакана (см<sup>2</sup>). Объем пены затем умножается на объемную долю газа для получения объема газа в измеренной начальной высоте пены. Указанный объем газа, который соответствует измеренной температуре раствора (в целом около 75°C в горячем капучино), затем корректировали вниз, с применением уравнения идеального газа, для приведения в соответствие с эквивалентным объемом газа при 25°C. Это ведет за собой умножение объема газа на соотношение меньшей и более высокой температуры в единицах

Кельвина (К). Например, для коррекции от 75°C к 25°C, объем газа умножается на 298 К/348 К. Полученный объем газа (мл) затем делили на массу порошка (г) для получения содержания газа (мл/г) порошка. Если смесь содержит компонент, который значительно увеличивает высоту пены напитка, его вклад вычитался из объема порошка до того, как содержание газа регистрируется. Если композиция содержит любой компонент, который имеет значительный дестабилизирующий эффект на пену, эта формула должна приводить к ошибочно заниженной величине.

Выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению предпочтительно обеспечивают по меньшей мере приблизительно трехкратное, и более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно четырехкратное содержание газа и объемы высвобождаемой пены от исходного сыпучего компонента, или в момент применения при восстановлении жидкостью, или немедленно после сброса давления. Необязательно, привод давления может быть проведен в условиях согласно способам согласно настоящему изобретению, для получения даже дополнительно увеличенных содержаний газа и объема высвобождаемой пены, приблизительно пятикратных или более высоких. В предшествующем настоящему изобретению уровне техники, такие приросты содержания газа и объема высвобождаемой пены могли достигаться только с применением очень продолжительных и дорогих способов, требующих нагревания дисперсии до температуры выше температуры стеклования (Tg) аморфной частицы (и затем охлаждения ниже Tg) при приложении давления газа, эффективного для захвата газа под давлением в закрытые внутренние пустоты или закрытые поры, присутствующие в ней.

Когда любой из параметров, выбранный из высоты вспененного слоя напитка, постепенно увеличивающейся высоты вспененного слоя, содержания газа в композиции или объема высвобождаемой пены, изображается на графике против времени хранения выделяющей газ композиции, начиная с момента снятия давления, скорость уменьшения этих параметров будет в целом соответствовать уравнению прямой линии, имеющему вид  $y = A \cdot \log x + B$ , где  $y$  представляет собой любой из упомянутых параметров,  $\log x$  представляет собой логарифм ( $\log$  или  $\ln$ ) времени хранения  $x$ , и  $A$  (наклон) и  $B$  (пересечение с  $y$ -осью) представляют собой экспериментально определяемые постоянные, которые являются специфическими для сыпучей композиции, примененной для приготовления выделяющей газ композиции. Одно преимущество идентификации и применения такого уравнения состоит в том, что скорость истечения газа может быть экспериментально определена путем измерения скорости уменьшения любого параметра из упомянутых по относительно короткому периоду времени хранения, порядка часов или дней, и полученная информация может быть применена для предсказания или приемлемого срока хранения, или времени, при котором композиция достигает равновесия с окружающей атмосферой, который может иметь место после нескольких недель, месяцев или лет. Например, упомянутое уравнение прямой линии может быть экспериментально установлено из соответствующих величин  $A$  и  $B$ , для представления скорости уменьшения в виде постепенно изменяющейся высоты вспененного слоя напитка, соответствующей скорости истечения, в течение периода времени в несколько дней. Уравнение может быть математически решено, например, приравниванием величины « $y$ » нулю (отсутствие постепенно увеличивающейся высоты вспененного слоя) для вычисления времени,  $x$ , за которое композиция достигает равновесия с окружающей атмосферой, соответствующего продолжительности истечения. Уравнение может быть решено для любого другого времени,  $x$ , представляющего интерес для предсказания

постепенно увеличивающейся высоты вспененного слоя напитка в указанный момент времени, и соответствующей скорости истечения. Расчеты могут быть сделаны с применением такого уравнения, или в случае, когда окружающая атмосфера имеет нормальное атмосферное давление или равна давлению газа, которое может быть применено к композиции, которая хранится в опрессованной упаковке.

Таким образом, способ согласно настоящему изобретению может предоставлять многочисленные преимущества при обработке по сравнению с традиционными способами увеличения содержания газа и объемами высвобождаемой пены аморфных сыпучих компонентов. Другое преимущество согласно настоящему изобретению состоит в том, что выделяющие газ вспенивающие композиции могут быть удобно повторно заполнены газом под давлением, если желательно, через некоторый период времени или хранения, для увеличения их содержаний газа и объемов высвобождаемой пены. Дополнительное преимущество настоящего изобретения состоит в том, что применение различных газов может приводить к выделяющим газ композициям, имеющим различные содержания газа и различные скорости истечения газа.

Благоприятно, выделяющие газ композиции могут быть применены немедленно, отдельно или как компоненты для составления пищевых продуктов, и могут быть необязательно упакованы под давлением для обеспечения времени хранения, приемлемого для коммерческого распространения. Приемлемые сыпучие компоненты, применяемые по этому изобретению, могут быть коммерчески доступны, легко и быстро загружены газом под давлением перед распространением или загружены по требованию потребителя пищевого продукта, при комнатной температуре с применением доступного оборудования или портативных устройств.

Предпочтительное применение для этих выделяющих газ вспенивающих композиций в растворимых смесях напитков, особенно растворимого кофе и капучиновых смесей. Однако они могут быть применены в любом растворимом пищевом продукте, который повторно гидратируется жидкостью. Хотя эти вспенивающие композиции типично хорошо растворяются в холодных жидкостях для получения вспененного слоя, растворение и емкость вспенивания в целом улучшаются при восстановлении горячими жидкостями. Применения могут включать в себя, например, растворимые напитки, десертные продукты, сырные порошки, блюда из круп, супы, порошки для верхнего украшения, соусы и другие продукты.

### **ПРИМЕРЫ**

Описанные далее примеры иллюстрируют различные признаки изобретения, но не ограничивают любым способом объем изобретения, который представлен в прилагаемой формуле изобретения. Пока иное не указано явно, все процентные составы и соотношения приведены по массе.

Следующие примеры обработки демонстрируют применение выделяющих газ композиций согласно настоящему изобретению с значительно увеличенными объемами вспененного слоя или превосходящими те объемы, что могут быть получены для пищевых продуктов, таких как растворимый горячий капучино и смеси для горячего какао, растворимые холодные смеси для верхних украшений десертных продуктов, забеленного сваренного кофе, вспениваемых суповых смесей, блюд из круп, десертных смесей, соусовых смесей, молочных коктейлей и подобного.

### **ПРИМЕР 1**

Выделяющую газ композицию получали из коммерчески доступного, низкой плотности, высушенного распылением с инжесктированным газом порошка из снятого молока (SMP) (Образец 1) (*Diehl Foods; Defiance, Ohio*; торговая марка порошка NFDM

от *Cocoa Riche LD*), имеющего аморфную структуру, температуру стеклования ( $T_g$ )  $44^\circ\text{C}$  и множество внутренних пустот. 6,0 г образца SMP помещали в 75 мл автоклав из нержавеющей стали (цилиндр с отбором проб газа по Вити (Whitey); опресованный до максимального давления 1800 psi (12,41 МПа)), который затем приводили к давлению 1000 psi (6,83 МПа) газообразным азотом при  $25^\circ\text{C}$ . Емкость закрывали путем перекрытия вентиля, связывающего емкость с источником газообразного азота. Емкость выдерживали в течение 5 минут и затем сбрасывали давление путем отвода газа для приготовления выделяющей газ SMP-композиции.

До привода давления SMP имел объемную плотность 0,22 г/мл, плотность утряски 0,31 г/мл, плотность в кристалле 1,44 г/мл, кажущуюся плотность 0,63 г/мл, объем внутренних пустот 2,88 мл/г и кажущийся объем внутренних пустот (AIVV) 0,89 мл/г (56% AIVV по объему). Таким образом, объем внутренних пустот, измеренный перед приводом давления, был на 1,99 мл/г больше (то есть в 3,2 раза больше), чем AIVV. После привода давления SMP имел кажущуюся плотность 0,70 г/мл и AIVV 0,73 мл/г (51% от AIVV по объему).

Капучиновую смесь (Образец 1a) получали путем добавления 5,5 г этой выделяющей газ SMP композиции к 2,0 г порошка растворимого кофе, 4,0 г сахара и 2,5 г порошкообразного забеливателя кофе высокой плотности с жирностью 50%. Сравнительную капучиновую смесь (Образец 1b) получали по формуле, приведенной выше, но с заменой выделяющей газ SMP композиции на необработанный SMP (Образец 1). У каждой смеси восстанавливали влагосодержание в течение пяти минут после сброса давления 150 мл воды при  $88^\circ\text{C}$  в 250-мл стакане, имеющем внутренний диаметр 65 мм. Добавление выделяющей газ SMP композиции, как было найдено, значительно увеличивает начальную высоту вспененного слоя напитка по сравнению с капучиновой смесью с необработанным SMP. Более конкретно, образец 1a, капучиновая смесь, содержащая выделяющую газ SMP композицию, имел высоту вспененного слоя 39 мм, в то время как образец 1b, капучиновая смесь, содержащая необработанный SMP, имел высоту вспененного слоя только 10 мм.

Согласно этому содержание газа в выделяющей газ SMP композиции в момент восстановления влагосодержания добавлением воды составляло около 16 мл/г, в то время как содержание газа в необработанном SMP составляло только приблизительно 4 мл/г. Объем высвобождаемой пены из выделяющей газ SMP композиции, в момент восстановления влагосодержания добавлением воды, составлял около 23 мл/г, в то время как объем для необработанного SMP составлял только около 6 мл/г. Таким образом, можно видеть, что способ согласно настоящему изобретению обеспечивает приблизительно в четыре раза большее содержание газа и объем высвобождаемой пены при этом применении.

Дополнительные капучиновые смеси (Образцы 1c-1q) получали согласно формуле образца 1a и хранили в течение различных периодов времени при комнатной температуре в закрытых стеклянных стаканах, которые закрывали уплотненными металлическими верхними крышками на болтах (то есть закрывали негерметично). Когда смеси восстанавливали горячей водой, как описано выше, начальные высоты вспененного слоя напитка уменьшались как функция продолжительности времени хранения смеси. Более конкретно, как представлено на Фиг. 1, наблюдалось в целом логарифмическое уменьшение (коэффициент корреляции 0,99) начальных высот вспененного слоя напитка, как функции времени хранения смеси. Экспериментальные данные суммированы в таблице 1 ниже.

Постепенно увеличивающиеся начальные высоты вспененного слоя напитка

вычисляли путем вычитания начальной высоты вспененного слоя напитка капучиновой смеси, составленной с необработанным SMP (Образец 1b) из начальных высот вспененного слоя напитка хранившихся капучиновых смесей, составленных с выделяющей газ SMP композицией. Как можно видеть на Фиг.2, графическое представление постепенно увеличивающейся начальной высоты вспененного слоя в виде функции натурального логарифма ( $L_n$ ) времени хранения смеси предоставляет собой прямую линию (коэффициент корреляции 0,99), имеющую наклон (A) -2,2323 и пересечение с у-осью (B) 31,54. Экстраполяция линии к нулевому значению постепенно увеличивающейся высоты вспененного слоя (путем приравнивания у к нулю и решения линейного уравнения) позволяет предсказать, что требуется время хранения около 950 дней для того, чтобы весь закачанный под давлением газ, удерживаемый в пределах структуры пор выделяющей газ SMP композиции, пришел к равновесию с окружающей атмосферой (то есть давление уменьшалось до 1 атм). Даже с приобретенным пониманием механизма истечения газа, контролирующего поведение композиций согласно настоящему изобретению, это представляет собой ошеломительный результат, учитывая, что SMP контактировал с газом под давлением в течение только пяти минут во время загрузки газа. Если лежащий в основе механизм функционирования не был описан на модели и математически описан уравнением при разработке настоящего изобретения, в такой результат было бы трудно поверить. Объем газа, который должен истекать из выделяющей газ SMP композиции при сроке хранения от момента времени 0,0021 дня (первая точка данных) и момента 950 дней, может быть получен путем вычитания содержания газа, необработанного SMP (около 4 мл/г), из содержания газа обработанного SMP (около 16 мл/г), в точке 0,0021 дня. Скорость истечения для обработанного SMP, следовательно, должна равняться приблизительно 12 мл/г за 950 дней, или около 0,013 мл газа/г/день. Если скорость истечения вычисляется для любого момента времени до срока хранения 950 дней, получается более высокая величина, так как начальная скорость истечения является очень высокой и уменьшается в целом экспоненциально со временем.

Таблица 1

Время хранения капучиновой смеси и начальные высоты вспененного слоя напитка

Образец	Время хранения (дни)	Начальная высота вспененного слоя (мм)	Постепенно увеличивающаяся начальная высота вспененного слоя (мм)	Натуральный логарифм времени хранения ( $L_n$ мин)
1c	0,0021	39	29	1,099
1d	0,0035	37	27	1,609
1e	0,0059	36	26	2,140
1f	0,0208	34	24	3,401
1g	0,0521	33	23	4,317
1h	0,2083	30	20	5,704
1i	0,833	27	17	7,090
1j	3,833	23	13	8,616
1k	8,125	20	10	9,367
1l	21,08	17,5	7,5	10,321
1m	33,94	16	6	10,797
1n	83,04	15	5	11,692
1o	259	13	3	12,829
1p	479	12	2	13,444
1q	731	11	1	13,867
Конечная точка равновесия с атмосферой, рассчитанная по экстраполируемой линии на фиг.2				
	950	10	0	14,129

**ПРИМЕР 2**

Дополнительные образцы (Образцы 2 и 3) коммерчески доступного SMP из Примера 1 опрессовывали с применением способа Примера 1. Перед приводом давления SMP Образца 2 имел объемную плотность 0,23 г/мл, плотность утряски 0,32 г/мл, плотность в кристалле 1,44 г/мл, кажущуюся плотность 0,87 г/мл, объем внутренних пустот 2,82 мл/г и AIVV 0,45 мл/г (40% по объему). Таким образом, объем внутренних пустот, измеренный перед приводом давления, был на 1,95 мл/г больше (то есть в 3,2 раза больше), чем AIVV. После привода давления SMP образца 2 имел кажущуюся плотность 1,06 г/мл и AIVV 0,25 мл/г (26% по объему). Перед приводом давления SMP образца 3 имел объемную плотность 0,24 г/мл, плотность утряски 0,33 г/мл, плотность в кристалле 1,44 г/мл, кажущуюся плотность 0,72 г/мл, объем внутренних пустот 2,64 мл/г и AIVV 0,69 мл/г (50% по объему). Таким образом, объем внутренних пустот, измеренный перед приводом давления, был на 2,57 мл/г больше (то есть в 3,8 раза больше), чем AIVV. После привода давления SMP образца 3 имел кажущуюся плотность 0,80 г/мл и AIVV 0,56 мл/г (44% по объему).

Выделяющие газ композиции, полученные из SMP образцов 2 и 3, были включены в капучиновые смеси (Образцы 2a и 2b, соответственно) согласно формуле Образца 1a для оценки влияния варьирования состава SMP на обработку давлением и полученных характеристик вспенивания. При восстановлении путем добавления горячей воды, как описано в Примере 1, образцы 2a и 2b предоставляли начальные высоты вспененного слоя напитка 24 мм и 36 мм соответственно. Проводили сравнение капучиновых смесей (Образцы 2c и 2d), в которых выделяющие газ композиции заменяли на той же массы необработанные SMP образцы 2 и 3. Оба сравнительных образца обеспечивали начальную высоту вспененного слоя напитка только 10 мм.

Согласно этому содержание газа в выделяющих газ SMP композициях, в момент восстановления влагосодержания добавлением воды, в Образцах 2a и 2b, составляло около 10 мл/г и около 15 мл/г соответственно, в то время как содержание газа в обеих необработанных SMP композициях (Образцы 2c и 2d) было только около 4 мл/г. Объемы высвобождаемой пены выделяющих газ SMP композиций, в момент восстановления влагосодержания добавлением воды, в Образцах 2a и 2b, составили около 14 мл/г и около 22 мл/г соответственно, в то время как содержание в необработанных SMP композициях (Образцы 2c и 2d) составило только около 6 мл/г. Таким образом, выделяющие газ композиции Образцов 2a и 2b имели содержания газа и объемы высвобождаемой пены, которые были приблизительно в три раза и приблизительно в четыре раза соответственно более высокими, чем в случае необработанного SMP во время применения, при восстановлении влагосодержания горячей водой в этом применении продукта. Если желательно, дополнительные приросты легко могут быть достигнуты путем применения более высоких давлений газа в течение загрузки газа или другими модификациями обработки согласно способу согласно настоящему изобретению.

Затем 6,0 г образца коммерчески доступного, высокой плотности, высушенного распылением порошка из снятого молока (SMP) (DairyAmerica; Fresno, California; NFOM порошок) опрессовывали согласно способу Примера 1 и 5,5 г опрессованного SMP высокой плотности включали в капучиновую смесь (Образец 2e), полученную согласно формуле Образца 1a. Перед приводом давления этот SMP высокой плотности имел объемную плотность 0,46 г/мл, плотность утряски 0,74 г/мл, кажущуюся плотность 1,25 г/мл и AIVV 0,11 мл/г (13% по объему). После привода давления образец имел кажущуюся плотность 1,27 г/мл и AIVV 0,09 мл/г (12% по объему). При восстановлении горячей водой, как описано в Примере 1, опрессованный порошок

обеспечивал начальную высоту вспененного слоя напитка только 5 мм без полного покрытия поверхности напитка. Приготовляли другой сравнительный образец каучиновой смеси, в котором вышеуказанный опрессованный SMP высокой плотности заменяли на той же массы необработанный SMP высокой плотности. При восстановлении влагосодержания в тех же условиях, как описано выше, этот образец также обеспечивал начальную высоту вспененного слоя напитка 5 мм без полного покрытия поверхности напитка. Этот результат показывает, что обработка давлением SMP высокой плотности не приводит к выделяющей газ композиции.

Содержания газа в обработанном и необработанном SMP высокой плотности составили только около 1 мл/г, и объемы высвобождаемой пены были менее, чем 2 мл/г. Эти результаты могут быть прямо связаны с не соответствующей структурой сыпучего компонента SMP высокой плотности и структурой пор. Такие несоответствия включают в себя объемную плотность и кажущуюся плотность, которые являются слишком высокими, и AIVV и % AIVV, которые являются слишком низкими, делая структуру сыпучего компонента SMP высокой плотности и структуру пор непригодными для удержания закачанного под давлением газа в открытых внутренних пустотах.

### **ПРИМЕР 3**

Следующий пример демонстрирует эффекты давления газа и времени привода давления на емкость вспенивания выделяющих газ композиций по этому изобретению, при включении в каучиновую смесь, как описано выше. Серию дополнительных 6,0 г препаратов Образца 3 SMP Примера 2 опрессовывали газообразным азотом при 125 psi (861,8 кПа), 250 psi (1,72 МПа), 375 psi (2,58 МПа), 500 psi (3,45 МПа), 750 psi (5,17 МПа), 1000 psi (6,83 МПа) и 1250 psi (8,62 МПа) с применением способа Примера 1 для приготовления серий выделяющих газ композиций. 5,5 г образцов этих выделяющих газ композиций, полученных при различных давлениях, были отдельно применены для приготовления каучиновых смесей (Образцы 3а-3г), согласно формуле Образца 1а и восстановлены в течение 5 минут после сброса давления SMP согласно способу Примера 1.

Начальные высоты вспененного слоя напитка измеряли, результаты представлены в таблице 2 ниже и на Фиг.3. Как можно видеть на Фиг.3, начальные высоты вспененного слоя, изображенные на графике в виде функции используемого давления для получения выделяющих газ композиций, в начале увеличивались не пропорционально увеличению давления в диапазоне 0-500 psi (0-3,45 МПа) и затем увеличивались линейно в диапазоне 500-1250 psi (3,45 МПа - 8,62 МПа). Такое поведение показывает, что продолжительность привода давления в 5 минут недостаточна для достижения равновесия в диапазоне низкого давления. Было проведено несколько дополнительных экспериментов для проверки этой гипотезы. Привод давления к другому препарату Образца 3 SMP при 500 psi (3,45 МПа) в течение 30 минут не приводил к увеличению начальной высоты вспененного слоя, что позволило предположить, что равновесие в основном достигается за 5 минут. Однако привод давления к другому препарату Образца 3 SMP при 250 psi (1,72 МПа) в течение 30 минут увеличивал начальную высоту вспененного слоя до некоторой степени, что позволило предположить, что равновесие в основном не достигается за 5 минут. Другие препараты Образца 3 SMP опрессовывали при 250 psi (1,72 МПа) в течение 20 часов (период времени, как ожидалось, превосходящий время достижения равновесия) значительно увеличивал начальную высоту вспененного слоя, и новая точка попадала точно на прямую экстраполяцию линии, полученной путем

экстраполирования в диапазоне 500-1250 psi (3,45 МПа - 8,62 МПа) линейной части графика от меньших к более высоким давлениям. Этот результат показывает, что 5-минутное время привода давления может, вероятно, быть значительно и постепенно сокращено при давлениях больших, чем приблизительно 500 psi (3,45 МПа).

5 В то время как исходное вещество необработанного Образца 3 SMP обеспечивало только около 4 мл газа на грамм в капучиновом напитке, выделяющие газ SMP композиции, в тестированном диапазоне, предоставляли до приблизительно 16 мл газа на грамм. Также очевидно, что основное большинство газа, удерживаемого в  
10 образцах SMP, которые достигают равновесия в целом при относительно высоких давлениях загрузки газа, теряются во время между сбросом давления и восстановлением капучиновой смеси при добавлении воды. Без необходимости быть связанным с любой теорией, в тестированном диапазоне, предполагается, что средние  
15 давления газа внутри открытых внутренних пустот образцов SMP, вероятно, находятся в диапазоне только от приблизительно 1 до 6 атмосфер (атм) в момент восстановления влагосодержания добавлением воды, несмотря на обработку давлениями газа до приблизительно 85 атм (1250 psi, 8,62 МПа).

Таким образом, хотя относительно высокие давления газа необходимы для очень  
20 быстрой загрузки SMP сжатым газом, сохранение только небольшого остатка этого газа может значительно увеличить содержание газа и емкость вспенивания продуктов, включающих в себя выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению. Кроме того, так как небольшой остаток газа вытекает с относительно медленной  
25 скоростью, выделяющие газ композиции могут быть переработаны без большой срочности. Это предоставляет благоприятную возможность для быстрой загрузки порошка с применением относительно высокого давления газа для приготовления выделяющей газ композиции, включения выделяющей газ композиции в пищевой продукт, и затем упаковки пищевого продукта под значительно меньшим давлением  
30 для удерживания остатка газа в выделяющей газ композиции, что эффективно для значительного увеличения емкости вспенивания восстановленного пищевого продукта. Альтернативно, пищевой продукт, составляемый с выделяющей газ композицией, может быть заполнен закачанным под давлением газом для увеличения емкости вспенивания путем комбинирования всех компонентов, упаковки под  
35 относительно низким или умеренным давлением газа и допущения достаточного времени для проникновения газа в открытые внутренние пустоты композиции перед открытием упаковки и восстановлением влагосодержания пищевого продукта.

Необходимо отметить, что, пока иное не утверждается явно, в Примерах,  
40 представленных здесь, автоклав закрывали сразу после привода давления. Поэтому давления, представленные на Фиг. 1, 2 и 3, представляют собой начальные давления. Так как некоторые композиции, такие как SMP компоненты Примеров 1 и 2, имеют большие объемы открытых внутренних пустот, начальное давление в емкости может понижаться значительно, после того как закачанный под давлением газ перетекает из  
45 автоклава в пустоты частиц. Без необходимости быть связанным с любой теорией, это явление, как предполагается, объясняет, почему штриховая экстраполируемая линия, экстраполированная к нулевому давлению (избыточное давление; равное общему атмосферному полному давлению и давлению окружающей среды) на Фиг.3, не  
50 пересекается с 10 мм высотой вспененного слоя сравнительной капучиновой смеси, в которой опрессованный SMP замещали на той же массы неопрессованный SMP.

Гипотетически предполагается, что дополнительное добавление газа под давлением в емкость в течение периода удержания, эффективного для поддержания

постоянного давления, может дополнительно увеличивать высоты вспененного слоя напитка и создавать неправдоподобно экстраполированную линию экстраполяции данных. Для проверки этой гипотезы, дополнительно 6,0 г препарата Образца 3 SMP помещали в 75-мл емкость, которую затем приводили к давлению 1000 psi (6,83 МПа) газообразным азотом при 25°C, удерживая при постоянном давлении 1000 psi (6,83 МПа) в течение 5 минут, при сохранении открытой магистрали между емкостью и источником газообразного азота, и снимали давление путем отвода газа для приготовления выделяющей газ композиции. 5,5 г препарата этой выделяющей газ SMP включали в капучиновую смесь, приготовленную согласно формуле Примера 1a (Образец 3h). Когда смесь восстанавливали через 5 минут после сброса давления, получали начальную высоту вспененного слоя напитка 42 мм. Это значительно больше (приблизительно на 17%), чем начальная высота вспененного слоя напитка 36 мм, полученная, когда емкость закрывали в течение периода удержания, что демонстрирует эффективный способ дополнительного увеличения емкости вспенивания выделяющих газ композиций по этому изобретению.

Содержания газа в выделяющих газ SMP композициях, предоставляющих начальные высоты вспененного слоя 42 мм и 36 мм, в момент восстановления влагосодержания добавлением горячей воды составляли соответственно около 17 мл/г и около 15 мл/г. Объемы высвобождаемой пены выделяющих газ SMP композиций, в момент восстановления влагосодержания добавлением горячей воды, составляли около 25 мл/г и около 22 мл/г соответственно, в то время как в случае необработанного SMP только около 6 мл/г. Таким образом, можно видеть, что способ согласно настоящему изобретению обеспечивает приблизительно в четыре раза большее содержание газа и объем высвобождаемой пены при этом применении и что эти величины могут быть дополнительно увеличены, если желательно.

Без необходимости быть связанным с любой теорией, ожидается, что применение давлений газа выше 1250 psi (8,62 МПа) для SMP порошка должно предоставлять даже более высокие начальные высоты вспененного слоя напитка и содержания газа в композиции. Например, по экстраполяции по фиг.3 экстраполируемой линии для SMP образца 3 (наклон равен 0,016; пересечение с у-осью при 20) до 1500 psi (10,34 МПа), 2000 psi (13,72 МПа), 3000 psi (20,69 МПа), 4000 psi (27,58 МПа) или 5000 psi (34,47 МПа) начального давления газа, можно предсказывать начальные высоты вспененного слоя приблизительно как 44 мм, 52 мм, 68 мм, 84 мм и 100 мм соответственно, и содержания газа приблизительно 18 мл/г, 21 мл/г, 28 мл/г, 35 мл/г и 41 мл/г соответственно. Привод давления к порошкообразным препаратам SMP Образца 3, 1500 psi (10,34 МПа), 2000 psi (13,72 МПа), 3000 psi (20,69 МПа), 4000 psi (27,58 МПа) или 5000 psi (34,47 МПа) при постоянном давлении, при сохранении открытой линии между емкостью и источником газообразного азота, должно, как ожидается, предоставлять более высокие величины, такие как, потенциально, начальные высоты вспененного слоя приблизительно 51 мм, 61 мм, 79 мм, 98 мм или 117 мм соответственно, и, потенциально, содержания газа приблизительно 21 мл/г, 25 мл/г, 33 мл/г, 40 мл/г или 48 мл/г соответственно.

Для применения давлений газа, гораздо больших, чем около 1500 psi (10,34 МПа), требуется применение толстостенного автоклава, имеющего более высокий класс давления, чем 75-мл емкость, применявшаяся в экспериментах, впервые описанных здесь. Однако такие автоклавы легко доступны и не должны специально конструироваться для того, чтобы выдерживать давление нагревания и охлаждения при применяемых высоких давлениях газа. Далее, применение выделяющих газ

композиций, которые предоставляют начальные высоты вспененного слоя гораздо большие, чем около 40 мм, должно или требовать применения стакана большего, чем на 250 мл, или уменьшения количества воды и/или массы композиции для предотвращения перелива, с тем чтобы позволить измерение высоты вспененного слоя для определения содержания газа в композиции и объем высвобождаемой пены.

Давление газа (psi)	Начальная высота вспененного слоя напитка (мм)		
	5-минутный привод давления	30-минутный привод давления	20-часовой привод давления
0	10		
125 (861,8 кПа)	11		
250 (1,72 МПа)	15	17	24
375 (2,58 МПа)	21		
500 (3,45 МПа)	28		
750 (5,17 МПа)	32		
1000 (6,83 МПа)	36		
1250 (8,62 МПа)	40		

#### ПРИМЕР 4

Следующий пример демонстрирует применение выделяющей газ композиции согласно настоящему изобретению для увеличения превышения объема, получаемого из растворимой холодной смеси для верхнего украшения десертного продукта. Дополнительные 8,5 г препарата Образца 3 SMP Примера 2 помещали в 75-мл емкость, которую затем приводили к давлению 1000 psi (6,83 МПа) газообразным азотом при 25°C, закрывали, выдерживали в течение 5 минут и снимали давление отводом газа для приготовления выделяющей газ композиции.

Растворимую смесь для верхнего украшения десертного продукта (Образец 4а) получали добавлением 8,0 г этой выделяющей газ композиции к 5,0 г сахара в 150-мл стакане, имеющем внутренний диаметр 53 мм. Сравнительную смесь для верхнего украшения десертного продукта (Образец 4б) получали согласно той же формуле, за исключением того, что выделяющую газ композицию замещали на той же массы необработанный SMP. Растворимая десертная смесь, содержащая выделяющую газ композицию (Образец 4а), обеспечивала значительно увеличенный объем и вязкость по сравнению с десертной смесью (Образец 4б) с необработанным SMP, когда каждый препарат восстанавливали 8 мл холодной воды (5°C) и перемешивали для растворения. Высота украшения десерта в стакане с выделяющей газ композицией составляла около 60 мм при около 140% превышении объема, в то время как высота украшения десерта в стакане сравнительной десертной смеси составила около 40 мм при около 60% превышения объема. Кроме того, 140% превышение объема верхним украшением десертного продукта обеспечивает приемлемую кремообразную, пригодную для зачерпывания ложкой консистенцию со вкусом, который превосходил продукт с 60% превышением, который имел до некоторой степени жидкую консистенцию, не идеально подходящую для применения в качестве верхнего украшения десертного продукта. Другое сравнительное верхнее украшение десертного продукта (Образец 4с) получали, как описано выше, за исключением того, что выделяющую газ композицию заменяли на той же массы необработанный, высокой плотности, высушенный распылением SMP. Когда смесь восстанавливали 8 мл холодной воды (5°C) и перемешивали для растворения, получали высоту украшения десерта только 25 мм при по существу 0% превышении с практически водной консистенцией, не пригодной для применения в качестве верхнего украшения

десертного продукта. Согласно этому, только применение выделяющей газ SMP композиции является эффективным для предоставления растворимого верхнего украшения десертного продукта, имеющего приемлемый объем, превышение, консистенцию и вязкость. Применение выделяющих газ SMP композиций, имеющих даже более высокие содержания газа, должно, как ожидается, предоставлять растворимые верхние украшения десертного продукта, имеющие даже более высокие объемы и превышения объемов.

#### **ПРИМЕР 5**

Следующие примеры демонстрируют эффект загрузки выделяющей газ композиции по этому изобретению в течение относительно долгого времени при относительно низком давлении и способность увеличивать объем вспененного слоя, полученного из обезжиренной или жиросодержащей растворимой капучиновой смеси. Еще 6,0 г препарата Образца 3 SMP Примера 2 помещали в 75-мл емкость, которую затем приводили к давлению 300 psi (2,07 МПа) газообразным азотом при 25°C, где давление немедленно понижалось до 150 psi (1,03 МПа), емкость закрывали, удерживали в течение 16 дней и затем снимали давление отводом газов для приготовления выделяющей газ композиции. В течение периода выдерживания давление в емкости падало от 150 psi (1,03 МПа) до приблизительно 90 psi (620,55 кПа). Без необходимости быть связанным с любой теорией, это, как предполагается, имеет место благодаря главным образом относительно медленному переносу значительной части газа во внутренние пустоты в частице через ограниченные по размеру каналы, присутствующие в SMP материале. 5,5 г образца этого выделяющего газ SMP смешивали с 2,0 г порошка растворимого кофе и 4,0 г сахара в 250-мл стакане (Образец 5а). Восстановление путем добавления 150 мл воды при температуре 88°C приводило к напитку растворимого обезжиренного капучино с вспененным слоем с малым количеством пузырьков, начальная высота вспененного слоя составляла 30 мм. Это показывает, что данные по кажущимся точкам равновесия, полученным в Примере 2 (показаны на Фиг.3), не отражают истинного конечного равновесия, и что более продолжительные времена удержания могут дополнительно увеличивать количество закачанного под давлением газа, который перемещается в открытые внутренние пустоты частиц. Как заполнение газом, так и потеря газа должны соответствовать логарифмическому закону по природе явления, и кажущееся равновесие будет наблюдаться перед конечным равновесием.

Таким образом, этот способ загрузки сыпучих компонентов при относительно низких давлениях газа в течение относительно продолжительных промежутков времени может быть успешно применен для достижения подобного улучшения в высоте вспененного слоя упаковкой капучиновой смеси в небольшом закрытом контейнере, таком как пластиковая бутылка или металлическая жестяная банка, герметизацией контейнера под давлением около 10 атмосфер (приблизительно 150 psi, 1,03 МПа) давления газа, и удержания в течение аналогичного (то есть приблизительно 16 дней), или возможно даже короткого, периода времени до снятия давления и восстановления. SMP необязательно может быть опрессован при том же или более высоком давлении перед смешиванием с другими компонентам в капучиновую смесь и/или упаковку под давлением. Продукты могут быть упакованы в виде или одиночных, или множественных частичных порций. После вскрытия упаковки множественной дозы должны, вероятно, поддерживать великолепные характеристики вспенивания в течение нескольких дней и могут предоставлять удовлетворительные характеристики в течение одной или двух недель. Упаковка под

давлением может быть проведена путем создания давления газа или путем дозирования небольшого количества ожиженного газа, например, такого как жидкий азот, или отвержденного газа, такого как сухой лед, например, в упаковку перед закрытием.

5 Получали сравнительную смесь (Образец 5b), в которой выделяющий газ SMP заменяли на той же массы исходный материал необработанного SMP в той же обезжиренной капучиновой смеси. Восстановление путем добавления воды, как описано выше, приводило к напитку, имеющему начальную высоту вспененного слоя  
10 только 10 мм. Согласно этому, содержание газа и объем высвобождаемой пены исходного материала необработанного SMP составило только около 4 мл/г и только около 6 мл/г соответственно. Таким образом, наблюдалось, что контактирование исходного материала SMP с газом под давлением во впервые описанных условиях, для  
15 получения выделяющей газ композиции, было эффективно для предоставления приблизительно трехкратного содержания газа (около 12 мл/г) и объема высвобождаемой пены (18 мл/г) относительно исходного материала необработанного SMP, в момент времени восстановления горячей водой, несмотря на применение относительно низкого давления газа в течение загрузки газа в SMP для  
20 создания выделяющей газ композиции.

Бутылки для пищевых продуктов, известные из уровня техники, могут быть применены в качестве системы привода давления для получения и хранения больших количеств выделяющих газ порошков согласно настоящему изобретению. Бочонки  
25 Корнелиуса (Cornelius) (объемом на 2,5 или 5 галлона), широко применяемые производителями газированной воды для перевозки сиропа и расфасовки в картонные упаковки с краном перед продажей, как сообщалось, выдерживают давление 100 psi (689 Па). Аналогичные емкости до некоторой степени с более высоким классом давления могут быть более эффективны для загрузки сыпучих компонентов для  
30 получения выделяющих газ композиций по этому изобретению. Сыпучие компоненты могут быть опрессованы газом на производственном оборудовании и затем доставлены клиентам в бутылках для пищевых продуктов, или бутылки, содержащие не обработанные газом сыпучие компоненты, могут быть распределены клиентам и затем опрессованы на месте, как необходимо.

35 Одним применением, в котором выделяющие газ композиции согласно настоящему изобретению могут быть особенно применимы, является предоставление эффективного порошкового вспенивателя снятого молока для применения в магазинах кофе и ресторанах для замещения парного молока. Порция порошка может  
40 быть быстро опрессована на месте утром и затем использована в течение дня. Неиспользованный порошок может быть повторно опрессован (и так повторно заполнен с газом) через один или несколько дней для восстановления емкости вспенивания. Недорогой портативный аппарат, включая, например, ручной насос, компрессор или баллон для сжатого газа для привода давления к порошку внутри  
45 пригодной емкости, может позволять производить обработку на месте. Кроме того, по запросу, некоторые изготовители кофе могут создавать достаточное давление для заполнения этих материалов, с которыми могут быть применены количества газа, но может быть необходима адаптация для обеспечения запасов опрессованного порошка.

50 Настоящее изобретение также может сделать возможным развитие полностью новой категории упакованных пользовательских товаров, состоящий из порошков, бутилированных или упакованных в канистры под умеренным давлением. Например, одиночная порция растворимой капучиновой смеси или смеси горячего какао,

включающих в себя выделяющий газ компонент, может быть упакована в небольшую пластиковую или металлическую бутылку и закрыта с газом под давлением в свободном пространстве над продуктом в таре. Закачанный под давлением газ может проникать в открытые внутренние пустоты во время распределения и хранения, при последующем восстановлении путем добавления воды может приводить к напитку с большим объемом вспененного слоя. Двухлитровые пластиковые бутылки газированной воды, как сообщалось, могут выдерживать давления до приблизительно 10 атмосфер или более высокое, и меньшие бутылки должны быть способны выдерживать даже более высокие давления. Алюминиевые бутылки, имеющие герметизируемые пластиковые винтовые колпачки, также становятся более общеупотребимыми и могут быть произведены с учетом высоких давлений.

Упакованные продукты, такие как растворимые капучиновые смеси, которые состояются с применением выделяющих газ композиций по этому изобретению, в доступных контейнерах, в пределах ограничений допустимого давления, могут применяться с по меньшей мере двойным, предпочтительно, по меньшей мере приблизительно трехкратным, более предпочтительно, по меньшей мере приблизительно четырехкратным, и потенциально даже около пятикратным содержанием газа во вспенивающем порошке и объемом высвобождаемой пены относительно сравнительных продуктов, составленных с необработанными традиционными вспенивающими порошками с атмосферным давлением, достаточным для удовлетворения широко распространенного требования увеличенного качества вспененного слоя, предпочтительного для потребителей. Кроме того, смеси выделяющих газ композиций, опрессованные в течение различных промежутков времени и/или до различных давлений и/или с применением различных газов, могут также производиться для лучшего контроля общей скорости потерь газа, с сохранением содержания газа в момент времени применения, и которые могут быть применены во время срока хранения. Например, такие обработки могут применяться для предоставления выделяющих газ вспенивающих композиций, или продуктов, составленных с их применением, имеющих более высокие содержания газа сразу после сброса давления, замедлители скоростей потери газа в течение срока хранения и перед применением, и/или более долгих сроков хранения с сохранением применимости.

#### **ПРИМЕР 6**

Еще 6,0 г препарата Образца 3 SMP Примера 2 помещали в 75-мл емкость, которую затем приводили к давлению 150 psi (1,03 МПа) газообразным азотом при 25°C, удерживали под постоянным давлением при 150 psi (1,03 МПа) в течение 7 дней путем сохранения открытой магистрали между емкостью и источником газообразного азота, и снимали давление отводом газов для получения выделяющей газ композиции. 5,5 г образца этой выделяющей газ композиции добавляли к капучиновой смеси (Образец 6а), состоящей из 2,0 г порошкового растворимого кофе, 4,0 г сахара и 2,5 г невспениваемого, высокой плотности, порошка забеливателя кофе (50% жир) в 250-мл стакане, имеющем внутренний диаметр 65 мм. Приготавливали сравнительную капучиновую смесь (Образец 6б), в которой заменяли выделяющую газ SMP на той же массы исходный материал необработанного Образца 3 SMP. Смеси отдельно восстанавливали 150 мл воды при 88°C в 250-мл стакане в течение 3 минут после сброса давления с SMP. Капучиновая смесь с выделяющей газ композицией (имеющей содержание газа около 12 мл/г) давала начальную высоту вспененного слоя 28 мм. Это значительно увеличенное значение по сравнению с капучиновой смесью с необработанным SMP (имеющей содержание газа только около 4 мл/г), которая

давала начальную высоту вспененного слоя только 10 мм. Таким образом, контактирование исходного материала SMP с закачанным под давлением газом в этих условиях являлось эффективным для предоставления приблизительно трехкратного содержания газа и объема высвобождаемой пены при этом применении.

5 Таким образом, этот пример демонстрирует способность, с применением доступных компонентов и газового оборудования привода давления, равных или усиленных, или увеличенных высот вспененного слоя напитка растворимого капутино, так как коммерческие капутиновые смеси типично имеют высоту  
10 вспененного слоя напитка около 25 мм, которая достигается с применением сочетания небелкового порошкообразного вспенивателя со сжатым газом (такого как композиция, описанная в Примере 2 публикации патентной заявки США № 2006/0040034, содержащая захваченный сжатый газ) и традиционного, низкой  
15 плотности, высушенного распылением с инжектированным газом белок-содержащего вспенивающего молочного порошка. Капутиновая смесь, содержащая выделяющие газ SMP, имела более простой рецепт и объем порошка, чем смесь, содержащая систему с сочетанием вспенивателя (составленная путем замены 5,5 г выделяющей газ  
20 композиции на 3,0 г небелкового порошка вспенивателя со сжатым газом и 3,0 г вспенивающего молочного порошка), должна предоставлять даже до некоторой степени большие объемы вспененного слоя, при увеличении масштаба для сравнения порошковой рецептуры или объема смеси, содержащей систему с сочетанием вспенивателя.

25 Указанные небелковые со сжатым газом порошки вспенивателя представляют собой высушенные распылением с инжектированным газом углеводные порошки, затем проходящие обработку для улавливания газа под давлением в закрытые внутренние пустоты, присутствующие во время приготовления, путем помещения порошков в автоклаве, привода высокого давления, такого как до  
30 приблизительно 1000 psi (6,83 МПа), действием азота или другого пригодного газа, нагревания до температуры выше стеклования порошка, удержания в течение продолжительного периода времени с тем, чтобы сделать возможным заполнение пустот закачанным под давлением газом, и затем охлаждения температуры ниже стеклования порошка перед снятием давления с емкости, с тем, чтобы удержать  
35 закачанный под давлением газ в пределах закрытых внутренних пустот частиц. Такие небелковые со сжатым газом порошки вспенивателя типично имеют содержания газа около 20 мл/г, которое может быть более высоким или меньшим, и типично находятся в диапазоне около 15-25 мл/г.

#### 40 ПРИМЕР 7

Следующий пример демонстрирует способность выделяющих газ композиций согласно настоящему изобретению увеличивать объем вспененного слоя полученных из смеси растворимого горячего какао. 6,0 г препарата Образца 3 SMP Примера 2 помещали в 75-мл емкость, которую затем приводили к давлению 1000 psi (6,83 МПа)  
45 газообразным азотом при 25°C, закрывали, удерживали в течение 20 минут, и снимали давление отводом газов для получения выделяющей газ композиции. Все 6,0 г этой выделяющей газ композиции объединяли с 29 г смеси горячего какао Baker's™ в 250-мл стакане (Образец 7a). Влагосодержание смеси восстанавливали 150 мл воды при  
50 температуре 88°C, через четыре минуты после сброса давления с SMP, что дало напиток горячего какао с начальной высотой вспененного слоя 30 мм. Вспененный слой имел кремовую консистенцию и вид с пузырями преимущественно хорошего размера. Получали смесь для сравнения (Образец 7b), в которой выделяющую газ SMP

заменяли на той же массы исходный материал необработанного SMP. Восстановление, как описано выше, приводило к напитку с начальной высотой вспененного слоя только 10 мм и менее желательным, более грубым внешним видом вспененного слоя. Другую смесь для сравнения (Образец 7с) получали без добавления любого выделяющего газ SMP или необработанного SMP. Восстановление этой смеси приводило к напитку с начальной высотой вспененного слоя только 7 мм и менее желательным, более грубым внешним видом вспененного слоя. Таким образом, контактирование исходного материала SMP с закачанным под давлением газом во впервые описанных условиях являлось эффективным для предоставления приблизительно трехкратных содержаний газа и объема высвобождаемой пены при этом применении. Кроме того, напитки, составленные с выделяющим газ SMP и необработанным SMP, имели улучшенный вкус и вкус по сравнению с напитком, составленным без этих компонентов.

### **ПРИМЕР 8**

Следующий пример демонстрирует способность выделяющих газ композиций согласно настоящему изобретению давать вспененное верхнее украшение на сваренном кофе. 9,0 г препарата Образца 3 SMP Примера 2 помещали в 75-мл емкость, которые затем приводили к давлению 500 psi (3,45 МПа) газообразным азотом при 25°C, удерживали под постоянным давлением 500 psi (3,45 МПа) в течение 10 минут при сохранении открытой магистрали между емкостью и источником газообразного азота и снимали давление отводом газов для получения выделяющей газ композиции. 8,0 г образца этой выделяющей газ композиция смешивали с 4,0 г не вспениваемого высокой плотности порошка забеливателя кофе (50% жирности) в 400-мл стакане с внутренним диаметром 72 мм (Образец 8а). Восстановление путем добавления 150 мл свежесваренного колумбийского кофе при температуре 65°C, через три минуты после сброса давления от SMP, приводило к забеленному капучино с начальной высотой вспененного слоя 24 мм. Вспененный слой имел кремовую консистенцию и преимущественно светлоокрашенный внешний вид с пузырями хорошего размера. Сравнительный образец (Образец 8б), в котором выделяющий газ SMP был заменен на той же массы исходный материал необработанного SMP, объединяли с той же массой порошка забеливателя кофе и аналогично восстанавливали влагосодержание с применением того же объема сваренного кофе; получали напиток, имеющий начальную высоту вспененного слоя только 8 мм с подобным светлоокрашенным видом вспененного слоя с пузырями хорошего размера. Напитки, составленные или с выделяющей газ SMP композицией или необработанным исходным материалом SMP, проявляют улучшенный аромат и вкус, по сравнению со сваренным отдельно кофе, и благоприятно обеспечивают эквивалент третьей части порции снятого молока вместе с хорошим источником белка и кальция.

Таким образом, загрузка SMP газообразным азотом под давлением в представленных условиях обеспечивает трехкратное эффективное содержание газа и емкость вспенивания в момент восстановления влагосодержания водой при этом применении продукта. Большие объемы вспененного слоя могут быть получены, если желательно, путем увеличения давления газа, применяемого для загрузки выделяющей газ SMP композиции сжатым азотом или другим газом. Альтернативно, небольшое количество воды, сваренного кофе, молока или другой жидкости может быть применено для восстановления выделяющей газ SMP композиции, или смеси с порошком забеливателя кофе, для создания отдельного вспененного верхнего украшения, которое может быть вылито в или добавлено ложкой на сваренный кофе.

**ПРИМЕР 9**

Несколько альтернативных аморфных порошков, включающих в себя частицы, содержащие внутренние пустоты, были аналогично испытаны на их способность предоставлять эффективные выделяющие газ композиции путем отдельного помещения 6,0 г образцов порошков в 75-мл емкость, которую затем приводили к давлению 1000 psi (6,83 МПа) газообразным азотом при 25°C, закрывали, удерживали в течение 5 минут и снимали давление отводом газов. Они включали в себя высокой плотности (объемная плотность 0,40 г/мл) высушенный распылением коммерчески доступный SMP от другого поставщика (Образец 9a); низкой плотности (плотность утряски 0,24 г/мл), лиофильно высушенный порошок мальтодекстрина, имеющий очень высокую площадь поверхности (108 м<sup>2</sup>/г) и микропористую структуру (Образец 9b), и малой плотности (0,09 г/мл), высушенный распылением растворимый порошок чая (Образец 9c). Другие альтернативные аморфные порошки, содержащие внутренние пустоты, которые были аналогично испытаны, включали в себя низкой плотности, высушенные распылением с инжектированным газом небелковые порошки Примеров 1, 2, 3 и 11 публикации патентной заявки США № 2006/0040034 (Образец 9d), высушенные распылением неуглеводные порошки Примеров 1 и 2 публикации патентной заявки США № 2006/0040033 (Образец 9e), и порошки кофе Примеров 1, 4, 6, 7 и 8 публикации патентной заявки США № 2006/0040038 (Образец 9f).

Ни один из этих альтернативных сыпучих компонентов, как было найдено, не обеспечивает получение выделяющих газ композиций при контакте с газообразным азотом под давлением по впервые описанному по способу. Каждый порошок исследовали, путем смешения 5,5 г образцов опрессованных сыпучих компонентов с 4,0 г сахара и 2,5 г 50% жира, не вспенивающего, высокой плотности, порошка забеливателя кофе, восстановления влагосодержания смесей, вскоре после снятия давления, 150 мл воды при 88°C в 250-мл стакане, имеющем внутренний диаметр 65 мм, и сравнения начальных высот вспененного слоя с соответствующими сравнительными смесями, в которых были замещены равные массы необработанных сыпучих компонентов на опрессованные сыпучие компоненты. Во всех случаях, не было получено значительных приростов в начальных высотах вспененного слоя, которые превышали бы приблизительно двукратные от начальных высот вспененного слоя, предоставляемых соответствующими сравнительными смесями, и не наблюдалось очевидного истечения газа. Эти опрессованные сыпучие компоненты не предоставляли измеримого преимущества сверх того, что предоставляется открытием незаполненных внутренних пустот частицы.

Однако низкой плотности (объемная плотность 0,34 г/мл) высушенный распылением с инжектированным газом аморфный порошок (производимый другим производителем) (Friesland Foods; Netherlands), состоящий из твердых веществ снятого молока (47%), твердых веществ сиропа глюкозы и лактозы (52%) и дифосфат натриевого буфера (1%), обнаружил потенциал для получения эффективной выделяющей газ композиции на предпочтительно повторно составленном SMP для значительно увеличенного содержания. Без необходимости быть ограниченным любой теорией, предполагается, что этот аморфный SMP-содержащий сыпучий компонент, имеющий объемную плотность 0,34 г/мл, плотность в кристалле 1,49 г/мл, кажущуюся плотность 0,71 г/мл, и AIVV 0,73 мл (52% AIVV), может быть повторно составлен для включения по меньшей мере около 60%, предпочтительно, по меньшей мере около 80%, и более предпочтительно, по меньшей мере около 90%, по массе, SMP

и/или NFDM для получения потенциально эффективной выделяющей газ композиции с применением способа согласно настоящему изобретению.

Этот SMP-содержащий порошок тестировали во время разработки настоящего изобретения, подвергая 6,0 г образца давлению с загрузкой газа, и применяли способ измерения пены, описанный в Примере 1. В этом применении продукта, содержание газа в необработанном порошке, как наблюдалось, увеличивалось от около 4 мл/г до менее чем 8 мл/г, после обработки, в момент восстановления влагосодержания добавлением воды. Другие 6,0 г образца аналогично опрессовывали и исследовали после выдерживания обрабатываемого порошка в течение 4 дней. Содержание газа хранимого обрабатываемого порошка, как оказалось, может уменьшаться только незначительно, до величины менее 7 мл/г. По сравнению с предпочтительными SMP или NFDM порошками согласно настоящему изобретению, этот опрессованный SMP-содержащий сыпучий компонент предоставлял значительно меньшее содержание газа и объем высвобождаемой пены, и не предоставлял измеримого преимущества сверх того, что предоставляется открытием незаполненных внутренних пустот частицы.

### ПРИМЕР 10

Следующий пример демонстрирует способность усиливать воспринимаемую молочную белизну и стабильность вспененного слоя растворимого капучино, составленного с выделяющей газ композицией согласно настоящему изобретению, по сравнению с применением небелковой вспенивающей композиции, содержащей захваченный под давлением газ. 6,0 г препарата Образца 3 SMP Примера 2 помещали в 75-мл емкость, которую затем приводили к давлению 1000 psi (6,83 МПа) газообразным азотом при 25°C, удерживали под постоянным давлением при 1000 psi (6,83 МПа) в течение 2,5 минут и снимали давление отводом газов для получения выделяющей газ композиции. Капучиновую смесь (Образец 10a) готовили добавлением 5,0 г этой выделяющей газ композиции к 2,0 г порошка растворимого кофе, 4,0 г сахара и 4,0 г не вспенивающего высокой плотности порошка забеливателя кофе (жирность 50%). Сравнительную капучиновую смесь (Образец 10b) получали по той же формуле, за исключением того, что выделяющую газ композицию заменяли на равной массы небелковую вспенивающую композицию, включающую в себя высушенный распылением с инжантированным азотом порошок, содержащий 92% мальтодекстрина и замещенного 8% (в расчете на сухую массу) крахмала, модифицированного октенилсукцинатом натрия, и затем загружали газом под давлением с применением способа, в целом описанного в Примере 2 публикации патентной заявки США № 2006/0040034 A1 (то есть привод давления к 6,0 г порошка образца до 1000 psi (6,83 МПа) газообразным азотом при комнатной температуре в автоклаве, нагревание порошка до температуры выше его температуры стеклования нагреванием емкости до температуры 120°C в течение более 60 минут, охлаждение емкости до комнатной температуры, снятие давления с емкости открытием с высвобождением закачанного под давлением газа). Каждую смесь помещали в 250-мл стакан, имеющий внутренний диаметр 65 мм, и восстанавливали влагосодержание 150 мл воды при температуре 88°C, через пять минут после сброса давления. Образец 10a, капучиновая смесь, содержащая выделяющую газ композицию, давал начальную высоту вспененного слоя напитка 32 мм при восстановлении влагосодержания. Образец 10b смеси для сравнения также давал начальную высоту вспененного слоя напитка 32 мм при восстановлении влагосодержания. Начальные высоты вспененного слоя сравниваемого напитка и напитка, содержащего выделяющую газ композицию согласно настоящему изобретению, измеряли повторно, и высоты вспененного слоя

также измеряли в течение десяти минут после восстановления влагосодержания для сравнения стабильности пены. Как можно видеть из результатов, показанных в таблице 3 ниже, вспененный слой, полученный с выделяющей газ композицией согласно настоящему изобретению, является благоприятно более стабильным, чем

5 вспененный слой, полученный со сравнительной небелковой вспенивающей композицией, и обеспечивает значительно более продолжительный полупериод (то есть время, за которое вспененный слой опускается наполовину (до 16 мм в этом примере) от его начальной высоты).

10 Повторно приготовленные напитки капучино исследовали с помощью подготовленной экспертной группы для определения воспринимаемой молочной белизны каждого напитка. Экспертную группу сначала обучали, участники имели возможность запомнить внешний вид и вкус сравнительного напитка, включающего в

15 себя 2,0 г порошка растворимого кофе и 4,0 г сахара, восстановленного 50 мл тепловатого жидкого цельного молока и 100 мл воды при температуре 88°C в 250-мл стакане. Применение цельного молока, сообщающего уровень жирности приблизительно на 15% более высокий (2,3 г) сравнительного напитка, чем уровень жирности (2,0 г), который привносится порошком забеливателя кофе, применяемого

20 для составления как напитка, содержащего выделяющую газ композицию согласно настоящему изобретению, так и сравнительного напитка. Жир цельного молока содержал молочный жир в больших количествах, чем гидрированный кокосовый жир (который содержится в порошке забеливателя кофе), и сообщал приблизительно тот же общий уровень твердых веществ нежировой природы (5,2 г), как и смесь

25 выделяющей газ композиции согласно настоящему изобретению (5,0 г) и забеливателя кофе (0,2 г). Сравнительный напиток содержал гораздо меньший уровень твердых веществ нежировой природы (0,2 г), только казеинат натрия (белок), применяемый при рецептурировании забеливателя кофе во время производства для стабилизации

30 диспергированных жировых капель.

Сравнительный напиток применяли для обучения тестирующей экспертной группы из пяти участников в отношении восприятия молока в горячем напитке, содержащем растворимый кофе и сахар. После обучения участники экспертной группы исследовали и прямо сравнивали напиток, содержащий выделяющую газ композицию

35 согласно настоящему изобретению и сравнительный напиток, содержащий небелковую вспенивающую композицию. Экспертная группа получала напитки, не зная, какой напиток содержит какую вспенивающую композицию. Каждого участника экспертной группы отдельно просили указать, какой из двух напитков имел более

40 молочный внешний вид, тактильное восприятие, аромат, послевкусие и вкус, и затем каждого участника экспертной группы спрашивали, какой напиток был более молочным. После проведения этих оценок восприятия участников экспертной группы просили указать, какой напиток они предпочли бы выпить в качестве потенциального потребителя, основываясь только на персональном предпочтении более, чем на

45 тренировке или обучении вкуса, и указать относительную степень их предпочтения (мягкая, умеренная или сильная). Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 4, участники экспертной группы как индивидуально, так и коллективно предпочитали напиток, содержащий выделяющую газ композицию согласно

50 настоящему изобретению как очевидно более молочный, чем сравнительный напиток, содержащий небелковый вспениватель. Два участника экспертной группы выразили мягкое предпочтение сравнительному напитку, так как они восприняли его как обладающий более сильным ощущением кофе, чем напиток, включающий

композицию согласно настоящему изобретению. Три других участника экспертной группы выразили или умеренное (два участника), или сильное (один участник) предпочтение напитку, содержащему выделяющую газ композицию согласно настоящему изобретению, благодаря ее более молочным свойствам. Взвешивание этих оценок предпочтения с применением математического множителя (среднее -  $x1$ ; умеренное =  $x2$ ; сильное =  $x3$ ) показывает очевидное общее предпочтение (3,5-к-1) для напитка, содержащего выделяющую газ композицию согласно настоящему изобретению по сравнению с напитком сравнения.

10

Таблица 3  
Оценка вспененного слоя напитка и дополнительная информация

	Выделяющая газ композиция	Сравнительная композиция
Время (минуты)	Высота вспененного слоя (мм)	Высота вспененного слоя (мм)
Начальное значение	32	32
15	0,5	28
	1,0	24
	2,0	20
	3,0	19
	4,0	18
20	5,0	18
	6,0	17
	7,0	17
	8,0	16
	9,0	16
25	10,0	16
Полупериод вспененного слоя напитка	8-10 минут	5 минут
Время загрузки газа	Менее 3 минут	Более 60 минут
Температура загрузки газа	25°C	120°C
Необходимость в нагревании и охлаждении	Нет	Да
30	Содержание газа в композиции	14 мл/г
	Объем высвобождаемой пены	21 мл/г
Местоположение закачанного под давлением газа	Закачанный под давлением газ удерживается в открытых внутренних пустотах	Закачанный под давлением газ захвачен в закрытых внутренних пустотах

35

Таблица 4  
Результаты экспертной оценки конечного напитка с восстановленным влагосодержанием

	Выделяющая газ композиция	Сравнительная композиция		
40	1. Какой продукт являлся более молочным:	Количество откликов членов экспертной группы		
	- по внешнему виду и осязательным ощущениям?	4	1	
	- по аромату и послевкусию?	3	2	
	- по вкусу?	5	0	
45	2. Какой продукт являлся более молочным?	5	0	
	3. Какой продукт Вы бы лично предпочли?	3	2	
		Мягкий	Умеренный	Сильный
50	4. Какова степень вашего персонального предпочтения?	2 (C/C)	2 (GE/GE)	1 (GE)
	(GE = выделяющая газ композиция; C = Сравнительная композиция)			
		Выделяющая газ композиция	Сравнительная композиция	

Взвешенное персональное предпочтение (с применением множителя)	7	2
(мягкий = x1; умеренный = x2; сильный = x3)	Газовыделяющая:Сравнения = 3,5:1	

### ПРИМЕР 11

Следующий пример демонстрирует способность характеризовать физические и структурные свойства сыпучих компонентов и выделяющих газ композиций по этому изобретению. Отдельные препараты Образца 3 SMP Примера 2 исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (SEM), ртутноинтрузионной порозиметрии и адсорбции газообразного азота перед контактом с закачанным под давлением газом для получения информации, относящейся к структуре пор сыпучего компонента.

Фиг. 4А-Ф представляют собой подборку SEM-микрофотографий, показывающих внешнюю и внутреннюю поверхности и структуру пор. Эти изображения очевидно подтверждают, что сыпучий компонент имеет пористую структуру, включающую в себя внутренние пустоты, которые прямо или непрямо связаны с окружающей атмосферой через внутренние и внешние отверстия и ограниченные по размеру каналы. Также можно видеть, что многочисленные внутренние пустоты взаимосвязаны с другими через множественные отверстия и ограниченные по размеру каналы. При более близком рассмотрении можно видеть, что существуют многие просвечивающие тонкостенные поверхности, которые отделяют прилегающие внутренние пустоты. Не имея желания иметь ограничения любой теорией, предполагается, что такие поверхности, вполне вероятно, пересекаются одним или несколькими невидимыми маленькими, ограниченными по размеру каналами, которые медленно переносят закачанный под давлением газ способом молекулярного истечения, между внутренними пустотами как вовнутрь, так и за пределы частиц.

Фиг. 5 представляет собой график ртутноинтрузионной порозиметрии, на котором графически представлен постепенно увеличивающийся объем поры в виде функции логарифма среднего диаметра поры. Аналитические данные представлены в таблице 5 ниже. Данные очевидно подтверждают присутствие как ограниченных по размеру каналов, так и открытых внутренних пустот. Фиг. 5 очевидно показывает три различных диапазона среднего диаметра поры, наибольший диаметр находится в диапазоне около 3-300 мкм, наименьший диаметр находится в диапазоне около 3-20 нм, и средний диаметр находится в диапазоне приблизительно 30-2000 нм. Без желания иметь ограничения любой теорией предполагается, что диапазон наибольшего диаметра почти полностью включает в себя внутренние пустоты, но также включает в себя некоторые отверстия, диапазон наименьшего диаметра эффективно полностью включает в себя ограниченные по размеру каналы, и диапазон среднего диаметра в основном включает в себя отверстия и ограниченные по размеру каналы, но также включает в себя небольшие внутренние пустоты. Подобный анализ препаратов SMP Образца 1 Примера 1 и SMP Образца 2 Примера 2 приводил в целом к той же тенденции, как и полученный для SMP Образца 3, а именно присутствию трех различных диапазонов средних диаметров поры, но до некоторой степени отличным значениям диапазона и соответствующего постепенно увеличивающегося объема поры.

Фиг. 6 представляет собой график адсорбции азота, который графически изображает постепенно увеличивающуюся площадь поверхности поры (которая может быть отнесена к объему поры с применением установленных зависимостей, связанных с этим аналитическим способом) в виде функции логарифма среднего диаметра поры. Аналитические данные представлены в таблице 6 ниже. Данные

очевидно подтверждают присутствие чрезвычайно небольших ограниченных по размеру каналов. Фиг. 6 ясно показывает присутствие другого, четвертого по счету, диапазона среднего диаметра поры, располагающегося в диапазоне приблизительно 0,5-2,8 нм (приблизительно между 5-28 Å), в добавление к трем диапазонам, идентифицированным с применением ртутной порозиметрии. SMP образцы 1 и 2 не анализировали с применением этого способа, но, как ожидается, они обнаруживают в целом ту же тенденцию. Тот же анализ показывает, что SMP имеет площадь поверхности монослоя от около 0,4 м<sup>2</sup>/г, слишком низкий для достижения любой значительной физической адсорбции газа при температуре окружающей среды, или для значительного прироста способности порошка удерживать закачанный под давлением газ за счет физической адсорбции.

Таблица 5

Аналитические данные ртутной порозиметрии

Интрузионное давление жидкой ртути (psi)	Средний диаметр поры в SMP (нм)	Логарифм среднего диаметра поры (Log нм)	Постепенно увеличивающийся объем поры (мл/г)
0,59 (4,07 кПа)	306075,4	5,486	0,0000
1,97 (13,6 кПа)	198915,1	5,299	0,0409
2,98 (20,54 кПа)	76259,8	4,882	0,0261
3,96 (27,3 кПа)	53219,1	4,726	0,0545
5,46 (37,6 кПа)	39396,6	4,595	0,1932
5,97 (41,1 кПа)	31702,2	4,501	0,2346
7,48 (51,6 кПа)	27238,7	4,435	0,2785
8,47 (58,4 кПа)	22779,2	4,358	0,1024
10,47 (72,2 кПа)	19321,1	4,286	0,2184
12,96 (89,4 кПа)	15615,8	4,194	0,0761
15,97 (110,1 кПа)	12640,0	4,102	0,0463
19,96 (137,6 кПа)	10193,2	4,008	0,0276
24,96 (172,1 кПа)	8154,0	3,911	0,0170
29,96 (206,5 кПа)	6642,2	3,822	0,0095
40,07 (276,3 кПа)	5275,9	3,722	0,0075
49,98 (344,6 кПа)	4066,5	3,609	0,0049
60,03 (413,9 кПа)	3315,8	3,521	0,0036
75,82 (522,8кПа)	2699,1	3,431	0,0046
90,45 (623,6 кПа)	2192,4	3,341	0,0037
114,94 (792,5 кПа)	1786,5	3,252	0,0085
140,16 (966,4 кПа)	1432,0	3,156	0,0104
175,90 (1,22 МПа)	1159,3	3,064	0,0203
221,18 (1,52 МПа)	923,0	2,965	0,0420
275,00 (1,89 МПа)	737,7	2,868	0,0735
329,52 (2,27 МПа)	603,3	2,781	0,0980
423,08 (2,92МПа)	488,2	2,689	0,1847
561,59 (3,87 МПа)	374,8	2,574	0,2077
660,74 (4,56 МПа)	297,9	2,474	0,1100
907,42 (6,26 МПа)	236,5	2,374	0,1728
999,45 (6,89 МПа)	190,1	2,279	0,0448
1244,56 (8,58 МПа)	163,1	2,212	0,0596
1539,59 (10,61 МПа)	131,4	2,119	0,0494
1943,89 (13,40 МПа)	105,3	2,022	0,0397
2353,82 (16,23 МПа)	84,9	1,929	0,0259
2899,40 (19,91 МПа)	69,6	1,843	0,0204
3632,61 (25,05 МПа)	56,1	1,749	0,0184
4585,53 (31,61 МПа)	44,6	1,649	0,0145
5591,34 (38,55 МПа)	35,9	1,555	0,0095
6890,66 (47,51 МПа)	29,3	1,467	0,0000

5	8605,49 (59,33 МПа)	23,6	1,373	0,0000
	10611,85 (73,17 МПа)	19,0	1,279	0,0061
	13282,17 (91,58 МПа)	15,3	1,185	0,0106
	16360,26 (112,80 МПа)	12,3	1,090	0,0100
	20047,90 (138,23 МПа)	10,1	1,004	0,0104
	24965,22 (172,13 МПа)	8,1	0,908	0,0114
	29942,27 (206,45 МПа)	6,6	0,820	0,0087
	35131,33 (242,23 МПа)	5,6	0,748	0,0073
	40071,98 (276,30 МПа)	4,8	0,681	0,0054
10	45072,71 (310,78 МПа)	4,3	0,633	0,0048
	50054,00 (345,12 МПа)	3,8	0,58	0,0041
	54978,04 (379,07 МПа)	3,5	0,544	0,0027
	60005,98 (413,74 МПа)	3,2	0,505	0,0022

Таблица 6 Аналитические данные по адсорбции азота				
Диапазон диаметра поры в SMP (Å)	Средний диаметр поры в SMP (Å)	Логарифм среднего диаметра поры (Log Å)	Постепенно увеличивающаяся площадь поверхности поры (м <sup>2</sup> /г)	
20	4,4-5,2	4,7	0,672	0,022
	5,2-6,8	5,9	0,771	0,073
	6,8-8,6	7,5	0,875	0,087
	8,6-9,9	9,2	0,964	0,057
	9,9-11,2	10,5	1,021	0,042
	11,2-13,6	12,1	1,083	0,055
25	13,6-15,9	14,5	1,161	0,032
	15,9-18,2	16,9	1,228	0,023
	18,2-20,8	19,3	1,286	0,024
	20,8-23,5	22,0	1,342	0,023
	23,5-26,6	24,9	1,396	0,020
30	26,6-30,1	28,2	1,450	0,015
	30,1-34,1	31,9	1,504	0,017
	34,1-39,0	36,2	1,559	0,016
	39,0-44,7	41,5	1,618	0,015
	44,7-52,0	47,8	1,679	0,016
35	52,0-61,3	55,8	1,747	0,015
	61,3-73,9	66,4	1,822	0,015
	73,9-91,8	80,8	1,907	0,013
	91,8-120,1	102,0	2,009	0,014
	120,1-170,7	136,4	2,135	0,016
	170,7-291,5	200,4	2,302	0,019
40	291,5-982,0	343,8	2,536	0,057

Хотя изобретение было описано применительно к предпочтительным вариантам осуществления, будет очевидно, что, без уклонения от духа и объема изобретения, для изобретения возможны многочисленные модификации и вариации, очевидные для специалистов в данной области.

#### Формула изобретения

1. Выделяющая газ сыпучая композиция для пищевых продуктов, включающая в себя приемлемые для кулинарии частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц, множество ограниченных по размеру каналов в пределах частиц и приемлемый для кулинарии газ, содержащийся во внутренних пустотах при втором высоком давлении; где ограниченные по размеру каналы обеспечивают газовое сообщение между внутренними пустотами и внешней

поверхностью; где ограниченные по размеру каналы имеют ограниченный диаметр примерно менее чем 1 мкм; где ограниченный диаметр эффективен для (1) возможности приемлемого для кулинарии газа проходить через ограниченные по размеру каналы с внешней поверхности во внутренние пустоты, когда частицы  
5 приведены в контакт с приемлемым для кулинарии газом при первом высоком давлении в диапазоне от около 100 до приблизительно 5000 psi (689 кПа - 34,47 МПа), что приводит к частицам, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении, и (2) возможности для газа в пределах  
10 внутренних пустот при втором высоком давлении уходить медленно и контролируемо из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы удаляются из зоны контакта с газом при первом высоком давлении; где второе высокое давление меньше или равно первому высокому давлению, но больше, чем давление окружающей среды; и в которой частицы, имеющие внутренние пустоты,  
15 содержащие приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении, во время контакта со средой на водной основе, быстро растворяются, таким образом высвобождая приемлемый для кулинарии газ из внутренних пустот в среде на водной основе для образования пены, вспененного слоя или аэрированной фазы в среде на  
20 водной основе.

2. Композиция по п.1, в которой ограниченный диаметр по меньшей мере приблизительно в 2 раза превышает размер молекул газа.

3. Композиция по п.1, в которой время, за которое газ из пределов внутренних пустот при втором высоком давлении вытекает из внутренних пустот через  
25 ограниченные по размеру каналы после удаления частиц из контакта с газом при первом высоком давлении, составляет по меньшей мере приблизительно 1 день.

4. Композиция по п.1, в которой количество газа, удерживаемого в пределах внутренних пустот, составляет по меньшей мере приблизительно 8 мл на грамм  
30 композиции.

5. Композиция по п.1, в которой дисперсия имеет размер частиц в диапазоне от около 0,5 до приблизительно 5000 мкм.

6. Композиция по п.1, в которой внутренние пустоты имеют объем в диапазоне от около 0,5 до приблизительно 5,0 мл/г.

7. Композиция по п.1, в которой внутренние пустоты имеют диаметр в диапазоне от около 0,01 до приблизительно 2000 мкм.

8. Композиция по п.1, в которой второе высокое давление является большим, чем приблизительно 2 атмосферы.

9. Композиция по п.1, в которой частицы являются выбранными из группы, включающей в себя низкой плотности, высушенное распылением с инжектированным газом снятое порошковое молоко, низкой плотности, высушенное распылением с инжектированным газом нежирное порошковое молоко и их комбинации.

10. Способ производства выделяющей газ сыпучей композиции для пищевых  
45 продуктов, включающей в себя приемлемые для кулинарии частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в пределах частиц, множество каналов ограниченного диаметра в пределах частиц и приемлемый для кулинарии газ, содержащийся во внутренних пустотах при втором высоком давлении, с газовым сообщением между внутренними пустотами и внешней поверхностью, где способ  
50 включает в себя контактирование растворимого, высушенного распылением с инжектированным газом сыпучего компонента, включающего в себя приемлемые для кулинарии частицы, имеющие внешнюю поверхность, множество внутренних пустот в

пределах частиц и множество каналов ограниченного диаметра в пределах частиц с приемлемым для кулинарии газом при температуре окружающей среды при первом высоком давлении, так что приемлемый для кулинарии газ проходит через каналы ограниченного диаметра с внешней поверхности во внутренние пустоты с образованием частиц, в которых внутренние пустоты содержат приемлемый для кулинарии газ при втором высоком давлении; приемлемый для кулинарии газ в пределах внутренних пустот при втором высоком давлении может вытекать медленно и контролируемо из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы, когда частицы удалены из контакта с газом при первом высоком давлении; где ограниченные по размеру каналы имеют ограниченный диаметр примерно менее чем 1 мкм; где первое высокое давление находится в диапазоне от около 100 до приблизительно 5000 psi (689 кПа - 34,47 МПа); где второе высокое давление меньше или равно первому высокому давлению, но больше, чем давление окружающей среды.

11. Способ по п.10, в котором ограниченный диаметр по меньшей мере приблизительно в 2 раза превышает размер молекул газа.

12. Способ по п.10, в котором время, за которое газ из пределов внутренних пустот при втором высоком давлении вытекает из внутренних пустот через ограниченные по размеру каналы после удаления частиц из контакта с газом при первом высоком давлении, составляет по меньшей мере приблизительно 1 день.

13. Способ по п.10, в котором количество газа, удерживаемого в пределах внутренних пустот, составляет по меньшей мере приблизительно 8 мл на грамм композиции.

14. Способ по п.10, в котором частицы имеют размер частиц в диапазоне от около 0,5 до приблизительно 5000 мкм.

15. Способ по п.10, в котором внутренние пустоты имеют объем в диапазоне от около 0,5 до приблизительно 5,0 мл/г.

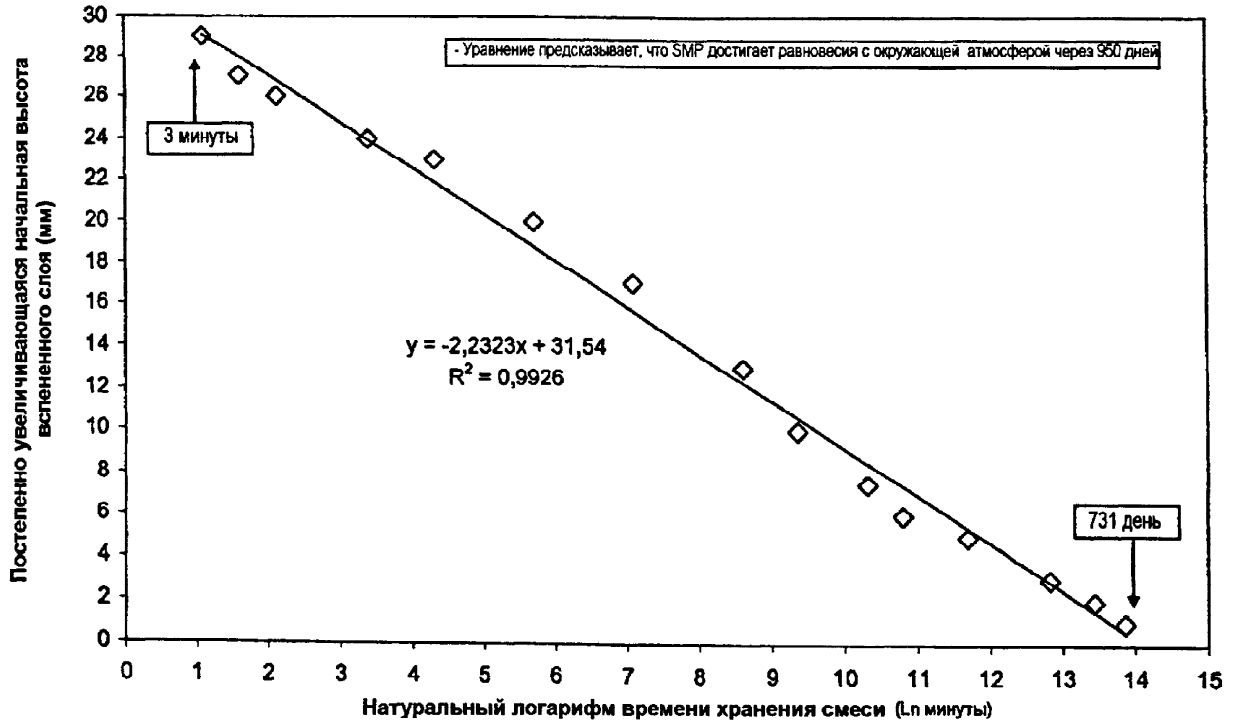
16. Способ по п.10, в котором внутренние пустоты имеют диаметр в диапазоне от около 0,01 до приблизительно 2000 мкм.

17. Способ по п.10, в котором второе высокое давление больше, чем приблизительно 2 атмосферы.

18. Способ по п.10, в котором частицы являются выбранными из группы, включающей в себя низкой плотности, высушенное распылением с инжектированным газом снятое порошковое молоко, низкой плотности, высушенное распылением с инжектированным газом нежирное порошковое молоко и их комбинации.

**Зависимость постепенно увеличивающейся начальной высоты вспененного слоя от натурального логарифма времени хранения смеси**

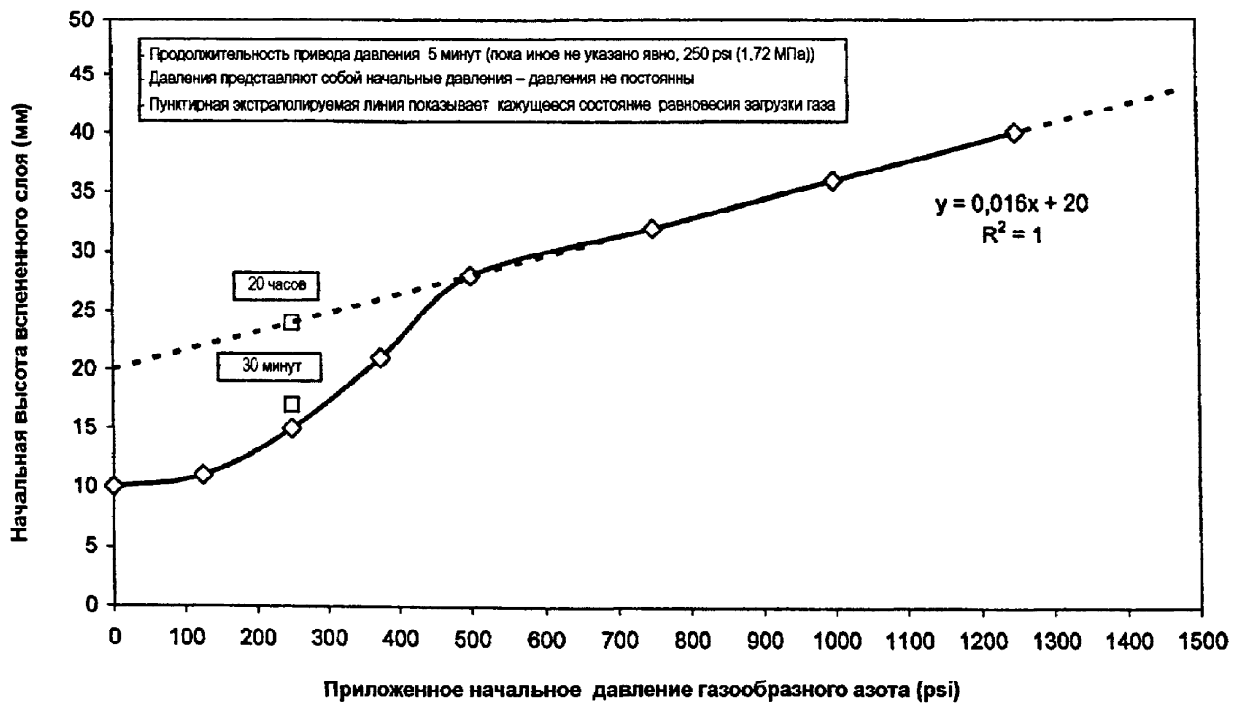
SMP Образец-1 опрессован 1000 psi (6,83 МПа) газообразного азота в течение 5 минут



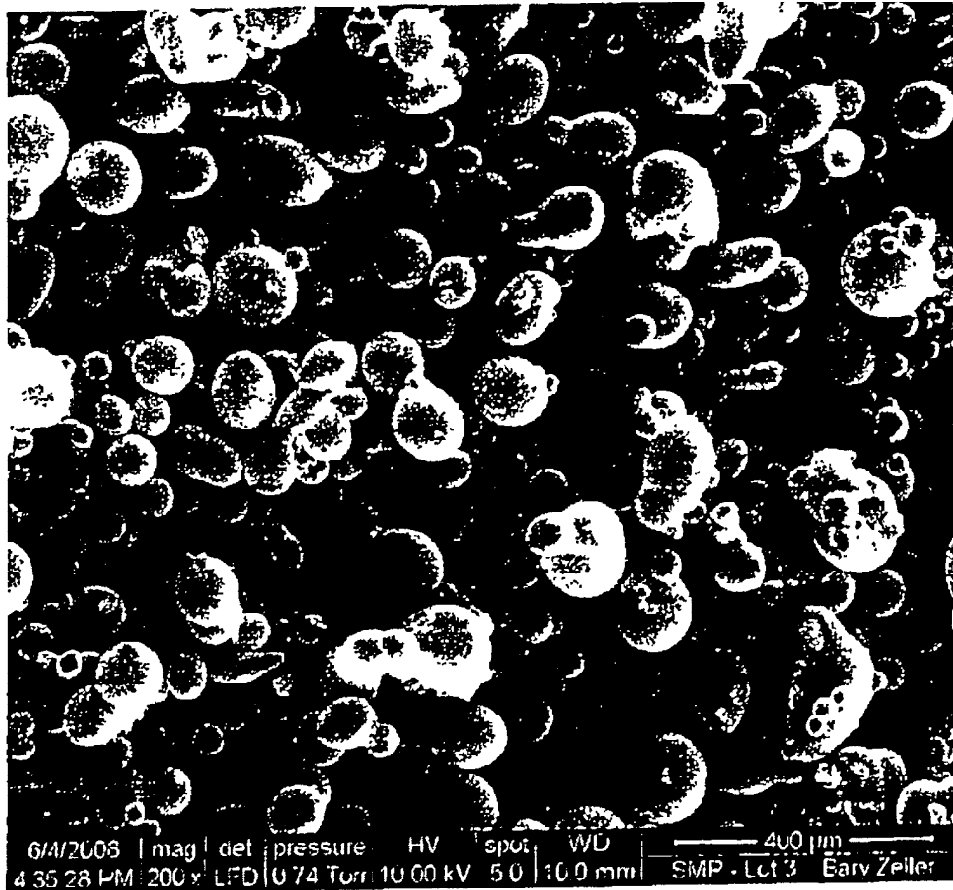
Фиг.2

**Зависимость начальной высоты вспененного слоя каучуино от приложенного к SMP давления**

SMP Образец опрессован газообразным азотом; тестирование через 5 минут после сброса давления

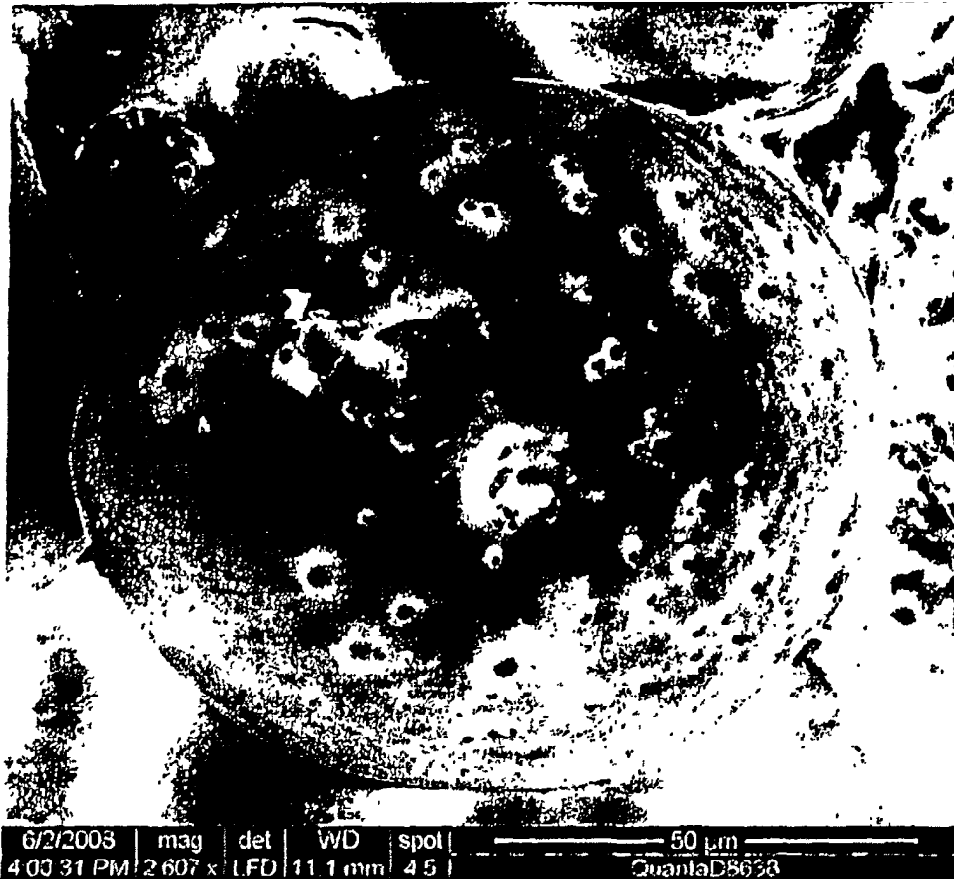


Фиг.3



**сыпучий компонент при увеличении 200x**

**Фиг.4А**

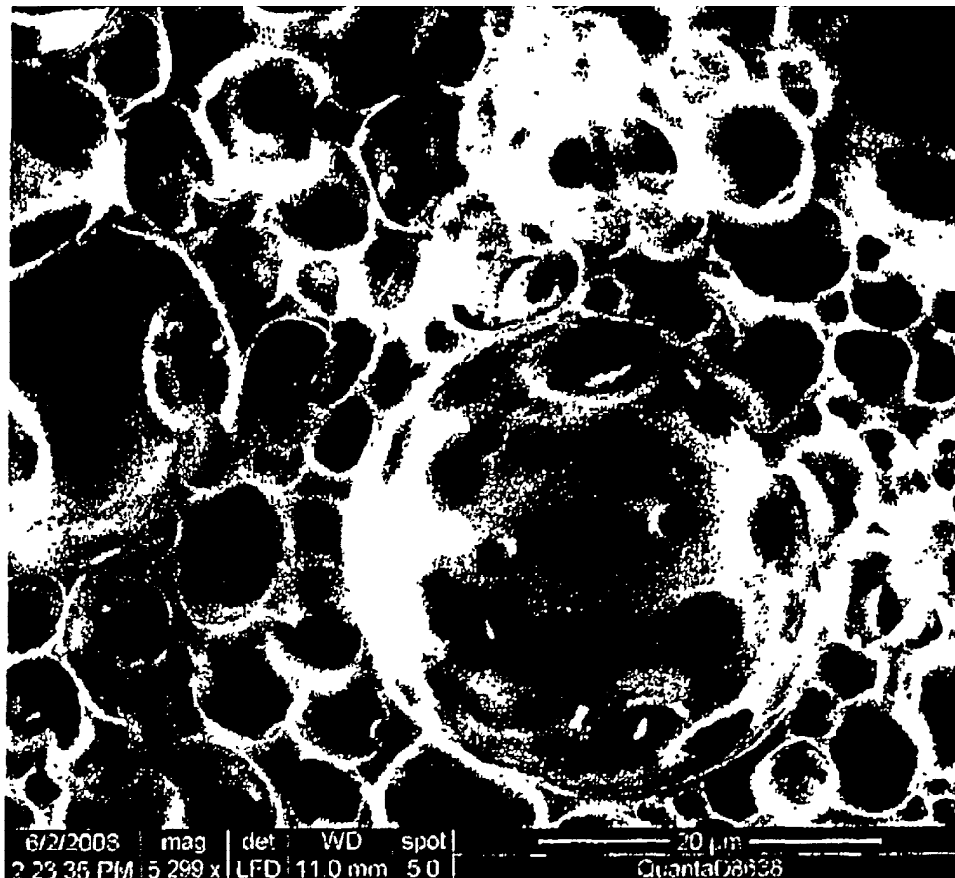


поверхность частицы при увеличении 2607x

Фиг.4В

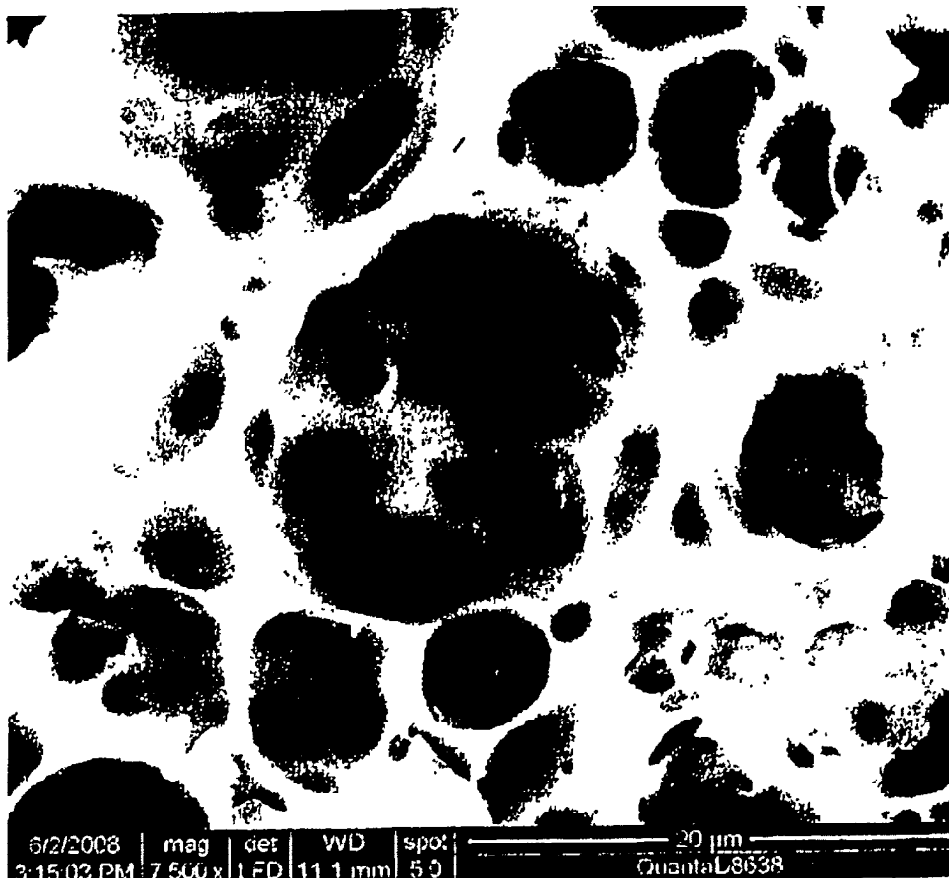


**поперечное сечение частицы при увеличении 1988x**  
**Фиг. 4С**



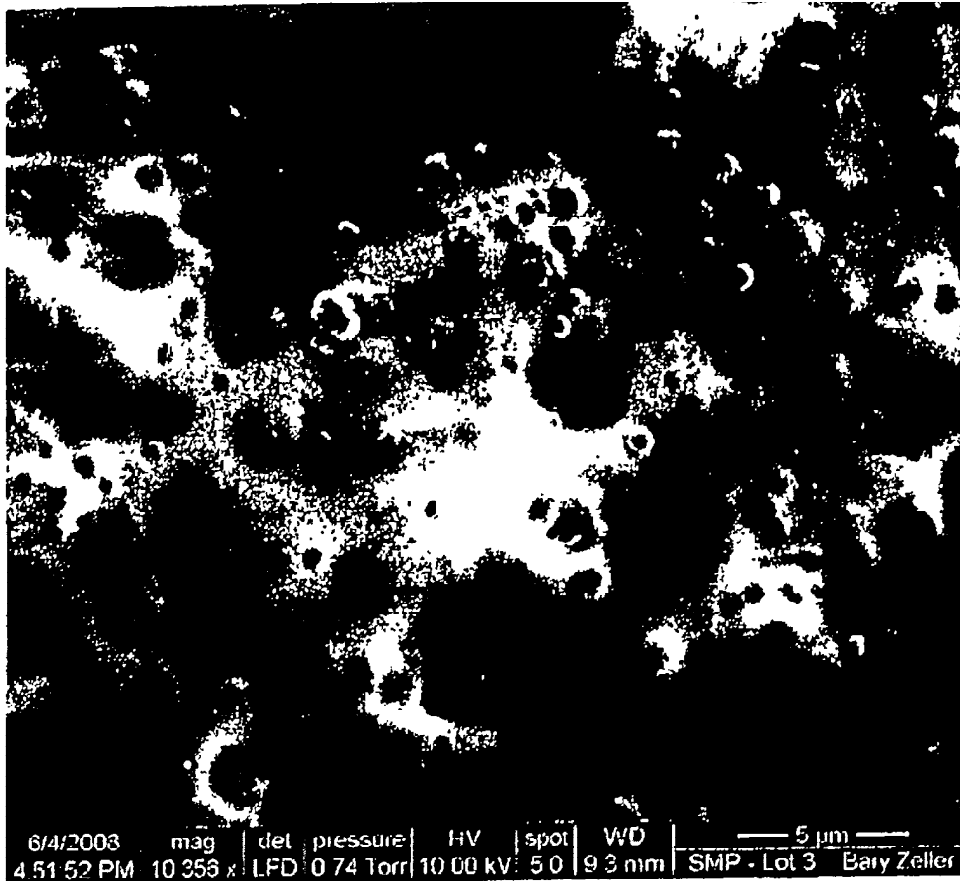
**внутренняя часть частицы при увеличении 5299x**

**Фиг. 4D**



**внутренняя часть частицы при увеличении 7500x**

**Фиг. 4Е**

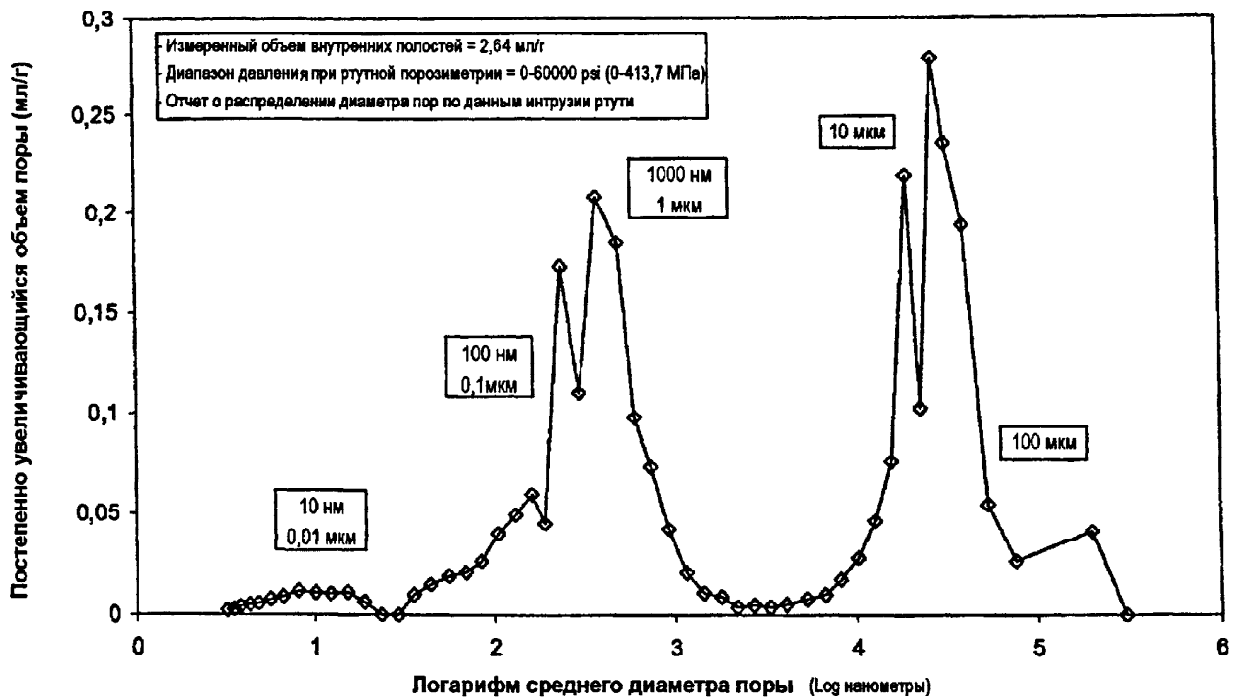


поверхность частицы при увеличении 10356x

Фиг. 4F

**Зависимость постепенно увеличивающегося объема поры от логарифма среднего диаметра поры**

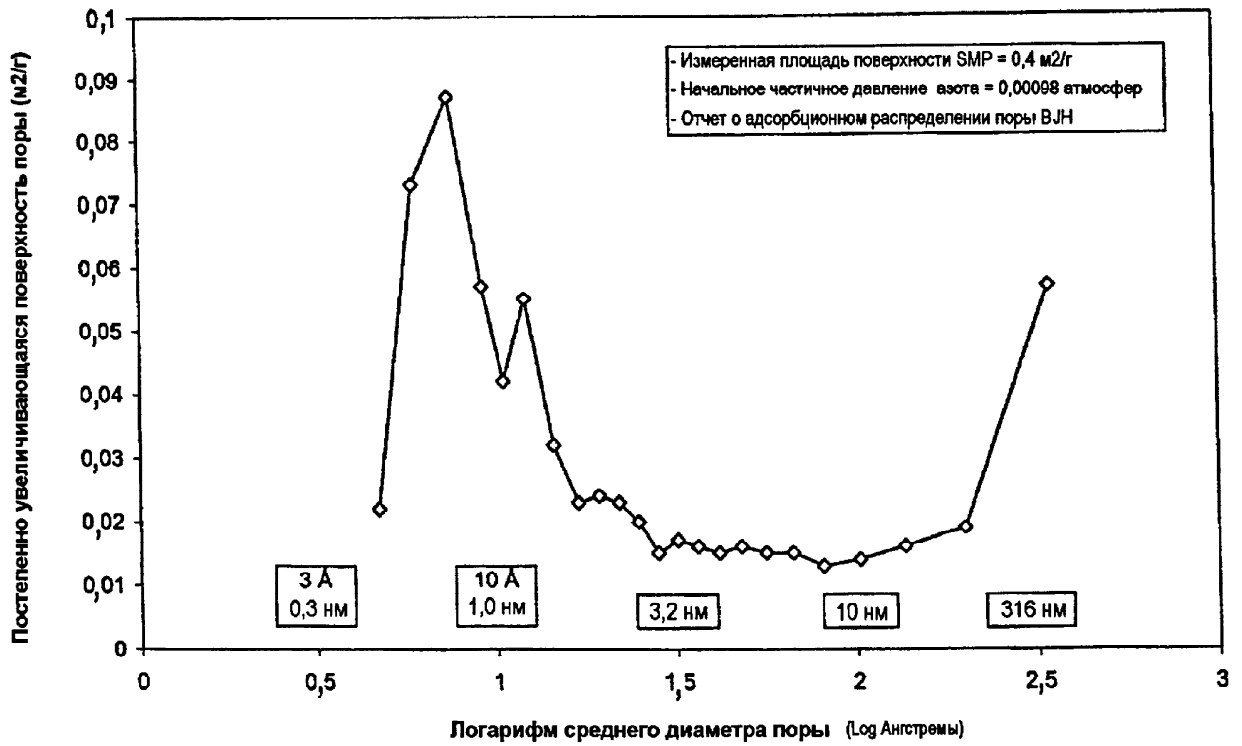
SMP-образец 3 перед опрессовкой газом для получения выделяющей газ композиции



Фиг. 5

### Зависимость постепенно увеличивающейся поверхности поры от логарифма среднего диаметра поры

SMP-образец 3 перед опрессовкой газом для приготовления выделяющей газ композиции



Фиг. 6