



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005104657/13, 21.02.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.02.2005

(45) Опубликовано: 20.09.2006 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 283034 A1, 01.01.1970. RU 2152743  
C1, 20.07.2000. RU 2187053 C1, 10.08.2002.

Адрес для переписки:

236000, г.Калининград, Советский пр., 1,  
Калининградский государственный технический  
университет, Патентный отдел

(72) Автор(ы):

Горлатов Аркадий Спиридонович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Калининградский государственный технический  
университет (RU)

## (54) СПОСОБ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам консервирования пищевых продуктов животного происхождения. Способ сублимационной сушки пищевых продуктов включает удаление из высушиваемого продукта около 60-70% влаги путем ступенчатого понижения давления с замораживанием продукта в каждой ступени до минимальной температуры, соответствующей давлению данной ступени, с нагревом продукта между ступенями газообразным рабочим агентом

до -5, -4°C. При осуществлении способа обеспечивают выдержку продукта в замороженном состоянии при минимальной температуре каждой ступени, а нагрев продукта между ступенями ведут инертным газом, например углекислым газом или азотом, продолжительность выдержки замороженного продукта при минимальных температурах увеличивают с уменьшением давления в ступенях. Способ обеспечивает повышение качества конечного продукта. 1 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

*A23L 3/44* (2006.01)*F26B 5/06* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005104657/13, 21.02.2005**(24) Effective date for property rights: **21.02.2005**(45) Date of publication: **20.09.2006 Bull. 26**

Mail address:

**236000, g.Kaliningrad, Sovetskij pr., 1,  
Kaliningradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet, Patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Gorlatov Arkadij Spiridonovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Kaliningradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet (RU)**

(54) **METHOD FOR SUBLIMATION DRYING OF FOOD PRODUCTS**

(57) Abstract:

FIELD: food-processing industry, in particular, processes for preservation of animal food products.

SUBSTANCE: method involves removing about 60-70% of moisture from product to be dried by stepped reduction of pressure accompanied by freezing of product at each stage to minimum temperature corresponding to pressure at the given stage, and heating product between steps by

means of working fluid to -5, -4 C; providing holding of product in frozen state at minimum temperature at each stage. Heating of product between stages is carried out with the use of inert gas, such as carbon dioxide or nitrogen. Frozen product holding time at minimum temperatures is increased with decrease of pressure at stages.

EFFECT: improved quality of end product.

2 cl

Предлагаемое изобретение относится к способам консервирования пищевых продуктов животного и растительного происхождения, предназначенным для длительного хранения, и может быть использовано для обезвоживания преимущественно рыбы, морепродуктов, мяса.

5 Способ сублимационной сушки пищевых продуктов был предложен и запатентован в 1921 г. советским инженером Г.И.Лаппа-Старженецким (Гуйго Э.И. и др. Сублимационная сушка в пищевой промышленности. - М.: Пищ. пром-сть, 1972, с.5).

Основной недостаток данного способа обезвоживания заключается в больших энергозатратах на реализацию процесса. Это определяется тем, что сублимационная сушка является сложным синтезированным процессом, в котором взаимосвязаны три энергоемких процесса; вакуумирование, замораживание, нагрев продукта, при этом для процесса характерна большая продолжительность рабочего цикла (от 8 до 14 часов и более), зависящая от степени измельчения высушиваемого продукта и других факторов.

Известен также способ сублимационной сушки пищевых продуктов, в соответствии с которым до удаления из высушиваемого материала 60-70% влаги сушку ведут при ступенчатом понижении давления с замораживанием материала в каждой ступени до минимальной температуры, соответствующей давлению данной ступени, а между ступенями нагревают материал обезвоженным воздухом до -5, -4°C (авторское свидетельство СССР №283034, опубл. в БИ, 1970. - №30 - прототип).

Недостатком этого способа сублимационной сушки является обильный контакт высушиваемого материала с кислородом обезвоженного воздуха при нагреве материала в каждой ступени от минимальной температуры, соответствующей данной ступени, до -5, -4°C. Применение обезвоженного воздуха исключает получение материалом дополнительной влаги, но вместе с тем высушиваемый материал взаимодействует с увеличенным количеством кислорода воздуха. Последнее способствует развитию в материале нежелательных окислительных процессов, активно возникающих при тепловой обработке продуктов животного происхождения.

Количественная оценка составляющих газового потока является важной характеристикой технологического режима обработки продуктов в вакууме, поэтому при сублимационном обезвоживании мяса, рыбы (биологически активных материалов) необходимо поддерживать допустимую концентрацию кислорода в остаточных газах. При реализации способа сублимационной сушки, принятого в качестве прототипа, поступление кислорода в сублиматор связано с двумя источниками: с натеканием воздуха извне через неплотности и с подачей в сублиматор обезвоженного воздуха при нагреве продукта от минимальной температуры до -5, -4°C. Количество воздуха, поступающего в сублиматор по двум упомянутым источникам, соответствующее допустимому, при концентрации кислорода  $h_B$  в потоке, можно вычислить по формуле

$$A = B \frac{h}{h_B},$$

40 где А - допустимый поток воздуха при концентрации в нем кислорода,  $h_B$ , л.Па/с;  
 В - фактический поток воздуха, поступающего в вакуумную систему, л.Па/с;  
 h - допустимая концентрация кислорода в потоке, %;  
 $h_B$  - концентрация кислорода в натекающем воздухе,  $h_B=20,95\%$ .

45 Из формулы следует, что уменьшить количество кислорода, поступающего в систему с воздухом, можно двумя путями: уменьшением концентрации кислорода в поступающем в систему воздухе, либо уменьшением поступающего в систему воздушного потока. Первый путь трудно реализуем практически, поскольку концентрация кислорода в воздухе  $h_B=20,95\%=\text{const}$ . Для уменьшения количества кислорода, поступающего в вакуумную систему с воздухом, приемлем второй путь, т.е. через уменьшение поступающего воздушного потока.

При реализации способа сушки, принятого в качестве прототипа, поступающий в вакуумную систему воздушный поток формируется, повторимся, натеканием воздуха извне

через неплотности и подачи обезвоженного воздуха для нагрева высушиваемого продукта между ступенями. Поток воздуха  $A_n$  натекающего извне через неплотности является важным параметром любой технологической вакуумной системы, зависящим от многих факторов. Численное значение этого параметра поддерживается постоянным  $A_n = \text{const}$ , он трудно изменяем особенно в сторону уменьшения его величины, т.е. в сторону уменьшения поступающего через неплотности воздушного потока, л.Па/с. В таких условиях для уменьшения количества кислорода, поступающего с воздухом в вакуумную систему сублимационной установки, практически приемлемой остается возможность уменьшения или полного исключения кислорода, поступающего с газообразным рабочим агентом (газообразной средой), используемым для нагрева высушиваемого продукта между ступенями процесса обезвоживания от минимальной температуры до  $-5$ ,  $-4^\circ\text{C}$ .

При реализации способа сублимационной сушки, принятого в качестве прототипа, основным поставщиком кислорода в вакуумную систему является обезвоженный воздух, используемый для обдува высушиваемого продукта. Совершенствование этого способа и повышение эффективности его реализации может быть достигнуто путем значительного уменьшения количества кислорода, взаимодействующего с высушиваемым продуктом.

Задачей настоящего изобретения является совершенствование процесса сублимационной сушки и повышение качества обезвоженных пищевых продуктов.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в соответствии со способом сублимационной сушки рыбы или мяса, включающим удаление из высушиваемого продукта около 60-70% влаги путем ступенчатого понижения давления с замораживанием продукта в каждой ступени до минимальной температуры, соответствующей давлению данной ступени, с нагревом продукта между ступенями газообразным рабочим агентом до  $-5$ ,  $-4^\circ\text{C}$ , обеспечивают выдержку продукта в замороженном состоянии при минимальной температуре каждой ступени, начиная при температуре  $-7,15^\circ\text{C}$  для первой ступени, при  $-9,8^\circ\text{C}$  для второй ступени и заканчивая при температуре  $-21$ ,  $-26,6^\circ\text{C}$  для последней ступени, а нагрев продукта между ступенями до температуры  $-5$ ,  $-4^\circ\text{C}$  ведут углекислым газом или азотом.

Продолжительность выдержки замороженного продукта при минимальных температурах увеличивают с уменьшением давления в ступенях, при этом выдержка при минимальной температуре первой ступени составляет 5-10 мин, а в каждой последующей ступени время выдержки увеличивают на 5-7 мин в сравнении с выдержкой в предыдущей ступени.

Основное назначение процесса сублимационной сушки как способа консервирования рыбы, мяса и других объектов заключается в сохранении свойств свежих продуктов. В таких условиях активное окисление высушиваемых продуктов является нежелательным процессом. И хотя полностью исключить необратимые окислительные процессы в продуктах сублимационной сушки практически не удается, обезвоженные сублимацией рыба и мясо сохраняют цвет, форму, запах и усвояемость свежих продуктов в течение длительных сроков их хранения. Это указывает на целесообразность совершенствования способа сублимационной сушки, обеспечения в процессе обезвоживания минимально допустимого окисления высушиваемых продуктов

Выдержка высушиваемого продукта при минимальной температуре каждой ступени имеет свое преимущество, которое вытекает из следующего. При понижении остаточного давления в сублиматоре температура продукта уменьшается, поскольку система «давление газовой среды - температура продукта» стремится к равновесию. Однако при этом уменьшение температуры отстает (сместено) во времени от понижения остаточного давления. При этом отставание температуры наружных и внутренних слоев продукта относительно достигнутого давления оказывается различным. Выдержка продукта при минимальной температуре обеспечивает выравнивание температуры в объеме продукта до соответствия ее нижнему давлению ступени. Выравнивание температуры в объеме продукта до соответствия ее давлению ступени оказывается благоприятным, поскольку основной движущей силой процесса испарения пара является разность парциальных давлений пара у поверхности продукта и в окружающей газовой среде. Кроме того,

выдержка высушиваемого продукта при нижней температуре каждой ступени способствует удалению незамороженной влаги (около 10%), которую в практических условиях самозамороженные продукты содержат даже при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ .

5 При реализации предлагаемого способа сублимационной сушки для нагрева продукта вместо обезвоженного воздуха рекомендуется использовать инертный газ, например углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) или азот ( $\text{N}_2$ ). Этим обеспечивается создание малоокислородной газовой среды в процессе обезвоживания рыбы, мяса и др., повышается качество конечного продукта.

10 Увеличение продолжительности выдержки замороженного продукта по мере уменьшения нижнего остаточного давления в ступенях способствует более полному выравниванию температуры в объеме продукта и увеличению времени действия достигнутой разности парциальных давлений пара, определяющей интенсивность процесса испарения.

15 Данный способ сушки может быть осуществлен при различном числе ступеней понижения остаточного давления. Последовательно реализуемые ступени отличаются одна от другой значениями нижних остаточных давлений. Шаг между нижними давлениями соседних ступеней определяется опытным путем и выражается соответствующей разностью минимальных температур. Практически приемлемой является разность в 3, 4 и  $5^{\circ}\text{C}$ . Способ допускает разные значения шагов между ступенями понижения остаточных

20 давлений в реализуемом процессе обезвоживания продуктов. Предлагаемый способ сублимационной сушки пищевых продуктов осуществляется следующим образом.

25 Подлежащий сублимационному обезвоживанию продукт, имеющий комнатную температуру, подают в вакуумную камеру (сублиматор), после чего камеру герметизируют и подключают к работающему вакуум-насосу. По достижении в сублиматоре остаточного давления меньше чем 4,5 мм рт.ст. начинается процесс самозамораживания продукта. При самозамораживании происходит использование тепла, аккумулированного в продукте, на испарение из продукта части воды, благодаря чему при определенном остаточном давлении вода в продукте замерзает (самозамораживается). При самозамораживании (в

30 зависимости от конечной температуры, т.е. глубины самозамораживания) из продукта удаляется 8-12% влаги. После понижения остаточного давления в сублиматоре до нижнего давления первой ступени, например 2,5 мм рт.ст., достигнутое давление выдерживают 5-10 мин для выравнивания температуры во всем объеме продукта соответственно до  $-7,15^{\circ}\text{C}$ . После

35 этого систему изолируют от вакуум-насоса и в сублиматор подают инертный газ, например углекислый газ комнатной температуры, для нагрева продукта. После повышения остаточного давления до 3,0 мм рт.ст., т.е. при температуре продукта  $-5,1^{\circ}\text{C}$  нагрев продукта газом прекращают, а сублиматор подключают к работающему вакуум-насосу. Если шаг между первой и второй ступенями понижения остаточного давления принят

40 равным, например  $3^{\circ}\text{C}$ , нижнее остаточное давление второй ступени составит 2,0 мм рт.ст., которому соответствует температура продукта  $-9,8^{\circ}\text{C}$ . Вторую и последующую ступени понижения остаточного давления с замораживанием продукта осуществляют в последовательности, аналогичной рассмотренной. Выдержку продукта при минимальной

45 температуре в каждой последующей ступени увеличивают на 5-7 мин в сравнении с выдержкой в предыдущей ступени. Ступенчатое понижение остаточного давления с замораживанием продукта ведут до 0,7-0,4 мм рт.ст., соответственно до  $-21, -26,6^{\circ}\text{C}$ . Дальнейшее обезвоживание продукта ведут обычным способом при контактном подводе тепла к продукту.

50 Ступенчатое замораживание продуктов до  $-21, -26,6^{\circ}\text{C}$  принято с учетом того, что эвтектическая точка раствора солей в продуктах животного происхождения (рыбе или мясе) находится в этих температурах, а они позволяют полностью вымораживать из продукта свободную влагу.

## Формула изобретения

1. Способ сублимационной сушки рыбы или мяса, включающий удаление из высушиваемого продукта около 60-70% влаги путем ступенчатого понижения давления с замораживанием продукта в каждой ступени до минимальной температуры,

5 соответствующей давлению данной ступени, с нагревом продукта между ступенями газообразным рабочим агентом до  $-5, -4^{\circ}\text{C}$ , отличающийся тем, что обеспечивают выдержку продукта в замороженном состоянии при минимальной температуре каждой ступени, начиная при температуре  $-7,15^{\circ}\text{C}$  для первой ступени, при  $-9,8^{\circ}\text{C}$  для второй ступени и заканчивая при температуре  $-21, -26,6^{\circ}\text{C}$  для последней ступени, а нагрев

10 продукта между ступенями до температуры  $-5, -4^{\circ}\text{C}$  ведут углекислым газом или азотом.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что продолжительность выдержки замороженного продукта при минимальных температурах увеличивают с уменьшением давления в ступенях, при этом выдержка при минимальной температуре первой ступени составляет 5-10 мин, а в каждой последующей ступени время выдержки увеличивают на 5-7 мин в

15 сравнении с выдержкой в предыдущей ступени.

20

25

30

35

40

45

50