



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 286 381**

51 Int. Cl.:  
**A23C 19/064** (2006.01)  
**A23C 19/06** (2006.01)  
**A01J 25/00** (2006.01)  
**G01N 21/35** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03077396 .4**  
86 Fecha de presentación : **30.07.2003**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1388291**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **11.02.2004**

54 Título: **Método y aparato para la preparación de queso a partir de leche.**

30 Prioridad: **07.08.2002 NL 1021232**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2007**

73 Titular/es: **Friesland Brands B.V.**  
**Blankenstein 142**  
**7943 PE Meppel, NL**

72 Inventor/es: **Crujisen, Johannes Martinus Maria;**  
**Bastiaans, Johannes Adrianus Henricus Petrus;**  
**Flapper, Domenicus Jitte y**  
**Van Arem, Everhardus Jacobus Franciscus**

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 286 381 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método y aparato para la preparación de queso a partir de leche.

5 La presente invención se refiere a un método para la preparación de queso, en particular queso de tipo duro o semi-duro. La presente invención se refiere también a un aparato para la preparación de queso. En particular, el objetivo está dirigido a la calidad y eficacia en un proceso de preparación de queso de tipo continuo.

10 Los métodos y aparatos para la preparación de queso son ampliamente conocidos en la práctica. En general, el queso es preparado preparando una mezcla de cuajada y suero de leche con cuajo, secando subsiguientemente el suero, y formando a continuación queso fresco a partir de la cuajada.

15 Los quesos consisten esencialmente en los componentes sólidos de la leche: grasa, proteínas, vitaminas y minerales. Esto se muestra también por la disminución del volumen. Aproximadamente diez kilos de leche son necesarios para conseguir un kilo de queso. A continuación, el queso fresco puede ser sometido a un tratamiento con salmuera, llevándolo a un baño de salmuera durante un cierto tiempo. Después de que ha sido sometido a tratamiento con salmuera, el queso fresco es almacenado habitualmente en un almacén para queso para completar un proceso de maduración controlado.

20 La composición del queso cambia durante el proceso. La cantidad de humedad disminuye desde el inicio del proceso después de la formación, posteriormente en el baño de salmuera, y a continuación durante la maduración. A las cuatro semanas un queso Gouda contiene aproximadamente 60 por ciento de materia seca.

25 A escala industrial, se prepara un gran número de quesos en lotes de manera simultánea, como mínimo dentro de un corto periodo de tiempo. No obstante, a pesar de la técnica de fabricación por lotes, el proceso de preparación en general, y el de maduración en particular, es distinto para cada uno de los quesos del lote. En particular, existe variación en el contenido de humedad de cada uno de los quesos, que es co-dependiente de las condiciones ambiente directas, tales como temperatura y humedad relativa. Además, el proceso de maduración de cada uno de los quesos individuales del lote depende de la posición de almacenamiento dentro del almacén. Durante el proceso de maduración del lote de  
30 quesos en el almacén mencionado, por lo tanto, los quesos cambian regularmente de posición de almacenaje, a efectos de obtener en el lote una calidad lo más uniforme posible de los quesos.

35 Durante la preparación del queso, es de gran importancia un buen control del contenido de humedad de cada uno de los quesos. La razón de ello es que el contenido de humedad es de gran influencia en la calidad y la eficacia en la preparación del queso. Para controlar debidamente este aspecto de la preparación de los quesos a escala industrial, se utiliza un sistema de gestión detallada del queso en la práctica industrial. De acuerdo con este sistema, se lleva a cabo por cada lote, en una etapa previa, antes de que el queso tierno es sometido al tratamiento de salmuera, una predicción del contenido de humedad del queso tierno cuando tiene un determinado número de días (en Holanda, en virtud de la Ley de Calidad en la Agricultura, se trata de un periodo de 14 días), en base al peso del queso tierno, el contenido  
40 de proteínas, y el contenido de grasas de la leche del queso, y factores de conversión para proteínas y grasas de leche a queso. No resulta fácil determinar la relación entre el peso del queso fresco y los factores de conversión. Por esta razón, un incremento de peso del queso tierno puede significar que el contenido de humedad del queso ha aumentado, pero también puede significar que ha variado la conversión de las proteínas o de las grasas. Se cumple además que los factores de conversión dependen, entre otros factores, del tipo del queso, la estación del año y de la preparación del queso. Como resultado de estos condicionamientos y de la relación difícilmente determinable entre el peso del queso  
45 y los factores de conversión, la predicción es poco exacta.

50 En el sistema mencionado de gestión del queso, se utiliza el contenido de humedad medido en un queso tierno del lote que tiene 14 días, de acuerdo con un método de medición destructivo, en base a la mencionada Ley de Calidad en la Agricultura de Holanda. De manera más detallada, en este método de medición, se toma una muestra de un queso, frecuentemente por personal de un servicio de control estatal, después de lo cual el contenido de humedad de la muestra es determinado en un laboratorio de control. Esta determinación real puede ser utilizada como evaluación del valor de predicción.

55 Un inconveniente de este sistema conocido de gestión del queso es que no es posible controlar de manera previa el proceso de la preparación del queso de manera fiable. La razón de ello es que es solamente después de más de 14 días que se disponen los resultados de medición real que imparten más fiabilidad a una predicción. Es decir, los valores de predicción, a causa de su falta de exactitud relativamente grande, proporcionan una base insuficiente para cambiar o ajustar el contenido de humedad con una certidumbre suficiente en el proceso de preparación del queso a una etapa  
60 muy adelantada. Además, no es posible llevar a cabo el proceso de preparación del queso a una etapa adelantada en base a las mediciones realmente efectuadas, porque el queso tierno no es muy adecuado para ello en lo que respecta a la consistencia y distribución de la humedad. La medición directa no es posible hasta después de una serie de días, en los que, por lo demás, el queso se pierde. Los resultados de la medición son conocidos, por lo tanto, solamente después de algunos días, de manera que, en base a ello, no es posible tampoco ningún ajuste directo en el proceso de  
65 la preparación del queso. Esto significa que, como norma, ya se han producido grandes lotes de queso antes de que pueda tener lugar el proceso de ajuste.

## ES 2 286 381 T3

A efectos de completar esta cuestión, se observa además que no es posible prácticamente, a efectos de determinación del contenido de humedad del queso, tomar muestras del queso tierno antes de que sea sometido al tratamiento de salmuera, porque en esta etapa el queso tierno consiste principalmente de una sustancia muy poco homogénea que tiene todavía poca estructura y coherencia.

5 Otro inconveniente del método de medición utilizado de acuerdo con el sistema conocido de gestión del queso es que, al tomar una muestra del queso, no solamente se pierde valor comercial de dicho queso individual, sino que para cada queso del lote son aplicables otros valores. A causa de las diferencias individuales en los quesos, el método de medición tiene por lo tanto el inconveniente de ser insuficientemente preciso; no siendo representativa la muestra del lote total o de la producción diaria del queso.

15 A continuación, se indicarán ejemplos de métodos especulativos y que no se han desarrollado todavía, en los que se efectúan mediciones de los quesos ya madurados en cierta medida, cuyas mediciones son, por lo tanto, mediciones destructivas.

20 En la publicación Food Marketing & Technology 16 (4) Agosto del 2002, páginas 33-34 y 36, Millard describe mediciones con tecnología de rayos infrarrojos en la gama de ondas próxima. El artículo está dirigido a control y supervisión del contenido de humedad de todo tipo de alimentos, por medio de infrarrojos en la gama de ondas próxima. Se indica que el material a medir sobre la línea debe ser material en polvo, cristalino, fibroso o flocular, apuntando a mediciones por transmisión. Se hace referencia a mediciones en queso en las que además del contenido de humedad, el contenido de grasas y proteínas puede ser también determinado opcionalmente. No se facilitan muchos detalles. Estas mediciones son llevadas a cabo fuera de línea. La forma que debe tener la muestra requiere que la medición pueda ser llevada a cabo solamente si el queso tiene una consistencia firme específica. Esto y el hecho de que la medición no es llevada a cabo sobre la línea sino en la línea, indica que se trata de una medición destructiva.

25 Por lo demás, el documento EP-A-0 038 254 sugiere también un método. El documento EP-A-0 038 254 reconoce un método en el que, entre otros factores, se llevan a cabo mediciones en la escala de infrarrojos próxima en una cuajada en una ramificación del proceso de preparación primario del queso.

30 Un artículo anónimo en la publicación Dairy Industries International, parte 64, No. 4 (1996), página 21, indica también que se llevan a cabo mediciones de infrarrojos de la escala próxima solamente en quesos que se encuentran en condiciones de preparación. Se hace referencia a quesos envasados, y la realización mostrada en la fotografía utiliza queso rallado.

35 El resumen No. 87-1-04-p0039 en la base de datos FSTA "on-line", que se refiere a un artículo de Brenne en Meieriposten, 73, No. 14/15 (1984), 410-413, hace referencia a análisis con leche seca y productos de leche seca. Se pueden llevar a cabo mediciones de humedad, grasas y proteínas con técnicas de reflexión de infrarrojos de escala próxima. Se especula que en el futuro esta técnica puede ser útil para control de producción, por ejemplo, para preparación de queso. Como máximo, se hace referencia a un método de medición destructivo.

40 Es un objetivo de la presente invención dar a conocer un método y aparato para la preparación de queso, en el que, en una etapa adelantada del proceso de preparación, se puede determinar de manera precisa el contenido de humedad del queso tierno, como mínimo de manera más exacta, de manera que el proceso de preparación del queso se puede controlar de manera fiable en una etapa adelantada. En particular, es un objetivo de la presente invención determinar de forma previa el contenido de humedad de un primer lote de quesos de manera suficientemente exacta y, en base a estos contenidos de humedad determinados, ajustar o controlar de otro modo el proceso de preparación de queso para un lote siguiente de quesos.

45 De acuerdo con la presente invención, este objetivo se consigue sometiendo un queso tierno, antes de tener lugar el tratamiento de salmuera, a una medición de humedad no destructiva. La invención hace posible en una etapa adelantada de la preparación conseguir información con respecto al contenido de humedad del queso antes de someterlo a salmuera, después de lo cual resulta posible ajustar el proceso de preparación del queso en una etapa relativamente adelantada. Se cumple además que, dado que la medición no es destructiva, el queso tierno no se pierde por la medición, de manera que, se puede llevar a cabo un número relativamente grande de mediciones sin inconveniente, obteniendo una determinación fiable del contenido de humedad. Además, la medición puede ser llevada a cabo sin requerir contacto con el queso tierno, con todas las ventajas que ello comporta. En el caso de un lote de quesos tiernos, es posible, por lo menos en principio, llevar a cabo en cada queso tierno una o varias mediciones de humedad. Esto contribuye no solamente a la fiabilidad de la determinación, sino que también puede dar una idea de la distribución del contenido de humedad en los diferentes quesos tiernos del lote.

60 De esta manera, el método, en particular en el caso de que se hagan mediciones en cada queso, hace posible asegurar mejor una calidad elevada y constante. El riesgo de desviación del contenido de humedad se reduce y, por lo tanto, también el riesgo de formación de grietas en la sección transversal del queso, formación de moho, desviaciones de la consistencia, tales como un carácter blando o de pulpa, y desviaciones del sabor, pasando, en particular, a agrio y amargo.

65 En una realización preferente, se lleva a cabo el método de medición no destructivo utilizando espectroscopia de infrarrojos de tipo reflectante, y preferentemente espectroscopia de infrarrojos de gama próxima, de tipo reflectante.

## ES 2 286 381 T3

Por lo demás, el Resumen No.1999-00-p1350 de la Base de Datos FSTA “on line”, que se refiere a una publicación por Sorensen y Jepsen en el International Dairy Journal 8 (10.11)(1998), 863-871, indica la utilización de espectroscopia de rayos infrarrojos de gama próxima para realizar una predicción de la consistencia y sabor del queso Danbo. Los quesos sometidos a medición tienen 5, 7, 9 y 11 semanas. Las mediciones de reflexión dieron mejores resultados que las mediciones de transmisión. El objetivo de las mediciones y el momento de la medición difieren del presente método.

Además, el Documento EP-A-0 668 020 da a conocer la utilización de microondas para la medición del contenido de humedad en “queso procesado”.

El Documento FR-A-2 663 747 describe la supervisión del proceso de aplicación de cuajo en la leche, en el que, entre otros métodos, se pueden llevar a cabo mediciones por infrarrojos.

Finalmente, se hace referencia a un Documento de Dahlin, presentado en la “Second Biennial Marschall ... International Cheese Conference” celebrada en Madison, Wisconsin (USA), en 15-18 de septiembre de 1981, e impreso en el “Proceedings from the Second Biennial Marschall International Cheese Conference” G (1981), Zikonix Corp., 224, Santa Ana Court, Sunnyvale, California 94086, USA, páginas 362-368.

Dahlin hace dos propuestas para sistemas de control para el proceso de preparación de queso, que se tienen que desarrollar todavía de manera adicional. La primera propuesta se refiere a la preparación no convencional, continua, de queso, utilizando una torre de separación del suero y un aparato de secado. En esta propuesta, el contenido de humedad es determinado dos veces por reflexión de rayos X a través de la parte principal de un queso en forma de bloque, antes de llevar a cabo la etapa de aplicación de salmuera por inyección de salmuera. La primera medición es llevada a cabo después de que el queso ha sido formado cuando sale de la torre de separación del suero. El valor que se encuentra es realimentado directamente al ordenador que controla la temperatura del recipiente de fermentación. La segunda medición es llevada a cabo después del aparato de secado. La señal producida conduce al ajuste del tiempo de secado.

Por lo demás, la única cosa que el sistema de medición (experimental) admite es una medición directa de la humedad y la realimentación a la etapa de preparación de queso subsiguiente en el método especial para la preparación de queso para ajustar el contenido de humedad. No existe relación con el desarrollo del contenido de humedad futuro.

La segunda propuesta se refiere a un método para la preparación de queso Cheddar. Este método está dirigido a la medición del contenido de sal.

El método según la invención hace posible conseguir un ajuste adelantado del método de preparación del queso en base al contenido de humedad determinado para el queso tierno, antes de someter el mismo a salmuera. Se deduce de esto que resulta posible determinar o controlar el contenido de humedad del queso de manera relativamente precisa. Esto tiene directamente influencia en la eficacia de la preparación del queso en comparación con los métodos conocidos y, por lo tanto, constituye una importante mejora de lo que es posible con el sistema conocido de gestión del queso. Para preparar especialidades de queso con un elevado valor añadido, el contenido de humedad debe ser controlado dentro de márgenes relativamente estrechos. El método según la invención es muy adecuado por lo tanto para la preparación de estos quesos especiales. A este respecto, se pueden considerar especialmente tipos de queso tales como Kollumer, Slankie y Cantenaar. No obstante, para fabricación en gran escala de “queso estándar”, tal como queso Gouda, Edammer y Massdammer, es muy importante (y económico) un control en márgenes estrechos.

La posibilidad de controlar de manera precisa el contenido de humedad de los quesos tiene además la ventaja de que se impiden las consecuencias de las desviaciones del contenido de humedad en el queso, tal como formación de grietas, formación de moho, desviaciones en la consistencia y en el sabor.

Además, el control exacto del contenido de humedad del queso puede impedir que organizaciones gubernamentales, tales como el Centraal Orgaan Kwaliteitsaangelegenheden de Zuivel (COKZ) de Holanda (organismo que controla en Holanda los productos de la leche y la leche), impongan sanciones a los fabricantes de queso por superar determinados valores límites del contenido de humedad de los quesos preparados, o puede impedir que se produzcan perjuicios económicos de otro tipo, por ejemplo, por el rechazo de lotes de queso.

En una realización del método según la invención, la medición de humedad de tipo no destructivo comprende la medición de la reflexión de, por lo menos, una reflexión de un haz de luz dirigido al queso tierno, por ejemplo, un haz de luz infrarroja y, preferentemente, un haz de luz infrarroja en la gama de onda próxima. La Near Infrared Spectrometry (espectrometría de infrarrojos de gama próxima) (NIRS) es una técnica derivada de la espectrometría de rayos infrarrojos (IR) y se basa en el principio de que los compuestos con moléculas orgánicas se ponen en vibración por medio de luz infrarroja de gama de longitud de onda próxima. Los diferentes compuestos absorben luz en longitudes de onda características, de manera que es posible el análisis cualitativo. En la región de longitud de onda próxima de rayos infrarrojos (1100-2500 nm), se pueden medir, entre otros, los sobretonos y combinaciones de vibraciones de proteínas (-N-H), agua (-O-H), y grasa (-C-H). Midiendo la intensidad de la luz reflejada (de forma difusa), se pueden determinar también diferencias cualitativas por medio de NIRS reflectante.

## ES 2 286 381 T3

De manera más detallada, el contenido de humedad en un queso tierno se puede determinar en base a la reflexión medida y a un modelo de calibrado predeterminado. El modelo de calibrado proporciona una conexión entre el contenido de humedad en el queso tierno y la reflexión del haz de luz, tal como un haz de luz infrarroja.

5 Dado que el grado de reflexión/transmisión no está solamente determinado por la composición química del producto, sino también por las características estructurales del mismo (dimensión de partículas, forma y densidad), se debe recoger un extenso conjunto de muestras de calibrado. A continuación, por medio de técnicas de cálculo (MLR, PLS, ANN), se constituyen modelos con los que se pueden determinar las muestras desconocidas de manera cuantitativa y fiable. A estos efectos, se hace referencia a Scheutkamp y Frankhuizen, VMT No. 1/2 (2001), 41-43.

10 Un simple examen de un modelo de calibrado es una línea de calibrado. El modelo de calibrado mencionado puede ser determinado, por ejemplo, en base a la relación entre la reflexión del haz de luz (infrarroja) procedente de una región de penetración del haz dentro del queso, la composición del queso en la región de penetración, la composición del queso en su conjunto, y factores ambientales, tales como influencias estacionales. A modo de ejemplo, la invención será descrita a continuación de manera más detallada para las mediciones de radiaciones infrarrojas en la gama de onda próxima.

15 Dependiendo de la intensidad de la fuente de radiación, el haz de luz infrarrojo en la gama próxima en general no penetrará en el queso tierno con una profundidad muy superior a unos 4 cm. La relación entre la reflexión del haz de luz de infrarrojos de la zona de penetración, la composición del queso en la zona de penetración, y la composición en el conjunto del queso, se pueden determinar en base a experimentos antes de que tenga lugar la preparación del queso a escala industrial, pudiendo ser ajustada dicha relación en base a mediciones llevadas a cabo durante la producción a escala industrial.

25 Para la medición, se puede utilizar luz de infrarrojos en la gama de onda próxima con luz de infrarrojos en dicha gama próxima en el aspecto determinado por las longitudes de onda de 400-2500 [nm]. En particular, los inventores han obtenido muy buenos resultados con mediciones en la zona con longitudes de onda aproximadas de 1940 [nm] de la banda de combinación característica O-H, y en sobretonos de la misma, con longitudes de onda correspondientes en la región de 1450 [nm], 980 [nm] y 750 [nm].

30 De acuerdo con una realización de un método según la invención, se cumple que, en base a la medición de humedad no destructiva, por ejemplo, con un modelo de predicción, se determina un valor para el contenido de humedad del queso tierno después de un número específico de días después del inicio de preparación del queso tierno. Esta determinación es comparada con un valor de referencia predeterminado. La determinación del valor es una función que hace uso, como mínimo, de una serie de parámetros, tales como la composición del queso, el período de tiempo en el que se hace la predicción, condiciones ambientales, tales como temperatura y humedad. Por ejemplo, como modelo de predicción, se puede utilizar un modelo lineal de multi-regresión (un ejemplo de éste es un modelo PLS {Partial Least Squares} con 4 factores). Este modelo PLS es una descripción del modelo de predicción, es decir, un tipo avanzado de "línea de calibración" en el ordenador.

40 Frecuentemente, por lo menos en Holanda, el período mencionado será de 14 días, de manera que la predicción se aplica al momento en el que las organizaciones gubernamentales, tales como el COKZ, toman muestras de algunos quesos del respectivo lote y llevan a cabo en las mismas mediciones de humedad (destructivas). En este caso, el valor de referencia predeterminado es idealmente igual o próximo al valor medido para el contenido de humedad del queso. Preferentemente, se cumple que, de acuerdo con el método según la invención, se prepara un primer lote de quesos tiernos, mientras que la predicción para uno o varios quesos tiernos del primer lote es comparada con el valor de referencia, después del cual se prepara un segundo lote de quesos tiernos, mientras que si la predicción mencionada tiene una desviación con respecto al valor de referencia mencionado superior a un margen predeterminado, la preparación de los quesos tiernos del segundo lote se ajusta en base a la predicción y el valor de referencia. Es posible que, por ejemplo, cuando la predicción es superior al valor de referencia, se extrae por prensado una cantidad adicional de la mezcla de los quesos tiernos del segundo lote, de manera que el contenido de humedad de los quesos tiernos del segundo lote, antes de someter a salmuera, se reduce con respecto al contenido de humedad de los quesos tiernos del primer lote antes de la salmuera.

55 De acuerdo con una realización más avanzada del método según la invención, se cumple que, como mínimo, prácticamente cada uno de los quesos tiernos preparados es sometido a una o varias mediciones de humedad no destructivas. De acuerdo con esta realización, se pueden llevar a cabo análisis y estadísticas precisos de la distribución del contenido de humedad de los diferentes quesos de un lote. La información detallada con respecto a la distribución del contenido de humedad de los diferentes quesos puede proporcionar una información adicional del proceso de preparación conduciendo a mejoras del proceso para la preparación de queso.

60 La invención se refiere además a un aparato para la preparación de queso, que comprende una serie de moldes destinados a recibir cuajada, un sistema de prensado para prensar la cuajada dentro de los respectivos moldes para preparar quesos tiernos en los moldes, un baño de salmuera para el tratamiento de salmuera de los quesos tiernos y un sistema de medición para la medición no destructiva del contenido de humedad del lote de quesos tiernos, cuyo sistema de medición está dotado, como mínimo, de una fuente de luz para generar un haz de luz y, como mínimo, un sensor para medir la reflexión del haz de luz sobre un queso tierno irradiado por dicho haz de luz. Con este aparato, se puede llevar a cabo el método según la invención.

## ES 2 286 381 T3

Preferentemente, el sistema de medición es un sistema de medición de infrarrojos de la gama próxima, la fuente de luz es una fuente de luz de infrarrojos de la gama próxima, y el haz de luz es un haz de luz de infrarrojos de la gama próxima. El sistema de medición de infrarrojos de la gama próxima puede comprender un espectrofotómetro de canales múltiples o un espectrómetro con filtros. Con este sistema de medición, se puede conseguir una buena proporción señal/ruido en el momento de la medición de unos pocos segundos, por ejemplo, 5-15 segundos. Con el sistema de medición, el contenido de humedad en el queso tierno se puede determinar de manera higiénica, sin contacto, de acuerdo con un método de medición no destructivo.

Una realización del aparato según la presente invención se caracteriza porque el aparato está dotado también de un sistema de ordenador para determinar el contenido de humedad del queso en base a mediciones de reflexión de quesos tiernos irradiados y un modelo de calibración previamente introducido en el sistema del ordenador. En base al contenido de humedad determinado del lote, se puede controlar el contenido de humedad del lote siguiente por el sistema del ordenador, por ejemplo, controlando el sistema de alimentación de cuajada y/o el sistema de prensado del aparato. De esta manera, se obtiene una línea de producción mucho más automatizada para el queso con un tiempo de realimentación muy corto. Esto hace posible llevar a cabo con elevada fiabilidad un control preciso del contenido de humedad de los quesos. El sistema del ordenador puede ser dispuesto para introducir y procesar potenciales resultados de medición de humedad destructivos, por ejemplo, en quesos de 14 días. El sistema del ordenador puede comparar estas mediciones que se han introducido con las predicciones determinadas por el sistema de ordenador y, en el caso de desviaciones estructurales, podrá realizar un ajuste del modelo y/o ajustes de parámetros del modelo de predicción.

La presente invención se explicará, a continuación, de manera más detallada haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

la figura 1a es una representación esquemática, en perspectiva, de la preparación de un lote de quesos tiernos, siendo conducida la cuajada por el sistema de alimentación a una serie de moldes;

la figura 1b es una representación, en perspectiva, esquemática, del lote de la figura 1a, mostrando un sistema de prensado para prensar la mezcla dentro de los respectivos moldes;

la figura 1c es una representación, en perspectiva, esquemática, de un sistema de medición por infrarrojos para medir el contenido de humedad de un queso tierno del lote de quesos según la figura 1a;

la figura 2 es una vista lateral, esquemática, de un sistema de medición por infrarrojos para determinar el contenido de humedad de un queso tierno;

la figura 3 muestra una parte de un aparato para preparar queso de acuerdo con la invención, en el que el sistema de medición por infrarrojos está acoplado a un sistema de ordenador del aparato;

la figura 4 es una vista, en planta, de un queso en el que se muestran nueve posiciones de medición para la medición de la reflexión;

la figura 5 muestra un histograma en el que se han representado mediciones de la humedad relativa de quesos en un lote de quesos;

la figura 6 muestra un histograma en el que se han mostrado mediciones de humedad relativa de quesos de un lote de quesos; y

la figura 7 muestra una posible realización de un aparato de medición con un sistema de medición según la invención.

En las figuras 1a-1c se han mostrado una serie de etapas, de manera esquemática, para un método conocido para la preparación de queso (2) a partir de leche, la cual, con la influencia del cuajo proporciona una mezcla (4), como mínimo, de cuajada y suero. Tal como se ha mostrado en la figura 1a, se facilita cuajada escurrida por medio de los tubos de alimentación del sistema de alimentación (6) para el llenado de los tres moldes correspondientes (8). En esta realización a título de ejemplo, los moldes (8) están formados en una bandeja de escurrido (10). En este ejemplo, la bandeja de escurrido (10) está situada sobre la cinta transportadora (12), mediante la cual, después de llenar los moldes con la mezcla, se puede desplazar al sistema de prensado (14) para el prensado de la mezcla dentro de los respectivos moldes (ver figura 1b). En esta realización a título de ejemplo, el sistema de prensado (14) comprende tres pistones, a los que están fijados los cuerpos de prensado (13) para prensar la mezcla en los respectivos moldes. Por prensado, se forma, en este caso, un lote de tres quesos tiernos. Después de retirar los quesos, estos son transportados por la cinta transportadora (12) a un sistema (15) de medición de infrarrojos de gama próxima, tal como se ha indicado en la figura 1c. Mediante el sistema (15) de medición de infrarrojos de gama próxima, los quesos tiernos pueden ser sometidos a una medición no destructiva de humedad para determinar el contenido de humedad en un queso tierno. De esta manera, el contenido de humedad del lote de quesos tiernos se puede determinar de manera relativamente precisa, después de lo cual el queso puede ser sometido a un tratamiento de salmuera, que no se ha mostrado, habitualmente por inmersión del queso en un baño de salmuera. Después de someter a salmuera el lote de quesos tiernos, dicho lote puede ser almacenado en un almacén de quesos para el proceso de maduración subsiguiente.

En la figura 2, el sistema (15) de medición de infrarrojos de gama próxima, destinado a medir el contenido de humedad de los quesos tiernos (2), se ha mostrado de manera más detallada. En este ejemplo, el sistema (15) de medición de infrarrojos de gama próxima está dotado de una fuente (18) de luz de infrarrojos de gama próxima. La fuente de rayos infrarrojos (18) puede generar un haz de luz de infrarrojos de gama próxima (20), que es dirigido al queso (2). Además, el sistema de medición por infrarrojos comprende un sensor de infrarrojos de gama próxima (22) para medir la reflexión (24) de los haces (20) de luz de infrarrojos de gama próxima sobre el queso.

Para el haz de luz por infrarrojos de gama próxima (18) del sistema (15) de medición por infrarrojos de gama próxima, se puede utilizar un espectro que esté definido, como mínimo, en el intervalo de longitud de onda de 400-2500 [nm]. Con estos haces de luz infrarroja, se puede obtener una profundidad de penetración aproximadamente de 4 [cm] en el queso (2). De la zona de penetración completa dentro del queso, se producen reflexiones del haz (20) de luz de infrarrojos dirigido al queso tierno, cuyas reflexiones pueden ser medidas con el sensor (22) del sistema de medición (15). Dado que se miden reflexiones de la zona de penetración completa, se obtiene como resultado un cierto promedio de esta región o zona. Esto incrementa la fiabilidad de las mediciones para utilizaciones tales como determinación del contenido de humedad en el queso como conjunto. El contenido de humedad en el queso tierno se determina por comparación de las reflexiones medidas con modelos de calibración predeterminados. Los modelos de calibración proporcionan una conexión entre las reflexiones de un haz de luz de infrarrojos y el contenido de humedad del queso tierno. Estos modelos de calibración son determinados experimentalmente antes de que tenga lugar el proceso industrial de preparación del queso. Se mide para una longitud de onda específica en el espectro de infrarrojos cuál es la intensidad de reflexión de un haz de luz incidente con una intensidad específica con dependencia de la composición del queso tierno en la zona de penetración del haz de luz de infrarrojos. Además, en estos experimentos, se determina la relación entre la composición del queso en la zona de penetración y la composición del queso en su conjunto. Esta última relación es de importancia porque en esta etapa el queso tierno es muy poco homogéneo y relativamente fluido.

Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 2, la fiabilidad de la determinación de la humedad (en comparación con una situación de medición con un haz de luz de infrarrojos de gama próxima solamente) se puede incrementar llevando a cabo mediciones de reflexión de infrarrojos de gama próxima en más lugares, por ejemplo, dirigiendo más haces de luz de infrarrojos (20), preferentemente de forma simultánea, al queso tierno (2), y midiendo las reflexiones asociadas (24). De esta manera, se llevan a cabo mediciones en diferentes lugares del queso, de forma que se pueden promediar las variaciones en la composición. Se puede obtener otro promedio desplazando la cinta transportadora (12) durante la medición a una velocidad fija y reproducible. Se observa que, a efectos de obtener un sistema de medición avanzado, los respectivos haces de luz 20.i (i=1,2,3) pueden tener diferentes secuencias en el espectro de infrarrojos. Es posible, por ejemplo, proporcionar al haz de luz 20.1 una longitud de onda de 1940 [nm] (correspondiendo a una frecuencia de impacto de la banda de combinación O-H), y al haz de luz 20.2 una longitud de onda de 1450 [nm] (correspondiente a un primer sobretono de la banda de combinación O-H), y finalmente al tercer haz de luz 20.3, una longitud de onda de 980 [nm] (correspondiendo a un segundo sobretono de la banda de combinación O-H). Después de esto, es posible proporcionar a los respectivos sensores de infrarrojos 22.i (i=1,2,3) respectivos filtros, de manera que cada uno de los sensores es sensible solamente en una banda de frecuencia limitada (y, por ejemplo, diferente). De esta manera, se pueden formar pares de fuentes de luz 18.i y sensores asociados 22.i (i=1,2,3).

En vez de las longitudes de onda específicas que se han explicado de los respectivos haces de luz 20.i, es posible seleccionar otras longitudes de onda para la medición de la humedad. El punto de inicio en esta selección será el de la determinación del contenido de humedad de quesos recientes, siendo importante la interacción de agua y proteína (unión de agua) y el porcentaje de grasa. En este sentido, sería quizás más correcto hablar de capacidad de agua, en vez de contenido de humedad. En relación con ello, se puede observar que la capacidad de agua de los quesos con elevado contenido de humedad parece basarse en otra relación física/química que la capacidad de agua de quesos con un contenido de humedad promedio.

Tal como se ha mostrado esquemáticamente en la figura 3, el sistema (15) de medición por infrarrojos del aparato (25), de acuerdo con la invención, está conectado a un sistema de ordenador (26). El sistema de ordenador (26) está dispuesto para llevar a cabo, en base a las mediciones no destructivas de humedad llevadas a cabo con el sistema (15) de medición de infrarrojos, de acuerdo con un modelo de predicción, una predicción del contenido de humedad del queso tierno (2) después de un periodo mínimo de una serie de días después del inicio de la preparación de dicho queso tierno (2). Con este objetivo, el sistema de ordenador (26) comprende una base de datos que, antes de que tenga lugar la preparación industrial de los quesos, se puede cargar con información, tal como los modelos de calibración mencionados, y con el modelo de predicción con predeterminados parámetros. El modelo de predicción es una función de una serie de parámetros, tales como la composición del queso, el periodo de tiempo durante el que se hace la predicción, condiciones ambientales, tales como temperatura y contenido de humedad. Además, el modelo de predicción puede comprender parámetros para información acerca del tipo de queso a preparar, características específicas de la línea de producción para el tipo específico de queso, y datos con respecto a la estación del año para procesar las influencias estacionales. El modelo de predicción depende, entre otros factores, del tipo de queso y el lugar de preparación, y por lo tanto se debe basar en números empíricos procedentes de los sistemas de gestión de los quesos. El modelo de predicción puede ser un modelo de regresión múltiple.

El sistema de ordenador (26) puede comparar la predicción con un valor de referencia predeterminado. El valor de referencia predeterminado puede corresponder, por ejemplo, a valores directrices, emitidos por organizaciones gubernamentales de control, tales como COKZ en Holanda, para el contenido de humedad de quesos de 14 días. Si la

## ES 2 286 381 T3

predicción se desvía del valor de la referencia, entonces es posible cambiar el proceso de la preparación del queso, de manera que se pueda ajustar al contenido de humedad de los quesos que se tienen que preparar todavía. Dado que el contenido de humedad se puede determinar con el sistema de medición de infrarrojos (15) de manera fiable, es posible generar predicciones exactas con el sistema de ordenador (26). Por lo tanto, es posible también controlar el contenido de humedad de los quesos que todavía tienen que ser preparados. La predicción de acuerdo con la invención puede ser generada por el sistema del ordenador (26) en una etapa previa llevando a cabo mediciones en quesos antes de que éstos hayan sido sometidos a salmuera. El aparato según la presente invención tiene, por lo tanto, un tiempo de realimentación corto, de manera que se puede evitar la producción de cantidades grandes de quesos con un contenido de humedad desviado antes de que se pueda realizar una intervención en el proceso de preparación.

En algunos procesos de preparación de queso, el queso tierno es sometido a salmuera después de unas pocas horas. Esto significa que en base a la medición de humedad, justamente antes del tratamiento por salmuera, se puede realizar una realimentación por el sistema de ordenador (26) en el proceso de preparación del queso al cabo de unas pocas horas en base a las mediciones de humedad llevadas a cabo por el sistema de medición de infrarrojos (15).

En particular, es posible que se haya preparado un primer lote de quesos tiernos, mientras que se compara la predicción de un queso tierno del primer lote con un valor de referencia, después de la cual se prepara un segundo lote de queso tierno si la predicción mencionada tiene una desviación, con respecto al valor de referencia mencionado, superior a un margen predeterminado, usándose la preparación de los quesos tiernos del segundo lote en base a la predicción y el valor de referencia. Preferentemente, el sistema de ordenador (26) está conectado al sistema de alimentación (6) y/o al sistema de prensado (14). De esta manera, se puede realizar una realimentación en el proceso de preparación del queso a través del sistema de ordenador (26), mientras que el sistema de ordenador controla el sistema de prensado (14) y/o el sistema de alimentación (6) para controlar el contenido de humedad del queso. Esto puede significar que, por ejemplo, si la predicción mencionada es superior al valor de referencia, durante el prensado se extrae por prensado una cantidad adicional de suero de la cuajada (4) del segundo lote, de manera que el contenido de humedad, justamente antes del tratamiento por salmuera de los quesos tiernos (2) del segundo lote, se reduce con respecto al contenido de humedad justamente antes del tratamiento con salmuera de los quesos tiernos del primer lote.

Se debe observar en este punto que son posibles también otras realimentaciones entre los contenidos de humedad medidos y los parámetros de preparación relevantes, por ejemplo por ajuste durante la preparación de la cuajada.

El sistema de medición (15) está dispuesto para llevar a cabo una medición de humedad en un queso tierno y irradiado (2) dentro de unos pocos segundos o menos. Esta velocidad hace posible, en principio, someter todos los quesos del lote a esta medición. Tal como se ha mostrado esquemáticamente en la figura 3, los quesos tiernos son transportados en moldes (4) mediante la cinta transportadora (12) bajo el sistema de medición por infrarrojos de gama próxima. La cinta (12) puede ser parada durante cierto tiempo para llevar a cabo la medición, pero también es posible dejar que la cinta se desplace adicionalmente a una velocidad ajustada durante la realización de la medición mediante el sistema de medición (15). Los datos de medición se hacen pasar al sistema de ordenador (26) para su proceso adicional y almacenamiento en la base de datos de dicho sistema de ordenador (26).

Durante la preparación industrial de los quesos se pueden introducir datos de medición en el sistema de ordenador (26) (por ejemplo, procedentes de COKZ) de quesos de 14 días (o como mínimo de algunos días). Estos datos de medición pueden ser comparados por el sistema de ordenador (26) con las predicciones generadas. En base a esta comparación, el sistema de ordenador puede llevar a cabo, por ejemplo, ajustes en el modelo de predicción utilizado o parámetros en este modelo de predicción. De esta manera, se pueden procesar en el modelo de predicción influencias estacionales cambiantes y/o cambios en la línea de producción de manera automática, de manera que se puedan llevar a cabo con mayor precisión las predicciones siguientes. Es posible además, durante la preparación industrial de los quesos, el introducir nuevos valores de referencia en el sistema de ordenador (26), cuyos valores de referencia pueden ser sustancialmente menores que los valores directriz legalmente condicionados o convencionales para quesos de buena calidad. Esta opción puede ser importante si, de modo inesperado, existen desviaciones relativamente grandes entre las predicciones realizadas por el sistema de ordenador (26) y los contenidos de humedad medidos de forma destructiva. La razón de ello es que en este caso es posible, según esta opción, alejarse algo más, a efectos de seguridad, de los valores directriz, de manera que se evitan excesos no autorizados. Además, la opción puede ser importante, por ejemplo, si debido a un fallo técnico se han producido fluctuaciones grandes en el contenido de humedad en los quesos individuales de un lote.

De lo anterior quedará evidente que con el método y aparato según la invención puede tener lugar una determinación precisa de la humedad de los quesos tiernos en una etapa anticipada, lo cual puede tener lugar, además, de manera higiénica, rápida y sin contacto. Preferentemente, se utiliza la medición por reflexión, pero en este aspecto se observará que también es posible llevar a cabo mediciones por transmisión para las determinaciones de la humedad. Esto es posible, por ejemplo, con quesos que tengan un grosor de hasta 4 [cm].

La presente invención se explicará a continuación de manera más detallada haciendo referencia a los siguientes ejemplos, no limitativos.

## ES 2 286 381 T3

### Ejemplo 1

En una fabricación de pruebas se prepararon quesos Gouda a pequeña escala de acuerdo con un método convencional por medio de una bandeja de escurrido (10). Controlando los parámetros de producción, tales como tiempo de escurrido tiempo de prensado, se produjeron quesos con una cierta variación en el contenido de humedad ( $\pm 5\%$ ).

La cuajada de la bandeja de escurrido (10) fue dividida en seis bloques iguales formados en recipientes y prensados en forma de quesos cuadrados con un peso aproximado de 7,5 kg. Antes del prensado se colocó una "marca de queso" en la cara superior (=cara de marcado) del queso (no en la parte media y tampoco en las esquinas, sino hacia el borde). Unos 3 minutos después de retirar el queso del recipiente y colocarlo sobre la cinta transportadora (12) con el lado sin marca dirigido hacia arriba, se llevaron a cabo mediciones de reflexión de estos quesos con un sistema de medición (15) que, en este ejemplo, comprendía un espectrómetro NIR.

El movimiento de los quesos (del recipiente al espectrómetro y al baño de salmuera/medición de referencia) fue llevado a cabo mientras estaban dispuestos sobre la cinta transportadora (12). De manera específica, las pruebas fueron realizadas por un espectrómetro Zeiss Corona 45 NIR. Este espectrómetro fue colocado por encima o al lado de la cinta transportadora (12).

Para cada uno de los quesos se llevaron a cabo mediciones de reflexión de manera uniforme sobre el lado sin marca en nueve posiciones determinadas. En la figura 4 se ha mostrado esquemáticamente un queso (2) según una vista en planta. La figura 4 muestra un queso rectangular (2) sobre el que se han indicado esquemáticamente nueve posiciones determinadas 28,1 a 28,9 para las mediciones de reflexión.

En total, se midieron 396 quesos con el espectrómetro NIR, y de 198 quesos se determinó el contenido de humedad del queso prensado fresco de manera directa con las mediciones de humedad de referencia (destruictivas) (ver también la descripción más adelante), y de 198 quesos se determinó el contenido de humedad después de tratamiento con salmuera a los 14 días con una medición de humedad (destruictivo). Estos valores de medición están representados en las figuras 5 y 6. La figura 5 muestra un histograma, en el que se procesa el contenido de humedad de los 198 quesos que se ha determinado en base a las mediciones de referencia antes del proceso de salmuera. En el histograma de la figura 5, el contenido de humedad relativa está indicado según el eje horizontal en porcentajes (30) de los quesos y el número de quesos (32) con un contenido de humedad determinado está indicado según un eje vertical. El histograma de la figura 6 muestra el contenido de humedad de los otros 198 quesos determinado después de 14 días en base a las mediciones de humedad. El contenido de humedad relativo está indicado según un eje horizontal en porcentajes (34) y a lo largo de un eje vertical está indicado el número de quesos con un contenido de humedad determinado (36).

A continuación, se explicará de manera más detallada un posible procedimiento de medición con el sistema de medición (15), según la figura 7. El sistema de medición (15) según la figura 7 está acoplado a una unidad de proceso (38) para automatizar el proceso de medición. El sistema de medición está acoplado a un ordenador (42) con intermedio de un interfaz (40). El ordenador (42) está dotado de una base de datos para, entre otros, almacenar las mediciones. El interfaz (40) está acoplado mediante una conexión (44) con una alimentación (eléctrica) y opcionalmente puede estar conectado también con una red externa. El interfaz está conectado también con intermedio de la conexión (46) con el ordenador (42) y por una conexión (48) con el sistema de medición (15). Además, el interfaz está conectado directa o indirectamente con la cinta transportadora (12) con intermedio de la conexión 50.1, 50.2 con la que se puede controlar la velocidad de la cinta (12). El ordenador (42) está dotado de un terminal y una pantalla. Mediante el terminal se pueden introducir instrucciones de control por el usuario (por ejemplo, empezar la realización de mediciones por el sistema de medición y poner en marcha la cinta transportadora).

Se llevan a cabo nueve mediciones para cada queso. Para evitar el tener que introducir nueve nombres de archivo, estas nueve mediciones son llevadas a cabo en un llamado escaneado cinético. Las mediciones son llevadas a cabo a un ritmo fijo durante un tiempo específico.

Preferentemente, el queso es desplazado sobre la cinta transportadora (12) de acuerdo con el mismo ritmo. Directamente después de completar la medición, el queso puede ser desplazado al siguiente lugar de medición. Cuando se ha completado la serie de mediciones, el programa puede solicitar un nombre de archivo bajo el cual se pueden almacenar los datos de medición en la base de datos. En caso necesario, el sistema de medición (15) puede ser equilibrado para cada sesión de medición por medio de superficies de calibrado (tales como superficies de calibrado blancas y negras). Las superficies de calibrado pueden ser llevadas a un lugar de medición, después de lo cual se puede llevar a cabo una medición de reflexión de calibrado con el sistema de medición.

Para el sistema de medición (15) se pueden manipular los siguientes ajustes. Un ajuste puede ser constituido a partir de 40 submediciones, teniendo cada una de dichas submediciones una duración (tiempo de integración) de 24 [ms]. Las longitudes de onda utilizadas pueden encontrarse en el intervalo [944,96-1698,64] [nm].

El sistema de medición (15) está dispuesto de manera tal que la distancia entre las fuentes de luz infrarroja y los quesos sea ajustable. Por queso, la distancia se ajusta una vez a 15-20 [mm], dependiendo de lo hueco que es el queso. El espectrómetro Zeiss Corona 45 ha sido hecho ajustable en cuanto a altura sobre un soporte, y los quesos son medidos preferentemente a una distancia de 18 [mm].

## ES 2 286 381 T3

Para una parte de los quesos, directamente después de la medición no destructiva, sin contacto, el contenido de humedad fue determinado con medición de humedad (destructiva) (ver anterior). El contenido de humedad del queso prensado fue determinado antes de tratamiento con salmuera con el método de examen destructivo, que está internacionalmente normalizado (IDF 4A). Directamente después de la medición por reflexión no destructiva, que usualmente requiere como máximo 10 segundos, el queso es recogido, secado y pesado. El queso recientemente prensado es pesado en su conjunto y cortado, a continuación, en cuatro cuartos. Un cuarto es colocado en un recipiente cerrable, es pesado y es almacenado durante un mínimo de 40 horas a 7°C, los otros cuartos son retirados de la bandeja y la humedad separada del conjunto del queso es pesada. Después de un mínimo de 40 horas, el cuarto de queso es molido, y en el queso molido se determina el contenido de humedad según el método estándar (IDF 4A). La humedad que se ha separado (suero escurrido) es cuantificada. A partir de los datos de medición se calcula el contenido promedio de humedad de todo el queso. El contenido de humedad de todo el queso ("humedad del queso") es calculada efectuando el cálculo del contenido de humedad en el cuarto del queso y calculando luego el contenido de humedad en todo el queso:

$$\begin{aligned} \text{sector humedad \%} &= \left( \frac{\text{humedad queso molido \%}}{100} * (\text{cubo de suero de escurrido del sector}) \right) \\ &+ \text{cubo de suero de escurrido} * 0,95^1 * \frac{100\%}{\text{sector}} \\ \text{humedad del queso \%} &= \left( \frac{\text{humedad del sector \%}}{100} * (\text{bandeja suero escurrido del queso}) \right) \\ &+ \text{suero escurrido bandeja} * 0,95^1 * \frac{100\%}{\text{queso}} \end{aligned}$$

<sup>1</sup>Suposición: materia seca del suero = 5%

en las que:

35	humedad del queso molido	= contenido de la humedad determinado en el queso molido de acuerdo con IDF 4A (en %)
	sector	= peso del cuarto de queso situado en el cubo cerrable (en gramos)
40	cubo de suero escurrido	= peso del suero escurrido en el cubo después de retirar el cuarto de queso después de un mínimo de 40 horas (en gramos)
	humedad del sector	= contenido de humedad en el sector calculado de acuerdo con la fórmula anterior (en %)
45	queso	= peso del conjunto del queso tomado de la línea de producción (en gramos)
	suero escurrido en la bandeja	= peso del suero escurrido en la bandeja separado durante el corte de cuatro cuartos
50	humedad del queso	= contenido de humedad del conjunto del queso calculado según la fórmula anterior (%)
55	0,95	= factor de corrección para la humedad en el suero escurrido determinado después de examen.

Otra parte de los quesos medidos por el método no destructivo NIRS, sin contacto, son sometidos a salmuera y almacenados directamente después de acuerdo con el método normal, después de lo cual a los 14 días se toma una muestra de acuerdo con IDF 50C, en la que el contenido de humedad es determinado por medio del método estándar IDF 4A.

Por medio de técnicas de cálculo multivariadas se constituyen modelos con los cuales se pueden medir muestras desconocidas en línea, de forma no destructiva y sin contacto, y con las que se puede efectuar la predicción del contenido de humedad del queso reciente prensado y del queso a los 14 días.

Los datos de medición del Corona 45 son convertidos por medio de software GRAMS/32 A1 versión 4.0 (suministradores potenciales Thermo Galactic, 395 Main Street, Salem, NH 03079 USA) en conjuntos de datos (conjuntos

## ES 2 286 381 T3

de aprendizaje) y preprocesados (normalización y conversión de espectros en espectros derivados). Por medio del software Galactic PLSplus/IQ (son suministradores potenciales asimismo Thermo Galactic, 395 Main Street, Salem, NH 03079 USA), se llevan a cabo cálculos multivariados. Por medio de PLS, se efectúa el cálculo del conjunto de datos (n=198) del promedio de las nueve mediciones por queso. Antes de los cálculos, los espectros son normalizados restando de todos los espectros el espectro promedio del conjunto de datos completo (Mean Center (MC)). El cálculo se realiza con los espectros en bruto (MC) y por medio de segundos espectros derivados con diferentes dimensiones de intersticio (MC+2D 1, 2, 5, 10 y 20). El intersticio es el número de puntos de datos sobre el que se calcula la derivada (2D2 significa que la derivada es calculada sobre dos puntos de medición, lo que con el Corona significa 2x6 nm = 12 nm). La selección de preproceso de datos y el número de factores se basa en la disminución del error estándar de la validación cruzada (SECV) en relación con la proporción F (indicación de la significancia relativa de un factor añadido) e interpretación visual de la contribución de los vectores individuales a los espectros reconstituidos y a los factores de ponderación de estos vectores. Como validación se utiliza el método llamado “dejar fuera solamente una muestra cada vez”. Todas las muestras son objeto de predicción sin formar parte del conjunto de calibración (para el SECV presentado, por lo tanto, se llevarán a cabo 198-1 cálculos).

Para la determinación de la humedad, para el conjunto de datos promedio de 1 a 9, se obtuvo directamente el mejor acoplamiento con el segundo método derivado y un intersticio de 5 (cada vez se encuentran cinco puntos de medición en un promedio = aproximadamente 30 nm) con un SECV de 1,32% en cuatro factores. Para la determinación de humedad después de 14 días, para el conjunto de datos promedio de 1 a 9, se calculó un SECV de 1,24%, también por medio del segundo método derivado (intervalo 5,4 factores).

### Ejemplo 2

Por medio de un dispositivo de medición con un espectrómetro NIR en el mismo, en una empresa de fabricación de queso, se mide el contenido de humedad con un método no destructivo, sin contactos. Los quesos son medidos en línea en el proceso de producción después de que el queso ha sido formado y retirado del recipiente, y antes de que el queso sea descargado en el baño de salmuera. Los quesos ruedan sobre una cinta transportadora con el lado de la marca hacia abajo. En un punto de medición, el queso se encuentra parado, por ejemplo durante 8 segundos. En este periodo y en esta posición del proceso, la medición tiene lugar por medio del espectrómetro NIR. Como alternativa se puede llevar a cabo una medición, en un queso en movimiento. Durante la medición, la cinta transportadora puede tener una velocidad relativamente baja (<10 cm/seg).

La medición no destructiva, sin contacto, es llevada a cabo durante la producción de diferentes quesos, distintos en su contenido de humedad (de 30% a 48%) de aproximadamente 16,5 kilos con forma rectangular.

Para desarrollar un método de calibrado se midieron 388 quesos con el espectrómetro NIR. De estos quesos, 110 son retirados del proceso directamente y examinados en cuanto al contenido de humedad por medio del método de medición destructivo. Los otros quesos han seguido el proceso de producción (tratamiento con salmuera, almacenamiento), después de lo cual se determina el contenido de humedad de 278 quesos a los 14 días. La tabla 1 proporciona un resumen de estos tipos de queso para los que se han determinado los modelos.

TABLA 1

*Tipos de quesos y números para ajuste del modelo de calibrado para el contenido de humedad en queso recién prensado*

Tipo	Humedad Relativa %	Dispersión Relativa %	Número
Foil 48*	43,08-44,49	1,41	20
Nature 48*	45,29-47,67	2,38	20
Foil Msd <sup>1</sup> 45*	42,14-44,72	2,58	20
Nature 40*	48,31-51,51	3,20	20
Foil 40*	46,45-49,05	2,60	20
Foil 48* LS <sup>2</sup>	42,01-42,78	0,77	10

1 Msd: Maasdammer

2 LS: Bajo contenido de sal.

## ES 2 286 381 T3

Se indican a continuación los parámetros variables siguientes para los modelos de calibración (basado en 129 quesos):

	Modelo "Nuevo"	Modelo "igual al desarrollado en el ejemplo 1"
R2	0,91	0,81
SECV	0,82	1,07
N	129	108
Datos	Centrado principal	Centrado principal
Pretratamiento	2° intersticio derivado 10	2° intersticio derivado 10
Números de factores PLS	4	2

Este es el resultado obtenido con los quesos de la Tabla de tipos antes mencionada y los ajustes de software indicados: pretratamiento de datos y PLS. El modelo "nuevo" muestra el modelo mejorado y ajustado de esta manera para la localización de producción correspondiente, en comparación con la utilización del modelo de predicción desarrollado en el ejemplo 1.

El modelo de calibración para la predicción del contenido de humedad de queso de prensado reciente está validado con un conjunto de validación de 59 quesos.

TABLA 2

*Tipos de quesos y números para la validación del modelo de calibración de nuevo cálculo*

Tipo	Humedad Relativa %	Dispersión Relativa %	Número
1. Foil 48*	43,33-46,00	2,67	20
2. Nature 48*	47,17-48,53	1,36	10
3. Foil Msd 45*	44,46-45,49	1,03	10
4. Nature 40*	50,30-52,15	1,85	10
5. Foil 40*	47,49-48,34	0,85	9

La tabla anterior proporciona los datos (características) para los quesos utilizados para el conjunto de validación. El resultado estático después de proceso con el software se indica a continuación.

Para este juego de validación de 59 quesos se obtuvieron los siguientes resultados estadísticos:

R <sup>2</sup>	0,86
SEP	0,94
Desviación (diferencia promedio)	0,27
Pendiente (dirección)	0,856
Intercepción (intersección)	6,495

## ES 2 286 381 T3

Finalmente se observó que la invención no está limitada a las realizaciones explicadas. Así, por ejemplo, es también posible utilizar otros números de fuentes de luz (infrarroja) y/o sensores, mientras que el número de sensores no es necesariamente igual al número de fuentes de luz. Se cumple además que una fuente de luz puede ser monocromática y no monocromática, y que los sensores pueden estar dotados de filtros que corresponden a ello. También se pueden utilizar filtros para limitar los fallos de la luz ambiente. Estos y otros aspectos se consideran por parte de los técnicos en la materia como variaciones evidentes de las realizaciones explicadas.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Método para la preparación de queso de tipo duro y semi-duro, en el que se forma un queso blando a partir de cuajada, sometiendo dicho queso blanco a tratamiento de salmuera, siendo sometido dicho queso blando, antes de tener lugar el tratamiento de salmuera, a una medición de humedad no destructiva y en el que en base a la medición no destructiva de humedad se determina un valor para el contenido de humedad del queso blando después de un periodo de un número de días después del inicio de la preparación del queso blando.

10 2. Método, según la reivindicación 1, en el que la medición no destructiva de humedad es una medición de reflexión de como mínimo una reflexión de un haz de luz dirigido al queso blando y preferentemente un haz de luz de infrarrojos de gama próxima.

15 3. Método, según la reivindicación 2, en el que el contenido de humedad del queso blando es determinado en base a la reflexión medida y a un modelo de calibración predeterminado, cuyo modelo de calibración comprende una conexión entre el contenido de humedad en el queso blando y la reflexión del haz de luz.

20 4. Método, según la reivindicación 1, en el que el valor determinado en base a la medición no destructiva de humedad es comparado con el contenido real de humedad después del periodo mencionado, en base a cuya comparación se ajusta la preparación de los quesos blandos del lote siguiente, si ello es necesario.

25 5. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que de cada lote de queso a preparar, por lo menos prácticamente, cada uno de los quesos blandos preparados es sometido a la medición no destructiva de humedad.

30 6. Aparato para la preparación de queso, que comprende una serie de moldes para recibir cuajada, un sistema de prensado para la cuajada en los respectivos moldes para preparar quesos blandos en los moldes, un baño de salmuera para someter a salmuero el lote de quesos blandos y un método de medición, preferentemente un sistema de medición de infrarrojos de gama próxima para medir el contenido de humedad de los quesos blandos antes del baño de salmuera, cuyo método de medición está dotado como mínimo de una fuente de luz para generar un haz de luz y como mínimo un sensor para medir la reflexión del haz de luz sobre un queso blando irradiado por el haz de luz.

35 7. Aparato para la preparación de quesos, según la reivindicación 6, en el que el aparato está dotado también de un sistema de ordenador para determinar el contenido de humedad de los quesos en base a las mediciones de reflexión de los quesos blandos irradiados y un modelo de calibración previamente introducido en el sistema del ordenador.

40 8. Aparato para la preparación de quesos, según la reivindicación 7, en el que el sistema del ordenador está dispuesto a controlar, en base al contenido de humedad determinado en los quesos, el contenido de humedad de un lote siguiente de queso a preparar al ajustar la composición de la cuajada y/o del sistema de prensado.

45 9. Aparato, según la reivindicación 8, en el que el sistema de ordenador está dispuesto para llevar a cabo una medición de humedad como mínimo prácticamente para cada queso blando antes de someterlo a un tratamiento de salmuera y para almacenar el contenido de humedad determinado en una base de datos del sistema ordenador.

45

50

55

60

65

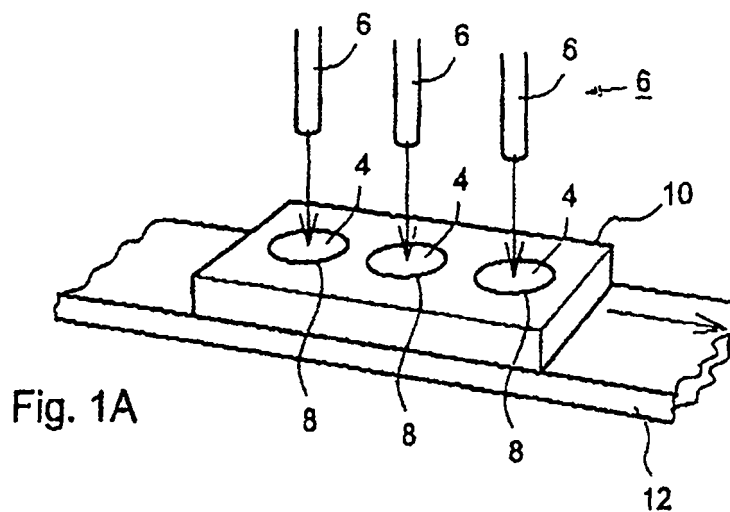


Fig. 1A

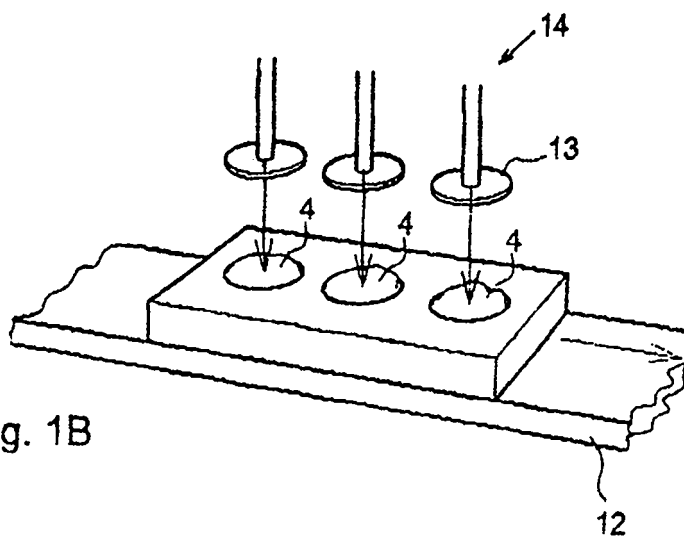


Fig. 1B

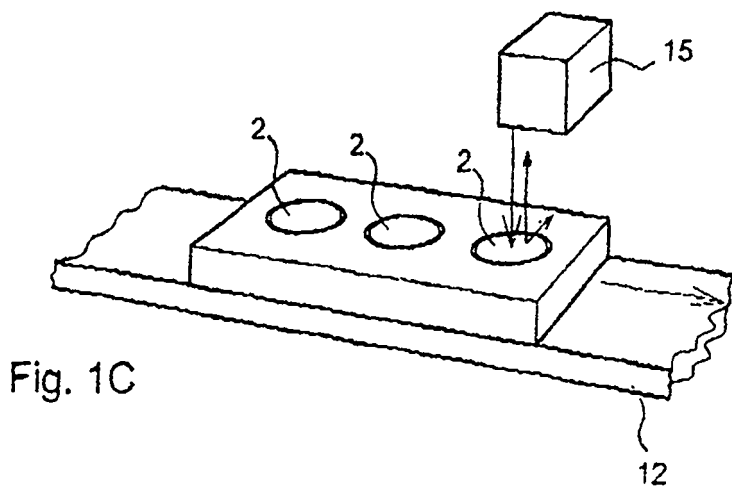


Fig. 1C

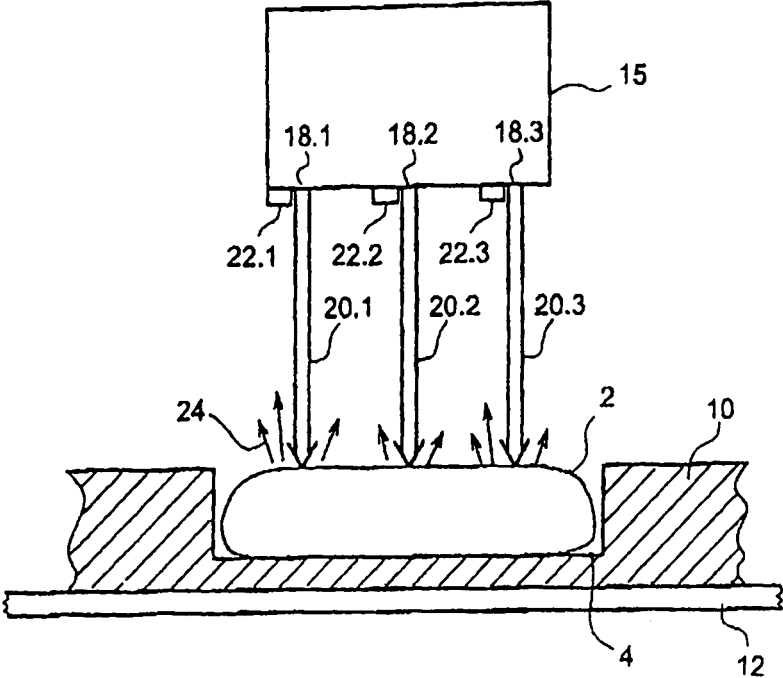


Fig. 2

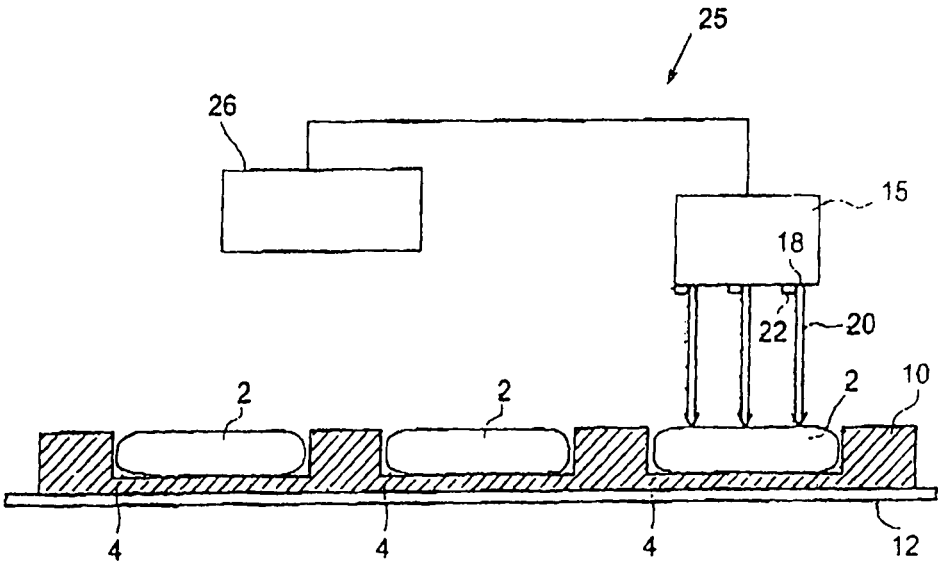


Fig. 3

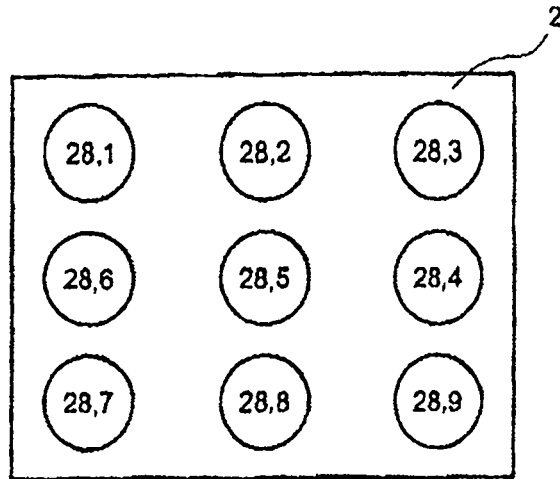


Fig. 4

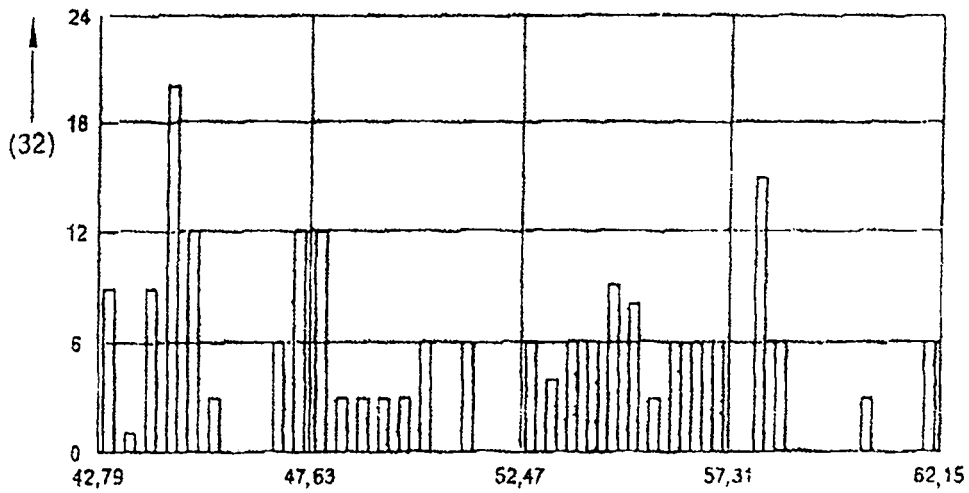


Fig. 5

(30)

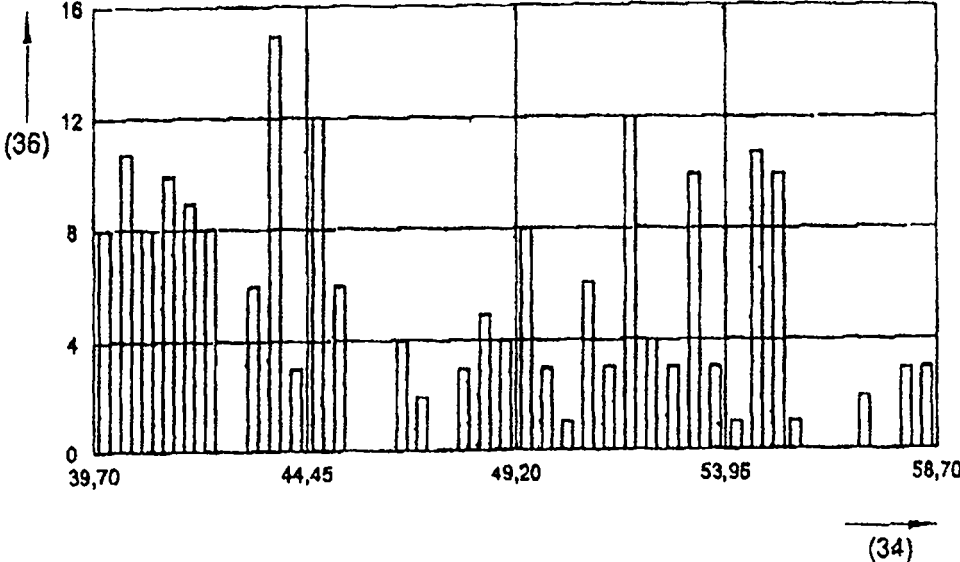


Fig. 6

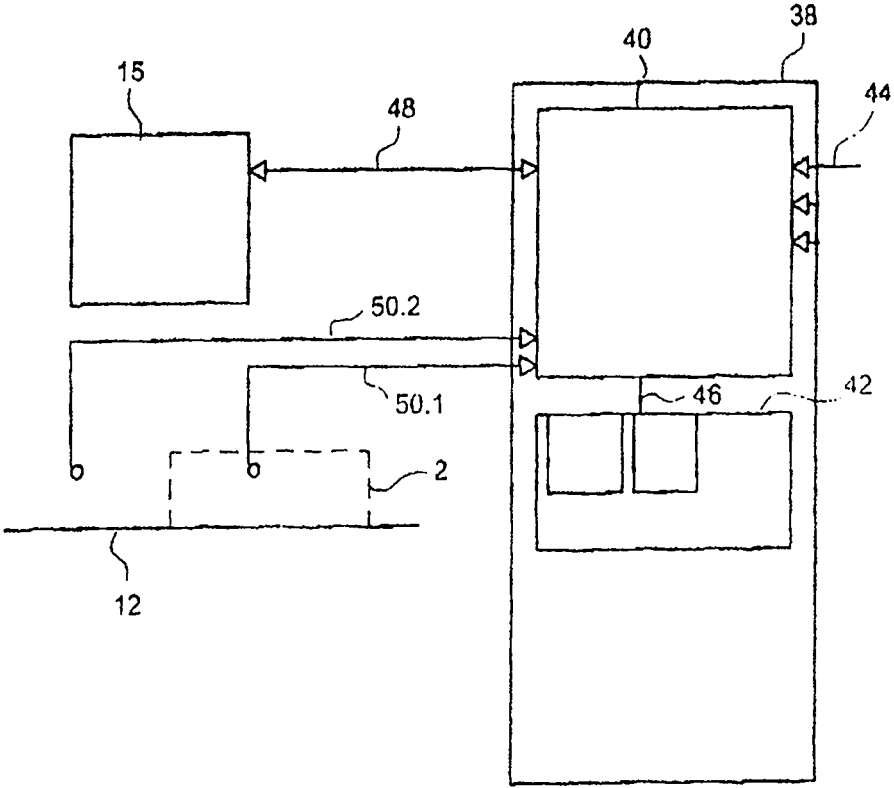


Fig. 7