

Dispositivo para la coagulación de leche

Sector tecnológico

La presente solicitud de patente se refiere a un dispositivo, específicamente una marmita, que permite la realización del proceso de coagulación de la leche de manera controlada y predecible.

Tecnología anterior

La fabricación de quesos es una actividad que requiere control riguroso de parámetros como temperatura, tiempo, pH y agitación durante la coagulación de la leche y el tratamiento de la cuajada. Este proceso ha sido objeto de múltiples desarrollos tecnológicos a lo largo de las últimas décadas, enfocándose en mejorar la eficiencia, reducir la intervención humana y garantizar la uniformidad del producto final. Sin embargo, persisten limitaciones, particularmente en el segmento de pequeños y medianos productores, que demandan equipos accesibles y versátiles.

Tal como lo señala ES2014153, la fabricación de los quesos comienza en general por la formación a partir de la leche de un coágulo (leche cuajada) bajo la acción de presión y de fermentos lácticos. Este coágulo se corta a continuación en cubos, con el fin de permitir una sinéresis al transcurso de la cual exuda suero de los cubos de cuajo. Un removido regular del cuajo permite eventualmente acelerar esta sinéresis. El conjunto de estas operaciones se denomina generalmente «coagulación» en la industria quesera, y el recipiente utilizado con este fin se denomina «cuba de coagulación». En las industrias queseras modernas, las operaciones que acaban de mencionarse deben efectuarse en serie en puestos sucesivos, fijos o no. Con este fin se utilizan cubas o depósitos que se desplazan de un puesto al otro.

En este contexto, es común encontrar marmitas desarrolladas para la coagulación de leche que consisten en recipientes metálicos con un sistema de calentamiento rudimentario, generalmente mediante quemadores de gas o resistencias eléctricas, combinado con agitadores mecánicos simples. Estas marmitas requieren supervisión constante del operario para mantener la temperatura uniforme y evitar el sobrecalentamiento, lo que resulta en un proceso intensivo en mano de obra. Ejemplo de estas están WO0100012A1 o US3733702 o CN103859052A o CN206911253.

El control automatizado de la temperatura es un avance crucial en la tecnología de marmitas. En algunos casos se utilizan termopares conectados a un controlador electrónico que ajusta la potencia de las resistencias eléctricas según la temperatura deseada. Ejemplos de esto se encuentran en CN111280262 o CN116725083. Esto ha mejorado significativamente la precisión térmica en los procesos de coagulación, pero sigue siendo insuficiente para integrar otras variables críticas, como el pH. Los dispositivos más modernos integran sistemas de agitación con motores eléctricos controlados por variadores de frecuencia (CN116725083). Este diseño permite ajustar la velocidad de las aspas de agitación en función del tipo de queso a producir, mejorando la uniformidad del calor y evitando la formación de grumos en la cuajada. Sin embargo, estos sistemas carecen de integración con otros parámetros de control. Una innovación relevante en el ámbito de la coagulación de leche es el monitoreo continuo del pH mediante sensores específicos. Este avance mejora la precisión del proceso, pero su implementación es costosa y se limita principalmente a instalaciones industriales de gran escala. Algunos documentos describen marmitas diseñadas para procesos de coagulación y pasteurización, equipada con controles electrónicos para temperatura, tiempo y agitación (EP1982582). Aunque versátil, su diseño no considera aspectos específicos de la fabricación de quesos artesanales, como la

necesidad de una regulación más fina del pH y la interacción dinámica entre los parámetros.

A pesar de los avances mencionados, las tecnologías actuales presentan las siguientes deficiencias:

- Falta de integración de variables: Los sistemas existentes suelen controlar de manera independiente la temperatura, la agitación y el pH, lo que limita su capacidad para optimizar el proceso de forma integral.
- Alta dependencia de intervención humana: Muchos equipos aún requieren supervisión constante, especialmente en configuraciones multipropósito.
- Costo elevado de implementación: Las soluciones más avanzadas son prohibitivamente costosas para pequeños productores o artesanos.
- Incompatibilidad con pequeñas operaciones: La mayoría de las tecnologías están diseñadas para instalaciones industriales, ignorando las necesidades de parcelas pequeñas y productores rurales.
- Dificultad de uso: Los equipos existentes suelen requerir formación técnica avanzada, lo que dificulta su adopción en comunidades con conocimientos técnicos limitados.
- Integración insuficiente: Los sistemas no integran de manera eficiente todas las variables del proceso, como temperatura, pH, tiempo de coagulación, corte de cuajada y dosificación de coagulantes.

Además, la fabricación de quesos, especialmente en pequeñas parcelas o entornos rurales, enfrenta desafíos técnicos y económicos debido a la necesidad de equipos versátiles, fáciles de usar y capaces de operar en espacios limitados. Las tecnologías previas han contribuido a mejorar ciertos aspectos del proceso, pero persisten barreras significativas en cuanto a la integración, automatización y accesibilidad económica.

El presente desarrollo busca superar estas limitaciones mediante una marmita diseñada específicamente para la coagulación de leche y la formación de quesos, que integre de manera automatizada el control de temperatura, agitación y pH. La solución propuesta también prioriza la accesibilidad económica y la adaptabilidad a diferentes tipos de queso, atendiendo tanto a pequeños productores como a operaciones industriales de mediana escala.

La presente invención aborda estas deficiencias mediante un conjunto que combina facilidad de uso, portabilidad y tecnología avanzada, siendo ideal para su implementación en pequeñas parcelas y entornos rurales:

- Diseño compacto y eficiente: Marmita cilíndrica vertical con sistema de calentamiento por niquelinas y resistencias controladas por dimmer digital, optimizando el consumo energético.
- Control integrado: Sensores avanzados de temperatura y pH conectados a una unidad de control automático que ajusta todos los parámetros en tiempo real.
- Corte de cuajada avanzado: Lira con hilos horizontales y verticales para una mayor uniformidad en el proceso de corte, adaptable a diferentes tipos de queso.
- Mecanismo de dosificación automático: Sistema integrado para la dosificación precisa de coagulantes, minimizando errores y reduciendo la intervención manual.
- Interfaz intuitiva: Pantalla digital diseñada para usuarios no especializados, facilitando el manejo de los controles.
- Adecuado para pequeños productores: Diseño accesible económicamente, con capacidad para operar en espacios reducidos y satisfacer las necesidades de comunidades rurales.

Esta innovación permite a los pequeños productores optimizar su proceso de producción de quesos con un equipo integrado, accesible y de alta tecnología, contribuyendo al desarrollo de economías locales y la sostenibilidad en la industria láctea.

Descripción detallada de la invención.

La presente invención presenta un dispositivo (1), más exactamente una marmita, para la elaboración de cuajada y quesos para pequeños productores, especialmente de las zonas más alejadas de los cascos urbanos. Este dispositivo busca controlar:

- El nivel de leche o cantidad a coagular.
- La cantidad de cuajo necesaria para actuar sobre la leche
- La temperatura de la leche; se ha establecido que para resultados óptimos debe estar entre 32 y 36 °C, manteniéndose fija durante la coagulación.
- El pH para estabilizar la acidez de la solución.
- El nivel del calcio que se dosificara en el proceso de coagulación de la leche.
- Las condiciones fisicoquímicas iniciales de la leche

Se ha considerado una marmita cilíndrica y vertical (100), la cual permite de mejor forma un proceso controlado y predecible, que incluye el suministro de leche como materia prima, la mezcla de ingredientes, la coagulación de la leche, el corte del coágulo, la mezcla, el calentamiento indirecto, el vaciado y la limpieza en el sitio de producción. A partir de datos tomados de diferentes pequeños productores, se ha considerado que el volumen a procesar es de 85 litros/día, lo que servirá de base para la construcción del prototipo, el cual se sobredimensionará en un 40% por si hay una producción extra. Se ha propuesto elaborar la marmita en acero

inoxidable AISI 304, adecuado para este tipo de procesos alimenticios que, a partir de análisis mecánicos, tendrá un espesor mínimo de 0,024 mm.

Se han considerado diferentes agitadores, los cuales tradicionalmente pueden ser de paletas (de una paleta, tipo ancla, paleta contrarrotatoria o de compuerta), de hélice (hélice de marina, o hélice de marina dentada) o agitadores de turbina (turbina simple de pala recta, turbina de pala inclinada o turbina de pala cóncava). Se ha encontrado que el que mejores características da para los objetivos propuestos es el de palas inclinadas, particularmente el tipo rejilla (210). Este agitador permite que las enzimas se homogenicen más fácilmente con la leche y optimicen el proceso de coagulación. La distancia entre rejillas óptima se encuentra entre 6 y 10 cm, particularmente entre 8 y 9 cm, y más particularmente entre 7, 5 y 7,9 cm de preferencia 7,7 cm.

La lira (200), elemento que se emplea para cortar la cuajada, está conformada por un eje que tiene dos secciones opuestas 180°. La distancia entre los extremos exteriores de las secciones debe coincidir con el diámetro interior de la marmita, con un espacio de entre 10 y 30 centímetros por cada lado de la lira, permitiendo el giro de la lira dentro de la marmita. Más especialmente, el espacio por cada lado de la lira debe ser entre 15 y 25 cm, pero de preferencia 20 cm. Se ha considerado una lira hecha en dos secciones verticales en un marco de acero inoxidable. Consta de una sección con hilos horizontales y la otra con hilos verticales con separaciones entre hilos de entre 2,5 y 3,0 cm, preferiblemente 2,8 cm.

El sistema de calentamiento se encargará de elevar y mantener la temperatura de la marmita. En tal sentido, se adicionará una chaqueta externa (110) que pueda ser llenada con agua para ser calentada por niquelinas eléctricas. De preferencia el volumen de agua empleado en la chaqueta exterior es de entre 30 y 40 litros de agua, de manera preferente 35 litros. Los cálculos hechos permiten establecer que se pueden emplear niquelinas eléctricas sumergibles en agua como las disponibles

comercialmente que brinden entre 600 y 3000 W de potencia, especialmente entre 600 y 1200 W y de preferencia 800 W de potencia y de entre 6 y 8 W/cm², de preferencia 7 W/cm².

De acuerdo con el tipo de marmita que se quiere trabajar, se han elegido sensores electrónicos de temperatura y pH, particularmente una termocupla tipo K —es un sensor de temperatura analógico del tipo transductor, por lo cual no necesita ser alimentado por una fuente de voltaje; permite medir la temperatura mediante una señal eléctrica—, la cual es de fácil conexión y manejo con microcontroladores. Se ha escogido el que comercialmente tiene el circuito integrado max6675. Además de ser de bajo costo, se utiliza para el sector de alimentos y es muy conveniente para las etapas de pasteurización y enfriamiento. En el caso del pH, se ha escogido el sensor de pH analógico para Arduino (DFROBOT ITEM #SEN0161) dado que funcionan en un amplio rango de temperatura y se emplea en productos alimenticios.

En el caso del control de las niquelinas eléctricas encargadas de producir el calor para la marmita, se emplea un dimmer digital que incluye un fototransistor 4n25 para registrar el paso por cero de la red eléctrica y un moc3021 encargado de activar y desactivar el triodo para corriente alterna (triac). Con esta configuración es posible regular el voltaje que reciben las resistencias térmicas, logrando de esta manera un control de voltaje para el proceso.

El aparato también incluye un controlador (300) que permite gestionar, a partir de los sensores, el accionamiento automático del equipo desde una interfaz conectada a dicho controlador.

Así las cosas, la presente solicitud de patente está dirigida a un equipo —particularmente una marmita— para la coagulación de leche y producción de quesos que consta de una estructura que soporta un cilindro vertical (100), un

motor y un motorreductor (20) que se conecta por medio de un eje (60) a un agitador (210) y una lira (200), donde la marmita tiene una tapa y dos electroválvulas para el control de los productos a ingresar, y donde el equipo se caracteriza porque:

- La marmita (100) es cilíndrica y vertical y está conformada por una chaqueta interna (120), una chaqueta externa (110) y un forro (130) donde circula agua que es calentada por niquelinas eléctricas
- El agitador (210) es de palas inclinadas, particularmente de tipo rejilla, donde la distancia entre rejillas óptima se encuentra entre 6 y 10 cm, particularmente entre 8 y 9 cm, y más particularmente entre 7, 5 y 7,9 cm de preferencia 7,7 cm.
- La lira (200) para cortar la cuajada está conformada por un eje que tiene dos secciones opuestas 180° donde
 - la distancia entre los extremos exteriores de las secciones tiene una distancia de entre 20 y 60 centímetros menos que el diámetro interior de la marmita, más especialmente entre 30 y 50 cm, y preferentemente 20 cm.
 - La lira tiene una sección con hilos verticales y otra con hilos horizontales
- La estructura también soporta un dosificador (30) que permite controlar la cantidad de cloruro de calcio añadido a la marmita
- Las niquelinas eléctricas son sumergibles en agua y brindan entre 600 y 3000 W de potencia, especialmente entre 600 y 1200 W y de preferencia 800 W de potencia y de entre 6 y 8 W/cm², de preferencia 7 W/cm².
- Al interior del dispositivo se encuentra una termocupla tipo K
- Al interior del dispositivo se encuentra un sensor de pH analógico
- Cuenta con dos electroválvulas para el control del contenido de la marmita

- Un dimmer digital para el control de las niquelinas eléctricas
- Tanto los sensores (de pH y temperatura), como las electroválvulas, niquelinas y dimmer están conectadas a un controlador

La persona versada en la materia deducirá sin ningún inconveniente todas las posibles variaciones del presente desarrollo.

Resumen de las figuras.

La figura 1 relaciona una vista en perspectiva de la presente invención

La figura 2 relaciona una vista en perspectiva y una vista frontal de la conformación de la marmita y la estructura

La figura 3 muestra un despiece de la presente invención

La figura 4 relaciona una forma particular de la estructura con la que se puede llevar a cabo la presente invención

La figura 5 relaciona una forma particular de la chaqueta interna con la que se puede llevar a cabo la presente invención

La figura 6 relaciona una forma particular de la chaqueta externa con la que se puede llevar a cabo la presente invención

La figura 7 relaciona una forma particular del forro de la marmita con el que se puede llevar a cabo la presente invención

La figura 8 relaciona una forma particular del agitador y de la lira con los que se puede llevar a cabo la presente invención

La figura 9 relaciona una forma particular del dosificador con el que se puede llevar a cabo la presente invención

Formas de llevar a cabo la invención

Las figuras 4 a 9 muestran una manera particular de cómo la invención reivindicada se ha puesto en práctica.

Se ha desarrollado una marmita para una producción de leche de 85 litros/día. La marmita se desarrolló en acero inoxidable AISI 304 según la norma AISI (Instituto americano del Hierro y el acero), la cual establece que es el indicado para el desarrollo de procesos con alimentos por su resistencia a la oxidación, dureza, higiene y belleza de acabado. Además, el prototipo será de forma cilíndrica y consta de un sistema que facilita la evacuación del producto. Se trabajó un agitador con cuatro palas con una distancia de 7,7 cm. La lira, está en un marco de acero inoxidable y los hilos están desarrollados con Nylon. Para la elección de las niquelinas eléctricas se estudiaron diferentes productos disponibles comercialmente; se escoge el modelo OV003 en acero inoxidable que genera 800 W y 7 W/cm². Para el sensor de temperatura y la termocupla asociada se escogió el circuito integrado MAX6675 que es una termocupla tipo K. Para el sensor de pH se eligió un sensor analógico para Arduino (DFROBOT ITEM #SEN0161). Las dimensiones del equipo se encuentran en las figuras 4 a 9.