Procesado de la leche

CAMBIOS EN LA COMPOSICION DE LA LECHE DURANTE EL PROCESADO

El procesado de los productos lácteos posee diferentes objetivos incluyendo algunos o todos los siguientes:

- Remoción de todo tipo de partículas contaminantes que se encuentren presentes;
- Eliminación de los riesgos para la salud humana;
- Reducción del potencial de descomposición antes que el producto llegue al consumidor;
- Mantenimiento del sabor del producto;
- Reducción del contenido de grasa;
- Estabilización del contenido de grasa para detener su separación;
- Reducción del contenido de lactosa;
- Adición de vitaminas.

Estos cambios poseen el efecto de incrementar el valor del producto. Además, el procesado resulta en una variedad de productos que tienen diferentes usos, que van desde leche líquida, hasta cremas especiales, quesos, yogures y productos desecados. Existen también subproductos comerciales del procesado de alimentos lácteos tales como la lactosa farmacológica, proteínas séricas y otros.

Mientras que la diversidad de productos es infinita, varios procesos básicos son comunes a un número de productos. Estos incluyen:

- Tratamiento con calor por pasteurización o ultra alta temperatura (UHT del Inglés: ultra high temperature);
- Fermentación;
- Preparación de mantequilla;
- Procesos básicos en la preparación de queso;
- Secado;
- Concentración.

No es el propósito de este capítulo el de presentar una descripción detallada del procesado de leche, pero sí el de proveer un comentario general de los procesos genéricos, enfatizando aquellos aspectos del procesado de leche que dependen de una utilización de leche de alta calidad.

ELIMINACION DE RIESGOS PARA LA SALUD Y DESCOMPOSICION

Manejo en la recepción

Al llegar a la planta de procesado, la leche es filtrada para remover la contaminación gruesa que puede haberse escapado a la detección en la explotación o en el centro de recolección. Muestras son tomadas y analizadas por el potencial adulteramiento con agua, antibióticos, leche proveniente de otras especies como cabras u ovejas, y para determinar el pH y el contenido microbiológico de la leche que ingresa. Además, la leche es evaluada organolépticamente por olores inusuales que pueden indicar contaminantes. La leche puede ser centrifugada despacio para remover las células y otras descamaciones. En algunas plantas, la leche se almacena hasta cuatro días en tanques a granel refrigerados a temperaturas por debajo de 4°C, generalmente hasta 2°C. Esto puede realizarse si es necesario acumular leche suficiente para una partida de procesado. Si existen grandes cargas de bacterias psicotropicos (amantes del frío) en la leche, un almacenamiento prolongado puede causar problemas. La leche cruda entera debe de ser manejada con cuidado para evitar turbulencias a medida que es bombeada en las cañerías, lo que puede causar la rotura de los glóbulos de grasa.

Tratamiento con calor, pasteurización y UHT

Denominada debido al microbiologista Francés del siglo 19, Louis Pasteur, la pasteurización tuvo como primer objetivo el de matar la bacteria causante de la tuberculosis (Mycobacterium bovis) cuando fue presentada por primera vez. La pasteurización actualmente posee un doble objetivo:

- El de obtener una fuente de leche segura;
- El de preservar sus características.

La pasteurización no mata todos los microorganismos, pero los reduce en número. No destruye las esporas bacterianos;

pero destruye bacterias tales como Mycobacterium, Salmonella, Staphilococcus, E. coli, Brucella y otras de mayor importancia para la salud humana. La pasteurización no tiene ningún efecto sobre el valor nutritivo de la leche.

Dos factores afectan la muerte de las bacterias:
- La temperatura a la que se incrementa la leche;
- El tiempo durante el cual la leche se mantiene a dicha temperatura.

Aún así, los cambios en la temperatura y la duración de tiempo deben de ser minimizados a aquellos necesarios para producir la muerte de las bacterias de manera que, los cambios en sabor sean minimizados. La pasteurización puede, además, hacerse a temperaturas durante un período de tiempo más largo, 62,8°C por 30 minutos, o por un período corto a temperaturas más altas (HTST) 72,8°C por 16 segundos.

La pasteurización emplea típicamente un intercambiador de calor que permite que la temperatura de la leche sea llevada rápidamente a la requerida a medida que pasa por el intercambiador, sin necesidad de agitación, y luego ser rápidamente enfriada al final del período de tiempo necesario.

Tabla 8.1: Temperatura y condiciones de tiempo para la pasteurización

Temperatura Tiempo 63°C* 145°F 30 minutos 72°C** 161°F 15 segundos 89°C 191°F 1 segundo 90°C 194°F 0,5 segundos 94°C segundos 96°C 204°F 0,05 segundos 100°C 212°F 0,01 segundos

* Si la grasa excede 10% o si se agregan endulzantes, la temperatura debe ser incrementada en 3°C (5°F).

** Un incremento en el tiempo y la temperatura son necesarios para los productos que contienen huevo.

De: US Pasteurized Milk Ordinance

El asegurar que el equipo y el proceso alcancen los estándares de pasteurización, se requiere un monitoreo constante. Un programa de mantenimiento preventivo para asegurar que la pasteurización es lograda todos los días a lo largo del tiempo es esencial. En los Estados Unidos un manual detallado de las regulaciones conocidas como The Pasteurized Milk Ordinance (el reglamento de leche pasteurizada) traza los detalles de un monitoreo constante necesario para asegurar el funcionamiento de la planta.

Debido a que la pasteurización no mata todas las bacterias que forman esporas, ni todas las bacterias que descomponen la leche, la leche que ha sido tratada de esta forma debe de ser manejada bajo refrigeración y posee una vida limitada en el local de venta y en la casa del consumidor. El tratamiento de la leche a altas temperaturas puede esterilizar la misma inactivando los microorganismos. Utilizando un período de tiempo muy corto de 2-3 segundos a temperaturas de 120°C la leche puede ser esterilizada sin que adquiera un sabor a "cocida". El tiempo necesario es ajustado de acuerdo al contenido de grasa de la leche. La leche es generalmente precalentada a temperaturas de pasteurización y luego se utilizan inyecciones de vapor para alcanzar las altas temperaturas necesarias para la esterilización. Luego del calentamiento es rápidamente enfriada. La leche que ha sido tratada con UHT debe de ser homogeneizada para estabilizar el contenido de grasa en una emulsión. Dicha leche "Ultra Alta Temperatura" o UHT posee una vida prolongada y puede ser almacenada en envases sellados sin refrigeración, un beneficio significativo en países con una cadena de frío limitada. La leche UHT posee una vida prolongada sin refrigeración.

Irradiación

La radiación gamma ha sido también utilizada como otra forma segura de esterilizar productos lácteos, pero no ha sido aún adoptada masivamente. En la leche pasteurizada, UHT, o irradiada es importante recordar que estos procesos matan las bacterias una sola vez, ellos no proveen de protección contra futuras contaminaciones. Esto incluye asegurar que la leche pasteurizada nunca sea mezclada con la leche cruda. La leche tratada debe de ser rigurosamente protegida contra futuras contaminaciones o de la mezcla con leche cruda.

REDUCCION DE GRASA Y ESTABILIZACION

Como sale de la vaca, la leche posee por lo menos 3% de grasa, y dependiendo de la raza, algunas veces es por arriba de 4,5% de grasa. En años recientes, ha habido un incremento del interés por parte de los consumidores en utilizar leche con un bajo contenido de grasa, lo que se piensa que es más "saludable". Dos niveles de leche reducida en

grasa son comúnmente ofrecidos—2% y leche desnatada. El exceso de grasa se remueve por centrifugación.

La grasa de la leche se separará eventualmente al dejar la leche en reposo (crema) debido a las diferentes densidades de las glóbulos de grasa y la solución acuosa que queda. Este proceso es simplemente acelerado al preparar la leche desnatada por medio de la centrifugación. En la leche cruda, el tamaño de los glóbulos de grasa es 2-10 μm. La leche que se intenta vender como leche fluida es tratada para reducir el tamaño de los glóbulos de grasa y hacerlos menos propensos a la separación. Esto se conoce como homogeneización. La leche es bombeada a lo largo de una serie de válvulas estrechas a alta presión para romper los glóbulos a un tamaño de 1-3 μm. Esto se realiza generalmente mientras que la leche se encuentra a temperatura de pasteurización.

REDUCCION DE LACTOSA

Un proporción significativa de la población humana tiene dificultades en digerir la leche debido a que son deficientes en lactase, la enzima necesaria para separar la lactosa en dos azúcares simples, glucosa y galactosa, en el intestino. Todos los bebés poseen lactase, pero algunos de ellos, pierden la capacidad de producir esta enzima a medida que entran a edad adulta. La deficiencia de lactase es más común en personas descendientes de africanos o asiáticos, pero puede afectar gente en todas las partes del mundo. En ausencia de lactase, el disacárido lactosa ejerce una alta presión osmótica en el intestino arrastrando un exceso de fluidos dentro del tracto.

Varios procesos han sido desarrollados, para proveer productos con un contenido reducido de lactosa. Un método consiste en adicionar una enzima bacteriana, galactosidasa para separar la lactosa, haciéndola más fácil de digerir. La leche con bajo contenido en lactosa posee como mínimo 70% menos lactosa que la leche normal.

A excepción de los quesos blandos inmaduros, el queso es bajo en lactosa y es adecuado para ser consumido por individuos deficientes en lactase.

FORTIFICACION

Enriquecimiento vitamínico

La leche es una fuente importante de vitaminas A y D. Ambas son liposolubles y su contenido en la leche se reduce cuando la grasa es removida de la leche.

La vitamina D es esencial para el metabolismo del calcio y las deficiencias se manifiestan especialmente en ancianos y niños que pueden desarrollar estructuras óseas débiles o con deformidades (raquitismo). Los precursores de la vitamina D son producidos en plantas que se exponen al sol. El contenido natural de vitamina D en la leche depende del alimento que el animal ingiere y de la exposición de las vacas al sol. La vitamina D se agrega a la leche procesada en muchos países y esto ha hecho una contribución significativa para la eliminación del raquitismo.

La vitamina A se agrega a la leche para reemplazar la que es removida al reducir el contenido graso. Un extracto concentrado de aceite de mantequilla es homogeneizado nuevamente dentro de la leche para reponer los valores de la leche entera.

PRODUCTOS LACTEOS

Productos fermentados

Existe una gran variedad de productos de leche fermentada, de los cuales el yoghurt y el kefir son los más ampliamente conocidos. El proceso más común que une a estos productos es la fermentación de la leche con un cultivo inicial. El yoghurt es un producto semi-sólido de la fermentación de la leche que se obtiene mezclando cultivos de Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus. Esta bacteria fermenta la lactosa para producir ácido láctico y crece bien a 39-47°C. La leche es pasteurizada o esterilizada previo al agregado del cultivo bacteriano para remover los organismos competidores peligrosos, y puede ser tratada con calor luego de la fermentación para destruir el remanente de los microorganismos y para prolongar su vida en el mercado.

Otras bacterias productoras de ácido láctico del género Lactobacillus y Bifidobacterium son iniciadores alternativos de los cultivos. El cultivo iniciador debe encontrarse libre de microorganismos, y especialmente patógenos tales como

salmonella y listeria que podrían crecer durante el período de fermentación. Los residuos de antibióticos en la leche van a inhibir el crecimiento del cultivo iniciador.

Mantequilla

La mantequilla consiste esencialmente de una emulsión de agua en aceite. El proceso de fabricación revierte la emulsión original de grasa en agua que se encuentra en la leche. La grasa de la leche puede variar de acuerdo con la raza de la vaca, estado de la lactancia y alimentación. La firmeza de la grasa depende del grado de insaturación. Por definición, la mantequilla posee un contenido de grasa de por lo menos 80%, actualmente se están realizando grandes esfuerzos para desarrollar mantequilla con bajo contenido graso para aquellos consumidores preocupados en su salud.

Los pasos básicos en la preparación de mantequilla son la separación de la fase grasa, cristalización de la grasa, separación del aceite en una emulsión grasa y reconstitución de agua en una emulsión grasa. La simple separación de crema por centrifugación otorga una suspensión que es aproximadamente 40% grasa. Un enfriado rápido conduce a la formación de cristales de grasa. Para agitar se utiliza la acción mecánica de rodillos mecánicos y paletas para romper la estructura de emulsión y luego permitir que sea reformada en una suspensión de agua en grasa.

Fabricación de queso

Existe una gran variedad de tipos de quesos y escalas de producción. Aún así, todos comparten los mismos pasos básicos. a leche que se destina a la fabricación de queso debe ser de buena calidad y de contenido uniforme. Por lo tanto se pasteuriza, generalmente a bajas temperaturas, y posee su contenido de grasa estandarizado. En algunos procesos se agrega sal para controlar el crecimiento de microbios indeseables.

El paso siguiente es el de inducir a la leche para que se coagule y forme un coágulo. Se utilizan dos alternativas: cultivos de bacterias iniciadoras y coagulación por enzimas. Un cultivo de bacterias productoras de ácido láctico iniciadoras es agregado para fermentar la lactosa a ácido láctico. La elección del cultivo iniciador puede tener efectos marcados en la cuajada sólida que se forma debido a que cada especie de bacteria posee diferentes características fermentadoras de lactosa. La presencia de bacterias competidoras, bacteriófagos, que atacan las bacterias iniciadoras, o la presencia de antibióticos en la leche pueden causar que el cultivo iniciador falle. La coagulación por enzimas utiliza enzimas (cuajo) de origen animal, vegetal o micóticas. El principal cuajo animal es el proveniente del abomaso de los terneros.

El coágulo resultante es cortado en cubos y agitado para ayudar a liberar el suero de manera de que pueda ser escurrido. En este momento, la cuajada puede ser calentada para ayudar en el escurrido. La cuajada es colocada en moldes y presionada, o cortada en bloques y envasada al vacío. El queso es madurado o envasado por períodos de tiempo variables bajo condiciones controladas de bajas temperaturas y alta humedad. Algunos procesamientos de queso necesitan secado en salmuera o ahumado del queso durante su maduración.

El queso es una fuente concentrada de proteína y grasa, con muy poca lactosa. Es también una buena fuente de vitaminas y minerales. La larga vida del queso es lo que motivó primeramente la fabricación de queso.

Productos secos

La leche en polvo se hace removiendo el agua de la leche, ya sea leche desnatada para producir leche en polvo desnatada o leche entera para producir leche en polvo entera. Se utilizan dos procesos principales de secado. En un rodillo o tambor de secado, una capa muy fina de leche es distribuida en un tambor calentado con vapor y el agua se evapora en una rotación. n el secado por pulverización, una fina lluvia de leche es forzada dentro de una cámara caliente donde el agua se evapora rápidamente. La leche puede estar preconcentrada para reducir la energía necesaria para finalizar el secado por pulverización. En cualquiera de los procesos, la meta es la de secar la leche sin sobrecalentarla. El contenido final de agua en la leche en polvo es de cerca de 3-4%.

Cuando se almacena la leche seca en polvo, la exposición a la humedad debe evitarse. El polvo es envasado generalmente en paquetes sellados de múltiples capas de bolsas de papel con una barrera para la humedad. Estas bolsas deben de almacenarse en un ambiente frío y seco en condiciones bajo las cuales tendrán una vida más larga. La leche en polvo entera se deteriora mucho más rápido debido al contenido en grasa. La leche en polvo descremada puede ser reconstituída a un equivalente de leche de 2% con la rehidratación con agua y la adición de aceite de mantequilla o substitutos vegetales.

Productos conenctrados

Entre los productos de leche concentrada se encuentran los productos caseros de leche concentrada llamados khoa y arequipe, productos industriales de leches condensadas y evaporadas y productos de ultrafiltración.

La leche que se cocina despacio mientras que se agita, eventualmente evaporará agua formando una pasta amarronada y dulce. El tratamiento con calor destruye las bacterias patógenas y el producto posee buenas características de mantenimiento. Tal producto fabricado a nivel casero es conocido en muchas partes del mundo y es conocido por el nombre de arequipe en América latina o khoa en India.

Las leches evaporadas y condensadas se obtienen evaporando el agua al vacío. Generalmente los productos se preparan como leche esterilizada concentrada (generalmente llamada leche evaporada) o leche endulzada en la que el azúcar se agrega como preservativo (generalmente llamada leche condensada). Mediante el hervor de la leche en condiciones de presión atmosférica reducida, algunos de los cambios de sabor asociados con el cocimiento, son evitados. Ambos, la leche condensada y la evaporada, son típicamente distribuidas en lata y poseen muy buenas características de mantenimiento.

Una nueva forma de concentración se consigue con el ultrafiltrado en el que por medio de membranas muy finas, que pueden separar moléculas de diferentes tamaños, son utilizadas para separar el agua de las proteínas y componentes grasos y producir un producto concentrado.

Sub-productos

Debido a que varios productos lácteos son fabricados, cantidades significativas de subproductos son generados. La Tabla 8.2 sumariza algunos sub-productos de la leche y su uso.

Tabla 8.2: Sub-productos de la leche

Sub-producto Fuente Ejemplos de su uso Leche desnatada Fabricación de mantequilla Como leche desnatada, como polvo para enriquecer harina, como fuente de proteína en confiterías, en helados de poca grasa Caseína Extraída de la leche desnatada Procesado de comidas y otros usos industriales Proteínas séricas Fabricación de queso Como ingrediente de alimentos horneados, helados, relleno de carnes, confitería; alimento de animales; como materia cruda para la extracción de lactosa Lactosa Del suero de la fabricación de queso En la industria alimenticia como transportador de especias y sabores; lactosa farmacéutica utilizada para transportar ingredientes activos de medicinas en forma de tabletas

Esta publicación está autorizada por el Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera de la Universidad de Wisconsin Madison.

Estas tecnologías son responsabilidad de quien las aplique.