

Tendencias actuales en la valorización del suero de quesería

Ing. Alfonso Pérez Quintáns. Responsable de proyectos de tecnología alimentaria
Aula de Productos Lácteos - Universidad de Santiago de Compostela

Trabajo presentado en el XII Congreso de la Federación Panamericana de Lechería. FEPALE. Asunción, Paraguay



Introducción

El suero lácteo está siendo en los últimos años una materia prima de notable interés por su composición. Actualmente se considera como una materia prima sobre la cual se trabaja para poder aprovechar cada uno de sus componentes. Además, las exigencias medioambientales han intervenido de forma indirecta aumentando el interés por la valorización de este producto. La demanda biológica de oxígeno (DBO) del suero lácteo varía entre 20.000 y 40.000 mg de O₂/L, lo que lo supone un residuo altamente contaminante.

El lactosuero: composición y características

El lactosuero es un líquido que se obtiene en el proceso de transformación de la leche en queso. Una vez que la leche es coagulada, se separa la cuajada del agua y otros componentes solubles. La composición del lactosuero se aproxima a la de una leche a la cual se le ha extraído 90-95% de las caseínas y de la materia grasa: 93-94% de agua y 6-7% de materia seca. De esta materia seca, el 70-80% corresponde a lactosa, 10-12% a proteínas (el 20% de proteínas de la leche), 8-20% de

sales minerales y 0,1-0,5% de materia grasa. La composición del lactosuero va a ser diferente según el proceso de fabricación del que provenga:

Lactosuero dulce: procedente de fabricaciones de coagulación enzimática por uso de cuajo. Recordando las fases de la coagulación enzimática tenemos que para que dicha coagulación tenga lugar es necesaria una proteólisis específica de la caseína K, formación del gel de fosfoparacaseinato de Ca y una proteólisis no específica de cadenas peptídicas.

Lactosuero ácido: obtenido de una coagulación ácida o láctica de la caseína, presentando un pH próximo a 4,5. Se produce al alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína con anulación de las cargas eléctricas que las mantienen separadas por las fuerzas de repulsión que generan, impidiendo la floculación. Conlleva una total desmineralización de la micela y la

destrucción de la estructura micelar (gel muy frágil). Es un suero muy mineralizado pues contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida.

También es común el suero procedente de coagulaciones mixtas que presenta un pH intermedio que oscila entre 5,6 y 4,7. Para determinadas aplicaciones, como el fraccionamiento de las proteínas, el suero ácido presenta la ventaja de no poseer caseinomacropéptido, que podría interferir en determinadas etapas del fraccionamiento. Sin embargo, esto puede ser contrarrestado por el hecho de que el suero ácido contiene una mayor cantidad de cenizas (sobre todo en calcio) por lo que es más recomendable llevar a cabo procesos de desmineralización.

Los datos medios no reflejan siempre la gran variabilidad de composición del lactosuero, que no sólo depende del tipo de coagulación, sino que también depende de la composición de la leche utilizada, de sus tratamientos tecnológicos previos y –globalmente– del esquema tecnológico utilizado. Esta gran variabilidad es un hándicap para la valorización posterior, fundamentalmente si se destina directamente a la producción de bebidas.

Un nuevo producto, que puede ser asimilado al suero de quesería, es el permeado de ultrafiltración (ultrafiltrado). Su composición es variable y depende del tipo de membrana utilizada (principalmente de su punto de corte). En cualquier caso, el suero está totalmente desprovisto de materia grasa. Por otro lado, en el supuesto de que el objetivo de la ultrafiltración sea retener caseínas, el suero contendrá una elevada proporción de proteínas de suero, si por el contrario el objeto es conseguir la máxima retención de proteínas, el ultrafiltrado estará prácticamente desprovisto de proteínas (0,1%).

Valor nutricional y funcional del lactosuero

En cuanto a los componentes básicos del suero lácteo, las proteínas constituyen una fuente de excepcional importancia por su valor nutritivo y funcional. El lactosuero tiene un contenido de 5-8 g/kg de proteínas, entre las cuales tenemos la β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, inmunoglobulinas, seroalbúmina, proteosas-peptonas, una pequeña cantidad de caseína κ soluble y péptidos.

Las proteínas del suero suponen aproximadamente un 20% de las proteínas totales aportadas por la leche y se caracterizan por su excepcional calidad. Ello se debe principalmente a que contienen prácticamente la totalidad de los aminoácidos esenciales para el hombre, además de que se encuentran en proporciones muy

adecuadas para el consumo humano. La presencia de aminoácidos tipo lisina, isoleucina, metionina, etc., ausentes en productos vegetales, ha impulsado la fabricación de productos con base láctea y complementada con otros derivados vegetales. Las proteínas de suero presentan los valores más altos de calidad biológica, son una excelente fuente de aminoácidos esenciales. Como ejemplo:

- P.E.R. (Protein Efficiency Ratio - tasa de eficiencia proteica = Ganancia en masa corporal por cada gramo de proteína consumida) de 3.2.

- PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score - puntaje de aminoácidos corregido por digestibilidad = método de evaluación de la calidad de las proteínas sobre la base de los aminoácidos necesidades de los seres humanos y su capacidad para digerirla) de 1.0 (el valor máximo de referencia).

Caseína (proteína de la leche): 1.00

Suero de leche (proteína de la leche): 1.00

Clara de huevo: 1.00

Proteína de soja: 1.00

Carne de vaca: 0.92

Soja: 0.91

- BV (Biological value - valor biológico = medida de la proporción de absorción de proteínas de un alimento que se incorpora a las proteínas del cuerpo del organismo). Esta escala utiliza el 100 como el 100% del nitrógeno incorporado.

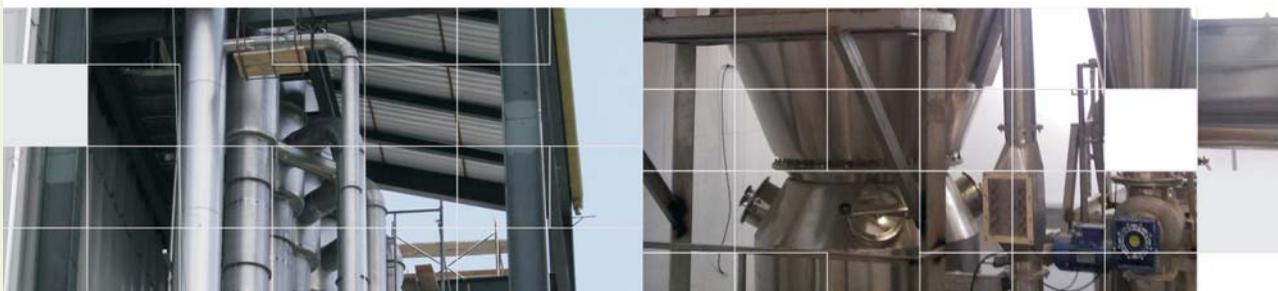


PLANTAS LLAVE EN MANO PARA:

- Producción de leche en polvo.
- Producción de suero.
- Producción de hemoderivados (plasma, hemoglobina, sangre en polvo).
- Producción de huevo entero, yema y clara en polvo.
- Producción de jugos concentrados.
- Producción de dulce de leche por sistema continuo.
- Leche condensada.

EQUIPAMIENTOS:

- Cámaras de secado spray.
- Evaporadores falling film.
- Aglomeradores.
- Secaderos de lecho fluido.



www.iafingenieriasa.com

Saavedra 3185 Piso 6 A (CP3000) Santa Fe - Argentina - Tel.: (54 342) 4522400 - proyectos@iafingenieriasa.com - proyectos@iaf.cc

Características y propiedades de las proteínas del lactosuero

Proteína	Peso molecular	pHi	Propiedades
lactoglobulina	18.400 Da	5.35-5.49	Propiedades gelificantes
lactoalbúmina	14.200 Da	4.2-4.5	Emulsificante, espumante Péptidos de actividad biológica
Inmunoglobulinas	80.000-900.000 Da	5.5-8.3	Inmunológicas
Seroalbúmina Bovina	66.300 Da	5.1	Enlace con lípidos
Proteasas-peptonas	4.000-80.000 Da	5.1-6.0	Propiedades de superficie
Caseína	24.000 Da	4.7	Péptidos de actividad biológica
Caseino macropéptidos (suero de cuajo)	6.000-8.000 Da		Actividad estimulante del sist. inmunológico. Actividad antirombótica, antienvjecimiento
Lactoferrina	80.000 Da	8.0	Bactericida, aplicación terapéutica
Lacto-peroxidasa	78.000 Da	9.6	Efecto bactericida

- Proteína de suero de leche: 96
- Soja total: 96
- Leche humana: 95
- Huevo de gallina: 94
- Leche de soja: 91
- Leche de vaca: 90
- Queso: 84
- Pescado: 76

Además, el lactosuero es también rico en vitaminas del complejo B y en vitamina C, siendo la vitamina B2, la riboflavina, la responsable del color verdoso del suero. Por otra parte, el contenido en lactosa es elevado (40-45 g/L) y constituye un importante sustrato de fermentación. Además esta lactosa puede ser hidrolizada. Es importante destacar que en sueros ácidos el contenido en calcio es importante.

A la vista de lo expuesto, se puede decir que el lactosuero contiene un alto valor nutricional, lo que nos invita a la recuperación tanto de sus proteínas (denominadas comúnmente solubles) como de los carbohidratos, e incluso en algunos casos de la materia grasa o de los minerales.

Aprovechamiento del lactosuero

El suero era considerado en general como un subproducto molesto, debido a su poder contaminante y su rápida degradación. No obstante en base al interés de su composición existen en la actualidad bastantes alternativas para su valorización. A partir de los años setenta existen numerosas referencias respecto a su aprovechamiento de uno u otro modo, bien secado del lactosuero para ser aprovechado como alimento animal o humano, o mediante su fraccionamiento y concentración selectiva de uno o más componentes. Otros de los aprovechamientos posibles del lactosuero son por ejemplo:

- Producción de bebidas a partir del suero, que se combina con grasa de origen lácteo o vegetal, sustancias aromáticas, etc.
- Utilización del suero en la fabricación de postres lácteos como fuente de sólidos.
- Conversión biológica del suero, que al ser sometido a fermentación por microorganismos, la lactosa se convierte en ácidos orgánicos o alcoholes. Además, las levaduras que se originan pueden ser secadas y utilizadas como pienso para el ganado. Incluso, si antes del secado se procede a un lavado, el producto final obtenido puede ser utilizado en alimentación humana.
- Producción de quesos de suero.



El cracking del suero

El cracking responde a la separación de fracciones individualizadas de una materia original compleja. La separación de fracciones individuales purificadas de alto valor añadido (lactoalbúmina, lactoglobulina, inmunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidasa) ha sido posible por la puesta en marcha de procedimientos de fraccionamiento y extracción sofisticados. En estos procedimientos se usan técnicas de separación tales como ultrafiltración y cromatografía asociadas a tratamientos químicos. El fraccionamiento por vía enzimática sobre un reactor de membrana es igualmente deseable para la producción de hidrolizados proteicos.

La puesta a punto de estos procedimientos se debe al buen conocimiento de las propiedades físico-químicas de las proteínas, y sobre todo de sus características de tamaño, de P_i (punto isoeléctrico) y sus propiedades de agregación en función de las condiciones del medio (pH, T° , fuerza iónica).

Recuperación de proteínas del lactosuero

Técnicas desnaturalizantes. Se trata de la recuperación de proteínas del lactosuero por aplicación de tratamientos térmicos desnaturalizantes, que provoquen la insolubilización de la fracción proteica. Esa fracción proteica puede ser fácilmente valorizada de dos maneras: reciclándola en la leche de fabricación del queso o como producto lácteo tipo requesón: queso "Ricotta".

Existen múltiples y variados procesos de obtención del concentrado, pero normalmente se combinan tratamientos de temperatura, con variaciones de pH y una etapa de separación que puede ser una centrifugación o una filtración. Para reducir los costos energéticos se propone un proceso de ultrafiltración previo a la desnaturalización térmica. La recuperación proteica depende de las condiciones de pH, temperatura y concentración proteica. Para la obtención de quesos de suero los procedimientos son igualmente variados pero la etapa principal es el tratamiento térmico del suero para provocar la desnaturalización proteica. La otra fracción resultante de esta separación es el suero desproteínizado, que debe ser objeto de una valorización complementaria.

Las ventajas generales de estas técnicas son:

- Técnicas fáciles ejecutar.
- Bajo costo de explotación.
- Permite disminuir de manera importante la carga contaminante del suero.

Las ventajas de incorporación de las proteínas desnaturalizadas en la leche de quesería pueden resumirse en:

- La cuajada obtenida es más firme, tiene una mayor plasticidad, con lo cual se fragmenta con menor facilidad en el moldeo.
- El afinado se ve acelerado.
- Disminución del extracto seco total del queso, lo que produce un aumento de la retención de agua de las cuajadas.
- Aumento del rendimiento quesero, dado que las proteínas floculadas permanecen en el queso tras el desuerado.

Los inconvenientes generales son:

- Alteración de las propiedades biológicas, funcionales y terapéuticas de las proteínas solubles.
- Bajo valor añadido de los productos obtenidos.

En el caso de reciclado en la leche de fabricación, los inconvenientes incluyen:

- Se puede inducir una selección de la flora resistente.
- Se provoca una alteración de la textura y sabor del queso.

Técnicas no desnaturalizantes: estas técnicas consisten en realizar una separación de las diferentes fracciones del lactosuero sin alterar las propiedades de cada uno de los componentes, para intentar valorizar más adecuadamente los productos resultantes. En estos procedimientos de separación de componentes el desarrollo de las técnicas de filtración tangencial juega un papel esencial, principalmente porque son mucho más competitivas que otras técnicas de fraccionamiento.

La ultrafiltración/diafiltración de suero permite obtener CPL (concentrado de proteínas de lactosuero) de distinto grado de pureza (35-80% de proteínas tota-

LOPEZ INGENIERIA PARA LACTEOS S.R.L.

40 años

 Infilm Recubrimientos Alimenticios pinturas plásticas con y sin fungicidas	 Sealed Air CRYOVAC Bolsas De Envasado Al Vacío soluciones de envasado para alimentos	 Sea-i Enzimas Naturales protección microbiológica de alimentos	 sudamfos Fosfatos Alimenticios sales fundentes y estabilizantes	 PROOUGA Enzimas coagulantes microbianos, pimaricina, nisina, lisozimas
---	---	---	--	--

WWW.LOPEZINGENIERIA.COM.AR - VELEZ SANSFIELD 6415 - SANTA FE - ARGENTINA - +54 0342 469 2589 - 469 4410 - 469 0756



les/Extracto Seco Total). El valor nutritivo y la funcionalidad de los CPL aumentan con su grado de pureza. El valor añadido aumenta de la misma forma. La preparación de concentrados de más alta pureza comprende una etapa previa de clarificación. Aparte de esta utilización directa como ingredientes, los CPL pueden también ser empleados como materia prima para la producción de péptidos, separación y purificación de moléculas específicas de gran interés: α -Lactoalbúmina, lactoferrina, lactoperoxidasa.

Cualquiera que sea la industria, el suero resultante de la fabricación quesera o de caseinatos contiene materia grasa residual, flora contaminante y una parte de los auxiliares de fabricación añadidos durante la fabricación de queso o caseinato. De todos estos componentes, la grasa constituye un obstáculo para la obtención de CPL de gran pureza. La eliminación de lipoproteínas del suero es un paso importante para mejorar las técnicas de separación y de fragmentación (hidrólisis de proteínas de suero). Los principales inconvenientes de la grasa residual sobre el procesado posterior es:

- Colmatado de membranas de UF.
- Ensuciamiento rápido de resinas de intercambio de iones.
- Los fosfolípidos no son eliminables por centrifugación.
- Alteración de propiedades funcionales de CPL.

Valorización de otros componentes: la lactosa

Como resultado de la recuperación de proteínas, sea cual sea el proceso de recuperación, obtenemos un suero desproteínizado. La valorización de este suero constituye una fase primordial del tratamiento integral del suero. La composición del lactosuero desproteínizado depende del procedimiento de separación de proteínas utilizado, de manera general el componente mayoritario es la lactosa. La valorización de este componente puede hacerse por diferentes vías:

- Extracción de la lactosa.
- Hidrólisis de la lactosa.
- Utilización de la lactosa como sustrato para la fermentación microbiana. Esta valorización puede hacerse directamente a partir del suero, pero sin embargo los resultados se ven mejorados con la utilización de sueros desproteínizados. Por otro lado, el suero desproteínizado tiene otra vía de valorización como base para la elaboración de bebidas isotónicas.

Extracción de lactosa

La extracción de la lactosa como tal proporciona una fuente importante de valorización. Actualmente existen diferentes categorías de lactosa, la valorización depende de la categoría. Dentro de una misma categoría existen diferentes calidades que dependen de sobre todo del aspecto y tamaño del cristal y del color. Las categorías principales son:

- Lactosa alimentaria.
- Lactosa médica.
- Lactosa técnica (industrial)

En algunos casos para mejorar la calidad de la lactosa obtenida y aumentar el rendimiento de la cristalización, se incluye una etapa de desmineralización antes de la concentración térmica.

Lactosa hidrolizada

La hidrólisis de la lactosa tiene como fin mejorar las características de la lactosa hidrolizada con respecto a la lactosa nativa. Las características de los hidrolizados de lactosa son las siguientes:



- Almidones para la industria láctea
- Carrageninas
- Edulcorantes

Administración y Fábrica:

Dr. Mariano Moreno 1475
S3080HDC Esperanza - Santa Fe - Argentina
Tel.: +54 3496 420526
glutal@glutal.com.ar - www.glutal.com.ar

Oficina Buenos Aires:

Vuelta de Obligado 1878 - Piso 6 - Oficina C
C1428ADC CABA - Argentina
Tel.: +54 11 4784-3514/3536

- Solubilidad aumentada y similar a la de la sacarosa.
- Poder endulzante multiplicado por 4,5
- Producto rico en monosacáridos.

Las propiedades más importantes de los productos de lactosa obtenidos son varios: ayudan e incrementan la caramelización (favorecen la reacción de Maillard); contribuyen a la textura de los productos a los que se adicionan; son sustitutos de sólidos de leche desnatada, de suero y de sacarosa, a bajo costo, y la galactosa y glucosa tienen la propiedad de retener el agua libre. La hidrólisis de lactosa a glucosa y galactosa se puede realizar por dos vías diferentes: hidrólisis química o enzimática. La hidrólisis química se realiza sobre resinas catiónicas, previa desmineralización. La hidrólisis de tipo enzimática es llevada a cabo por enzimas de origen microbiano (β -galactosidasas). Los porcentajes de hidrólisis que podemos encontrar habitualmente en el mercado van del 50 al 80%. Las aplicaciones más corrientes son en pastelería, confitería, helados, jarabes, siropes, salsas dulces, etc.

Utilización como sustrato de fermentación

La utilización del suero o del suero desproteínizado como medio de cultivo para el desarrollo bacteriano es una fuente de valorización interesante para su contenido en lactosa. Dentro de esta utilización existen diferentes posibilidades:

- Producción de alcohol.
- Obtención de ácidos orgánicos (ácidos láctico, propiónico y acético).
- Obtención de metabolitos microbianos, como mucopolisacáridos o antibióticos.

Entre estas alternativas, las que poseen un mayor valor añadido son la de producción de alcohol y la de ácidos orgánicos. Con respecto a la producción de etanol, se realiza por fermentación alcohólica del suero utilizando levaduras específicas. El etanol obtenido encuentra sus principales mercados en las bebidas alcohólicas, los disolventes industriales, los ambientadores domésticos, las tintas, los perfumes, los colorantes y saborizantes alimentarios y los aerosoles farmacéuticos. En cuanto al ácido láctico, es el producto de la fermentación anaeróbica de la lactosa del suero, puede ser utilizado como aditivo o materia prima en la industria química o alimentaria, por ejemplo como conservante en todo tipo de alimentos, fabricación de cuajadas ácidas, fabricación de mantequillas, coadyuvante de fabricación para ajuste de pH, etc. Como coproductos de estas transformaciones se obtiene:

- Agua depurada al 93-97% de la DBO5, dependiendo si se trata de suero o permeado de UF.
- Biomasa, proteína que puede ser empleada en alimentación animal como fuente de nitrógeno proteico, o incluso en alimentación humana.



Bebidas en base a suero

El suero constituye una muy buena base para la fabricación de bebidas. Como base acuosa se puede utilizar el suero en exclusiva o en combinación con otros ingredientes, ya sean lácteos (leche, proteínas) o no lácteos (grasas y proteínas vegetales). En cuanto al propio suero, se puede trabajar con varios tipos según el proceso/producto del que proceda y de los pretratamientos a los que ha sido sometido. En cualquier caso el suero empleado será desprovisto de finos de caseína.

En algunos casos puede ser interesante llevar a cabo una hidrólisis enzimática (mediante lactasa) de la lactosa para obtener glucosa y galactosa; como consecuencia se incrementa el dulzor (aproximadamente se multiplica por 4 el poder endulzante) y se obtiene un producto apto para el consumo por parte de los intolerantes a la lactosa.

Este uso de suero como base es bastante usual en países de Europa Central (Suiza, Alemania, Austria) y de hecho se emplea en diferentes tipos de bebidas: ácidas y neutras. En bebidas ácidas se puede utilizar de diversas maneras: acidificación directa, normalmente mediante la adición de un ácido, o acidificación por fermentación. En bebidas neutras se usa en combinación con proteínas lácteas o vegetales.

Las más habituales son las bebidas ácidas. La acidificación puede realizarse de manera directa mediante la adición de ácido láctico o cítrico. Otra manera es mediante la fermentación de la lactosa por parte de bacterias lácticas. En este caso suele añadirse algo de proteína láctea (leche) para favorecer la formación de texturas más untuosas y aportar una serie de nutrientes a los microorganismos.

Los productos pueden ser comercializados como productos frescos (a partir de suero pasteurizado) o bien pueden sufrir un tratamiento térmico tras la acidificación. En el caso de tratar térmicamente a pH ácido es necesario incorporar un estabilizante del tipo pectina para evitar la sedimentación de las proteínas. Las bebidas ácidas suelen combinarse con zumos de frutas, que en algunos casos ayudan a enmascarar algunos sabores del suero.

En cuanto a bebidas elaboradas a partir de suero desproteinizado (o permeado), son muchos los rumores de que algunas empresas de nutrición deportiva lo usan como base para aporte de hidratos de carbono y electrolitos. En otro ámbito, es especialmente destacable el caso de la bebida Rivella, producida en Suiza y que es muy popular allí y en otros países de Europa. Se trata de un producto que contiene 30% de suero desproteinizado que se combina con azúcares, ácido láctico, aromas y gas carbónico para crear una bebida refrescante de características muy peculiares.

Conclusión

Dentro de la elaboración de un producto lácteo, actualmente se considera que el costo más elevado corresponde a la materia prima.

Muchas empresas se dedican exclusivamente al tratamiento de lactosuero y para algunas compañías transformadoras de leche, la base de su rentabilidad es el valor añadido aportado por este producto.

El cracking del suero, es decir la valorización por separado de las diferentes fracciones que lo componen, ha experimentado un crecimiento muy importante gracias al desarrollo de las técnicas de separación por membranas. Actualmente el procesado de suero es el campo de la industria agroalimentaria con la mayor superficie de membrana instalada.

Algunos aprovechamientos surgen de la propia demanda de los consumidores, como son las bebidas y complementos para deportistas, y las aplicaciones del suero microparticulado, en productos bajos en grasa, pero con alta calidad organoléptica.

Esta industria, y la calidad de los productos que elabora, se basa en la utilización de cadenas de aprovechamiento completas, con valorización de todas las salidas de materia del sistema.

Sin embargo, la situación de competencia en el mercado limita el desarrollo de las nuevas tecnologías e incita a una política de reducción de costos a través de un mejor aprovechamiento de la materia prima, la reducción del consumo de agua y la optimización de los procesos productivos.

Tecnología Láctea Latinoamericana demuestra su penetración en el mercado

Auditada por APTA y su Índice de Impacto Publicitario



El Índice APTA de Impacto Publicitario constituye una referencia profesional de medición del impacto que los avisos alcanzan en revistas que llegan a nichos específicos, actividades profesionales o sectores institucionales.



Este Índice hace visible todas las "fortalezas" con las que cuenta Tecnología Láctea Latinoamericana a la hora de ofrecer resultados a quienes anuncian en sus páginas.

Medio específico para lectores específicos



Informes: Publitec S.A. - Tel.: (54 11) 4903-9600
www.publitech.com - clara@publitech.com.ar