

Desnaturação proteica: importâncias na indústria de laticínios

Protein denaturation: importance in the dairy industry

Desnaturalización de proteínas: importancia en la industria láctea

Recebido: 02/11/2020 | Revisado: 06/11/2020 | Aceito: 09/11/2020 | Publicado: 13/11/2020

Tainah Morais Bueno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4255-5659>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: tainahmbueno1997@gmail.com

Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-5815>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: vasconcelosmariaufila@gmail.com

Gabriel Ribeiro Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7154-9637>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: carvalho.gabrielr@gmail.com

Fabiana Queiroz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3708-2161>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: fqueiroz@ufla.br

Carlos José Pimenta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9520-4855>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: carlospimenta@ufla.br

Resumo

O leite é um alimento que possui propriedades únicas e essenciais para a dieta humana. O seu processamento pode elevar a gama de produtos ofertados no mercado, diminuir custos e facilitar o transporte e armazenamento e ainda pode aumentar a vida útil. As proteínas do leite constituem ingredientes dos mais valorizados pelas suas excelentes propriedades nutritivas, tecnológicas e funcionais. Tratamentos térmicos são aplicados no leite cru com diversas

finalidades, entre elas manutenção da saúde pública através da eliminação de patógenos e microrganismos deteriorantes e a inativação de enzimas e/ou a coagulação de proteínas celulares. No entanto, a aplicação do calor provoca alterações químicas reversíveis e irreversíveis que afetam diretamente o produto final. O interesse na desnaturação proteica mantém-se constante ao longo dos anos, e pesquisas sobre o assunto continuam a ser realizadas, por isso a relevância de se entender a estrutura e os fatores que afetam a estabilidade micelar e como se dá o controle desse processo. O artigo descreve brevemente sobre a estrutura do leite e suas propriedades, dando ênfase nos tratamentos que podem ser aplicados afim de desnaturar as proteínas e suas aplicações na indústria de laticínios. Conclui-se que a estabilidade destas proteínas é um fator importante para garantir adequadas condições de processamento, aumentar a vida útil de derivados lácteos e proporcionar maior qualidade ao consumidor final, além de que possui grande importância comercial, por ser uma das melhores fontes de proteína alimentar.

Palavras-chave: Estabilidade térmica; Proteínas; Processamento térmico; Qualidade.

Abstract

Milk is a food that has unique and essential properties for the human diet. Its processing can increase the range of products offered on the market, decrease costs and facilitate transportation and storage, and can also increase service life. Milk proteins are ingredients that are most valued for their excellent nutritional, technological and functional properties. Heat treatments are applied to raw milk for a variety of purposes, including maintaining public health through the elimination of pathogens and deteriorating microorganisms and the inactivation of enzymes and / or the coagulation of cellular proteins. However, the application of heat causes reversible and irreversible chemical changes that directly affect the final product. The interest in protein denaturation has remained constant over the years, and research on the subject continues to be carried out, which is why the relevance of understanding the structure and factors that affect micellar stability and how to control this process takes place. The article briefly describes the structure of milk and its properties, emphasizing the treatments that can be applied in order to denature proteins and their applications in the dairy industry. It is concluded that the stability of these proteins is an important factor to guarantee adequate processing conditions, increase the useful life of dairy products and provide higher quality to the final consumer, in addition to having great commercial importance, as it is one of the best sources of protein to feed.

Keywords: Thermal stability; Protein; Heat processing; Quality; Physicochemical properties.

Resumen

La leche es un alimento que tiene propiedades únicas y esenciales para la dieta humana. Su procesamiento puede aumentar la gama de productos ofrecidos en el mercado, disminuir costos y facilitar el transporte y almacenamiento, y también puede aumentar la vida útil. Las proteínas de la leche son los ingredientes más valorados por sus excelentes propiedades nutricionales, tecnológicas y funcionales. Los tratamientos térmicos se aplican a la leche cruda para una variedad de propósitos, incluido el mantenimiento de la salud pública mediante la eliminación de patógenos y microorganismos deteriorantes y la inactivación de enzimas y / o la coagulación de proteínas celulares. Sin embargo, la aplicación de calor provoca cambios químicos reversibles e irreversibles que afectan directamente al producto final. El interés por la desnaturalización de proteínas se ha mantenido constante a lo largo de los años, y se continúa investigando sobre el tema, por lo que se da la relevancia de comprender la estructura y los factores que inciden en la estabilidad micelar y cómo controlar este proceso. El artículo describe brevemente la estructura de la leche y sus propiedades, destacando los tratamientos que se pueden aplicar para desnaturalizar las proteínas y sus aplicaciones en la industria láctea. Se concluye que la estabilidad de estas proteínas es un factor importante para garantizar condiciones adecuadas de procesamiento, aumentar la vida útil de los productos lácteos y brindar mayor calidad al consumidor final, además de tener una gran importancia comercial, por ser una de las mejores fuentes de proteína alimentar.

Palabras clave: Estabilidad térmica; Proteínas; Procesamiento térmico; Calidad.

1. Introdução

O leite é um alimento de grande complexidade e pode ser representado pela secreção trifásica da glândula mamária de fêmeas. Pode ser classificado como uma emulsão de glóbulos de gordura dispersos na fase aquosa ou uma suspensão de micelas de caseína, proteínas globulares e partículas lipoproteicas (Vidal & Netto, 2018).

Apesar de ser possível variações dos componentes do leite entre raças, espécies, época de ordenha e nutrição do animal, cada um desses componentes permanece em equilíbrio com os demais, o que facilita o diagnóstico de fraudes ou alterações indesejadas (Vidal & Netto, 2018).

Processos industriais como tratamento térmico, concentração e secagem do leite são aplicados e aprimorados pelas indústrias a fim de se reduzir custos com transporte,

armazenamento, aumentar o período de vida útil dos produtos, minimizar impactos ambientais e, conseqüentemente, ampliar o mercado de exportação (Oliveira et. al, 2015).

Alguns procedimentos realizados no leite, como a pasteurização e a esterilização, causam a desnaturação proteica, que pode ser considerada benéfica nos casos em que se deseja maturar um queijo ou hidratar o coágulo durante a fermentação para obtenção de iogurtes (Vidal & Netto, 2018; Sgarbieri, 2005).

Diante do exposto, objetivou-se com esta revisão abordar a importância da desnaturação proteica na indústria de laticínios.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo de abordagem qualitativo do tipo revisão bibliográfica (Koche, 2011; Ludke & Andre, 2013; Pereira et al., 2018).

A busca bibliográfica foi realizada entre junho e outubro de 2020, nas bases de dados do portal da Capes (teses e dissertações), da Biblioteca Virtual da universidade, nos idiomas inglês e português, abrangendo artigos publicados entre janeiro de 1990 a junho de 2020. Os descritores utilizados foram: desnaturação proteica, laticínios, leite, caseína, proteínas do leite e soroproteínas. Foram utilizados os operadores booleanos AND, OR, e NOT cruzando-se os descritores anteriormente.

No estudo foram incluídos artigos, teses, monografias, livros e circulares que incluíssem o tema desnaturação proteica e sua importância na indústria de laticínios.

Após a leitura dos 55 resumos inicialmente selecionados pelos descritores, foi realizada uma nova seleção, e desses 55, restaram somente vinte e dois documentos. Para a elaboração deste artigo foram coletadas informações dos documentos selecionados e foram apresentados na sequência.

3. Desenvolvimento

A área de lácteos é muito investigada em pesquisas, Lima et al. (2020), por exemplo, avaliou o perfil de sensibilidade antimicrobiana de bactérias isoladas de leite de vacas com mastite em propriedades de agricultura familiar; Candido et al. (2020), analisou a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado; Sampaio et al. (2020), avaliou os aspectos microbiológicos do leite pasteurizado tipo C comercializado na região do cariri do Estado do Ceará.

3.1 Proteína do leite

De acordo com a Instrução Normativa 62 de 2011 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011), leite é definido como uma emulsão de coloração branca, opaco, duas vezes mais viscoso que a água, de sabor ligeiramente adocicado e de odor pouco acentuado.

Segundo Noro (2001), as concentrações médias dos componentes do leite de vaca são: 86 a 88% de água, 3,2 a 3,5% de proteínas, 3,5 a 4,5% de gordura, 4,6 a 5,2% de lactose e 0,7 a 0,8% em vitaminas e minerais.

As proteínas tem como unidade formadora os aminoácidos que estão ligados linearmente por meio de ligações covalentes (estrutura primária). Por estabelecimento de ligações extras mais fracas entre as cadeias laterais, tais como as ligações iônicas, ligações de hidrogênio e interações de Van der Waals, originam-se as estruturas secundárias e terciárias (Guimarães, 2003).

Para melhor entendimento, é possível segregar as proteínas em dois grupos: as caseínas e as proteínas do soro (lactoalbumina e lactoglobulina) (Vidal & Netto, 2018).

As caseínas contemplam 80% das proteínas totais do leite e compreendem uma grande família de fosfoproteínas. Sua micela possui proteínas hidrofóbicas no interior e hidrofílicas no exterior, o que confere sua característica anfifílica e permite a formação da solução estável, o leite. Essa característica contribui para a formação de coágulos durante a produção de queijos (Vidal & Netto, 2018; Guimarães, 2003).

As proteínas do soro contemplam os 20% restantes que não possuem muita aplicação tecnológica diretamente em produtos lácteos, entretanto podem contribuir para alteração da estabilidade das micelas de caseína e vêm sendo utilizadas para produção de concentrados e isolados proteicos como exemplo o suplemento em pó (whey protein) (Guimarães, 2003).

3.2 Tratamentos aplicados

As exigências de qualidade e higiene para o leite cru e derivados lácteos são definidas com base em postulados estabelecidos para a proteção da saúde humana e preservação das propriedades nutritivas desses alimentos (Brito & Brito, 2001).

Tratamentos térmicos são aplicados no leite cru com diversas finalidades, entre elas a inativação de enzimas e/ou a coagulação de proteínas celulares. Os dois tratamentos mais utilizados e conhecidos são a pasteurização e a tratamento por ultra alta temperatura (UAT)

ou esterilização. A pasteurização é um tratamento térmico considerado brando que tem como finalidade básica a obtenção de um leite livre de microrganismos patogênicos não esporulados. Pode ser feita de forma lenta (Low Temperature and Long Time – LTLT) ou de forma rápida (High Temperature and Short Time - HTST) (Vidal & Netto, 2018).

A pasteurização LTLT não é permitida na obtenção de leite para consumo direto, mas é permitida para fabricação de alguns derivados. Já a pasteurização HTST atinge temperaturas suficientemente altas para destruir bolores, leveduras, todas as bactérias Gram-negativas e algumas Gram-positivas, viabilizando o consumo direto do leite. Além da destruição microbiana, esse tipo de pasteurização causa desnaturação parcial de proteínas do soro (Vidal & Netto, 2018).

Existem dois tipos de tratamento por ultra alta temperatura (esterilização): a) por aquecimento direto, no qual há injeção de vapor em altas pressões permitindo que se atinja altas temperaturas quase imediatamente, diminuindo as chances de alteração no leite pelo calor; e b) por aquecimento indireto, no qual o aquecimento é realizado pela troca de calor com placas ou tubos e, por isso, é um processo mais lento com maior desnaturação proteica, o que pode intensificar o escurecimento causado pela reação de Maillard e desenvolver o sabor de leite cozido, por causa da desnaturação de proteínas do soro, que formam sulfetos de hidrogênio. No tratamento UAT ou UHT, cem por cento das proteínas do soro é desnaturado (Vidal & Netto, 2018).

Segundo Souza (2013), a mais importante reação durante o tratamento térmico de produtos lácteos é a desnaturação proteica das soroproteínas, interações dessas com as micelas de caseínas e agregação/dissociação das micelas de caseínas.

Todos os processos, contudo, só serão eficazes em seus desígnios, incluindo os tratamentos térmicos, em condições sanitárias adequadas e com equipamentos próprios para essa finalidade. Logo, é importante conhecer as tecnologias e processos que possibilitem alcançar os resultados desejados (Vidal & Netto, 2018).

3.3 Desnaturação proteica

Como explicado anteriormente, as estruturas secundárias e terciárias de uma proteína estão ligadas por meio de ligações fracas e são facilmente quebradas quando expostas ao calor, perdendo sua conformação tridimensional. Esse processo é chamado de desnaturação (Guimarães, 2003).

As proteínas do soro têm propriedades físicas e funcionais no seu estado nativo e após o tratamento físico, químico ou enzimático, devido às várias estruturas conformacionais que possuem e/ou adquirem (Baldasso, 2008). Variações de solubilidade estão relacionadas com o nível de desnaturação proteica, uma vez que o desdobramento térmico das proteínas globulares tende a aumentar as interações intermoleculares (Guimarães, 2003). As proteínas são mais estáveis à desnaturação em seus pontos isoelétricos do que em qualquer outro pH (Fennema, Parkin, & Damodaran, 2010).

Com a desnaturação, ocorre modificação da conformação globular das proteínas para a forma linear, com a perda da estrutura terciária da cadeia peptídica, e a formação de novos enlaces entre moléculas, que tornam as proteínas quimicamente mais reativas (Walstra, Wouters, & Geurts, 2006).

Ainda que a desnaturação proteica possa ser induzida por uma variedade de agentes, a desnaturação térmica é a de maior significância, no ponto de vista industrial (Jelen & Rattray, 1995).

3.4 Indústria de laticínios

Do ponto de vista da indústria, as caseínas são os componentes mais importantes do leite. As propriedades nutricionais, sensoriais e de textura, dos principais produtos lácteos, como leite fluido, queijo e iogurte derivam das propriedades das caseínas (De Kruif, Huppertz, Urban, & Petukhov, 2012).

A estabilidade das proteínas do leite é um fator importante para garantir adequadas condições de processamento, aumentar o tempo de prateleira de derivados lácteos e proporcionar maior qualidade ao consumidor final, uma vez que a elevada estabilidade térmica das principais proteínas do leite, as caseínas, possibilitam a produção de derivados lácteos submetidos aos processamentos de alta temperatura (Brasil, Nicolau, Cabral, & Silva, 2015).

A capacidade do leite em suportar os tratamentos de alta temperatura sem perda da estabilidade é bastante singular e torna possível a produção de muitos produtos lácteos esterilizados e com vida de prateleira longa (Singh, 2004).

O emprego de tecnologias através das descobertas científicas tem demonstrado as múltiplas e importantes propriedades funcionais das proteínas no leite e obtenção de uma gama de produtos com alta qualidade.

4. Considerações Finais

As proteínas do leite são veículos naturais, que fornecem micronutrientes essenciais, aminoácidos, assim como componentes do sistema imune.

Durante o processamento de produtos lácteos ocorrem diversas modificações químicas e físicas e quando o leite é submetido ao tratamento térmico podem ocorrer alterações nas estruturas das proteínas, ou seja, desnaturação proteica.

A estabilidade das proteínas do leite é um fator importante para garantir adequadas condições de processamento, aumentar a vida útil de derivados lácteos e proporcionar maior qualidade ao consumidor final, uma vez que a elevada estabilidade térmica das principais proteínas.

Devido à importância comercial, as proteínas do leite têm sido estudadas extensivamente e são provavelmente, uma das melhores fontes de proteína alimentar.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização da avaliação prática dos tratamentos que podem ser aplicados afim de desnaturar as proteínas, visando garantir adequadas condições de processamento, aumentar a vida útil de derivados lácteos e proporcionar maior qualidade ao consumidor final.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências

Baldasso, C. (2008). Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre.

Blowey, R. W. (1992). Factors affecting milk quality. In: Bovine Medicine. *Diseases and husbandry of cattle*. Blackwell, Oxford.

Brasil, R. B., Nicolau, E. S., Cabral, J. F., & Silva, M. A. P. (2015). Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino. *Ciência Animal*, (2).

Brito, M. A. V. P., & Brito, J. R. F. (2001). Qualidade do leite. Produção de leite e sociedade: uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil. Belo Horizonte: FEPMVZ.

Candido, F. S., Mendonça, T. O., Zanini, D. S., Meneguelli, M., Berndt, F. M., & Muniz, I. M. (2020). Microbiological quality of chilled raw milk. *Research, Society and Development*, 9(11), e839119584.

De Kruif, C. G., Huppertz, T., Urban, V. S., & Petukhov, A. V. (2012). Casein micelles and their internal structure. *Advances in Colloid and Interface Science*, 171–172, 36–52.

Fennema, O. R., Parkin, K. L., & Damodaran, S. (2010). Química de Alimentos de Fennema. (4a ed.) Porto Alegre: Artmed.

Guimarães, D. H. P. (2003). Análise da incrustação da β -lactoglobulina e da ovoalbumina na superfície aquecida de um tubo. Tese de doutorado da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

Jelen, P., & Rattray, W. (1995). Thermal denaturation of whey proteins. In: Heat-Induced Changes in Milk, 4, 66-85, Brussels: IDF.

Koche, J. C. (2011). Fundamentos de metodologia científica. Petrópolis: Vozes.

Lima, A. L. A., Cruz, A. V., Gonzalez, C. A. G., Silva, E. A. C., Souza, M. C., Lima, H. K. S., Reis, M. B. C., Costa, R. R., Oliveira, A. L. B., Jesus, I. S., Silveira, J. A. S., & Silveira, N. S. S. (2020). Antimicrobial sensitivity profile of bacteria isolated from milk of cows with mastitis in family farms. *Research, Society and Development*, 9(11), e099119438.

Ludke, M., & Andre, M. E. D. A. (2013). Pesquisas em educação: uma abordagem qualitativa. São Paulo: E.P.U. E.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Regulamento técnico de identidade e qualidade do leite.

Noro, G. (2001). Síntese e secreção do leite. Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

Oliveira, L. N., Marinho, V. T., Zamagno, M. V., Lauro, M. A., Barbosa J. A. N., & Silva, P. H. F. da. (2015). Avaliação do índice de soroproteína não-desnaturada como um indicador de tratamento térmico para leite UHT e leite em pó. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 70, 78-84.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM.

Sampaio, A. C. F., Oliveira, A. P., Moraes, M. S., Quirino, D. J. G., Barros, N. V. A., Silva, E. F., Wanderley, B. R. S. M., Aguiar, R. A. C., Silva, L. P. F. R., & Gregório, M. G. (2020). Microbiological aspects of type C pasteurized milk marketed in the cariri region of the State of Ceará. *Research, Society and Development*, 9(10), e4199108661.

Sgarbieri, V. C. (2005). Revisão: Propriedades Estruturais e Físico-Químicas das Proteínas do Leite. *Brazilian Journal of Food Technology*, 8(1), 43-56.

Singh, H. (2004). Heat stability of milk. *International Journal of Dairy Technology*, 57.

Souza, A. B. (2013). Avaliação da influência tecnológica da relação soro-proteína/caseínas durante condições simuladas de processamento térmico. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

Vidal, A. M. C., & Netto, A. S. (2018). Obtenção e processamento do leite e derivados. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology*. New York: Taylor & Francis Group, 768.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Tainah Morais Bueno – 30%

Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi – 25%

Gabriel Ribeiro Carvalho – 15%

Fabiana Queiroz – 15%

Carlos José Pimenta – 15%