

IMPACTO DO TRATAMENTO TÉRMICO ASSISTIDO POR ULTRASSOM NO LEITE DE CABRA NA PRODUÇÃO DE IOGURTE: EFEITO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS E ESTRUTURAIS

RESUMO

O iogurte de leite de cabra apresenta uma baixa consistência, o que implica na redução da aceitação pelos consumidores. Desta forma, tecnologias emergentes, como o ultrassom (US), podem ser utilizadas para melhorar a qualidade deste produto. Neste contexto, este trabalho avaliou o impacto do tratamento térmico (62°C/30min, 80°C/30min e 90°C/5min) assistido por US (25kHz, 38W/L) no leite de cabra para produção de iogurte com intuito de averiguar melhorias na qualidade do produto final em comparação com os processos convencionais. Os resultados mostraram que o tratamento térmico (80°C/30min e 90°C/5min) assistido por US foi capaz de aumentar a capacidade de retenção de água (aumento de até 9,6%) e viscosidade aparente (aumento de até 36,4%), sem alterar as características de pH e acidez do produto quando comparado ao tratamento convencional. Esses resultados se devem as alterações estruturais (comprovados por micrografias) que resultaram em uma rede mais aglomerada e coesa. Portanto, o tratamento térmico assistido por US pode ser uma estratégia para melhorar as características sensoriais e tecnológicas do iogurte de leite de cabra.

INTRODUÇÃO

O leite de cabra apresenta maior digestibilidade de gordura e proteínas, maior teor de vitaminas e cálcio em comparação ao leite de vaca. Além disso, essa matéria-prima apresenta menor alergenicidade, devido a uma menor concentração da fração α_{s1} -caseína (1,2,3).

No entanto, na produção de iogurte, o gel formado apresenta menor dureza e baixa viscosidade comparado ao leite de vaca (4). Como consequência há uma redução na aceitação por parte dos consumidores, visto que, o atributo sensorial é um dos requisitos de maior relevância para a aceitabilidade de iogurte (5).

Novas estratégias vêm surgindo para melhorar a qualidade da textura do iogurte (6). Dentre as tecnologias, o ultrassom tem despertado interesse devido à sua ampla gama de aplicações, além de ser uma fonte segura, simples e barata (7).

O ultrassom transmite ondas sonoras capazes de provocar mudanças físicas em virtude da cavitação, turbulência e outros (8). Estudos mostraram que o ultrassom apresentou resultados interessantes na redução do glóbulo de gordura e melhoria das propriedades funcionais e tecnológicas das proteínas (9,10). Entretanto, ainda existem poucos estudos da sua aplicação para o leite de cabra, sendo necessárias novas investigações sobre o efeito das condições de sonicação na qualidade do iogurte de leite de cabra.

OBJETIVO

Este trabalho avaliou o impacto do tratamento térmico (62°C/30min, 80°C/30min e 90°C/5min) assistido por US (25kHz, 38W/L) no leite de cabra para produção de iogurte com intuito de averiguar melhorias na qualidade do produto final em comparação com os processos convencionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matéria prima e equipamento de ultrassom

O leite de cabra foi adquirido no setor de caprinocultura da Universidade Federal de Viçosa e preservado a 1°C por até 24h até o processamento. A cultura láctea, contendo *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, foi adquirida pelo Sacco (Campinas, Brasil). O equipamento utilizado durante todo o experimento foi um banho ultrassônico (Unique, modelo USC 2800 A, Brasil) com controle de temperatura, capacidade de 9,5 L, dimensões de 300 x 240 x 150 mm e equipado com cinco transdutores de disco dispostos abaixo da cuba, a uma frequência de 25 kHz e potência nominal de 450 W e potência volumétrica de 38 W/L.

Processo de fermentação do iogurte de cabra

O leite de cabra cru foi filtrado e uma parte foi pré-tratada termicamente em banho termostático e a outra parte foi pré-tratada termicamente em banho ultrassônico em três diferentes binômios tempo/temperatura: 62°C/30min, 80°C/30min e 90°C/5min, totalizando 6 amostras. Após os processos, as amostras foram resfriadas a 42°C e a cultura láctea de iogurte foi adicionada na concentração de 10⁶ UFC/mL de leite. Posteriormente, a fermentação ocorreu em banho termostático até atingir o valor de pH de 4,6.

Análises de pH, acidez e capacidade de retenção de água (CRA)

As determinações de pH e acidez titulável (% de ácido láctico) foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (11). Para determinação da capacidade de retenção de água os iogurtes foram homogeneizados e 15 g de amostra foram centrifugados a 3000 g por 10 min a 5 °C (Hanil Scientific, modelo combi 514R, Gimpo, Rep. of Korea). O sobrenadante foi drenado cuidadosamente e os tubos foram pesados (12). A capacidade de retenção de água (CRA) foi definida como a razão entre o peso do pellet restante após centrifugação e o peso inicial do iogurte, expresso em percentagem.

Propriedades reológicas

As análises reológicas foram realizadas utilizando um reômetro rotacional de cilindro concêntrico (Brookfield, modelo R/S plus SST 2000, com interface acoplada a microcomputador conectado ao software RHEOCALC V1.1) de acordo com os procedimentos descritos por Paula et al. (13).

Microscopia óptica

Para obter informação sobre a microestrutura das amostras após 1 dia de fabricação, uma gota de cada amostra foi colocada em uma lâmina de microscópio e as imagens foram obtidas após ampliação microscópica óptica com lente objetiva de 20x (Evos FL Invitrogen - AMF4300) conforme metodologia descrita Tribst et al. (14).

Análise estatística

Os processos foram realizados em três repetições e cada unidade experimental foi realizada em triplicata. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para comparar os efeitos de diferentes tratamentos e o teste de Tukey foi usado para avaliação entre eles ao nível de 5%. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistica (StatiSoft INC).

RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de pH, acidez e capacidade de retenção de água dos iogurtes produzidos com leite de cabra pré-tratado termicamente assistido ou não por ultrassom após 1 dia de fabricação armazenado à 7 °C.

A partir dos resultados obtidos não foi observado diferença para o pH e para acidez entre as amostras ($p > 0,05$) (Tabela 1). Em relação a capacidade de retenção de água e viscosidade aparente - η_{ap} (a uma taxa de deformação de 50 s^{-1}), verificou-se que as amostras produzidas com o leite sonicado durante os diferentes tratamentos térmicos apresentaram maior CRA (aumento de até 9,6%) e maior η_{ap} (aumento de até 36,4%) quando comparadas as respectivas amostras convencionais. Além disso, foi observado uma melhoria nesses parâmetros para as amostras pré-tratadas em maiores temperaturas, o que está diretamente correlacionado com a desnaturação das proteínas do soro e associação destas proteínas com as micelas de caseína na formação de um gel mais coeso e consistente (15).

Tabela 1. pH, acidez e capacidade de retenção de água do iogurte de leite cabra produzido a partir de leite pré-tratado termicamente assistido por ultrassom após 1 dia de armazenamento.

Pré-tratamento do leite	pH	Acidez (% Ác. Lático)	CRA	η_{ap} (mPa.s) γ (s^{-1}) = 50
62°C / 30 min	4,33 ± 0,04 ^a	0,73 ± 0,05 ^a	63,64 ± 1,77 ^d	110.5 ± 20,9 ^c
62°C / 30 min - US	4,34 ± 0,03 ^a	0,71 ± 0,04 ^a	69,27 ± 2,26 ^c	122.5 ± 2,8 ^c
80°C / 30 min	4,31 ± 0,05 ^a	0,75 ± 0,03 ^a	77,17 ± 2,24 ^b	114.2 ± 14,6 ^c
80°C / 30 min - US	4,31 ± 0,03 ^a	0,77 ± 0,03 ^a	82,31 ± 1,92 ^a	155.8 ± 33,7 ^{ab}
90°C / 5 min	4,36 ± 0,02 ^a	0,72 ± 0,03 ^a	76,41 ± 0,19 ^b	135.0 ± 18,7 ^{bc}
90°C / 5 min - US	4,29 ± 0,04 ^a	0,75 ± 0,01 ^a	83,74 ± 0,83 ^a	182.1 ± 25,9 ^a

Diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CRA: Capacidade de retenção de água. η_{ap} : Viscosidade aparente. γ : Taxa de deformação.

A avaliação da microscopia do iogurte de leite cabra ilustra o impacto do pré-tratamento térmico assistido por ultrassom após 1 dia de fabricação armazenado à 7 °C (Figura 1). A partir das micrografias foi observado que o pré-tratamento assistido por US alterou as estruturas das amostras em comparação com as amostras que foram pré-tratadas termicamente pelo método tradicional. De forma geral, observa-se que as amostras sonicadas (principalmente à 90°C/5min) resultaram em um gel com partículas menores aglomeradas em grandes massas. Esse resultado pode justificar a maior capacidade de retenção de água devido ao maior aprisionamento de água e, conseqüentemente, uma maior consistência do gel, conforme observado pela maior viscosidade aparente do produto produzidos com leite sonicado durante os processos térmicos.

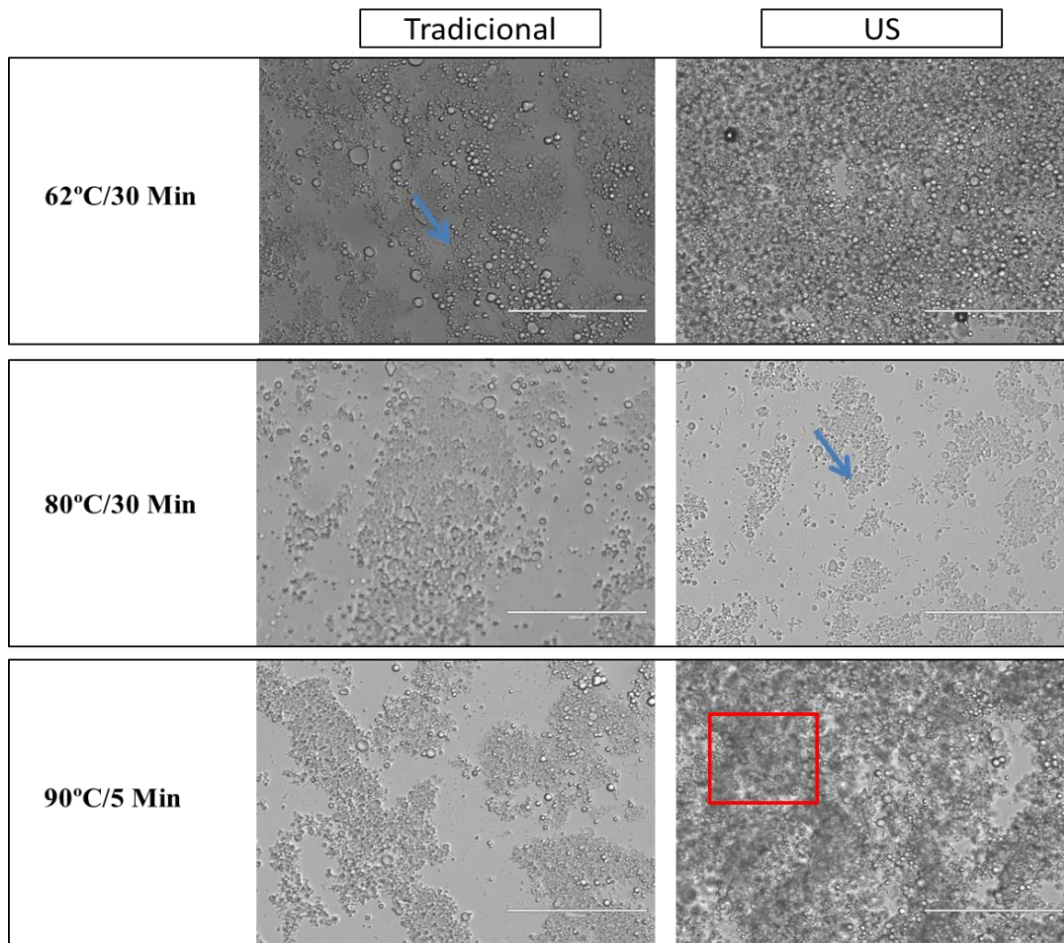


Figura 1. Observação microscópica (ampliação de 20x) do iogurte de leite de cabra pré-tratado por processos térmicos assistido por US. As setas azuis identificam os aglomerados de proteínas e o quadrado vermelho mostra a estrutura mais organizada. Processo de fermentação: Tradicional: produto obtido de leite não sonicado durante o processo térmico; US: produto obtido de leite sonicado durante o processo térmico.

CONCLUSÃO

Em condições específicas, o tratamento térmico assistido por US do leite de cabra para a produção do iogurte foi capaz de aumentar a capacidade de retenção de água e a viscosidade aparente, sem alterar características de pH e acidez do produto. Especificamente, as amostras pré-tratadas sob US em condições de 80°C/30min e 90°C/5min apresentaram melhores resultados e demonstra que o ultrassom pode ser uma estratégia para melhorar as características sensoriais e tecnológicas do iogurte de cabra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. GETANEH, G.; MEBRAT, A.; WUBIE, A.; KENDIE, H. Review on goat milk composition and its nutritive value. *J. Nutr. Health Sci.* v. 3, p. 1–10, 2016.
2. PASTUSZKA, R.; BARŁOWSKA, J.; LITWIŃCZUK, Z. Nutritional value and health-promoting properties of goat milk. *Med. Weter.* v. 71, p. 480–485, 2015.
3. TURKNEM, N. The nutritional value and health benefits of goat milk components. Elsevier: London, UK, v. 1, p. 441–449, 2017.

4. COSTA, M.; FRASAO, B.; SILVA, A.C.; FREITAS, M.; FRANCO, R.M.; CONTE-JUNIOR, C. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. *J. Dairy Sci.*, v. 98, p. 5995–6003, 2015.
5. EISSA, E.A.; AHMED, I.M.; YAGOUB, A.E.A.; BABIKER, E.E. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of yoghurt produced from goat milk. *Live Stock. Res. Rural Dev.* v. 22, p. 247–253, 2010.
6. DELGADO, K.F.; FRASAO, B.S.; COSTA, M.P.; CONTE-JUNIOR, C. Different alternatives to improve rheological and textural characteristics of fermented goat products-A Review. *Rheol.* v. 1, p. 1–6, 2017.
7. CHANDRAPALA, J.; OLIVER, C.; KENTISH, S.; ASHOKKUMAR, M. Ultrasonics in food processing-food quality assurance and food safety. *Trends Food Sci. Technol.* v. 26, p. 88–98, 2012.
8. VILLAMIEL, M AND DE JONG, P. Influence of high-intensity ultrasound and heat treatment in continuous flow on fat, proteins, and native enzymes of milk. *J. Agric. Food Chem.* v. 48, p. 472-478, 2000.
9. RIENER, J., NOCI, F., CRONIN, D. A., MORGAN, D. J., LYNG, J. G. A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks. *Food Chem.*, v. 119; p. 1108-1113, 2010.
10. VUCIC, T., JOVANOVIĆ, S., ZDRAVKOVIĆ, I., MAĆEJ, O. Uticaj koncentrata proteina surutke na karakteristike čvrstog jogurta od kozijeg mleka tokom skladištenja. *Preh. Ind. Mleko i mlečni proizvodi*, v. 22, ed. 1; p. 35-41, 2011.
11. AOAC. Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC, USA: AOAC International, 1999.
12. ERCILI-CURA, D., LILLE, M., LEGLAND, D., GAUCEL, S., POUTANEN, K., PARTANEN, R., et al. Structural mechanisms leading to improved water retention in acid milk gels by use of transglutaminase. *Food Hydrocolloids*, v.30, p.419-427, 2013.
13. PAULA, D. A., RAMOS, A. M., DE OLIVEIRA, E. B., MARTINS, E. M. F., DE BARROS, F. A. R., VIDIGAL, M. C. T. R., ... & DA ROCHA, C. T. Increased thermal stability of anthocyanins at pH 4.0 by guar gum in aqueous dispersions and in double emulsions W/O/W. *International Journal of Biological Macromolecules*, v, 117, p. 665-672. 2018.
14. TRIBST, A.A.L. et al. Using stirring and homogenization to improve the fermentation profile and physicochemical characteristics of set yogurt from fresh, refrigerated and frozen/thawed sheep milk. *LWT*, v. 130, p. 109557, 2020.
15. WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T.J. Dairy Science and Technology. (second ed.), Boca Ratón, FL, CRC, Taylor and Francis, 2006.