

CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DE ÁCIDOS GORDOS LIVRES DURANTE A PASTEURIZAÇÃO CONVENCIONAL E ÔHMICA

PEREIRA, R.N.A, MARTINS, R.C., TEIXEIRA, J.A. E VICENTE, A.A.

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA E BIOENGENHARIA, CENTRO DE ENGENHARIA BIOLÓGICA, UNIVERSIDADE DO MINHO

rpereira@deb.uminho.pt

INTRODUÇÃO

Desde a introdução dos sistemas automáticos de ordenha que se tem vindo assistir ao aumento da concentração de ácidos gordos livres (AGL) no leite cru. Os procedimentos relacionados com a ordenha, assim como a sua frequência e os tratamentos mecânicos a que posteriormente o leite é sujeito, como por exemplo, o bombeamento, a agitação e homogeneização, têm vindo a ser apontados como principais responsáveis pelo o aumento dos AGL. Estes tratamentos mecânicos danificam a estrutura da membrana que protege os glóbulos de gordura do leite, expondo os triglicérides à degradação enzimática por intermédio de lipases (lipólise).

Por sua vez, a hidrólise dos triglicérides resulta na libertação e consequente acumulação de AGL no leite. Os AGL quando devidamente balanceados com produtos resultantes das reacções de proteólise (degradação enzimática das proteínas) ou quando, de forma indirecta, servem como percursos de compostos voláteis, contribuem para o sabor e odor típico de alguns queijos. No entanto, o aumento excessivo da concentração de AGL no leite, sobretudo dos ácidos com cadeia de carbono curta (do C2:0 ao C6:0), está igualmente associado ao aparecimento de sabores e odores desagradáveis com consequências nefastas para a qualidade tecnológica do leite e dos produtos com ele confeccionados.

Cerca de 60 % a 70 % da concentração de AGL no leite tem origem durante a ordenha e o transporte do leite para o tanque de refrigeração. No entanto, durante o tratamento térmico do leite ocorrem mudanças significativas na composição física e química dos lípidos, especialmente na membrana dos glóbulos de gordura que pode eventualmente ser destruída pela combinação dos choques térmicos e físicos. O tratamento térmico acima dos 70 °C afecta a aglomeração dos glóbulos de gordura, promovendo fenómenos de coalescência e desnaturando as proteínas que constituem a membrana dos glóbulos facilitando a interacção entre proteínas e outros componentes da membrana.

Normalmente, a pasteurização de leite que precede o fabrico de queijo realiza-se por intermédio de permutadores de placas, que estão frequentemente associados à acumulação de sólidos à superfície das placas reduzindo significativamente a eficiência na transferência de calor e aumentando a queda de pressão ao longo do equipamento. Por outro lado, o aquecimento ôhmico afigura-se como uma tecnologia emergente para a pasteurização do leite, uma vez que permite aquecer rapidamente e uniformemente os materiais que lhe são submetidos, podendo ser considerado um processo HTST (High Temperature Short Time).

No caso do leite, a principal vantagem do aquecimento ôhmico será o formato do sistema de aquecimento: trata-se simplesmente de uma tubagem que, numa parte do seu percurso, possui um par de eléctrodos aplicados em posições opostas cuja função é aplicar o campo eléctrico ao alimento que entre eles passa, de forma uniforme. Isto contrasta fortemente com o percurso sinuoso do leite num permutador de placas que pode provocar um maior stress mecânico. No entanto, praticamente não se conhecem trabalhos sobre os efeitos que a pasteurização ôhmica poderá ter no perfil de AGL, e consequentemente, na qualidade tecnológica do leite.

Em comparação com o leite de vaca, o leite de cabra apresenta menor estabilidade térmica, concentrações elevadas de ácidos gordos (AG) de cadeia curta e glóbulos de gordura de tamanho reduzido, envolvidos por uma membrana mais frágil. Estes factores podem contribuir para uma maior acumulação de AGL no leite durante o seu processamento, aumentando dessa forma o risco

de oxidação e formação de sabores e odores desagradáveis. Neste contexto, com este trabalho pretendeu-se verificar qual o efeito que o processamento tem sobre a estabilidade da fracção lipídica do leite de cabra, nomeadamente no perfil de AGL de cadeia curta (ácido butírico, C4:0; e ácido capríco, C6:0) e de cadeia média (ácido caprílico, C8:0; e ácido cáprico, C10:0) em: i) leite de cabra cru sem tratamento; ii) leite de cabra cru submetido a passagem por diferentes tipos de bombas e sistemas de pasteurização (permutador de placas e aquecedor ôhmico) sem tratamento térmico; iii) leite de cabra pasteurizado pelo permutador de placas e aquecedor ôhmico.

METODOLOGIA

Utilizaram-se quatro amostras (A, B, C e D) de 60 litros de leite de cabra das raças "Saanen" e "Serrana", que foram recolhidas numa unidade de fabrico de queijo de cabra, localizada na Região do Minho (Portugal). Para a extracção e quantificação individual de AGL do leite foram utilizadas as técnicas de micro-extracção em fase sólida (SPME, solid-phase micro-extraction) e cromatografia gasosa. Efectuaram-se calibrações individuais para os AGL de cadeia curta e média através da adição prévia de padrões de AGL nas amostras de leite, assim como para as fibras de SPME utilizadas durante as extracções.

As calibrações demonstraram ser reprodutíveis e lineares num intervalo de concentrações situado entre os 5 e 40 mg/l. As amostras de leite cru foram posteriormente submetidas a diferentes tratamentos; o leite cru foi bombeado alternadamente por intermédio de uma bomba centrífuga (operando uma rotação de 2960 rpm) e uma bomba de parafuso (operando a uma rotação de 20 rpm), de forma a debitem um caudal semelhante; as pasteurizações ôhmica e convencional foram realizadas alternadamente e de forma contínua num aquecedor ôhmico e num sistema de permutador de placas, respectivamente, à temperatura de 72.5 °C durante 15 segundos. Os resultados obtidos trataram-se estatisticamente por técnicas de análise multivariada através da análise de componentes principais (PCA, principal component analysis) e análise hierárquica de clusters (HCA, hierarchical cluster analysis).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de leite cru recolhidas entre os meses de Setembro e Dezembro de 2006 apresentaram uma concentração média total de AGL de cadeia curta e média de 66.82 ± 27.18 mg/l, tendo-se registado um valor máximo de 142.72 mg/l (em Outubro) e mínimo de 38.29 mg/l (em Novembro). O AGL mais representativo foi o ácido cáprico contabilizando mais de 30 % do total de AGL quantificados (Figura 1).

A análise de componentes principais (PCA) aplicada às composições percentuais dos AGL quantificados, revelou que mais de 80 % (componente principal 1) da variabilidade observada nos resultados corresponde às diferenças de concentrações entre o ácido cáprico livre (o mais representativo de todos os AGL quantificados) e, essencialmente, os AGL de cadeia curta (butírico e capríco) (Figura 2).

Estes resultados demonstram que, em termos percentuais, os conteúdos de AGL de cadeia curta (ácidos butírico e capríco) e cadeia média (ácidos caprílico e cáprico) estão inversamente correlacionados no leite de cabra. Estas correlações estão de acordo com as já observadas em estudos anteriores para os AG de leite de cabra (Chilliard et al. 2003, Chilliard & Ferlay 2004) e resultam fundamentalmente das diferentes vias metabólicas e fluxos de nutrientes envolvidos na síntese de lípidos; quando disponibilidade

de AG de cadeia longa aumenta, a secreção corporal de AG de cadeia média diminui, o que resulta numa diminuição da sua concentração, diminuição essa mais acentuada devido ao efeito de diluição promovido pela maior presença de AG de cadeia longa (Chilliard & Ferlay 2004). Ao contrário dos AG de cadeia média, a concentração dos AG de cadeia curta não é tão afectada pelo aumento de suplementos lipídicos, que se podem verificar durante a dieta ou mobilização de lípidos.

Figura 1. Composição percentual (%) dos AGL presentes em leite de cabra cru sem tratamento: (C4) ácido butírico; (C6) ácido capríco; (C8) ácido caprílico; e (C10) ácido cáprico.

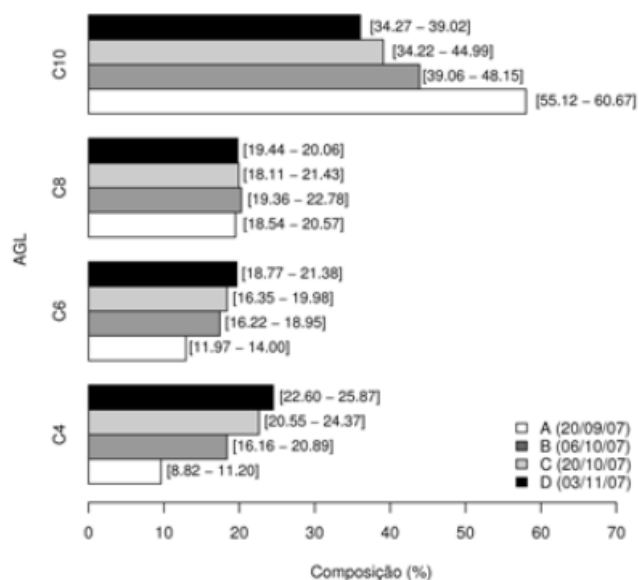
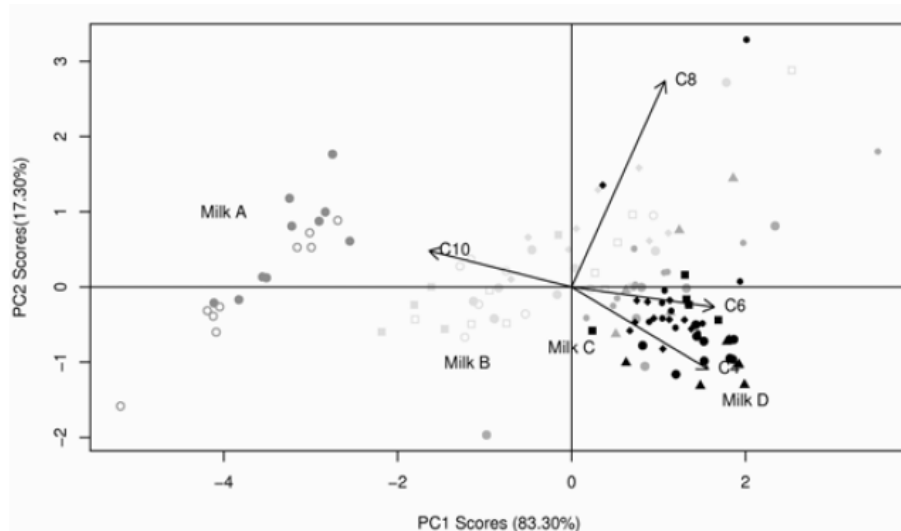


Figura 2. Análise de componentes principais (PCA) aplicada à composição percentual dos AGL quantificados nas amostras de leite A (—), B (—), C (—) e D (—): (●) sem tratamento; (○) bomba centrífuga; (□) bomba parafuso; (■) passagem pelo permutador de placas sem aquecimento; (♦) pasteurização no permutador de placas; (▲) passagem no aquecedor óhmico sem aquecimento; (●) pasteurização no aquecedor óhmico.



A análise hierárquica de clusters (HCA) evidenciou ainda que os tratamentos estudados não foram os principais responsáveis pela variabilidade encontrada nos perfis de AGL. Em particular, as bombas (nas condições de operação utilizadas) não promoveram aumentos significativos na concentração de AGL.

Seria de esperar que o bombeamento do leite pela bomba centrífuga, a operar a 2960 rpm, pudesse provocar alterações nas concentrações de AGL, uma vez que estudos prévios realizados em leite de vaca relatam um aumento da concentração de AGL após bombeamento, realizado num intervalo de rotações compreendido entre as 1750 e 3500 rpm (Escobar & Bradley 1990).

O facto de o leite ter sido refrigerado (5 °C) antes de ser bombeado pode ter evitado a acumulação de AGL; efectivamente, a baixas temperaturas os glóbulos de gordura parecem apresentar uma maior resistência ao stress mecânico (Wiking 2005). De igual forma a pasteurização óhmica a 72.5 °C durante 15 segundos não promoveu modificações acentuadas nos conteúdos de AGL, quando comparada com a pasteurização convencional.

O efeito adicional do campo eléctrico, combinado com o efeito térmico, na pasteurização óhmica não influenciou a composição percentual de AGL no leite de cabra de uma forma estatisticamente significativa. Estes resultados indicam que a pasteurização óhmica poderá ser introduzida no processo de pasteurização de leite de cabra sem afectar negativamente a sua qualidade organoléptica.

CONCLUSÕES

A combinação das técnicas analíticas de SPME e cromatografia gasosa resultaram num método com boa reprodutibilidade para a quantificação de AGL de cadeia curta e média em leite de cabra. A correlação inversa entre os AGL de cadeia curta e média evidenciada nos resultados indicam que um leite de cabra, ainda que apresentando um menor teor de gordura, poderá ser rico em AGL de cadeia curta e assim demonstrar a mesma apetência para o desenvolvimento do sabor a ranço.

De uma forma geral, a variabilidade das composições percentuais observada nas amostras de leite cru, que foram analisadas sem serem sujeitas a qualquer tipo de tratamento, foi superior à variabilidade introduzida pelos tratamentos estudados experimentalmente.

Factores relacionados com o estado de fisiológico, o estado de lactação e a dieta dos animais poderão justificar as variações observadas nos valores percentuais de AGL, em particular nos valores de ácido cáprico. Dessa forma a monitorização da composição de AGL antes das diferentes etapas de processamento poderá representar um avanço significativo na avaliação da qualidade do leite.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J. & Lamberet, G. (2003), 'A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis', *Journal of Dairy Science* 86, 1751-1770.
- Chilliard, Y. & Ferlay, A. (2004), 'Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties', *Reproduction Nutrition and Development* 44, 467-492.
- Escobar, G. J. & Bradley, R. (1990), 'Effect of mechanical treatment on the free fatty acids content of raw milk.', *Journal of Dairy Science* 73, 2050-2060.
- Wiking, L. (2005), *Special Reference to Automatic Milking Systems*, PhD thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.