

Cinética de mudança de cor e inativação da pectinametilesterase em suco de laranja pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck) submetido a pasteurização assistida por micro-ondas

Danielle Lu Fan

Kaiky Cesar Amaro

Prof^a Dr^a Carmen Cecília Tadini

Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica – Universidade de São Paulo

danilufan@usp.br

Objetivo

O estudo teve por objetivo avaliar o efeito do tratamento térmico contínuo do suco de laranja assistido por micro-ondas focalizadas sobre a inativação da enzima pectinametilesterase (PME) e a alteração de cor.

Métodos e Procedimentos

Foram adquiridas laranjas da variedade pera em mercado local de São Paulo. O suco foi obtido em máquina extratora (FMC, Fresh'N Squeeze, EUA) e imediatamente processado em um pasteurizador (MicroThermics, Lab25-UHT/HTST EHVH, EUA). Diferentes temperaturas foram testadas (70, 80, 90 e 100) °C e vazões (0,2; 0,4; 0,5; 0,6 e 1,2) L.min⁻¹, resultando em diferentes binômios de tempo-temperatura. Assim, obteve-se 20 amostras de suco para cada uma das condições de processo. Também foram coletadas amostras do suco não processado.

O suco processado e não processado foi caracterizado, em triplicata, quanto ao pH, utilizando o pHmetro (Radiometer, PHM290, França); à acidez titulável por titulador automático (Metrohm, 848 Titrino Plus, Suíça); ao teor de sólidos solúveis (°Brix) por refratômetro (Schmidt Haensch, ATR-BR, Alemanha); à cor e atividade da enzima PME.

A cor foi determinada empregando a escala CIELab, utilizando o espectrofotômetro (HunterLab, ColorQuest XE, EUA). A diferença total de cor (ΔE) foi calculada conforme a Equação 1:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

no qual os indicadores L^* , e o conjunto a^* e b^* representam a luminosidade e cromaticidade, respectivamente.

A atividade da enzima PME foi medida conforme Rouse e Atkins (1955), no pHStat com sistema de titulação automático. A partir do volume de titulante foi possível determinar a atividade da enzima PME conforme a Equação 2:

$$PMEU = V_s N / V_a SS 30 \quad (2)$$

em que V_s é o volume de solução de NaOH, N a normalidade da solução, V_a o volume de amostra do suco de laranja e SS o teor de sólidos solúveis da amostra. A atividade residual (A/A_0) foi calculada ao dividir o valor da atividade enzimática após o processamento (A) pela atividade medida do suco não processado (A_0).

Resultados

Os dados físico-químicos medidos do suco não processado foram: pH de 3,97 a 4,18; acidez de (0,55 a 0,61) g ácido cítrico/100 g; e teor de sólidos solúveis de (9,32 a 10,78) °Brix. Observou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) quanto ao pH, acidez e sólidos solúveis entre o suco processado e não processado, como esperado. Isto indica que a alteração da atividade enzimática e na cor foi devido ao processamento.

Na Figura 1, se observa o histórico de temperatura do processo assistido por micro-ondas, onde é possível verificar um rápido aumento da temperatura, o que evita o sobreaquecimento. Com isso, é possível

concluir que o aquecimento por micro-ondas é mais rápido e mais eficiente.

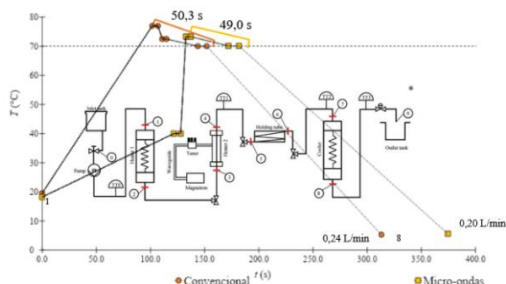


Figura 1: Histórico de temperatura em função do tempo de residência para o processamento assistido por micro-ondas.

*Fonte: Adaptado de Siguemoto, Pires, Funcia e Gut (2018).

Os dados obtidos para a atividade residual da enzima PME são apresentados na Figura 2.

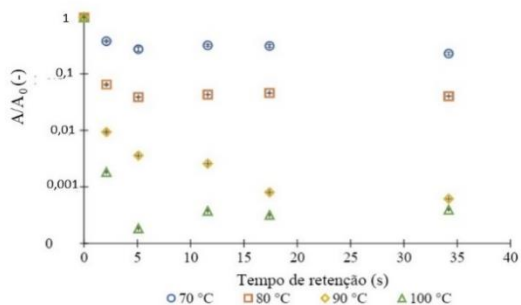


Figura 2: Atividade residual da enzima PME após processamento por micro-ondas.

Nota-se que a inativação enzimática aumenta proporcionalmente ao tempo e a temperatura de processamento, como esperado. Nota-se também que o fator temperatura apresenta maior efeito sobre a inativação se comparado ao tempo de retenção.

Os dados da diferença total de cor podem ser observados na Figura 3, na qual nota-se o aumento da variação total de cor à medida que se aumenta a temperatura e o tempo de residência do processamento.

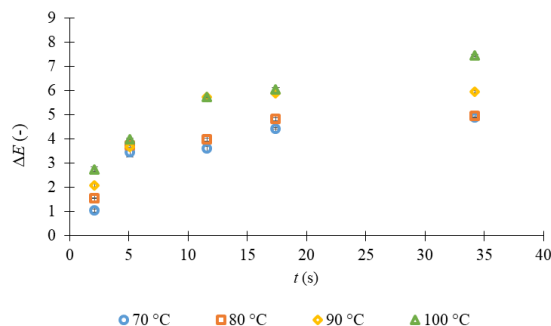


Figura 3: Comparação da variação total de cor entre o suco não processado e o suco pasteurizado por micro-ondas.

A análise estatística mostrou que a variação total de cor para as amostras processadas por micro-ondas é ligeiramente menor ($p < 0,05$) que as amostras processadas pelo método convencional.

Conclusões

Foi possível concluir que o processo térmico não alterou as características físico-químicas do suco de laranja. O histórico de temperatura mostrou que o aquecimento por micro-ondas é muito mais rápido, o que minimiza a exposição excessiva do suco ao calor e a suscetibilidade a degradação dos nutrientes. Os resultados indicam que a pasteurização assistida por micro-ondas tem potencial para o processamento do suco de laranja com menor alteração de cor.

Referências Bibliográficas

AWUAH, G. B.; RAMASWAMY, H. S.; ECONOMIDES, A. Thermal processing and quality: Principles and overview. **Chemical Eng. and Processing: Process Intensification**, v. 46, n. 6, p. 584–602, jun. 2007.

SIGUEMOTO, É. S. et al. Evaluation and modeling of a microwave-assisted unit for continuous flow pasteurization of liquid foods: Residence time distribution, time–temperature history, and integrated lethality. **J. of Food Process Eng.**, v. 41(8), p.1-13, 2018.

ROUSE, A. H.; ATKINS, C. D. Pectinesterase and pectin in commercial citrus juice as determined by methods used at the citrus experiment station. **Tech. Bulletin University of Florida**, v.1, n.1, n.390, p.19-23, 1955.