

Aplicação do método de elementos finitos na simulação da difusão multicomponente. Estudo da desidratação osmótica de maçã.

Dionísio Borsato^{1*}(PQ), Ivanira Moreira¹(PQ), Marcelo Medre Nóbrega¹(IC), Marcos Vinícios R. Pina¹(IC), Rui Sérgio dos Santos Ferreira da Silva²(PQ), Evandro Bona³(PQ). dborsato@uel.br.

¹Departamento de Química e ²Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Londrina. CP6001, CEP 86051-990. Londrina-PR. ³Universidade Tecnológica de Campo Mourão-PR.

Palavras Chave: Desidratação osmótica, método de elementos finitos.

Introdução

A desidratação osmótica é uma técnica bastante útil na conservação de frutas. Ela consiste em submeter o alimento sólido, inteiro ou em pedaços, a soluções aquosas (sais ou açúcares) de alta pressão osmótica para promover a remoção da água não ligada presente no alimento. Este processo tem atraído grande atenção devido a suas vantagens, incluindo, melhor retenção de cor e sabor e necessidade de menor energia quando comparada com a secagem convencional. O objetivo deste trabalho foi modelar a desidratação osmótica de cilindros de maçã, determinar os coeficientes de difusão e o número de Biot com o uso do aplicativo COMSOL Multiphysics 3.2 baseado no método de elementos finitos (MEF).

Resultados e Discussão

A desidratação osmótica na maçã foi realizada em solução aquosa estática contendo 60g de sacarose/100g $\text{sacarose} + \text{água}$. A solução, contendo os cilindros de maçã foi mantida sob refrigeração para controle e manutenção da temperatura ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) durante todo o processo. A malha tetraédrica utilizada na simulação foi gerada automaticamente, sendo composta por 4585 elementos com 14224 graus de liberdade. Com a malha fornecida pelo programa computacional e o esquema de discretização temporal utilizado foi obtida a estimativa dos coeficientes de difusão (principais e cruzados) e número de Biot através do método de otimização simplex. Os desvios médios percentuais, durante 33 horas de desidratação, foram de 5% para a sacarose e de 3% para a água. A Figura 1 mostra, ao longo do tempo, o perfil de difusão da sacarose e da água com os valores das concentrações obtidos experimentalmente (refratômetro de ABBE e secagem em estufa a 100°C) e com os obtidos por meio da aplicação do programa COMSOL Multiphysics 3.2 utilizando os valores dos coeficientes de difusão, principais e cruzados e do número de Biot otimizados no processo de desidratação em estudo.

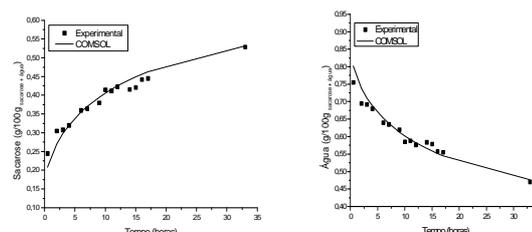


Figura 1. Perfil de distribuição da concentração de sacarose e de água após 33 horas.

A análise dos resultados obtidos (Figura 1) mostrou que a diminuição do teor de água, ao final do experimento, foi de aproximadamente 55% e ocorreu mais intensamente nas primeiras 12 horas do processo, momento em que já se havia eliminado 34% do conteúdo inicial de água. A Figura 2 mostra a distribuição da sacarose (I) e da água (II) após 33 horas de simulação.

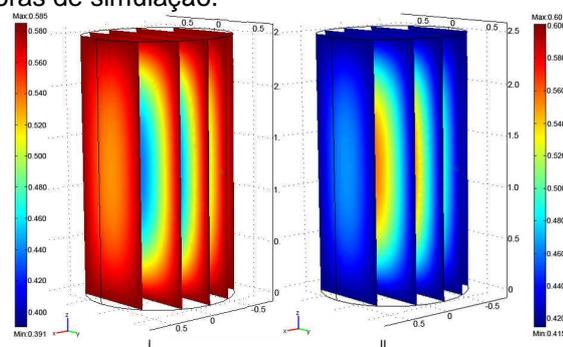


Figura 2. Distribuição da sacarose (I) e de água (II) nos cilindros de maçã após 33 horas de simulação.

Conclusões

Os dados simulados mostraram-se coerentes e convergentes com os resultados experimentais, validando o MEF para o estudo da desidratação osmótica da maçã. Este método pode ser adaptado para a determinação da concentração média do soluto e água, permitindo a estimativa da concentração de equilíbrio dos mesmos.

Agradecimentos

A Fundação Araucária, à UEL e CNPq.