

Modelagem e simulação da difusão multicomponente durante a desidratação osmótica em pedaços de melão.

Dionísio Borsato(PQ)*, Pedro Paulo A. Paccola (IC), Marcos V. R. Pina (IC), Juliane R. Orives (IC), Kelly R. Spacino(IC), Elisângela T. da Silva (IC). dborsato@uel.br.

Departamento de Química da Universidade Estadual de Londrina. C.P. 6001 CEP 85051-990 Londrina-PR.

Palavras chave: Difusão multicomponente, Desidratação osmótica, Método de elementos finitos.

Introdução

A aplicação da desidratação osmótica de frutas e em menor escala de vegetais tem recebido atenção nos últimos anos como uma técnica para a produção de alimentos de umidade intermediária ou como um pré-tratamento antes de secagem a fim de reduzir o consumo de energia ou danos causados pelo calor. A desidratação osmótica caracteriza-se como um processo complexo de transferência de massa contracorrente entre o tecido vegetal e a solução hipertônica. Modelos de perda de água e ganho de soluto estão baseados na hipótese que a transferência de massa pode ser descrita pela equação de difusão de Fick (2ª lei) em regime não estacionário. A equação de Fick estabelece uma relação entre o fluxo dos componentes e os gradientes de concentração. O objetivo deste trabalho foi determinar os coeficientes de difusão e o número de biot, usando como modelo experimental a desidratação osmótica de pedaços de melão com o uso do aplicativo COMSOL Multiphysics 3.2 baseado no método de elementos finitos (MEF).

Resultados e Discussão

A desidratação osmótica foi realizada utilizando pedaços de melão contendo 86,5% de água e 13,5% de sólidos. A solução utilizada continha 60% de sacarose e 40% de água. A solução 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 4690 elementos com 14574 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 e número de Biot pelo método de otimização simplex. O método simplex inicializou a busca com 6 conjuntos de valores isto é $n+1$. Cada conjunto foi utilizado na simulação pelo programa COMSOL Multiphysics e os valores obtidos foram comparados com os valores experimentais por meio do desvio percentual. O conjunto que apresentou o maior desvio calculado foi substituído por um novo conjunto de valores gerados pelo simplex e, o sistema recorrente, através de reflexões e/ou contrações levou o

sistema ao valor ótimo. O valor dos desvios entre os dados experimentais e simulados foi de 4,71% para a sacarose e 4,51% para a água e a simulação indicou que a resistência externa pode ser desprezada no fenômeno de transferência de massa estudado. O coeficiente de difusão obtido para a sacarose foi de $7,3260 \times 10^{-11} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$, $8,4259 \times 10^{-11} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ para a água e o número de Biot foi 79,13.

A Figura 1 mostra, em cortes, o perfil de distribuição da sacarose e da água após 140 horas de simulação onde a concentração prevista no centro do tronco de pirâmide é de aproximadamente 95% do conteúdo de sacarose e 5,95% de água na solução hipertônica utilizada.

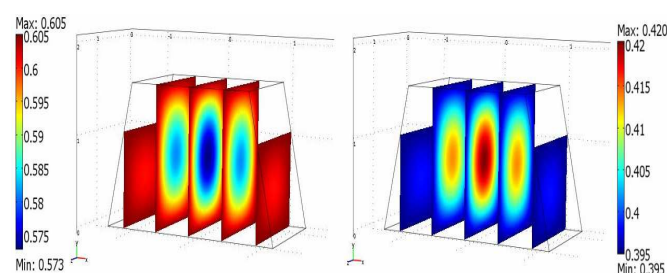


Figura 1. Perfil de distribuição de sacarose e da água após 140 horas de simulação.

Conclusões

O método de otimização simplex mostrou ser uma ferramenta eficaz na busca dos principais parâmetros envolvidos no processo de difusão durante a desidratação osmótica de pedaços de melão.

Os dados simulados para o processo de desidratação mostraram-se coerentes e convergentes com os resultados experimentais, validando a aplicação do MEF para a desidratação osmótica.

O MEF pode ser adaptado para o cálculo da concentração média do soluto e água no melão permitindo a estimativa da concentração de equilíbrio dos mesmos. Esta informação pode ter importância para a modulação do tempo de desidratação, melhoria na produtividade e maior controle da qualidade do processo.

Agradecimentos

A UEL e ao CNPq pela concessão de bolsas.