

Uso do aplicativo COMSOL MULTIPHYSICS 3.2 na simulação da transferência de massa em biossólido alimentar.

Dionisio Borsato^{1*}(PQ), Evandro Bona¹(PQ), Rui Sérgio dos Santos Ferreira da Silva² (PQ), Dayanne Aline de Souza Fidelis² (PG), Luis Henry Monken e Silva (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..

Palavras Chave: Queijo Prato, simulação, salga, maturação.

Introdução

O teor de cloreto de sódio tem levado os consumidores conscientes a optarem por queijos ou derivados menos salgados, devido à associação entre o consumo de sal e a hipertensão arterial. Uma alternativa para reduzir o teor salino em queijos é a substituição parcial do NaCl pelo KCl, desde que não se altere sua qualidade final. A utilização de modelos que simulam a difusão multicomponente, como a 2ª lei de Fick generalizada, durante a salga e maturação de queijos é importante para o controle do processo e da qualidade do produto. Na simulação da difusão multicomponente foi utilizado o aplicativo COMSOL 3.2 que utiliza o método de elementos finitos (MEF), que é uma alternativa numérica completamente geral com relação à geometria e condições de contorno. No presente trabalho foi simulada a difusão multicomponente dos sais NaCl e KCl durante a salga e a maturação de queijo Prato utilizando uma salmoura estática contendo 14% de NaCl e 6% de KCl (m/m).

Resultados e Discussão

No processo de salga as amostras de queijo prato foram mantidas por 5 horas em salmoura estática preparada com concentração salina em torno de 20% (m/m de NaCl:KCl) e pH médio de 5,5, ajustado com solução de ácido clorídrico 0,5 M. Foi adicionado 0,5% (m/m) de cloreto de cálcio para manter a rigidez superficial da estrutura do queijo durante a salga, sem ocorrer possíveis perdas de cálcio. Utilizou-se uma proporção de 70% de NaCl e 30% de KCl na difusão multicomponente. O volume da salmoura utilizada foi aproximadamente 3,5 vezes maior que o volume do queijo, garantindo assim que a concentração da salmoura permanecesse aproximadamente constante durante a salga. Após um período de 5 horas de salga, as amostras foram retiradas da salmoura e deixadas secar em geladeira por 2 horas. Em seguida, todas as amostras foram embaladas numa seladora à vácuo para iniciar o período de maturação. As amostras de queijo ficaram 40 dias maturando sob faixa de refrigeração de 10 ± 1 °C. Após cada tempo determinado de maturação (0, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 dias), uma amostra era

retirada para a realização de análises físico-químicas. A maturação do dia 0 se refere ao período de 5 horas de salga. O teor de sódio e potássio foi determinado em um fotômetro de chama Micronal. As condições de contorno utilizadas para a simulação da salga foram:

$$\frac{\partial C_1(\pm R, t)}{\partial h} = \frac{h_m}{l_m} [C_1 - C_{1,s}] \quad x, y, z \in \partial\Omega, x, y, z \in \partial\Omega, t > 0$$

$$\frac{\partial C_2(\pm R, t)}{\partial h} = \frac{h_m}{l_m} [C_2 - C_{2,s}]$$

e, para a maturação:

$$\frac{\partial C_1(\pm R, t)}{\partial h} = 0 \quad \text{com } x, y, z \in \partial\Omega, t > 0$$

$$\frac{\partial C_2(\pm R, t)}{\partial h} = 0$$

A figura 1 mostra o perfil de distribuição salina no período de maturação.

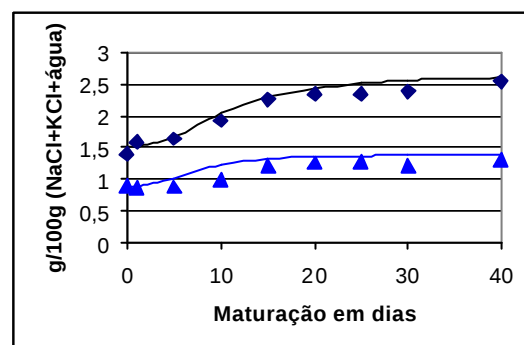


Figura 1. Valor experimental e estimado para o NaCl (♦, —) e para o KCl (Δ, —).

Conclusões

A modelagem aplicada ao sistema em questão pode ser utilizada para a previsão das características do produto quando mudanças nas variáveis do processo forem implementadas, permitindo, portanto, a otimização e o controle de qualidade na salga e maturação de queijo tipo prato.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Londrina e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

¹ Bona, E.; Silva, R.S.S.F.; Borsato, D.; Silva, L. H. M.; Fidelis, D. A. S., *Journal of Food Engineering* **2007**, v.79, p771-778.