

Resumo

O presente trabalho teve como principais objectivos estudar e interpretar o comportamento de produtos alimentares encarados como polímeros naturais plastificados recorrendo a conceitos desenvolvidos no âmbito da ciência de polímeros, e averiguar a possível dependência da velocidade de reacção química de deterioração desses produtos (escurecimento não-enzimático) com um desses importantes conceitos, a temperatura de transição vítrea.

Para a concretização destes objectivos foi necessário conhecer as características de sorção dos produtos alimentares (relação entre a actividade da água ou humidade relativa e o conteúdo de humidade a determinada temperatura, traduzido pela chamada isotérmica de sorção) para, uma vez determinados os diagramas de estado (representação dos estados físicos do produto em função da temperatura e composição incluindo a relação entre a temperatura de transição vítrea e o conteúdo de humidade), poder averiguar a dependência da cinética da reacção de deterioração a várias temperaturas e humidades relativas com a temperatura de transição vítrea.

Na primeira parte do trabalho foi estabelecida e testada uma metodologia experimental para a determinação das isotérmicas de sorção. A determinação experimental foi efectuada pelo método estático-gravimétrico e pela utilização de um higrómetro eléctrico. Foram determinadas as isotérmicas de sorção de alguns frutos e vegetais e aos resultados obtidos foi ajustado o modelo de GAB, modelo recomendado pelo projecto Europeu COST 90 sobre as propriedades físicas dos alimentos. Através das isotérmicas a diferentes temperaturas foi possível estimar os respectivos calores de sorção, o que constitui um contributo adicional para a caracterização física desses produtos.

Na segunda parte foi dada uma maior ênfase aos estados amorfos de "não-equilíbrio" do alimento (pastoso e vítreo). Foi efectuada uma recapitulação dos principais contributos visando a aplicação da ciência dos polímeros aos produtos alimentares, e esses conceitos foram utilizados no estudo do comportamento de quatro produtos (cebola, morango, uva e compota de pêssago). A ocorrência da transição vítrea foi verificada experimentalmente e foram determinadas as temperaturas de transição vítrea respectivas, utilizando a técnica de calorimetria diferencial com varrimento de temperatura. Foi assim possível construir o diagrama de estado para os diferentes produtos estudados.

Na terceira parte efectuou-se um estudo de estabilidade durante a armazenagem através da determinação experimental da cinética de escurecimento não-enzimático da cebola e do morango liofilizados e pulverizados a diferentes temperaturas e humidades relativas. Foi ainda estudada a dependência do coeficiente cinético com a temperatura pelos modelos de Arrhenius e de Williams-Landel-Ferry (este último modelo função da temperatura de transição vítrea); o modelo de WLF conduziu a uma melhor representação dos valores experimentais.

Os resultados obtidos apontam para a confirmação da hipótese formulada da dependência de alterações químicas com a temperatura de transição vítrea. Este resultado, que pode ser considerado como a mais relevante contribuição deste estudo para a ciência de alimentos, necessita naturalmente ser alargado e verificado com outros produtos.

Abstract

It was the main objective of this work to investigate and explain the behaviour of food products, seen as natural plastified polymers, based on principles from Polymer Science theory. Furthermore, the change on the rates of typical deteriorative chemical reactions (non-enzymic browning) with the glass transition temperature of the material was studied.

To achieve those goals it was necessary to obtain sorption characteristics of food materials (the relation between water activity or equilibrium relative humidity vs. moisture content at each temperature - sorption isotherm). Such information is required to study the kinetic dependence of non-enzymic browning on glass transition temperature, given the state diagram for the material. These objectives were reached as follows:

In the first part of the work experimental methodologies to determine sorption isotherms were implemented and tested. The techniques studied involved the static equilibrium method and the use of an electric hygrometer. Sorption isotherms for several fruits and vegetables were measured and the experimental results fitted to GAB model, as recommended by European project COST 90 on Physical Properties of Foods. From values of sorption isotherms at different temperatures, heats of sorption were estimated.

In the second part of the work, the emphasis was on amorphous non-equilibrium state of foods (rubbery and vitreous). Following a review of previous attempts to explain food behaviour from polymer science view point, the same concepts were applied to the characterisation of four products: onion, strawberry, grape and peach jam. Glass transition temperatures for the materials equilibrated under different relative humidities were determined by differential scanning calorimetry (DSC) allowing state diagrams of such materials to be obtained.

In the third part of the work the rate of non-enzymic browning of powdered onion and strawberry in shelf-life studies at different storage temperatures and relative humidities were measured. Arrhenius and Williams-Landel-Ferry models were used to describe the dependence of the rate of reaction with temperature. It was observed that Williams-Landel-Ferry model seems to lead to a better description of the experimental results.

Such conclusion suggests the confirmation of the initial hypothesis of the dependence of the rates of deteriorative chemical reaction on glass transition temperature. This result, considered the most relevant contribution of this work for the science of food materials, should obviously be extended to and confirmed with other materials.