

Weije LAN

« Applications utilisant la spectroscopie infrarouge pour détecter et relier la variabilité et l'hétérogénéité avant et après transformation des pommes : cas des purées. » . 23 septembre 2021

Résumé

Cette thèse visait à montrer comment la spectroscopie vibrationnelle incluant le proche infrarouge (NIR), le moyen infrarouge (MIR), le Raman et l'imagerie hyperspectrale (NIR-HSI) couplée à la chimiométrie pouvait mettre en évidence la variabilité et l'hétérogénéité des pommes et des purées après transformation. Des essais expérimentaux ont été conçus pour moduler plusieurs facteurs, au verger (variétés, pratiques agricoles), pendant le stockage post-récolte (4°C) et la transformation (température, broyage et raffinage) afin de faire varier les propriétés et la composition des pommes et des purées.

Une approche efficace utilisant la NIRS-HSI a permis d'illustrer la répartition des sucres totaux et de la matière sèche à l'intérieur des pommes. Les variabilités inter-lots et intra-lots des pommes ont profondément modifié les purées. La spectroscopie MIR a été le meilleur outil pour détecter la variabilité des purées et évaluer leurs propriétés biochimiques (solides solubles, acidité, matière sèche, fructose, saccharose et acide malique), rhéologiques (viscosité et modules viscoélastiques) et texturales (taille et volume des particules). Des corrélations linéaires ont été trouvées entre la texture de la pomme et la viscosité de la purée, ainsi qu'entre les pommes et les purées pour l'acidité, les solides solubles et la matière sèche. Ainsi, les techniques VIS-NIR et NIR ont permis de prédire le goût et la texture des purées à partir des spectres acquis sur les pommes intactes. De plus, la spectroscopie MIR a pu guider la formulation des purées à partir des spectres des purées monovariétales.

Nos approches innovantes pourraient fournir des données objectives pour mieux gérer les pommes et adapter les conditions de transformation en fonction de leurs propriétés initiales. L'objectif ultime est d'améliorer la qualité des fruits frais et transformés tout en réduisant les pertes.

Abstract

Applications using infrared spectroscopy to detect and bridge the variability and heterogeneity before and after fruit processing: a case study on apple purees

This thesis aimed to show how vibrational spectroscopy including near infrared (NIR), mid infrared (MIR), Raman and NIR hyperspectral imaging (NIR-HSI) coupled with advanced chemometrics can highlight the variability and heterogeneity of both, raw apples and processed purees. Experimental trials were designed to modulate several factors in orchard (varieties, agricultural practices), during post-harvest storage (4°C) and processing (temperature, grinding and refining) in order to modify properties and composition of apples and purees.

An efficient approach using NIR-HSI allowed illustrating the distribution of total sugars and dry matter inside apples. The inter-batch variability of apples and the intra-batch variability between individual apples intensively changed the cooked purees. MIR spectroscopy was the best tool to detect the variability of purees and assess their biochemical (soluble solids, acidity, dry matter, fructose, sucrose and malic acid), rheological (viscosity and viscoelastic moduli) and textural (particle size and volume) properties. Good linear correlations were found between apple texture and puree viscosity, as well as between apple and puree acidity, soluble solids and dry matter. Therefore, VIS-NIR and NIR techniques allowed to predict the taste and texture of purees from the non-destructive spectra of apples. Besides, MIR spectroscopy can guide puree formulation from spectra of single-variety purees.

Our innovative approaches could provide objective data to better manage apples and to adapt processing conditions according to their initial properties. The ultimate goal is to improve the quality of fresh and processed fruits while reducing losses.