

THESE DE DOCTORAT

ONIRIS

ÉCOLE DOCTORALE N° 602

Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes

Spécialité : Génie des Procédés et Bioprocédés

Par

Eugenia Ayebea ASAMOAH

Cake Baking by Ohmic Heating: impact of baking powder and process parameters on cake quality

Cuisson des Cakes par Chauffage Ohmique : impact de la poudre levante et des paramètres du processus sur la qualité du cake

Thèse présentée et soutenue à Oniris, le 16 Novembre 2023

Unité de recherche : GEPEA UMR CNRS 6144

Rapporteurs avant soutenance :

Stéphane DESOBRY
Catherine BONAZZI

Professeur, Université de Lorraine
Directrice de Recherche, INRAE-UMR SayFood

Composition du Jury :

Président :
Examineurs :

Stéphane DESOBRY
Reine BARBAR

Professeur, Université de Lorraine
Maître de Conférences, Institut Agro-Montpellier

Directeur de thèse :
Co-directrice de thèse :
Co-encadrant de thèse :

Alain LE-BAIL
Patricia LE-BAIL
Olivier ROUAUD

Professeur, Oniris
Directrice de Recherche, INRAE-BIA
Professeur, Oniris

Titre : Cuisson des Cakes par Chauffage Ohmique : impact de la poudre levante et des paramètres du processus sur la qualité du cake

Mots clés : chauffage ohmique, conductivité électrique, poudre levante, quatre-quarts, gélatinisation de l'amidon, qualité des cakes

Résumé : Le chauffage ohmique (CO) pourrait révolutionner l'industrie de la boulangerie en raison de ses avantages, tels qu'un chauffage rapide et uniforme avec une grande efficacité énergétique. Jusqu'à présent, la cuisson par CO a été très peu étudiée. L'application industrielle pour le pain est déjà en place (le PANKO), tandis que la fabrication de cake avec le CO est encore au stade de la recherche. Cette thèse vise à formuler et à caractériser une recette de cake avec de la poudre levante (PL) et à l'optimiser pour le CO dans un processus batch. L'étude a évalué en détail l'impact de la PL sur les propriétés de la pâte et du cake, y compris les propriétés morphologiques et thermophysiques et la résistivité électrique. La cuisson conventionnelle (CC) a servi de référence. En outre, l'étude a porté sur les paramètres du procédé tels que la vitesse de chauffage et les temps de maintien pour la cuisson des cakes par CO, dans le but d'identifier les conditions idéales.

Les résultats ont été frappants, révélant une réduction remarquable de 60% du temps de cuisson pour obtenir des cakes entièrement expansés avec CO par rapport à la CC. L'ajout de PL a non seulement amélioré l'expansion du volume du cake, mais a également favorisé le développement d'une structure de mie poreuse, dépassant les résultats obtenus sans PL. En résumé, cette thèse établit une compréhension fondamentale de la cuisson des cakes par CO dans un processus batch. Elle fournit non seulement des informations précieuses sur les paramètres du produit et du processus en vue d'une application potentielle à la cuisson en continu de produits à base de céréales, mais elle ouvre également la voie à de futures innovations, comme par exemple l'impression 3D. Dans l'ensemble, le CO a le potentiel de remodeler l'industrie de la boulangerie en offrant un contrôle précis des profils de chauffage afin d'adapter l'apparence et la texture des produits de boulangerie.

Title: Cake Baking by Ohmic Heating: impact of baking powder and process parameters on cake quality

Keywords: ohmic heating, electrical conductivity, baking powder, pound cake, starch gelatinization, cake quality

Abstract: Ohmic heating (OH) may revolutionize the baking industry due to its advantages, such as rapid and uniform heating with a high energy efficiency. OH baking has been minimally explored so far. Industry application for bread is in operation for bread crumb (PANKO) while cake making with OH is still at research level. This thesis aims to formulate and characterize a pound cake recipe with baking powder (BP) and optimize it for OH in a batch process. The study extensively evaluated the impact of BP on batter and cake properties, including morphological & thermo-physical properties & electrical resistivity. Conventional baking (CB) served as a reference method. Additionally, the investigation delved into process parameters like heating rate and holding times for OH cake baking, aiming to identify the ideal conditions.

The results were striking, revealing a remarkable 60% reduction in baking time to achieve fully expanded cakes with OH compared to CB. Furthermore, the inclusion of BP significantly improved cake volume expansion and fostered the development of a porous crumb structure, surpassing the results obtained without BP. In essence, this thesis establishes a foundational understanding of cake baking using OH in a batch-process setting. It not only provides valuable insights into product and process parameters for potential application in continuous baking of cereal-based products but also paves the way for future innovations, including the integration of OH into 3D printing processes. Overall, OH has the potential to reshape the baking industry by offering precise control over heating profiles to tailor appearance and texture outcomes in cake products.