



HAL
open science

Effet de la durée d'exposition aux micro-ondes sur la structure des graines

Vitoria Souza, Philippe P. Bohuon, Bernard Cuq, Clarissa Detomi de Albuquerque

► **To cite this version:**

Vitoria Souza, Philippe P. Bohuon, Bernard Cuq, Clarissa Detomi de Albuquerque. Effet de la durée d'exposition aux micro-ondes sur la structure des graines. 19ème Congrès de la Société Française de Génie des Procédés, Oct 2024, Deauville, France. hal-04796009

HAL Id: hal-04796009

<https://hal.inrae.fr/hal-04796009v1>

Submitted on 21 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Effet de la durée d'exposition aux micro-ondes sur la structure des graines

Vitoria SOUZA¹, Philippe BOHUON², Bernard CUQ¹, Clarissa ALBUQUERQUE¹

¹TRANSFORM, UMR IATE, France ; ²Cirad-PERSYSTX, UMR QualidSud, France

clarissa.detomi@supagro.fr

RÉSUMÉ

Cette étude a analysé les effets du traitement aux micro-ondes sur les grains de pois chiches. Les grains pré-hydratés ont été exposés aux ondes électromagnétiques, ce qui a entraîné des changements physiques, morphologiques et structurels. L'eau présente dans les grains a absorbé l'énergie des ondes, provoquant une augmentation de la pression interne et la formation de pores, de fissures et de cavités. Les grains traités ont subi un phénomène d'expansion, avec une augmentation du diamètre équivalent, du volume et de la surface par rapport aux grains secs témoins, entraînant ainsi une diminution de la densité apparente et du volume du lit granulaire. De plus, les grains traités étaient plus fragiles et moins résistants à la rupture. Les images microscopiques ont révélé des changements dans la porosité, ainsi que le détachement du tégument des cotylédons. La durée d'exposition aux micro-ondes a également influencé la couleur et la teneur en eau finale des grains. Ces résultats suggèrent que les prétraitements aux micro-ondes peuvent faciliter les étapes de transformation ultérieures de décorticage et broyage, tout en améliorant la conservation et en développant de nouvelles saveurs et arômes.

MOTS-CLÉS DU THÈME 1 : *Génie des procédés, bio procédés, nouvelles sources de protéines.*

MOTS-CLÉS : *onde électromagnétique ; cavité ; pore ; fissure ; séchage.*

CONTEXTE, HYPOTHESES, OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

La microstructure des grains joue un rôle essentiel dans la compréhension de leurs propriétés et de leur comportement lors des processus de transformation dans l'industrie agro-alimentaire [1]. Les traitements thermiques, tels que le séchage et la torréfaction, peuvent altérer cette structure, principalement en raison de la vaporisation de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la pression interne, provoquant la formation de pores, de cavités et de fissures [2]. Lors du traitement par micro-ondes, les matériaux diélectriques convertissent l'énergie des ondes électromagnétiques alternatives en chaleur à l'intérieur du produit. Les molécules dipolaires, comme l'eau, s'alignent et tournent de manière synchrone, générant des frictions intermoléculaires intenses [3]. Ainsi, ce travail vise à étudier l'impact du temps d'exposition aux micro-ondes sur la structure des graines de pois chiches, en mettant en évidence les modifications structurelles observées. Des graines de pois chiches biologiques ont été acquises à Montpellier. Elles ont été triées à un diamètre compris entre 7 mm et 9 mm à l'aide d'un séparateur nettoyeur. Les traitements thermiques de 150 g de grains pré-hydraté (trempage de 2h à 5°C) ont été réalisés avec un four micro-ondes domestique LG®, à 2,45 GHz et 1000 W, avec intervalles intermittents d'exposition aux micro-ondes de 30 sec ON et 10 sec OFF. La durée d'exposition aux ondes varié de 2 à 10 min et le temps total de traitement a été entre 2min30sec à 13min10sec. La teneur en eau initiale des grains a été fixée à 0,7 g d'eau/g de matière sèche (MS). Les grains ont été caractérisées par des données quantitatives relatives aux changements physiques et par des données qualitatives par d'images acquises à l'aide d'un stéréomicroscope Nikon® et d'un microscope électronique à balayage (MEB). Les dimensions de 15 grains ont été mesurés et le diamètre moyen, le volume, la surface, l'indice d'expansion et la sphéricité ont été calculés selon les équations de la littérature [4]. La densité apparente des graines a été mesurée à l'aide d'un pycnomètre de Hubbard avec de l'huile de paraffine. Le lit granulaire a été mesurée à l'aide d'une éprouvette. Les mesures de couleur ont été effectuées en à l'aide d'un colorimètre sur l'échelle CIE-Lab. La force de rupture de 20 cotylédons a été déterminée individuellement par le texturomètre TA-XT, méthode de compression avec une sonde cylindrique ($\varnothing = 3$ mm) à 1 mm/s. Pour chaque condition de traitement, un bilan massique a été effectué ainsi qu'un suivi de la teneur en eau (ISO 24557:2009-FR). Les analyses ont été réalisées en triplicata. Les données ont été analysées statistiquement par le test de Tukey, avec un intervalle de confiance de 95%.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le traitement thermique par micro-ondes des grains de pois chiches pré-hydratés a provoqué un échauffement volumique dû à l'absorption des ondes par les dipôles d'eau, entraînant une évaporation et une réduction significative de la teneur en eau des grains, passant de 0,7 à 0,02 g d'eau/g de MS, ainsi qu'une perte de masse de 40% après 10 min d'exposition. Notre hypothèse est que la température des grains peut atteindre 100°C, favorisant le séchage et potentiellement la torréfaction à des températures plus élevées. La perte d'humidité a réduit les irrégularités de surface, rapprochant les grains traités d'une forme plus sphérique. Par rapport aux grains secs témoins, les grains traités présentent une expansion

avec une augmentation de 10% de la hauteur et de 7% de l'épaisseur. Ces modifications dimensionnelles se traduisent par une augmentation du diamètre moyen, du volume et de la surface des grains traités par rapport aux grains secs témoins. Ces changements ont également entraîné une diminution de la densité apparente des grains, passant de 1,29 g/mL pour les grains secs à 0,81 g/mL après 10 min d'exposition, en raison de l'expansion et de la formation de cavités internes entre les deux cotylédons (Fig. 1). Cette réduction de densité apparente a également affecté la densité du lit granulaire, qui est passée de 0,96 g/mL pour les grains secs à 0,48 g/mL pour le niveau de traitement le plus élevé. Jogihalli et al. (2017) ont corroboré ces résultats, observant une réduction de 34% de la densité du lit granulaire de pois chiches après 5 min d'exposition à 900 W. Concernant la texture, les grains traités se sont avérés plus fragiles que les grains secs témoins, avec une force de rupture moyenne réduite de 210N à 51N. La formation de fissures et de cavités, observée en microscopie (Fig. 1), pourrait expliquer cette fragilité accrue.



Fig. 1. Grains : (A) secs ; (B) hydratés ; (C) 2 min ; (D) 4 min ; (E) 6 min ; (F) 8 min et (G) 10 min d'exposition. En ce qui concerne la couleur de la surface des grains, l'indice de luminosité (L^*) a montré des différences significatives uniquement entre les grains secs témoins et ceux exposés pendant 10 min. L'indice a^* , qui est lié à la torréfaction, a varié de 4 pour les grains traités à 5 pour les grains secs et 6 pour l'hydratés, probablement en raison de la formation de pigments bruns associés aux réactions de Maillard. L'indice b^* , qui indique la teinte jaune, est resté similaire pour les grains traités et les grains secs (12 à 13), tandis que les grains hydratés ont montré une teinte plus jaune avec une valeur de 18.

CONCLUSION

Cette étude démontre que le traitement par micro-ondes des grains de pois chiches pré-hydratés entraîne des modifications significatives de leurs propriétés physiques, morphologiques et structurelles. L'absorption de l'énergie des ondes par les dipôles d'eau provoque une évaporation rapide, une réduction de la teneur en eau, et des changements dans la structure interne des grains, notamment la formation de pores, fissures, et cavités. Ces altérations se traduisent par une expansion des grains, une diminution de leur densité apparente, et une réduction de la densité du lit granulaire. La fragilité accrue des grains traités, observée par la diminution de la force de rupture, peut être attribuée à ces transformations internes. De plus, les modifications de la couleur de surface indiquent l'influence du traitement sur les réactions de Maillard, avec un impact sur l'indice a^* . Ces résultats suggèrent que le traitement par micro-ondes, en contrôlant le temps d'exposition, pourrait être utilisé comme une méthode efficace pour moduler les propriétés des pois chiches, en améliorant leur texture, leur densité et en développant de nouvelles caractéristiques sensorielles, ce qui pourrait ouvrir la voie à de nouvelles applications.

Les auteurs remercient la plateforme PLANET (<https://doi.org/10.15454/1.5572338990609338E12>) géré par l'UMR IATE pour son soutien expérimental dans le cadre de ce travail.

RÉFÉRENCES

- [1] Schoeman, L., du Plessis, A., Manley, M. (2016). Non-destructive characterisation and quantification of the effect of conventional oven and forced convection continuous tumble (FCCT) roasting on the three-dimensional microstructure of whole wheat kernels using X-ray micro-computed tomography (μ CT). *Journal of Food Engineering*.
- [2] Divekar, M. T., Karunakaran, C., Lahlali, R., Kumar, S., Chelladurai, V., Liu, X., Borondics, F., Han, Z., Shi, R., & Sun, D. (2020). Effects of novel physical processing techniques on the multi-structures of starch. *Elsevier BV*, 97, 126-135.
- [3] Curet, S. (2019). Procédés de chauffage par micro-ondes : approches expérimentales et numériques des interactions avec les produits alimentaires.
- [4] Ortiz-Hernandez, A. A., Araiza-Esquivel, M., Delgadillo-Ruiz, L., Ortega-Sigala, J. J., Durán-Muñoz, H. A., Mendez-García, V. H., Yacaman, M. J., & Vega-Carrillo, H. R. (2020). Physical characterization of sunflower seeds dehydrated by using electromagnetic induction and low-pressure system. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 60, 102285.
- [5] Jogihalli, P., Singh, L., & Sharanagat, V. S. (2017). Effect of microwave roasting parameters on functional and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietinum*). *LWT - Food Science and Technology*, 79, 223-233.