

## **ÉVALUATION DE NOUVELLES TECHNIQUES DE TRANSFORMATION DES ALIMENTS GARANTISSANT LA SÉCURITÉ, AMÉLIORANT LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ET LE RAPPORT COÛT-EFFICACITÉ, ET AMÉLIORANT LA RÉTENTION DE LA QUALITÉ**

Hosahalli S. Ramaswamy, Anubhav Pratap Singh, Anika Singh, Jia You

**Projet :** IA113120

**Durée :** 01/2014 – 12/2016

### **FAITS SAILLANTS**

- Un nouveau prototype de laboratoire pour la cornue de traitement thermique par agitation à mouvement alternatif (RA-TP) a été développé.
- Une nouvelle méthodologie a été développée pour évaluer les coefficients de transfert de chaleur pendant les conditions de chauffage rapide existant au cours de RA-TP.
- L'effet de l'orientation du récipient a été établi pour le traitement à l'aide de RA-TP.
- Une nouvelle approche a été développée pour la quantification du mouvement des particules et du mélange des particules pendant le RA-TP.
- L'effet des paramètres du système comme la fréquence de va-et-vient, l'amplitude de mouvement alternatif, la température de fonctionnement, l'espace de tête etc. ont été établis pour le traitement des particules dans des liquides newtoniens (glyérine) et non newtoniens (CMC).
- On a établi l'effet des paramètres du produit tels que la viscosité du liquide, la concentration des particules, la forme des particules, la taille des particules, la densité des particules, etc. pour le traitement des particules dans les liquides newtoniens (glyérine) et non newtoniens (CMC).
- Des corrélations sans dimension ont été établies pour prédire les coefficients de transfert de chaleur pendant RA-TP des liquides et aliments liquides.
- L'amélioration de la rétention de la qualité a été évaluée dans les conserves de pommes de terre et de radis utilisant RA-TP.
- L'amélioration de la rétention de la qualité a été évaluée pour la qualité de la purée de tomates en conserve.
- L'effet des conditions de transformation sur la qualité des haricots verts soumis au RA-TP a été établi.
- Un procédé d'agitation contrôlée a été proposé pour contrer l'effet nocif du RA-TP sur les aliments mous comme les haricots verts en conserve.

### **OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE**

L'objectif global de cette étude était d'évaluer le nouveau procédé RA-TP pendant le traitement thermique pour économiser l'énergie, réduire les coûts et maintenir la qualité, sans mettre en danger la sécurité et la santé de la population. Dans la première étape de ce projet, une cornue RA-TP a été développée à l'aide d'un mécanisme coulissant-manivelle. Ensuite, afin d'étudier l'amélioration du transfert de chaleur, on a versé divers types de liquides qui simulent des différents types de nourriture (eau, 20-100 % de concentration de glycérine et 0-2 % de CMC) dans les boîtes 307 x 409 avec divers types de particules

alimentaires (nylon, téflon et polypropylène). Les liquides de la boîte ont été soumis au processus RA-TP à différentes températures (110-130 °C), fréquence de va-et-vient (1-5 Hz), amplitude (5-25 cm) et espace de tête (2 mm – 15 mm). Les températures ont été recueillies en utilisant des thermocouples à aiguille et à fil mince flexible et les données ont été analysées pour établir des coefficients de transfert de chaleur et des modèles sans dimension utilisant une analyse de régression. Puisque les expériences de transfert de chaleur nécessitaient des paramètres thermo-physiques constants, on a utilisé des particules alimentaires de modèle dont les propriétés thermo-physiques couvraient la gamme commune dans les aliments réels. Plus tard, des aliments réels (haricots verts en conserve en solution CMC, purée de tomates, cubes de pommes de terre et radis dans une solution de saumure, etc.) ont été traités en utilisant un traitement thermique à agitation alternée pour obtenir une létalité de 5-10 min. On a analysé différents attributs qualitatifs comme la couleur, la texture, la rhéologie, le contenu phénolique, l'activité antioxydante, la teneur en chlorophylle, etc., en utilisant des méthodes et des instruments standard pour évaluer l'effet sur la perte de qualité des haricots verts, de la purée de tomates et les solutions modèles.

## **RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE**

Le processus RA-TP reçoit l'intérêt de l'industrie de traitement thermique pour améliorer la qualité des produits. Ce projet a démontré la faisabilité d'utiliser le RA-TP et de le comparer avec d'autres modes de traitement thermique. En général, on a démontré que le RA-TP était meilleur que le traitement thermique conventionnel dans les répliqués continus en raison d'une réduction de 45 à 65 % du temps de traitement. La réduction du temps de traitement se traduit par une meilleure qualité du produit final et des coûts énergétiques plus faibles. Sur la base de l'analyse de transfert de chaleur réalisée dans ce projet, des corrélations sans dimension pour la modélisation prédictive des coefficients de transfert de chaleur ont été développées. Ces corrélations sont précieuses pour l'industrie pour être utilisées dans des programmes informatiques pour l'établissement et la validation de procédés et pour modéliser les profils temps-température d'un mélange de particules en conserve. Ces nombres dimensionnels permettraient une meilleure compréhension du phénomène physique et peuvent également être facilement utilisés à des fins de mise à l'échelle. En outre, l'optimisation multivariable des conditions de traitement et des compositions de produit pour RA-TP a été réalisée dans ce projet. Cela sera également directement pertinent pour les industries qui cherchent à employer RA-TP.

Une autre contribution industrielle importante de ce projet a été l'analyse des pertes de qualité pour divers produits alimentaires réels, y compris la purée de tomates en conserve, les haricots verts en conserve, les pommes de terre en conserve et le radis en conserve. Le traitement utilisant ce nouveau mode d'agitation a permis de maintenir les qualités de couleur et de qualité plus proches du produit frais. Cependant, en même temps, l'agitation en va-et-vient peut également conduire à la rupture de produits mous tels que les haricots verts. Pour de tels produits, un procédé thermique à agitation contrôlée pourrait être bénéfique pour les industries pour inhiber les pertes dues à l'agitation dans des produits mous. Les résultats de ce projet peuvent être utilisés directement par les industries pour traiter différents types d'aliments liquides ou liquides en utilisant RA-TP. Bien que l'applicabilité des conditions de traitement optimales puisse être légèrement différente pour différents produits, les tendances générales et les conclusions sont pertinentes pour le traitement de tout type de produit alimentaire utilisant ce nouveau mode de traitement.

## **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER**

Le traitement par agitation est la technologie de l'avenir pour les aliments en particules – plus susceptible de réussir que le traitement aseptique. Trois modes d'agitation ont été reconnus, de bout en bout, axiaux et secouant. Ces trois concepts technologiques sont faciles à adopter par l'industrie de la transformation des aliments au Québec et leur donneront l'avantage concurrentiel de réussir sur le marché. Actuellement, l'industrie agroalimentaire du Québec utilise le traitement d'agitation de bout en bout discontinu pour les aliments en particules ou les cuiseurs turbo continus pour les produits de type potage. Le nouveau système d'agitation est beaucoup plus attrayant. Il y a un manque de données scientifiques publiées. Le PI a modifié une simple cornue statique en mode d'agitation en va-et-vient pour démontrer le concept. Le projet a exploré le potentiel d'utilisation de cette nouvelle technologie. Il y a un intérêt significatif pour le Québec et le Canada pour le traitement thermique par agitation, et les entreprises qui utilisent la cornue de turbo de FMC et les réacteurs de lot de fin de ligne de Lagarde pourraient adopter le nouveau procédé. Le PI offre une consultation industrielle à plusieurs entreprises alimentaires au Québec et au Canada dans le domaine de la pasteurisation, de la stérilisation et du traitement haute pression.

L'IP n'a pas cherché à obtenir un financement de soutien industriel pour cette recherche afin de maintenir la proposition plus scientifique et largement fondée afin que son potentiel puisse être mieux exploré. Le soutien industriel limite généralement le projet à des discussions plus spécifiques qui sont bénéfiques pour une entreprise donnée et les résultats sont moins susceptibles d'être autorisés pour la diffusion scientifique. Cette recherche ouverte est donc plus précieuse en termes de contribution à la connaissance. Toutefois, des ateliers et des séminaires spéciaux ont été organisés pour tenir l'industrie informée des résultats du projet - les résultats ont été présentés au Congrès mondial sur la science et la technologie des aliments qui a eu lieu à Montréal, à la Conférence internationale sur l'ingénierie et l'alimentation de Québec et à la réunion annuelle de l'IFTPS. Après avoir reçu les commentaires du rapport provisoire, l'IP a organisé deux réunions de l'industrie sur le campus de McGill encourageant l'interaction entre les étudiants et les participants industriels. Les points importants de ces réunions ont été présentés par les étudiants et certains participants de l'industrie afin de faciliter les discussions.

## **POINT DE CONTACT**

Nom du responsable du projet : Dr Hosahalli S. Ramaswamy

Téléphone : 514 398-7919

Courriel : [hosahalli.ramaswamy@mcgill.ca](mailto:hosahalli.ramaswamy@mcgill.ca)

## **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.