الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Sétif 1, Ferhat ABBAS

Faculté des Sciences de la

Nature et de la Vie



جامعة سطيف 1، فرحات عباس

كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

N° /SNV/2026

MEMOIRE

Présenté par

Keddari Ahlem Behaidja

Maafoune Ibtissem

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et santé

THÈME

Effet des procédés thermiques sur l'allergénicité des aliments

DEVANT LE JURY :

PRESIDENTE : Djermouni.M	**Pr**	**UFA Sétif 1**
EXAMINATRICE : Kanouni.L	**MCB**	**UFA Sétif 1**
ENCADRANTE: Boualeg. I	**MCA**	**UFA Sétif 1**

ANNEE UNIVERSITAIRE : **2025/2026**

الملخص

تعدّ الحساسية الغذائية فرط حساسية مناعي تحفزه بروتينات نوعية تُعرف بمسببات الحساسية، وتتميز سريرياً عن حالات عدم التسامح المناعي والحساسية الزائفة بالتدخل المثبت للجهاز المناعي، ويُشكل الحليب، والبيض، والفول السوداني المصادر البروتينية الرئيسية المسببة لها. الهدف من هذا العمل هوالتقييم النظري لأثر المعالجات الحرارية على القدرة التحسسية لمختلف البروتينات الغذائية، ولتحقيق ذلك، تم حصر واستعراض التطورات العلمية الحديثة المتعلقة بالمعالجات الحرارية (كالبسترة، والتعقيم، والتحميص،... إلخ) وتبعاتها على البنية البروتينية، وبالتالي على استجابتها المناعية. وقد أظهرت الدراسة أن المعالجات الحرارية تؤدي إلى تغيير البنية ثلاثية الأبعاد للبروتينات عن طريق التمسخ؛ حيث يتوقف خفض القدرة التحسسية على مدى حساسية المحددات المستضدية التشكلية للحرارة، وفي المقابل، تحافظ البروتينات المستقرة حرارياً والمحددات المستضدية الخطية على إمكاناتها التحسسية، في حين يلعب تفاعل "مايلارد" دوراً مزدوجاً؛ إما بحجب بعض المواقع الرابطة أو بتخليق مسببات حساسية جديدة عبر عملية الارتباط السكري، ليتضح في الختام أن الأثر الحراري محكوم أساساً بالبنية الجوهرية للبروتين ومدى تعقيد المصفوفة الغذائية المحيطة به.

الكلمات المفتاحية: الحساسية الغذائية، بروتينات، المعالجة الحرارية، القدرة التحسسية، الغذاء، البنية.

Abstract

Food allergy is an immunological hypersensitivity triggered by specific proteins called allergens. It is clinically distinguished from intolerances and pseudo-allergies by the proven involvement of the immune system. Milk, egg, and peanut constitute the main protein sources incriminated. The objective of this work is to theoretically evaluate the effect of thermal processes on the allergenicity of various food proteins. For this purpose, we reviewed recent scientific advances concerning thermal treatments (pasteurization, sterilization, roasting, ...etc.) and their consequences on protein structure and, therefore, immunoreactivity. It has been demonstrated that thermal treatments modify the three-dimensional structure of proteins through denaturation. The reduction of allergenicity depends on the sensitivity of conformational epitopes to heat. Conversely, heat-stable proteins and linear epitopes retain their allergenic potential. The Maillard reaction plays an ambivalent role by masking certain sites or creating neo-allergens through glycation. Ultimately, the thermal impact is dictated by the intrinsic structure of the protein and the complexity of food matrix.

Keywords: Food allergy, Proteins, Thermal treatment, Allergenicity, Structure.

Résumé

L'allergie alimentaire est une hypersensibilité immunologique déclenchée par des protéines spécifiques appelées allergènes. Elle se distingue cliniquement des intolérances et des pseudo-allergies par l'implication prouvée du système immunitaire. Le lait, l'œuf et l'arachide constituent les principales sources protéiques impliquées. L'objectif de ce travail est d'évaluer théoriquement l'effet des procédés thermiques sur l'allergénicité des différentes protéines alimentaires. Pour cela, nous avons recensé les avancées scientifiques récentes portant sur les traitements thermiques (pasteurisation, stérilisation, torréfaction, …etc) et leur conséquence sur la structure et donc l'immunoréactivité protéique. Il est démontré que les traitements thermiques modifient la structure tridimensionnelle des protéines par dénaturation. La réduction de l'allergénicité dépend de la sensibilité des épitopes conformationnels à la chaleur. À l'inverse, les protéines thermostables et les épitopes linéaires conservent leur potentiel allergisant. La réaction de Maillard joue un rôle ambivalent en masquant certains sites ou en créant des néo-allergènes par glycation. En définitive, l'impact thermique est dicté par la structure intrinsèque de la protéine et la complexité de la matrice alimentaire.

Mots-clés : Allergie alimentaire, Protéines, Traitement thermique, Allergènicité, Structure.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale……..……...**1**

Chapitre I : Allergie alimentaire

1. Définitions et classification ..... **Error! Bookmark not defined.**

2. Allergie vraie, intolérance et fausse allergie alimentaire **Error! Bookmark not defined.**

2.1. Allergie vraie ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2. Intolérance ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.3. Fausse allergie alimentaire ..... **Error! Bookmark not defined.**

3. Prévalence de l'allergie alimentaire ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1. Une fréquence qui fluctue en fonction de l'âge et du type d'allergène**Error! Bookmark not defined.**

3.2. Des différences géographiques marquantes ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3. L'apparition de nouveaux profils allergiques ..... **Error! Bookmark not defined.**

4. Mécanisme de l'allergie alimentaire ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1. La sensibilisation allergique ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2. La phase de déclenchement ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.1. La phase immédiate ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.2. La phase retardée ..... **Error! Bookmark not defined.**

5. Symptômes cliniques ..... **Error! Bookmark not defined.**

Sommaire

5.1. Atteintes cutanées et orales ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.2. Les troubles digestifs ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.3. Manifestations respiratoires et ORL ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.4. Atteintes cardiovasculaires et réactions systémique ..... **Error! Bookmark not defined.**

Chapitre II : Les allergènes alimentaires

1. Définition ..... **Error! Bookmark not defined.**

2. Nature et caractéristiques ..... **Error! Bookmark not defined.**

3. Classification et nomenclature ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1. Classification ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1.1. Classification selon la source ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1.2. Classification selon la réactivité immunologique ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1.3. Classification selon les familles de protéines ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1.4. Selon la réactivité croisée (Cross-reactivity) ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2. Nomenclature ..... **Error! Bookmark not defined.**

4. Principaux allergènes alimentaires ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1. Allergènes végétaux ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2. Allergènes animaux ..... **Error! Bookmark not defined.**

5. Structure des protéines allergènes et notion d'épitopes ... **Error! Bookmark not defined.**

6. Stabilité des allergènes à la digestion et à la chaleur ..... **Error! Bookmark not defined.**

6.1. Résistance à la digestion (stabilité gastro-duodénale) .. **Error! Bookmark not defined.**

6.2. Thermostabilité et nature des épitopes ..... **Error! Bookmark not defined.**

6.3. Effet de la matrice alimentaire et interaction avec les lipides **Error! Bookmark not defined.**

6.4. Limites du modèle et facteurs modulateurs ..... **Error! Bookmark not defined.**

Chapitre III : Effet des procèdes thermiques sur l'allergénicité des protéines

1. Les différents procédés de traitements thermiques ..... **Error! Bookmark not defined.**

Sommaire

1.1. Pasteurisation..... **Error! Bookmark not defined.**

1.2. Stérilisation..... **Error! Bookmark not defined.**

1.3. Cuisson ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.4. Torréfaction ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.5. Autres procédés thermiques..... **Error! Bookmark not defined.**

1.5.1 Blanchiment..... **Error! Bookmark not defined.**

1.5.2 Chauffage Ohmique : Une Technologie Thermique Innovante**Error! Bookmark not defined.**

1.5.3 Sous-vide ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.5.4 Micro-ondes.....26

2. Modifications physico-chimiques induites par la chaleur**Error! Bookmark not defined.**

2.1. Dénaturation des protéines ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2. Réaction de Maillard ..... **Error! Bookmark not defined.**

3. Impact des traitements thermiques sur l'immunoréactivité**Error! Bookmark not defined.**

3.1. Diminution de l'allergénicité..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1.1. Mécanisme moléculaire de réduction ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.1.2. Effet des traitements thermiques selon la matrice alimentaire**Error! Bookmark not defined.**

3.1.3. Facteurs influençant la réduction du potentiel allergénique**Error! Bookmark not defined.**

3.2. Augmentation ou apparition de nouveaux épitopes ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2.1. Exposition d'épitopes cryptiques ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2.2. Formation de néo-épitopes par agrégation ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2.3. Impact de la réaction de Maillard et de la glycation . **Error! Bookmark not defined.**

4. Étude comparative de l'effet thermique ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1. Cas du lait et de l'œuf..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.1. Cas du lait ..... **Error! Bookmark not defined.**

Sommaire

4.1.2 Cas de l'œuf..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2. Cas de l'arachide (Arachis hypogaea)..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3. Cas des fruits et légumes ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3.1 Cas des fruits ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3.2 Cas des les légumes..... **Error! Bookmark not defined.**

5. Implications technologiques et nutritionnelles..... **Error! Bookmark not defined.**

5.1. Intérêt des traitements thermiques pour réduire l'allergénicité**Error! Bookmark not defined.**

5.2. Limites et risques potentiels..... **Error! Bookmark not defined.**

5.3. Enjeux pour l'industrie agroalimentaire..... **Error! Bookmark not defined.**

5.3.1. Les défis liés aux équipements et à la maîtrise technique**Error! Bookmark not defined.**

5.3.2. Les enjeux de traçabilité et les exigences clients ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.3.3. Les pressions réglementaires et normatives ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.3.4. Les enjeux énergétiques et de durabilité..... **Error! Bookmark not defined.**

5.3.5. L'impact de la variabilité des produits et de la productivité**Error! Bookmark not defined.**

Conclusion générale……..…**46**

Références bibliographiques…….**47**

Introduction générale

L'allergie alimentaire est devenue une véritable préoccupation de santé publique. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) elle se hisse aujourd'hui au quatrième rang des pathologies chroniques mondiales **(Sellate, 2015).**

Fondamentalement, ce phénomène se traduit par une rupture du mécanisme de tolérance immunologique face à des constituants alimentaires pourtant inoffensifs pour la majorité de la population. Cette réponse immunitaire, essentiellement IgE-dépendante, cible principalement des structures protéiques. Parmi la diversité des aliments consommés, huit denrées alimentaires se distinguent par leur fréquence d'incrimination **(« Big Eight »),** incluant notamment le lait, l'œuf, les arachides, le blé, le soja ainsi que les produits de la mer **(Franck, 2008).**

Les données épidémiologiques actuelles estiment la prévalence de l'allergie alimentaire à environ 4,7 % chez les enfants contre 3,2 % chez les adultes **(Sellate, 2015).**

L'émergence des allergies alimentaires résulte probablement de l'interaction de plusieurs facteurs, notamment des prédispositions génétiques, des modifications du processus de digestion, des facteurs environnementaux ainsi que des changements des habitudes alimentaires. L'évolution des techniques industrielles et des procédés de transformation agroalimentaire suscite un intérêt croissant concernant leurs effets sur les protéines allergènes**.**

Dans le paysage actuel de la transformation agroalimentaire, les traitements thermiques jouent un rôle ambivalent sur le potentiel allergisant des aliments. L'analyse de cette influence demeure complexe, car la stabilité d'un allergène face à la chaleur ou à la protéolyse dépend directement de sa structure moléculaire intrinsèque **(Franck, 2008).**

C'est dans cette optique qu'on a recensé les avancées scientifiques récentes portant sur l'effet des procédés thermiques sur l'allergénicité des protéines alimentaires.

Le présent travail est structuré en trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre porte sur des généralités sur l'allergie alimentaire notamment des définitions, le mécanisme immunologique de ce phénomène, la prévalence ainsi que les manifestations cliniques.
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré aux allergènes alimentaires, leur classification, leurs caractéristiques structurales, les principaux allergènes d'origine végétale et animale ainsi que leur stabilité vis-à-vis de la digestion et de la chaleur.
- ✓ Le troisième chapitre traite l'effet des procédés thermiques sur l'allergénicité des protéines alimentaires. Il aborde les différents traitements thermiques, les modifications physico-chimiques induites par la chaleur, leurs impacts sur l'immunoréactivité ainsi que les implications technologiques et nutritionnelles associées.