



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Technologie Alimentaire

قسم: تكنولوجيا التغذية

Spécialité : Nutrition humaine

التخصص: علم التغذية الانسانية

Mémoire De Fin D'études  
Pour L'obtention Du Diplôme De Master

***THEME :***

**Optimisation de procédé d'élaboration d'un steak végétal**

Présenté par : CHAOUA asma

Soutenu le : 30 octobre 2024

ZIADI lina wissal

Devant le jury :

Présidente :	M <sup>r</sup> . A. BENCHABANE	Professeur, ENSA, El Harrach
Promotrice :	M <sup>me</sup> . A. MERIBAI	MCA à l'ENSA
Examineurs :	M <sup>r</sup> . M. AMIALI	Professeur, ENSA, El Harrach
	M <sup>me</sup> . A. AOUIR	MCA à l'ENSA

Promotion : 2019 – 2024

# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

## **Partie bibliographique**

### **Chapitre 1 : Généralités sur viandes rouges**

1. Définition .....	3
2. Composition biochimique.....	3
3. Qualités de la viande .....	4
3.1. Qualité organoleptique.....	4
3.2. Qualité nutritionnelle.....	4
3.3. Qualité technologique.....	5
3.4. Qualité hygiénique .....	5
4. Production des viandes rouges .....	6
4.1. Dans le monde.....	6
4.2. En Algérie.....	6
5. Consommation des viandes rouges .....	7
5.1. Dans le monde.....	7
5.2. En Algérie.....	7

### **Chapitre 2 : Généralités sur les légumes et légumineuses**

I. Légumes.....	8
1. Définition .....	8
2. Légumes communs.....	8
2.1. Carotte.....	8
2.2. Courgette.....	9
2.3. Oignon.....	9
3. Production de légumes.....	10
3.1. Dans le monde.....	10
3.2. En Algérie .....	10
4. Consommation de légumes.....	10
5. Importance nutritionnelle .....	10
II. Légumineuses .....	12
1. Définition .....	12
1.1 Catégories des légumineuses .....	12
2. Légumineuses communes .....	12
2.1 Haricot.....	12
2.2 Pois chiche.....	13
2.3 Lentille .....	13
2.4 Fève.....	13
3. Production des légumineuses .....	13
3.1 Dans le monde.....	13
3.2 En Algérie.....	14

4. Consommation des légumineuses .....	14
4.1 Dans le monde .....	14
4.2 En Algérie.....	15
5. Importance des légumineuses .....	16
5.1 Importance nutritionnelle .....	16
5.2 Importance agronomique et environnementale.....	16
6. Valeurnutritionnelle .....	17
6.1 Protéines.....	17
6.2 Glucides complexes et fibres.....	18
6.3 Lipides.....	19
6.4 Autres nutriments.....	19

### **Chapitre 3 : Généralités sur les galettes végétales**

1. Définition et réglementation.....	20
2. Informations générales sur les galettes végétales .....	20
3. Composition et ingrédients.....	21
3.1 Types de galettes végétales.....	21
3.1.1 Galettes végétales à base de légumineuses.....	21
3.1.2 Galettes végétales à base de céréales .....	21
3.1.3 Galettes végétales à base de légumes.....	21
3.1.4 Galettes végétales à base de protéines végétales texturées.....	22
3.2 Ingrédients.....	22
3.2.1 Graines .....	22
3.2.2 Épices et aromates.....	22
3.2.3 Autres.....	22
4. Valeurnutritionnelle .....	22
5. Comment choisir les galettes végétales.....	23

### **Partie expérimentale**

#### **Chapitre 1 : Matériel et méthodes**

1. Méthodologie.....	25
2. Enquête de consommation.....	25
3. Caractérisation des matières premières utilisée.....	25
3.1. Détermination de la teneur en eau.....	26
3.2. Détermination de la teneur en protéines.....	26
3.3. Détermination de la teneur en sucres totaux .....	26
3.4. Détermination de la teneur en lipides.....	26
3.5. Détermination de la teneur en fibres totales .....	26
3.6. Détermination de la teneur des cendres.....	26
4. Formulation d'un steak végétale.....	26
4.1. Choix de la quantité de pois chiche à incorporer .....	27
4.2. Choix de la quantité de ... la courgette à incorporer .....	27
4.3. Choix de la quantité des carottes à incorporer .....	27
4.4. Choix de la quantité d'oignon à incorporer .....	27

4.5. Choix de la quantité des graines de chia à incorporer.....	27
4.6. Choix de la quantité de la chapelure à incorporer.....	27
4.7. Choix de la quantité de poivre noir à incorporer .....	27
4.8. Choix de la quantité de sel à incorporer.....	27
4.9. Choix de l'épaisseur de la galette.....	27
5. Optimisation de la formule par la méthodologie de Surface de Réponses (MSR).....	28
5.1. Établissement du plan d'expérience .....	28
5.2. Réalisation des expérimentations.....	29
5.2.1. Préparation des matières premières.....	29
5.2.2. Préparation de la pâte.....	29
5.2.3. Mixage.....	29
5.2.4. Façonnage.....	29
5.2.5. Emballage et conditionnement.....	29
5.3. Analyse des paramètres de réponse .....	30
5.3.1. Détermination de la teneur en protéines .....	30
5.3.2. Analyse sensorielle.....	30
5.4. Modélisation des paramètres de réponse.....	30
5.4.1. Ajustement du modèle de chaque élément de réponse.....	30
5.4.2. Analyse de surface de réponse .....	30
5.4.3. Étude de désirabilité .....	31

## **Chapitre 2 : Résultats et discussion**

1. Résultats de l'enquête de consommation.....	32
2. Résultats de la caractérisation des matières premières utilisées.....	37
2.1. Teneur en eau... ..	37
2.2. Teneur en protéine.....	38
2.3. Teneur en sucres totaux.....	40
2.4. Teneur en lipides .....	41
2.5. Teneur en fibres totaux.....	42
2.6. Teneur en cendres .....	43
3. Résultats de la formulation d'un steak végétale .....	44
3.1. Choix de la quantité de pois chiche à incorporer.....	44
3.2. Choix de la quantité de la courgette à incorporer.....	44
3.3. Choix de la quantité des carottes à incorporer .....	44
3.4. Choix de la quantité d'oignon à incorporer .....	44
3.5. Choix de la quantité des graines de chia à incorporer.....	45
3.6. Choix de la quantité de farine à incorporer .....	45
3.7. Choix de la quantité de poivre noir à incorporer.....	45
3.8. Choix de la quantité de sel à incorporer.....	45
3.9. Choix de la quantité de l'épaisseur de la galette à incorporer .....	45
5. Résultats de l'optimisation de la formule par la méthodologie de Surface de Réponses (MSR) .....	46
5.1. Plan d'expérience.....	46
5.2. Réalisation des expérimentations.....	46
5.3. Résultats des paramètres de réponse.....	47
5.4. Résultats de la modélisation des paramètres de réponse.....	48

5.4.1. Résultats de la modélisation de la couleur.....	48
5.4.1.1. Ajustement du modèle.....	48
5.4.1.2. Résultats de l'analyse des surfaces de réponses.....	50
5.4.1.3. Résultats des tracés des iso-réponses.....	52
5.4.2. Résultats de la modélisation de l'odeur.....	54
5.4.2.1. Ajustement du modèle.....	54
5.4.2.2. Résultats de l'analyse des surfaces de réponses.....	55
5.4.2.3. Résultats des tracés des iso-réponses.....	57
5.4.3. Résultats de la modélisation de la texture.....	59
5.4.3.1. Ajustement du modèle.....	59
5.4.3.2. Résultats de l'analyse des surfaces de réponses.....	61
5.4.3.3. Résultats des tracés des iso-réponses.....	63
5.4.4. Résultats de la modélisation de gout.....	65
5.4.4.1. Ajustement du modèle.....	65
5.4.4.2. Résultats de l'analyse des surfaces de réponses.....	66
5.4.5. Résultats de la modélisation de protéine.....	70
5.4.5.1. Ajustement du modèle.....	70
5.4.5.2. Résultats de l'analyse des surfaces de réponses.....	71
5.4.5.3. Résultats des tracés des iso-réponses.....	73
5.4.6. Profil de désirabilité.....	75
<b>Conclusion.....</b>	<b>76</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## Résumé

Les steaks végétaux apparaissent comme une alternative prometteuse aux produits d'origine animale. Ils sont généralement constitués de légumineuses, de légumes et de céréales. Une caractérisation détaillée des matières premières a été réalisée, incluant des dosages de teneurs en eau, protéines, sucres totaux, lipides, fibres totales, et cendres. Les résultats montrent que les légumineuses et les graines de chia sont les plus concentrées en protéines, tandis que la farine et les légumineuses présentent des niveaux élevés de sucres totaux. De plus, les graines de chia se distinguent par leurs apports élevés en lipides et en fibres totales. L'optimisation de la formulation a été réalisée par la méthode de surface de réponse (MSR) à l'aide du plan expérimental de Box-Behnken, en intégrant comme variables d'entrée les proportions des haricots rouges (0,5 %, 20 %, 40 %), des lentilles (0,5 %, 12,5 %, 25 %) et des champignons (0,5 %, 5 %, 10 %). Les réponses incluent des critères organoleptiques : couleur, odeur, texture et goût et la teneur en protéines, évalués par une analyse sensorielle. Les résultats de l'analyse de désirabilité ont permis de développer cinq modèles mathématiques pour chaque paramètre de réponse, offrant ainsi une formule optimisée pour la production d'un steak végétal de qualité, tant sur le plan sensoriel que nutritionnel. Les résultats de la caractérisation du produit fini révèlent une teneur en protéines de 22,75 g, en lipides de 18 g et en glucides de 10 g.

**Mots clés :** Steaks végétaux, MSR, optimisation, caractérisation, formulation.

## **Abstract**

Plant-based steaks appear as a promising alternative to animal-derived products. They are generally made up of legumes, vegetables, and grains. A detailed characterization of the raw materials was carried out, including measurements of moisture content, proteins, total sugars, lipids, total fibers, and ashes. The results show that legumes and chia seeds are the most concentrated in protein, while flour and legumes exhibit high levels of total sugars. Moreover, chia seeds stand out for their high content of lipids and total fiber. The formulation optimization was carried out using the response surface methodology (RSM) with the Box-Behnken experimental design, incorporating the proportions of red beans (0.5%, 20%, 40%), lentils (0.5%, 12.5%, 25%), and mushrooms (0.5%, 5%, 10%) as input variables. The responses include organoleptic criteria: color, odor, texture, and taste, and protein content, evaluated through sensory analysis. The results of the desirability analysis allowed for the development of five mathematical models for each response parameter, thus offering an optimized formula for the production of a high-quality plant-based steak, both in terms of sensory and nutritional aspects. The results of the finished product characterization reveal a protein content of 22.75 g, a lipid content of 18 g, and a carbohydrate content of 10 g.

**Keywords:** Plant-based steaks, MSR, optimization, characterization, formulation.

## ملخص

تظهر الستيكات النباتية كبديل واعد للمنتجات الحيوانية. عادةً ما تتكون من البقوليات والخضراوات والحبوب. تم إجراء وصف مفصل للمواد الخام، بما في ذلك قياسات محتويات الماء والبروتينات والسكريات الكلية والدهون والألياف الكلية والرماد. تُظهر النتائج أن البقوليات وبذور الشيا هي الأكثر تركيزًا في البروتينات، بينما تحتوي الدقيق والبقوليات على مستويات عالية من السكريات الإجمالية. علاوة على ذلك، تتميز بذور الشيا بمحتواها العالي من الدهون والألياف الكلية. تمت عملية تحسين التركيبة باستخدام طريقة سطح الاستجابة (MSR) بمساعدة خطة تجريبية من نوع Box-Behnken، مع دمج نسب الفاصوليا الحمراء (0.5%، 20%، 40%)، العدس (0.5%، 12.5%، 25%) والفطر (0.5%، 5%، 10%) كمتغيرات إدخال. تشمل الإجابات معايير عضوية حيوية: اللون، الرائحة، الملمس والطعم ومحتوى البروتين، التي يتم تقييمها من خلال تحليل حسي. سمحت نتائج تحليل الجاذبية بتطوير خمسة نماذج رياضية لكل معلمة استجابة، مما يوفر صيغة محسنة لإنتاج شريحة لحم نباتية عالية الجودة، سواء من الناحية الحسية أو الغذائية. تكشف نتائج توصيف المنتج النهائي عن محتوى بروتينات يبلغ 22.75 جرام، ودهون يبلغ 18 جرام، كربوهيدرات بمقدار 10 جرام.

الكلمات المفتاحية: شرائح لحم نباتية، MSR، تحسين، توصيف، صياغة.