



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش – الجزائر  
Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El Harrach – Alger

Département : Technologie alimentaire

قسم : تكنولوجيا التغذية

Spécialité : Elaboration et qualité des aliments

تخصص : إعداد ونوعية الأطعمة

**Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

**THEME**

**Formulation d'un aliment fonctionnel type « cookie » enrichi par de  
la poudre de feuilles de *Moringa oleifera*.**

Réalisé par : BENHAMOUDA Sumaia et HADDACHE Chaima

Soutenue le : 01/07/2025

Devant le jury composé de

Président : M. AMIALI Malek

Promoteur : M. BENCHABANE Ahmed

Examinatrice : Mme MERIBAI Amel

Examinatrice : Mme AISSAOUI Ourida

**Promotion 2020 – 2025.**

# Table des matières

Liste des abréviations

Liste des acronymes

Liste des figures

Liste des tableaux

ملخص

Abstract

Résumé

Introduction ..... 1

Revue bibliographique..... 4

Chapitre 1 : Aliments fonctionnels..... 5

1.1 Définition et caractéristiques ..... 6

1.2 Contexte et origine du concept ..... 7

1.3 Classification des aliments fonctionnels ..... 8

1.4 Rôle et objectifs des aliments fonctionnels ..... 10

1.5 Législation et allégations santé en Europe ..... 11

1.6 Marché de l'offre et de la demande ..... 12

1.7 Acceptabilité des aliments fonctionnels par les consommateurs ..... 13

1.7.1 Facteurs influençant l'acceptabilité ..... 13

1.8 Exemples de produits alimentaires fonctionnels ..... 14

Chapitre 2 : *Moringa oleifera*..... 16

2.1 Utilisations de *Moringa oleifera* ..... 17

2.2 Composition nutritionnelle ..... 18

2.2.1 Macronutriments ..... 19

2.2.1.1 Protéines complètes..... 19

2.2.1.2 Fibres alimentaires ..... 20

2.2.2 Micro-nutriments..... 21

2.2.2.1 Vitamines ..... 21

2.2.2.2 Minéraux ..... 22

2.2.3 Composés bioactifs ..... 23

2.2.3.1	Les polyphénols .....	23
2.2.3.2	Les flavonoïdes .....	23
2.2.3.3	Les acides phénoliques .....	24
2.2.3.4	Les alcaloïdes .....	24
2.2.3.5	Les acides gras .....	24
2.3	Propriétés fonctionnelles de la feuille de <i>Moringa oleifera</i> .....	26
2.3.1	Traitement et prévention des maladies .....	26
2.3.2	Propriétés antidiabétiques .....	26
2.3.3	Propriétés anticancéreuses .....	26
2.3.4	Le moringa et la malnutrition .....	26
2.3.5	Propriétés nutritives .....	27
2.3.6	Hypocholestérolémiant .....	27
2.3.7	Activité anti-inflammatoire .....	28
2.3.8	Activité antioxydante .....	28
2.3.9	Moringa, Grossesse et Allaitement .....	28
Chapitre 3 : Élaboration des biscuits .....		29
3.1	Définition d'un biscuit .....	30
3.2	Classification des biscuits .....	30
3.3	Fabrication des biscuits .....	30
3.4	Étude technologique .....	32
Matériel et Méthodes .....		34
4.1	Analyse de la poudre des feuilles séchées de <i>Moringa Oleifera</i> .....	35
4.1.1	Matériel végétal .....	35
4.1.1.1	Procédure de récolte et de traitement post-récolte des feuilles de <i>Moringa oleifera</i> .....	35
4.1.1.2	Le broyage .....	36
4.1.2	Méthodes .....	37
4.1.2.1	Analyses physico-chimiques .....	37
4.1.2.1.1	Humidité et teneur en matière sèche .....	37
4.1.2.1.2	Mesure du pH .....	37
4.1.2.1.3	Teneur en cendres .....	37

4.1.2.2	Analyses de la composition nutritionnelle .....	38
4.1.2.2.1	Dosage des sucres totaux .....	38
4.1.2.2.2	Dosage des protéines .....	39
4.1.2.2.3	Dosage des lipides .....	41
4.1.2.2.4	Dosage des fibres .....	41
4.1.2.3	Caractérisation phytochimique .....	42
4.1.2.3.1	Analyses qualitatives .....	42
4.1.2.3.2	Analyses quantitatives .....	45
4.1.2.3.3	Détermination de l'activité antioxydante .....	46
4.2	Formulation des cookies enrichis par de la poudre de feuilles de <i>Moringa oleifera</i> ....	47
4.2.1	Préparation des mélanges .....	47
4.2.2	Préparation des cookies .....	48
4.3	Analyses des cookies .....	48
4.3.1	Dosage des glucides totaux .....	49
4.3.2	Détermination de la valeur énergétique .....	49
4.4	Évaluation sensorielle .....	49
4.4.1	Définition .....	49
4.4.2	Conditions de réalisation du test de dégustation .....	50
4.4.3	Tests utilisés .....	50
4.4.3.1	Test hédonique .....	50
4.5	Analyse statistique .....	52
4.5.1	Analyse en Composante Principale (ACP) .....	52
4.5.2	Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) .....	52
Résultats et Discussion.....		53
5.1	Matériel végétal .....	54
5.1.1	Composition physico-chimique et nutritionnelle .....	54
5.1.2	Composition phytochimique .....	55
5.1.2.1	Analyses qualitatives .....	55
5.1.2.2	Analyses quantitatives .....	56
5.1.3	Détermination de l'activité antioxydante .....	57
5.2	Produit fini .....	58

5.3	Évaluation sensorielle .....	60
5.3.1	Présentation des échantillons .....	60
5.3.2	Résultats du test de dégustation .....	60
5.3.3	Analyse des résultats .....	61
5.3.3.1	Analyse des tendances globales .....	61
5.3.3.2	Analyse par attribut .....	62
5.4	Analyse statistique .....	67
5.4.1	Analyse en Composante Principale .....	67
5.4.2	Classification Ascendante hiérarchique (CAH) .....	71
	Conclusion .....	74
	Références bibliographiques.....	76
	Annexes	

## المخلص:

كان الهدف من هذه الدراسة تطوير غذاء وظيفي من نوع البسكويت المدعم بمسحوق أوراق المورينجا أوليفيرا. ولتحقيق هذا الهدف، تم تقييم الجودة الغذائية للمسحوق، وصياغة البسكويت وتحليل المنتج النهائي بعد الدمج. تم تحديد تركيزات مختلفة من البسكويت المخصب وهي 0% و5% و10% و15%. أظهرت النتائج أن محتويات البروتين والألياف الغذائية والرماد في هذه البسكويت تراوحت على التوالي من 8.46%، 2.1%، 2.23% للبسكويت بنسبة 0% إلى 10.08%، 14.2%، 3.09% للبسكويت بنسبة 15%. وبلغ محتوى السكر الكلي والدهون والكربوهيدرات والطاقة في المنتج المدعم 28.02%، 54.03%، 503.58 سعرة حرارية للبسكويت المدعم بنسبة 5%. كان محتوى الماء في البسكويت المخصب  $6.7 \pm 0.10$ . حددت نتائج التقييم الحسي لمختلف الجوانب المدروسة، أي المظهر والرائحة والملمس والطعم والمذاق والطعم اللاحق والمقبولية بشكل عام، بوضوح أن تركيبة ال 5% من مسحوق المورينجا هي الأكثر تقديراً من قبل المشاركين في الدراسة. كشفت نتائج التحليل الإحصائي للدرجات الحسية ومحتوى البروتين والألياف الكلية والرماد في البسكويت المدعم عن وجود علاقة عكسية بين الزيادة في المعايير الغذائية (البروتين والألياف والرماد) والقبول الحسي. وقد مكنتنا هذه العلاقة المعتمدة على الجرعة من تحديد تركيبة المورينجا بنسبة 5% باعتبارها تقدم أفضل حل وسط بين الجودة الغذائية والخصائص الحسية.

**الكلمات المفتاحية :** غذاء وظيفي، البسكويت المدعم، المورينجا أوليفيرا، صياغة.

### **Abstract:**

The aim of this study was to develop a functional cookie-type food enriched with *Moringa oleifera* leaf powder. To achieve this objective, the nutritional quality of the powder was assessed, the cookies were formulated and the finished product after incorporation was analyzed. Different concentrations of enriched cookies were established: 0%, 5%, 10% and 15%. The results showed that the protein, dietary fiber and ash contents of these cookies varied respectively from 8.46%, 2.1%, 2.23% for the 0% cookie to 10.08%, 14.2%, 3.09% for the 15% Moringa cookie. The total sugar, fat, carbohydrate and energy contents of the enriched product were 15.99%, 28.02%, 54.03%, 503.58 kcal for the cookies with 5% enriched powder. The water content of the enriched cookies was  $6.7\pm 0.10$ . The results of the sensory evaluation of the different aspects studied: appearance, smell, texture, taste, aftertaste and overall acceptability, clearly identified the 5% Moringa formulation as the most appreciated by the panelists. The results of statistical analysis of sensory scores as well as protein, total fiber and ash content of fortified cookies reveal an inverse correlation between increasing nutritional parameters (protein, fiber, ash) and sensory acceptability. This dose-dependent relationship enabled us to identify the 5% Moringa formulation as offering the best compromise between nutritional quality and organoleptic properties.

**Keywords :** Functional food, Enriched cookies, *Moringa oleifera*, Formulation.

## **Résumé :**

Cette étude a été menée afin de mettre au point un aliment fonctionnel de type cookie enrichi par de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera*. Pour atteindre cet objectif, l'évaluation de la qualité nutritionnelle de la poudre, la formulation des cookies ainsi que l'analyse du produit fini après incorporation ont été établis. Différentes concentrations de cookies enrichis ont été établies à savoir 0%,5%,10%et 15%. Les résultats ont montré que les teneurs en protéines, en fibres alimentaire et en cendres de ces biscuits ont varié respectivement de 8.46%, 2,1%, 2,23% pour le biscuit 0% à 10,08%, 14,2%, 3,09% pour le biscuit à 15% de Moringa. Les teneurs en sucres totaux, en matières grasses, en glucides totaux et la valeur énergétique du produit enrichis étaient de 15.99%, 28.02%, 54.03%, 503.58 kcal pour les cookies à 5% de poudre enrichie. La teneur en eau des cookies enrichis était de  $6.7\pm 0,10$ . Les résultats de l'évaluation sensorielle des différents aspects étudiés à savoir: apparence, odeur, texture, goût, arrière-goût et acceptabilité globale ont clairement identifié la formulation à 5 % de Moringa comme la plus appréciée par les panélistes. Les résultats de l'analyse statistique des scores sensorielles ainsi que la teneur en protéines, en fibres totales et en cendre des cookies enrichies révèlent une corrélation inverse entre l'augmentation des paramètres nutritionnels (protéines, fibres, cendres) et l'acceptabilité sensorielle. Cette relation dose-dépendante a permis d'identifier la formulation à 5% de Moringa comme présentant le meilleur compromis entre qualité nutritionnelle et propriétés organoleptiques.

**Les mots clés :** Aliment fonctionnel, Cookies enrichis, *Moringa oleifera*, Formulation.