

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Science alimentaire

Spécialité : technologie agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Abdellaoui Meriem Hanane & Merikhi Khoula

Thème

**Essai d'incorporation de la poudre des feuilles de
Moringa Oleifera dans un biscuit (cookies)**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme Ferhoum. F

MCB

Univ. Bouira

Président

Mme BOURFIS N.

MCB

Univ. Bouira

Promotrice

Mme Chekroune. M

MCB

Univ. Bouira

Examineur

Année Universitaire : 2021/2022



Remerciements



Nous tenons en premier à remercier ALLAH, le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir produire ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères à notre promotrice **Mme N. Bourfis** pour ses conseils et ses qualités humaines, ses explications et ses suggestions qui nous ont permis d'enrichir nos connaissances et de réaliser un travail convenable.

Un grand et respectueux remerciement à **Mme F. Ferhoum** qui nous a aidé au cours de notre travail au niveau du laboratoire de la faculté et d'accepter d'être présidente de jury.

A **Mme M. Chekroune** pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos sincères remerciements à monsieur **F. Boudissa** chef de laboratoire à Harkat Bouira. Nos remerciements vont également à tous les membres du personnel du laboratoire de répression des fraudes à sour EL ghezlane en particulier **Mme KHOUBIZI Meriem**.

Un grand merci pour tout ce qui ont de près ou de loin aidé et participé à la réalisation de ce travail.

Khawla et Meriem

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mon support inébranlable tout au long de mon ascension, mes très chers parents **Soraya** et **Rachid** que je ne pourrais être jamais reconnaissante envers leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Ce travail soit pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.*

*A mon âme-sœur, ma grande sœur **Ilhem** et mes frères **Abdou**, **Anes** et **Rayan**.*

*Ma sœur et ma meilleure amie **B. Wafaa***

*A ma binôme **Khawla***

*Mes amis : **Houda**, **Fifi**, **Salah***

*Les adorables filles qui m'ont aidé au niveau de laboratoire de répression des fraudes : **Meriem**, **Nawel**, **Naima** et **Amine***

Je vous aime.



Meriem

Dédicace

*Avant tout je suis reconnaissante envers Dieu et suite à cela, j'ai
l'honneur de dédier ce modeste travail à*

*Celle qui m'a inséré le gout de la vie et le sens de la
responsabilité, merci ma chère maman Fatima.*

*Celui qui a été et toujours ma source d'inspiration et de courage,
merci mon cher papa Abdelkader.*

*A mon cher mari, pour la patience et le soutien dont il a fait
preuve pendant toute la durée de ce travail à qui je voudrais
exprimer mes gratitudes et mes affections.*

Mes frères Nasro, Djalal, Yazis et ma sœur Assiya.

A mon fils Ilyes Ouais.

A ma binôme Meriem et mon ami Salah.

*A Meriem, Nawel, Naima et Amine de laboratoire de répression
des fraudes*

*Toute ma famille : mes tontons, oncles, tantes, cousins, et mes amis
qui ont toujours été à mes coté dans les bons et les mauvais
moments.*

Tous mes collègues de master et tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

Khawla

Liste d'abréviation

MO: Moringa Oleifera

MS : Matière sèche

MG : matière grasse.

H : humidité.

TC : teneur en cendre.

PH : Potentiel d'hydrogène.

TSE : Tryptone Sel Eau.

aw : Activité d'eau.

AFNOR : Association française de normalisation.

JORA : Journal officiel de la république Algérienne.

ISO : Organisation internationale de standardisation.

FAO: Food and agriculture organisation.

PNNS : Programme National de Nutrition Santé.

Liste des figures

Figure 01 : arbres de Moringa à la ferme d'ECHO.

Figure 02 : arbre de Moringa dans une cour en Afrique.

Figure 03 : Feuille de Moringa Oleifera la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar.

Figure 04 : Fleurs de Moringa Oleifera la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar.

Figure 05 : Gousses immatures (A), gousses mûres (B).

Figure 06 : graines de Moringa Oleifera.

Figure 07 : Distribution de Moringa Oleifera dans le monde.

Figure 08 : comparaison du contenu nutritionnel des feuilles de M. Oleifera avec d'autres aliments.

Figure 09 : diagramme de fabrication des biscuits.

Figure 10 : Les résultats de l'appréciation des produits élaborés selon la couleur.

Figure 11 : Les résultats de l'appréciation des produits élaborés selon l'odeur.

Figure 12 : Les résultats de l'appréciation des produits élaborés selon le goût.

Figure 13 : Les résultats de l'appréciation des produits élaborés selon l'aspect.

Figure 14 : appréciation globale d'analyses sensorielles.

Liste des tableaux

Tableau 01 : La systématique de M. Oleifera.

Tableau 02 : comparaison du contenu nutritionnel des feuilles de M. Oleifera avec d'autres aliments.

Tableau 03 : Valeur nutritionnelle du Moringa Oleifera. Les gousses, les feuilles fraîches (cruées) et la poudre de feuilles sèches contiennent les quantités indiquées ci-dessous par portion de 100 grammes comestibles.

Tableau 04 : les différentes opérations de préparation de poudre de Moringa Oleifera.

Tableau 05 : Résultats obtenus des analyses physico-chimiques et activité anti-oxydantes de poudre de feuille du Moringa Oleifera.

Tableau 06 : Résultats d'analyses physico-chimique du produit fini.

Tableau 07 : Résultats des analyses microbiologique de la farine de blé.

Tableau 08 : Résultats des analyses microbiologique de la poudre de Moringa Oleifera.

Tableau 09 : Résultats des analyses microbiologique de la graisse végétale.

Tableau 10 : Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini.

Liste des abréviations

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction	15
I.I. Généralité sur Moringa Oleifera	19
I.I.1. Définition du Moringa Oleifera	19
I.I.2. Description et morphologie	19
I.I.3. Systématique et classification de M. Oleifera	23
I.I.4. Origine et répartition géographique de M. Oleifera	23
I.2. Composition chimique et valeur nutritionnelle de Moringa Oleifera	24
I.3. Intérêts de Moringa Oleifera	27
I.3.1. Intérêt alimentaire	27
I.3.2. Intérêt médicinale	28
I.3.3. Intérêt thérapeutique	28
I.3.4. Autres intérêts	28
II.1. Définition de biscuit	30
II.2. Classification de biscuits	30
II.3. Principaux ingrédients et leurs effets	31
II.3.1. Farine	31
II.3.2. Matière grasse	32
II.3.3. Sucre	32
II.3.4. Eau	33
II.3.5. Levures chimiques	34
II.3.6. Œufs	34
II.3.7. Sel	34
II.4. Fabrication des biscuits	34
II.4.1. Pétrissage	34
II.4.2. Façonnage et découpage de la pate	34
II.4.3. Cuisson	34
II.5. Critères d'évaluation de la qualité du biscuit	35
II.5.1. Texture	35
II.5.2. Couleur	36

II.5.3. Gout, flaveur et arôme.....	36
II.6. Qualité nutritionnelle des biscuits.....	36
II.7. Qualité organoleptique.....	36
III.1. Interprétation de l'entreprise.....	38
➤ Présentation de laboratoire.....	38
➤ Les différentes structures de laboratoire.....	38
III.2. Objectif.....	39
III.3. Préparation de l'échantillon.....	39
III.3.1. Matières premières.....	39
➤ La poudre de feuilles de Moringa Oleifera.....	39
➤ Autres ingrédients.....	39
III.3.2. Préparation de la poudre de Moringa Oleifera.....	39
III.4. Méthode d'analyses.....	40
III.4.1. Analyses physico-chimiques de Moringa Oleifera.....	40
III.4.1.1. Détermination de la teneur en eau (humidité).....	40
III.4.1.2. Détermination de PH (NF V05 – 108 DE JUILLET 1970).....	41
III.4.1.3. Détermination du taux de cendre (NA.735-1991.E.ISO 2171).....	42
III.4.1.4. Dosage des protéines.....	43
III.4.1.5. Teneur en matière grasse (AFNOR T90- 501 et T 90-506).....	43
III.4.2. Etude de l'activité anti-oxydante de la poudre de M. Oleifera.....	44
III.4.2.1. Extraction et dosage des composés phénoliques.....	44
III.4.2.2. Dosage des flavonoïdes.....	46
III.4.3. Analyses microbiologiques.....	46
III.4.3.1. Préparation des dilutions décimales.....	47
III.4.3.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	47
III.4.3.3. Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus (NF ISO06888).....	48
III.4.3.4. Recherche des salmonelles (NF 086-052).....	48
III.4.3.5. Recherche des Escherichia coli.....	49
III.5. Élaboration du biscuit.....	49
III.5.1. Présentation du produit élaboré.....	49
III.5.2. Étapes d'élaboration du biscuit.....	50
III.6. Analyses physico-chimiques du produit fini.....	53
III.7. Analyses microbiologiques du produit fini.....	53

III.8. Analyses organoleptiques.....	53
IV.1. Résultats d'analyses physico-chimique et activité anti-oxydantes de la matière première (Moringa Oleifera)	55
IV.2. Résultats d'analyses physico-chimique du produit fini.....	58
IV.3. Résultats d'analyses microbiologiques	59
IV.3.1. Résultats des analyses microbiologique de la farine de blé	59
IV.3.2. Résultats des analyses microbiologique de la poudre de Moringa Oleifera.....	60
IV.3.3. Résultats des analyses microbiologique de la graisse végétale	61
IV.3.4. Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini	61
IV.4. Résultats de l'analyses sensorielles	62
IV.4.1. La couleur	63
IV.4.2. L'odeur	63
IV.4.3. Le gout	65
IV.4.4. Aspect.....	66
IV.4.5. Appréciation globale.....	67
Conclusion	Error! Bookmark not defined.
Référence bibliographique.....	Error! Bookmark not defined.

Introduction

Dans les dernières décennies, une augmentation de l'utilisation de composés d'origine naturelle est observée, justifiant l'accroissement de la production de certaines plantes aromatiques et médicinales. Les plantes médicinales ont été utilisées depuis l'antiquité pour leurs valeurs médicinales ainsi que pour influencer la saveur des aliments. De nos jours, les extraits et les poudres sèches d'échantillons de plantes médicinales et aromatiques sont utilisés pour le développement d'une médecine alternative (**Baydar et al., 2004**).

Actuellement, il y a eu un intérêt croissant pour l'étude des plantes médicinales et leur utilisation traditionnelle dans différentes régions du monde (**Muthu et al., 2006**). Parmi ces plantes médicinales *Moringa Oleifera* (Moringaceae) est utilisée pour ses différentes propriétés

Le *Moringa Oleifera* est considéré comme une plante miracle ou un arbre de vie basé, en particulier sur ses utilisations en matière de médecine et de valeur nutritionnelle extrêmement élevée. Cette plante a fait l'objet d'études approfondies pour son rôle polyvalent, En outre, il existe un énorme potentiel bioactif dans la fleur de *Moringa*, avec son extrait brut présentant des propriétés antibactériennes, antifongiques, anti-larvaires, anti-oxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses De plus, la feuille de *Moringa* est abondante dans presque toutes les vitamines, y compris la vitamine A, la vitamine B1, y compris l'acide folique, la pyridoxine et l'acide nicotinique, la vitamine C, la vitamine D et la vitamine E. Une étude de **Hasaballa et al** a également signalé que la feuille de *Moringa* contenait la plus grande quantité de calcium et de fer par rapport à d'autres parties. En outre, les polyphénols présents dans le *Moringa* contribuent également aux qualités sensorielles des aliments naturels qui en sont dérivés.

En revanche, les biscuits ont un potentiel considérable pour jouer un rôle de véhicule alimentaire pour le bénéfice du corps humain. En effet, les biscuits sont des produits de grignotage de grande valeur énergétique élaborés à partir de farine de céréales, de matière grasse, de sucre et souvent additionné de poudre levante et divers autres ingrédients (**O'Brien et al., 2003**). Aussi, ce sont des aliments largement consommés par tous les âges, dans tous les pays, et particulièrement bien acceptés par les jeunes enfants, d'emploi facile et pouvant être consommés tels par les enfants ou rapidement délayés ou encore

transformés en farine biscuitière pour la préparation de bouillie. La valeur nutritionnelle des biscuits peut être augmentée par complémentation ou fortification avec un grand nombre d'ingrédients nutritionnels, particulièrement riches en protéines, vitamines et minéraux (Awasthi et al., 2012).

La recherche concernant le biscuit incorporé au Moringa a intensifié les normes nutritionnelles tandis que la farine de feuilles de Moringa peut remplacer une certaine proportion de farine de blé pour augmenter la qualité du biscuit. Les feuilles de Moringa offrent également le potentiel d'être utilisées dans les biscuits comme ils sont parmi les collations céréaliers les plus populaires à travers le monde, en particulier chez les enfants.

Les études sont menées pour utiliser les différentes parties de Moringa dans différents produits alimentaires en raison de leurs avantages potentiels et différents processus sont en cours pour l'acceptation optimale des consommateurs. Cependant, peu de recherches sont menées pour incorporer de la farine de feuilles et de fleurs de Moringa Oleifera dans les biscuits. Cette recherche devrait établir l'importance nutritionnelle et familiariser les enrichis en biscuits pour les consommateurs.

L'objectif de notre partie expérimentale est l'évaluation de l'enrichissement des biscuits (cookies) par la poudre des feuilles de Moringa Oleifera. Les deux premiers chapitres de notre travail exposent des généralités sur notre matière première (Moringa Oleifera) et les biscuits. Le troisième chapitre se focalise sur la méthodologie de travail. La quatrième partie traite l'interprétation des résultats obtenus. Enfin, la dernière partie est consacrée à la conclusion générale.

Chapitre I

Le Moringa Oleifera

I.I. Généralité sur Moringa Oleifera

I.I.1. Définition du Moringa Oleifera

C'est une plante colonisatrice d'alluvions récentes et dans ses pays d'adoption, c'est dans les mêmes biotopes, à proximité de cours d'eau et de mares, qu'elle se rencontre. L'arbre pousse très facilement et très rapidement. **(FAO, 1982).**

Le Moringa Oleifera est une espèce d'arbre miraculeuse qui possède des nutriments abondants, une valeur biologique protéique élevée et un bon effet alimentaire. En tant qu'un nouvel aliment protéique, M. Oleifera a un grand potentiel pour atténuer la crise alimentaire **(Su et Chen, 2020).**

Elle est également connue sous le nom de l'arbre des baguettes, est reconnue comme une source dynamique et abordable de produits phytochimiques, ayant des applications potentielles dans les médicaments, les préparations alimentaires fonctionnelles et la purification de l'eau **(Saini et al., 2016).**

I.I.2. Description et morphologie

D'après **Foidl et al en 2001** Moringa est un arbre pérenne, à croissance rapide, qui peut atteindre 7 à 12 mètres de hauteur.

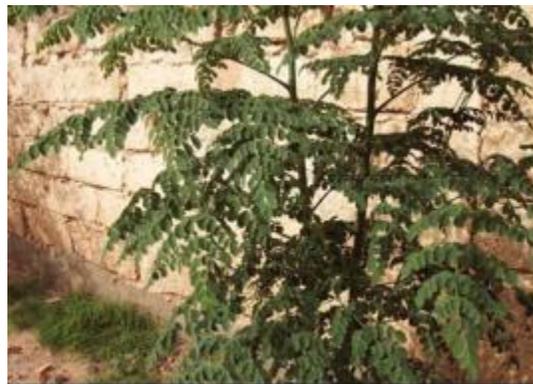


Figure 1 et 2. Arbres de Moringa à la ferme d'ECHO (Fig. 1 ; à gauche) et dans une cour en Afrique (Fig. 2 ; droite). Photos : Tim Motis et Beth Doerr respectivement.

➤ Tronc

Moringa Oleifera est tantôt un arbuste, tantôt un arbre de petite taille ou de taille pouvant atteindre une dizaine de mètres de hauteur (FAO, 1982). En général, il atteint 1,5 à 2 mètres de haut avant de se ramifier, bien qu'il puisse parfois atteindre les 3 mètres (Angela R ; 2006). Le tronc mesure 20 à 40 cm de diamètre. (Foidl et al., 2001). Écorce blanchâtre, grise ou chamois pâle, lisse ou rarement rugueuse, liégeuse ; jeunes pousses violacées ou blanc-verdâtre, pubérulentes. (Andrianantenaina B., 2013).

➤ **Branches**

Selon Angela en 2006 les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol.

➤ **Feuille**

Les feuilles sont alternes, bi ou tripennées ; les folioles sont opposées et disposées par 2 à 5 paires ; elles sont courtement pétiolées, elliptiques, ovales ou obovales, vert foncé sur la face supérieure, glauques presque blanches sur la face inférieure (FAO, 1982).

Les feuilles se développent principalement dans la partie terminale des branches. Elles mesurent 20 à 70 cm de long, sont recouvertes d'un duvet gris lorsqu'elles sont jeunes, ont un long pétiole avec 8 à 10 paires de pennes composées chacune de deux paires de folioles opposés, plus un à l'apex, ovales ou en forme d'ellipse, et mesurant 1 à 2 cm de long (Angela, 2006)



Figure 03 : Feuille de Moringa Oleifera la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar (Benkaddour 2016).

➤ **Fleurs**

Fleurs bisexuées, zygomorphes, 5 -mères ; sépales libres, de 7–14 mm de long, souvent inégaux ; pétales libres, oblongs-spatulés, de 1–2 cm de long, inégaux, le plus grand dressé, à pubescence veloutée, blancs ou crème ; étamines 5, filets de 7–8 mm de long, anthères d'un jaune cireux ou orange, alternant avec 3–5 staminodes ; ovaire supère, pédonculé, cylindrique, de 3–5 mm de long, rose à la base, densément poilu, 1-loculaire, style mince, glabre, sans lobes stigmatiques (**Andrianantenaina, 2013**).



Figure 04 : Fleurs de Moringa Oleifera la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar (**Benkaddour 2016**).

➤ **Fruits**

Les fruits de Moringa Oleifera sont de longues capsules septicides étroites s'ouvrant par 3 valves. Ils peuvent mesurer jusqu'à 45 cm de longueur. Ils contiennent une série de graines ailées caractéristiques remarquables grâce à leurs trois expansions aliformes (**FAO, 1982**).

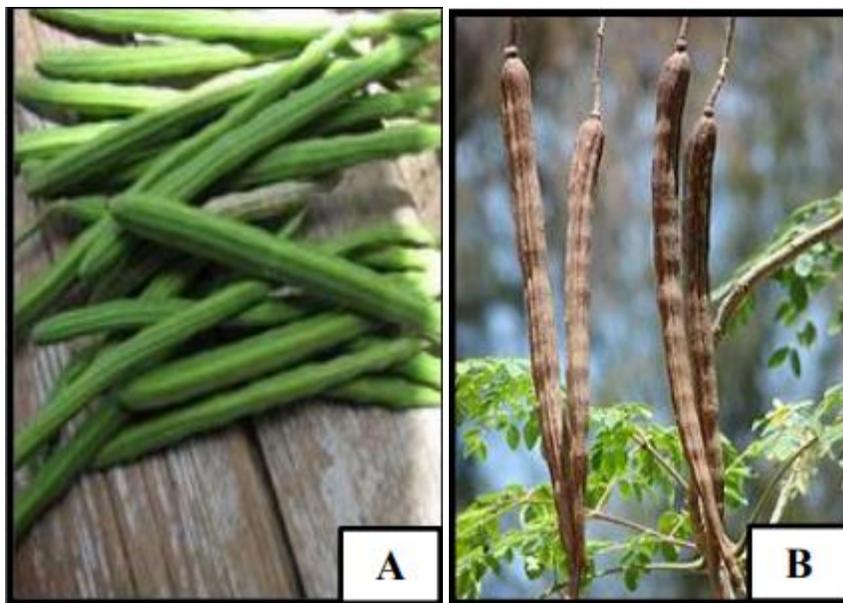


Figure 05 : Gousses immatures (A), gousses mûres (B) (Anwar et al. 2007 ; Bourai et Guelmani –Ziani 2015).

➤ **Graines**

Les graines sont rondes, avec une coque marron semi-perméable. La coque présente trois ailes blanches qui s'étendent de la base au sommet à 120 degrés d'intervalle. Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine. **(Foidl et al ; 2001).**

Selon **FAO en 1982** ; Les graines contiennent de gros cotylédons charnus huileux ; elles dosent jusqu'à 42% d'une huile comestible ne rancissant pratiquement pas.



Figure 06 : graines de Moringa Oleifera. (Sivanesan et al. 2010).

I.I.3. Systématique et classification de *M. Oleifera*

Moringa Oleifera est l'espèce la plus connue parmi les 13 espèces du genre *Moringa* (Tableau 1). Elle est souvent appelée simplement *Moringa* (Foidl et al., 2001 ; Hédji et al., 2014 ; Tahir Mahmood et al., 2010).

Tableau N°01 : La systématique de *M. Oleifera* (Laleye et al., 2015).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobiophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Mangoliopsida
Sous-classe	Dilleniidae
Ordre	Capparales
Familles	Moringaceae
Genre	<i>Moringa</i>
Espèce	<i>Moringa oleifera</i>

I.I.4. Origine et répartition géographique de *M. Oleifera*

Moringa Oleifera est originaire du nord-ouest de l'Inde (les montagnes subhimalayennes) est maintenant cultivé dans la grande partie des régions tropicales et subtropicales (Morton, 1991 ; Fahey, 2005 ; Leone et al., 2016). A nos jours *Moringa Oleifera* est principalement rencontré dans le moyen orient et dans les pays africains et asiatiques, mais grâce à son adaptabilité le *Moringa* est diffusé dans de nombreux régions à travers le monde surtout les régions tropicales et subtropicales (Leone et al., 2016).



Figure 07 : Distribution de Moringa Oleifera dans le monde (Saini et al. 2016)

I.2. Composition chimique et valeur nutritionnelle de Moringa Oleifera

Chaque partie de la plante de M. Oleifera, y compris la feuilles, la racine, l'écorce, la graine, la fleur et la gousse est comestible et contient des composés importants pour le bien-être de l'Homme (Kadhim et AL-Shammaa, 2014). Essentiellement la partie la plus utilisée de cette plante sont les feuilles (Adedapo et al., 2015).

Les feuilles de M. Oleifera contiennent plus de vitamine C et A, de calcium, de potassium, de fer et de protéines que d'autres produits alimentaires tel que l'orange, les carottes, le lait, et les bananes (Falowo et al., 2018).

La comparaison du contenu nutritionnel des feuilles de M. Oleifera avec d'autres aliments est présentée dans la figure 07 et dans le tableau n° 02 :



Figure 08 : comparaison du contenu nutritionnel des feuilles de *M. Oleifera* avec d'autres aliments (Fuglie, 2002).

Tableau n° 02 : comparaison du contenu nutritionnel des feuilles de *M. Oleifera* avec d'autres aliments (Fuglie, 2002).

Nutriments	Moringa	Aliments de référence
Vitamine A	6780 mcg	Carottes 1890 mcg
Vitamine C	220 mg	Oranges 30 mg
Calcium	440 mg	Lait de vache 120 mg
Potassium	259 mg	Bananes 88 mg
Protéine	6.7 mg	Lait 3.2 mg

Tableau N°03 : Valeur nutritionnelle du Moringa Oleifera. Les gousses, les feuilles fraîches (crues) et la poudre de feuilles sèches contiennent les quantités indiquées ci-dessous par portion de 100 grammes comestibles (Fuglie ,2005 et Olagbemide,2014)

Element analysé	Gousses	Feuilles	Poudre de feuilles
Humidité (%)	86,9	75,0	7,5
Calories	26	92	205
Protéines (g)	2,5	6,7	27,1
Gras (g)	0,1	1,7	2,3
Glucides (g)	3,7	13,4	38,2
Fibre (g)	4,8	0,9	19,2
Minéraux (g)	2,0	2,3	-
Ca (mg)	30	440	2 003
Mg (mg)	24	24	368
P (mg)	110	70	204
K (mg)	259	259	1 324
Cu (mg)	3,1	1,1	0,57
Fe (mg)	5,3	7	28,2
S (mg)	137	137	870
Acide oxalique (mg)	10	101	1600
Vitamine A – β-carotène (mg) **	0,11	6,8	18,9
Vitamine B - choline (mg)	423	423	-
Vitamine B1 - thiamine (mg)	0,05	0,21	2,64
Vitamine B2 - riboflavine (mg)	0,07	0,05	20,5
Vitamine B3 - niacine (mg) Vitamine C	0,2	0,8	8,2
acide ascorbique (mg) Vitamine E -	120	220	17,3
acétate d'α-tocophéryle (mg)	-	-	113
Arginine (mg)	90	402	1325
Histidine (mg)	27,5	141	613
Lysine (mg)	37,5	288	1325
Tryptophan (mg)	20	127	425

Phenylalanine (mg)	108	429	1388
Methionine (mg)	35	134	350
Thréonine (mg)	98	328	1188
Leucine (mg)	163	623	1950
Isoleucine (mg)	110	422	825
Valine (mg)	135	476	1063

* Tiré de The Miracle Tree de **Lowell Fuglie** (ed)

** Le bêta-carotène présent dans le Moringa est un précurseur du rétinol (vitamine A). Il y a environ 25 types de β -carotène. L'efficacité de la production de rétinol varie selon le type de β -carotène. Il faut mener plus de recherches pour mieux connaître les types de β -carotène présents dans les feuilles de Moringa, notamment l'efficacité à laquelle ils sont convertis en rétinol, et les taux de perte ou d'inactivation produits par les différentes méthodes de transformation du Moringa

I.3. Intérêts de Moringa Oleifera

I.3.1. Intérêt alimentaire

Moringa Oleifera est un extraordinaire aliment pour l'être humain il est utilisé pour lutter contre la malnutrition (**Saini et al.,2016**), il représente un excellent complément alimentaire pour la femme enceinte et favorise l'allaitement (**Yang et al. 2006**). Les feuilles peuvent se consommer fraîches ou en poudre (**Broin 2005**) et même associées aux épices comme le piment, elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade. Les jeunes gousses vertes peuvent être consommées bouillies comme des haricots.

Les graines sèches peuvent être réduites en poudre et utilisées pour assaisonner les sauces, et les fleurs peuvent également être consommées comme crudités (salade) (**Foidl et al. 2001**).

De nombreuses études ont été faites sur l'efficacité de l'incorporation de Moringa Oleifera dans l'alimentation animale. Les feuilles fraîches de Moringa contiennent des quantités négligeables de tannins (1,4%), tandis que les tannins condensés sont

indétectables. A de telles concentrations, ces phénols simples ne produisent pas d'effets négatifs lorsqu'ils sont consommés par les animaux contrairement aux autres plantes (**Foidl et al. 2001**).

I.3.2. Intérêt médicinale

Le *Moringa Oleifera* possède un intérêt médical car il peut être utilisé dans le traitement de nombreuses maladies (**Goyal et al., 2007**). Ses feuilles possèdent diverses activités biologiques, notamment des propriétés hypocholestérolémie, antidiabétique, hypertensive et régulatrice des hormones thyroïdiennes. L'espèce *Moringa Oleifera* est également étudiée pour ses propriétés anti-inflammatoires, antimicrobienne, diurétique et antibiotique (**Olajide et al., 2018**).

I.3.3. Intérêt thérapeutique

L'analyse nutritionnelle indique que les feuilles de *Moringa Oleifera* contiennent une grande quantité de nutriments essentiels pour prévenir les maladies, ce qui permet de les inclure dans les régimes alimentaires en tant que compléments alimentaires, elles ont été utilisées pour lutter contre la malnutrition, notamment chez les nourrissons et les mères allaitantes (**Madi et al., 2012**).

Les feuilles et les cosses sont utiles pour augmenter le lait maternel des mères qui allaitent (**Nweze et Nwafor. 2014**).

I.3.4. Autres intérêts

Parmi les utilisations de cet arbre, on peut citer, la production de biodiesel (**Leone et al., 2015**). Il est utile non seulement pour les êtres humains mais aussi pour les animaux et dans diverses applications industrielles, il contient de l'acétone qui peut être préparée en une formulation à base de plantes qui est un agent biologique efficace contre le paludisme. Ces arbres peuvent être une source de nouveaux médicaments. La graine de l'arbre permet également de clarifier l'eau, ce qui permet d'approvisionner des millions de personnes en eau potable (**Hradesh et al., 2019**).

Cependant, certaines études ont démontré que les composés bioactifs des plantes de *Moringa* pourraient être utilisés pour l'innovation de produits alimentaires fonctionnels et pour d'autres applications alimentaires industrielles (**Saucedo-Pompa et al., 2018**).

Chapitre II

Les biscuits

II.1. Définition de biscuit

Le terme "biscuit" est dérivé du mot latin "biscoctus", qui signifie "cuit deux fois" (Gallagher, 2008). On peut décrire un biscuit entant qu'une matrice complexe constituée de plusieurs cavités avec différentes tailles et formes, qui sont formées pendant la cuisson quand les gaz de levée et la vapeur d'eau sont libérés. Ces cavités sont des porosités formées par l'expansion des bulles d'air (air pockets) piégées durant le pétrissage (Fustier, 2006). En fait, la texture des biscuits est attribuée en premier lieu à la gélatinisation de l'amidon et le sucre refroidi plutôt qu'à la structure protéine/amidon. Néanmoins, les biscuits sans-gluten commercialement disponibles, sont à la base des amidons pures (natives) et pour cela ils sont d'une qualité organoleptique inférieure (Ardent et al, 2009).

II.2. Classification de biscuits

Il n'existe pas de classification officielle des biscuits en raison de la très grande variété des productions et multiplicité des composants pouvant entrer dans des diverses fabrications. Cependant, une classification peut être envisagée en se basant sur la consistance de la pâte avant cuisson (Feuillet., 2000). (Kiger et al., 1967 ; Mohtedji-Lambalais., 1989 ; Feuillet., 2000).

➤ Pâtes dures ou semi-dures

Donnant naissance au type de biscuits secs sucrés et salés, casse-croute, sablés, petit beurre...etc. C'est une fabrication sans œufs qui représente environ 60% de la consommation de biscuit.

➤ Pâtes molles

S'adressent à la pâtisserie industrielle. Il s'agit à la fois de biscuits secs, et d'articles moelleux tels que génoises, Madeleine, cakes, macaron. La particularité de ces biscuits et leur richesse en œufs et en matière grasse. Il représente environ 26,5% de la consommation. La particularité de ces biscuits est leur richesse en œufs et en matières grasses (Broutain., 2001).

➤ Pâtes qui ont une forte teneur en lait ou en eau et continent peu de matière grasse

Ce sont les pâtes à gaufrettes (10,5% de la consommation) (**Broutain., 2001**).

Selon le **Programme National de Nutrition Santé (2007), (PNNS)**, les biscuits sont surtout classés en fonction de leur activité d'eau. En cela, les biscuits sont classés en trois catégories :

-Les biscuits secs : activité d'eau compris entre 0.05 et 0.5 dans cette catégorie se trouve les biscuits sucrés et gouters ;

-Les biscuits à humidité intermédiaire : aw comprise entre 0.55 et 0.85. Dans cette catégorie se trouvent les biscuits aux œufs (boudoirs, cuillers,) et les gaufrettes qui représentent 5 % et les biscuits chocolatés et assortiments représentent 30 %

-Les pâtisseries (produits humides) : aw supérieure à 0.8 - 3.

II.3. Principaux ingrédients et leurs effets

Les trois ingrédients de base pour la fabrication des biscuits sont : la farine, la matière grasse et le sucre, les différentes combinaisons de ses ingrédients donnent naissance à un large éventail de produits avec de formes et de textures diverses (**GALLAGHER, 2008 ; ARDENT et al., 2009**).

II.3.1. Farine

La farine de blé reste la matière première principale de ce secteur. Elle constitue un élément clé de la qualité des produits de biscuiterie. C'est par exemple le cas des biscuits secs et des goûters, qui représentent la plus importante des références biscuitières, dont la farine représente plus de 60 Kg par 100 Kg de biscuit (**MOHTEDJIL-LAMBALAI, 1989 ; MENARD et al., 1992 ; THARRAULT, 1997 ; FEILLET, 2000**).

Elle est responsable de la structure finale du produit. Son utilisation très répandue est liée à la capacité de la pâte à retenir le gaz permettant ainsi son expansion lors de la cuisson (**GAN et al., 1995**). La farine est un composé complexe comportant différents constituants (protéines, lipides, glucides...) qui jouent un rôle direct ou indirect dans la structuration et l'aération de la pâte.

La valeur biscuitière d'une farine se juge d'après son aptitude à donner une pâte machinale, qui selon **KIGER L et KIGER J 1968**, résiste à un certain degré de brisure et pouvoir

s'étendre en couche minces sans se casser ou craqueler à la surface, en donnant un produit fini de qualité. Certains facteurs intrinsèques à la farine comme les protéines ont une influence quantitativement et qualitativement importante sur la qualité du produit fini. Pour une farine biscuitière, la teneur en protéines doit être comprise entre 7.5 % et 10 % (**MENARD et al., 1992 ; COLAS, 1998 ; FEILLET, 2000**).

II.3.2. Matière grasse

La matière grasse est un ingrédient très important dans la fabrication des biscuits. Elle est d'habitude de nature semi-solide à température ambiante pour qu'elle se mélange bien et sans problème avec les autres ingrédients. Elle contribue à la plasticité de la pâte, joue le rôle d'un lubrifiant et influe la machinabilité de la pâte et les qualités texturales et gustatives du biscuit après cuisson. La capacité de la matière grasse à disperser les constituants du mélange est dû à l'insolubilité dans l'eau de cette matière (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

La principale fonction de la matière grasse est la fabrication des produits plus tendre. Elle lubrifie la structure en se dispersant dans la pâte durant le pétrissage ce qui empêche la formation du réseau glutineux, résultant en une matrice moins élastique. La formation de ce réseau glutineux est inhibée si la matière grasse couverte la farine avant qu'elle s'hydrate. Après cuisson les propriétés organoleptiques désirées pour ces produits se caractérisent par une texture moins dure, une tendance à se fondre dans la bouche (**FUSTIER, 2006**).

Pour cela, la consistance désirée de la pâte peut être achevée en augmentant la teneur en matière grasse tout en diminuant la teneur en eau. En grande quantité, l'effet lubrifiant de cet ingrédient est tellement grand que peu d'eau est nécessaire pour l'obtention d'un niveau faible de la consistance. Cependant, il faut noter que l'effet de la matière grasse sur la pâte et la qualité du biscuit n'est pas seulement fonction de sa composition mais aussi de celle de la farine et ses lipides natives (**FUSTIER, 2006**).

II.3.3. Sucre

Le sucre est le troisième élément important dans la fabrication des biscuits. Il représente de 15 % à 25 % dans la formule d'un biscuit sec, et plus de 25 % en pâtisserie industrielle. Le saccharose, ajouté à l'état cristallin, est le plus employé. En plus de son pouvoir sucrant,

il contribue à la formation des arômes, de la texture, de la coloration et à la conservation des biscuits. Il a également une fonction plastique (**FEILLET, 2000**).

En biscuiterie, le sucre a une influence remarquable sur le comportement de la pâte en provoquant son ramollissement. Cela est dû en partie à la compétition entre le sucre supplémentaire et la farine sur la disponibilité de l'eau dans le système (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

Le sucre influence les propriétés mécaniques des biscuits. Après cuisson, le saccharose agit en tant qu'agent durcissant en se cristallisant pendant le refroidissement du biscuit, ce qui fait du produit croustillant. Une augmentation de la concentration en sucre dans la formule crée des liens plus forts entre les particules après cristallisation en donnant un biscuit plus dure, indéformable avec une surface granuleuse (**MENARD et al., 1992 ; MAACHE-REZZOUG et al, 1998**).

En outre, le sucre joue un rôle important dans le développement de la couleur du biscuit pendant la cuisson. Sa caramélisation à une température supérieure à 149 °C donne la couleur recherchée de la face extérieure du biscuit et permet d'atteindre différentes nuances (**MENARD et al., 1992**). Enfin, le sucre aide à retarder le rancissement de la matière grasse et la multiplication microbienne dans les biscuits. Ainsi, la haute teneur en sucre d'un biscuit favorise une pression osmotique élevée et diminue l'activité de l'eau, ce qui prolonge la durée de conservation (**MENARD et al., 1992**).

II.3.4. Eau

L'eau est un agent liant, elle est essentielle pour la formation de la pâte, est nécessaire pour la solubilisation des autres ingrédients, pour l'hydratation des protéines et les carbohydrates et pour le développement du réseau glutineux (**FUSTIER, 2006**). Elle est aussi un facteur essentiel dans le comportement rhéologique des pâtes (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**). N'importe quelle augmentation de la teneur en eau modifie le module élastique et le module visqueux, et diminue la viscosité. S'il y a peu d'eau, la pâte devient fragile à cause de la déshydratation rapide de la surface (**FUSTIER, 2006**).

II.3.5. Levures chimiques

Le bicarbonate d'ammonium (NH_4HCO_3) et le bicarbonate de sodium (NaHCO_3) utilisés sont des produits chimiques à usage alimentaire. Ils nous ont été fournis par la biscuiterie (**Benkadri., 2010**).

II.3.6. Œufs

Les œufs apportent de la légèreté et du moussant aux recettes, comme pour les boudoirs, les madeleines, les génoises. Prenant couleur à la cuisson, ils permettent aussi de donner une couleur dorée aux biscuits (**Coutouly et al., 1998**).

II.3.7. Sel

C'est le chlorure de sodium (NaCl) indique à celui utilisé en cuisson, il est soluble dans presque tous les liquides, il accélère le ramollissement de la croûte, aussi il joue un rôle important dans la conservation des ingrédients et protège l'aliment (**Kiger L et Kiger J-G., 1967**).

II.4. Fabrication des biscuits

II.4.1. Pétrissage

Le pétrissage de la pâte a été effectué dans un pétrin, menu d'un bol de pétrissage, un temps de pétrissage 5 min a donné une pâte non cohérente et donc mal pétrie. Le temps 15 et 20 min ont provoqué un ramollissement de la pâte qui devient collante, ils correspondent donc à un pétrissage excessif. Ainsi l'optimum de temps de pétrissage retenu est 10 min qui a donné une pâte cohérente, non collante et d'une bonne malléabilité (**Benkadri., 2010**).

II.4.2. Façonnage et découpage de la pâte

Le laminage et la première opération de mise en forme de la pâte pétrie. Il consiste à façonner la pâte (formation d'un ruban d'épaisseur déterminée) en la faisant passer entre un train de laminoirs (**Fellueit, 2000**).

II.4.3. Cuisson

La cuisson est un processus durant lequel se déroulent de multiples réactions biochimiques et physico-chimiques complexes : dénaturation des protéines, gélatinisation partielle de l'amidon, expansion de la pâte par réduction et dilatation thermique de gaz, évaporation de

l'eau, et formation de la couleur (réaction de Maillard) (**Armand et Germain, 1992**). La cuisson est conduite dans des fours tunnels de plusieurs dizaines de mètres (pouvant dépasser la centaine ; constitués de plusieurs sections (se différenciant par leur température et leur humidité) (**Fellueit, 2000**).

II.5. Critères d'évaluation de la qualité du biscuit

Les attributs de la qualité les plus importants dans les aliments sont les caractéristiques sensorielles : la texture ; la flaveur, l'arôme, taille et la couleur. La qualité du biscuit, se traduit par une maîtrise rigoureuse des caractéristiques physiques (dimensions, couleur, humidité), apparence de la surface et de la texture (densité, dureté, résistance aux bris) (**Fustier., 2006**). Cette qualité est gouvernée par la nature et la quantité des ingrédients utilisés. Dans le cas des biscuits, la couleur et la texture sont des paramètres importants dont on doit contrôler (**Maache-Rezzoug et al., 1998**).

II.5.1. Texture

Elle est déterminée principalement par la teneur en humidité, en gras et le types et les quantités des carbohydrates structurales (cellulose, amidons ; pectines...etc.) et les protéines présentes (**Fellows, 2000**). Elle influe considérablement la perception du consommateur. L'expansion, un évènement pertinent dans la formation de la texture est déterminé par les propriétés rhéologiques de la pâte, qui dépend du comportement et interactions de ces composants et la solubilité du gaz dans la phase continue. Des grandes expansions produisent une faible densité ce qui résulte en de biscuits de grandes porosité (**Lara et al., 2011**).

La résistance de la croute du biscuit à la déformation est un attribut textural dont on connaît sou le nom de la dureté et fermeté et c'est un facteur important dans les produits de panification comme elle est fortement corrélée avec la perception de la fraîcheur du biscuit (**Lara et al., 2011**).

Pour cela, la texture est un critère de qualité important, ou la formation d'une miette tendre et flexible est désirée (**Lara et al., 2011**). Les propriétés de texture des aliments :

- ✓ Une évaluation initiale de la dureté ; la friabilité.

- ✓ Une perception de la mastication et l'adhésion, l'humidité, si le produit est gras, avec une évaluation de la taille et la géométrie des particules de l'aliment.
- ✓ Une perception de la vitesse de fracturabilité de l'aliment pendant la mastication, la libération de l'eau ...etc. (**Fellows, 2000**).

II.5.2. Couleur

La couleur est un facteur déterminant dans la définition de la qualité de n'importe quel aliment et elle est un trait que le consommateur remarque immédiatement comme elle influence l'impression sensorielle subjective (**Lara et al., 2011**).

II.5.3. Gout, flaveur et arôme

Les attributs du goût sont le salé, le sucré, l'amère et l'acidité. Les composants volatils d'arôme sont produits sous l'effet de la chaleur, l'oxydation, l'activité non enzymatique sur les protéines, la matière grasse et les carbohydrates (ex. réaction de Maillard) (**Fellows, 2000**).

II.6. Qualité nutritionnelle des biscuits

Les biscuits contiennent à la fois des sucres, des protéines et des lipides. Les nombreuses réactions décrites plus haut (réaction de Maillard, de caramélisation, l'oxydation des lipides) sont connues pour abaisser la qualité nutritionnelle globale des aliments, l'une des conséquences majeures en terme de perte de qualité des protéines, est la diminution de la digestibilité globale liée à la formation de pontages inter peptidiques résistants à l'action des enzymes et limitant leur accessibilité. Par ailleurs, certains produits de la réaction de Maillard inhibent certaines protéases (**Benkadri, 2010**).

En termes de RM et les formes bloquées de l'acide aminé sont indisponibles pour l'organisme. Il en résulte une baisse nette de la valeur biologique de la protéine particulièrement dans le cas des céréales où la lysine est l'acide-aminé limitant (**Radamendoza et al., 2004**).

II.7. Qualité organoleptique

Le consommateur est attiré par les différentes propriétés composant cette qualité, il s'agit de : aspect et couleur, forme, saveur, arômes, texture (**Radamendoza et al., 2004**).

Chapitre III

Matériels et

méthodes

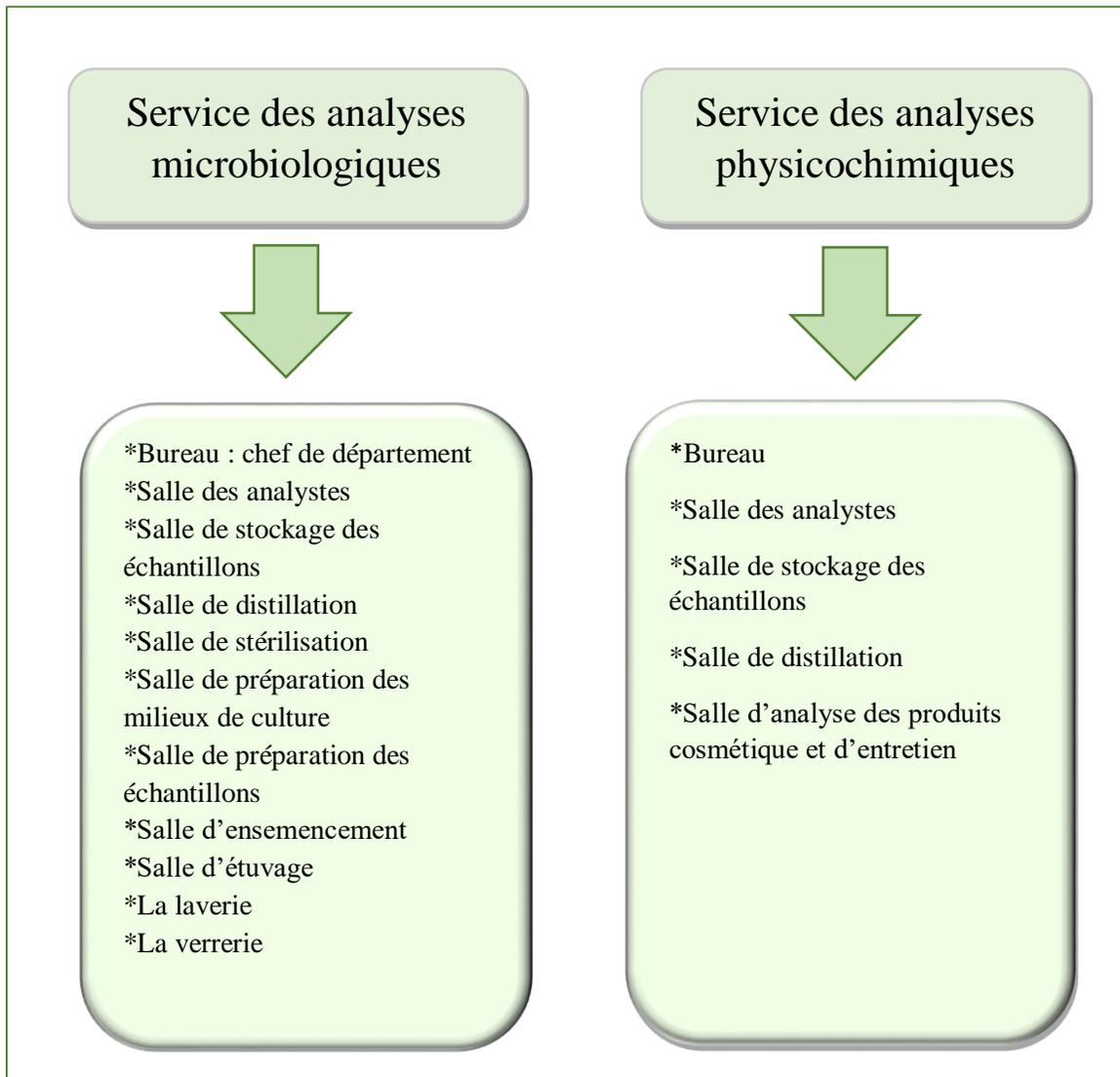
Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Interprétation de l'entreprise

➤ Présentation de laboratoire

Nous avons effectué notre stage au sein de laboratoire de la répression des fraudes située à Sour El ghozlane wilaya de BOUIRA. Au cours de ce stage nous avons pu s'intéresser au fonctionnement de cette direction il s'agit de contrôler la qualité et vérifier de la conformité de notre produit.

➤ Les différentes structures de laboratoire



III.2. Objectif

L'objectif de notre partie expérimentale est l'évaluation de l'enrichissement des biscuits (cookies) par la poudre des feuilles de Moringa Oleifera. Afin d'atteindre notre objectif, nous avons testé trois concentrations différentes de l'ordre de 1.5%, 2.5% et 3.5% de la poudre des feuilles de M. Oleifera ajoutée aux biscuits. Les produits obtenus sont évalués par un panel de dégustateurs composé de 30 personnes recrutés selon leur disponibilité et leur motivation pour participer à l'étude. L'évaluation a été réalisée par comparaison à un témoin correspondant aux biscuits avec à 0% de la poudre de Moringa Oleifera.

III.3. Préparation de l'échantillon

III.3.1. Matières premières

➤ **La poudre de feuilles de Moringa Oleifera**

L'échantillon utilisé dans cette étude (feuilles de Moringa Oleifera) a été acheté d'un magasin qu'il l'a récolté d'OUED-SOUF.

➤ **Autres ingrédients**

Farine, Œufs, matière grasse, la levure chimique, sucre, pépites de chocolat.

III.3.2. Préparation de la poudre de Moringa Oleifera

Le tableau n° 04 résume les différentes opérations de préparation de poudre de Moringa Oleifera.

Tableau N° 04 : les différentes opérations de préparation de poudre de Moringa Oleifera.

Étape de transformation	Principe
Séchage	Le séchage est effectué à l'air libre et à température ambiante (à l'abri du soleil) dans un endroit sec et ventilé.
Triage	Effectué manuellement pour éliminer les matières étrangères.
Broyage	-les feuilles de Moringa Oleifera ont été broyées jusqu'à l'obtention d'une poudre

	<p>dont la taille des particules est inférieure à 0,5 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le broyage est réalisé à l'aide d'un broyeur traditionnel
Tamisage et conditionnement	<ul style="list-style-type: none"> - Cette opération a pour but la séparation de la fraction utilisable (farine) de celle non utilisable. - Le tamisage est réalisé à l'aide d'un tamis traditionnel. - La poudre obtenues est conditionnée dans des bocaux en verre et stockées à 4°C.

III.4. Méthode d'analyses

III.4.1. Analyses physico-chimiques de *Moringa Oleifera*

III.4.1.1. Détermination de la teneur en eau (humidité)

La détermination de l'humidité de nos échantillons a été effectuée suivant la méthode de perte de poids décrite par **Vervack (1982)** qui consiste à déterminer la teneur en eau d'un produit destiné à l'alimentation humaine ou animale.

➤ **Principe**

Cette méthode consiste à sécher l'échantillon à l'étuve à 130°C jusqu'au poids constant. De la différence des poids de l'échantillon frais et sec, on déduit la teneur en humidité.

➤ **Mode opératoire**

Peser 5g de poudre de *Moringa Oleifera* (P1) sur une capsule en verre préalablement tarée (Po) à l'aide d'une balance analytique (**KERN 440-35N**). La capsule et son contenu sont placés à l'étuve (**HERAEUS**) réglée à 130°C pendant 2 heures.

Après séchage, la capsule est retirée de l'étuve et refroidie dans un dessiccateur contenant du silicagel avant d'être pesée à nouveau (P2).

➤ **Expression des résultats**

$$H\% = [(M_1 - M_2) \times 100] / M_1$$

M₀ : Poids (g) de la capsule vide.

M₁ : Poids (g) de l'échantillon

M₂ : Poids (g) de la capsule contenant l'échantillon sec.

M₃ : Poids (g) de l'échantillon sec = M₂ - M₀.

III.4.1.2. Détermination de PH (NF V05 – 108 DE JUILLET 1970)

➤ **Principe**

Le produit à analyser est dispersé dans l'eau distillé, on fait bouillir. Après refroidissement pour détermine le pH de façon classique avec un pH-mètre à deux électrodes.

➤ **Mode opératoire**

1. Peser 5g de produit à analyser dans un bécher rempli par l'eau distillé jusqu'à 50g.
2. Agitation mécanique.
3. Puis, on met notre solution à une température de 20°C.
4. Avant de mesurer le pH de notre produit, il faut étalonner l'appareil.
5. Une fois le pH-mètre équilibré, introduire l'électrode dans le bécher contenant notre produit.

➤ **Expression des résultats :**

Lire directement le résultat sur le cadran du pH-mètre.

III.4.1.3. Détermination du taux de cendre (NA.735-1991.E.ISO 2171)

La détermination de la matière minérale, principalement répartie dans les enveloppes et le germe, permet de donner une indication sur le taux d'extraction en meunerie.

➤ Principe

Incinération d'une prise d'essai d'échantillons des semoules jusqu'à combustion complète des matières organiques à 550 °C puis pesée du résidu obtenu.

➤ Mode opératoire

1. Chauffer durant 15min les creusets dans un four réglé à 130°C. laisser refroidir à dans le dessiccateur durant 15 min et peser
2. Dans le creuset d'incinération, on prépare 5g de la prise d'essai.
3. placer les creusets dans le four a moufle réglé à 550°C pendant une 4h Jusqu'à l'obtention d'une couleur grise claire ou blanchâtre.
4. Retirer les creusets progressivement du four, laisser refroidir à la température ambiante dans le dessiccateur, puis peser.

➤ Expression des résultats

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière humide exprime en Pourcentage, est donne par l'équation suivante :

$$TC (\%) = 100 - [M1-M2].100 / P$$

Avec :

TC : taux de cendres en %.

M1 : Masse « capsule + prise d'essai » (en g)

M2: Masse «capsule + cendres» (en g);

P: Masse de la prise d'essai (en g).

III.4.1.4. Dosage des protéines

➤ Principe

La méthode de Bradford est un dosage colorimétrique, basé sur le changement d'absorbance (la mesure se fait à 595 nm), se manifestant par le changement de la couleur du bleu de Coomassie après liaison (complexation) avec les acides aminés aromatiques (tryptophane, tyrosine et phénylalanine) et les résidus hydrophobes des acides aminés présents dans les protéines. **Bradford, M. M. (1976)**

➤ Mode opératoire

▪ Extraction à froid:

- 1g de poudre de Moringa a été mis en solution dans 20 ml d'eau distillée.
- Mettre sous l'agitation dans le réfrigérateur pendant 5h.
- Centrifuger le mélange à froid à 5000 tours/min pendant 40 min et conditionné dans des tubes à essai.

▪ Réactif de Bradford :

- 100 mg Bleu de Coomassie G250.
- 50 ml d'Éthanol a 95%.
- Ajouter 100 ml de l'acide phosphorique.
- Ajuster avec 1 L d'eau distillée.
-

III.4.1.5. Teneur en matière grasse (AFNOR T90- 501 et T 90-506)

➤ Principe

L'échantillon sec est extrait à l'aide de l'éther de pétrole avec un appareil de type Soxhlet, le solvant est évaporé, l'échantillon est séché et pesé.

➤ Mode opératoire

1. Sécher un ballon de 500ml à 150°C pendant 1h, refroidi au dessiccateur pendant 30min, puis pesé à une précision de 0,001 g.

2. Peser 10g de produit dans la cartouche du Soxhlet et placés à l'intérieure de l'extracteur.
3. Versés 200ml d'éther du pétrole dans le ballon et 50ml dans le compartiment et cartouche.
4. Le ballon est ensuite chauffé pendant 7h et 50ml (20 siphonages par heure) jusqu'à épuisement de la matière grasse.
5. Le solvant est éliminé du ballon par distillation.
6. Le résidu du ballon est séché dans une étuve à 80°C, après refroidissement au dessiccateur pendant 30min.
7. Le ballon contenant les lipides est pesé à 0,001g près.

➤ **Expression des résultats**

Le taux de la matière grasse est calculé par la formule suivante :

$$\text{MG (\%)} = (\text{P1} - \text{P2}) / (\text{ME} \times 100)$$

Dont :

P2 : poids du ballon vide (g).

P1 : poids du ballon après évaporation(g).

ME : masse de la prise d'essai(g).

MG : taux de la matière grasse (%).

100 : pour exprimer le pourcentage.

III.4.2. Etude de l'activité anti-oxydante de la poudre de M. Oleifera

III.4.2.1. Extraction et dosage des composés phénoliques

➤ **Extraction des polyphénols**

Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le principe consiste en ce que le solvant doit franchir la barrière de l'interface solide liquide, dissoudre le principe actif à l'intérieur du solide et l'entraîner à l'extérieur. La plupart des auteurs suggèrent que l'entrée du solvant se fait par un mécanisme osmotique et la sortie du soluté par dialyse ou par diffusion. Le solvant utilisé dans cette présente étude est l'éthanol (80%).Celui-ci possède l'avantage d'être plus facilement éliminé sous vide, il donne en plus un meilleur rendement d'extraction (7 fois plus que celui d'eau) (**Ribéreau-Gayon, 1968**). Le rendement d'extraction en polyphénols augmente aussi avec le temps de contact (**Lapornik et al., 2005**).

- **Mode opératoire**

1. Pesé 1g de la poudre de Moringa Oleifera.
2. Ajouter 100ml d'éthanol à 80%.
3. Agiter pendant 24h.
4. Filtrer (**Owen et Johns, 1999**).

- **Dosage des polyphénols de poudre de feuille de Moringa Oleifera**

- **Principe**

En présence de phénols, le mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et Phosphomolibdique (H₃PMo₁₂O₄₀) est réduit en oxydes bleus de tungstène (W₈O₂₃) et de Molybdène (Mo₈O₂₃), que l'on détermine par colorimétrie (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

- **Mode opératoire**

1. 1ml d'extrait de la poudre de Moringa Oleifera.
2. Ajouter 10ml d'éthanol, bien mélanger.
3. Ajouter 1ml du réactif de folin-ciocolteurs, laisser reposer 3mn.
4. Ajouter 1ml de carbonate de sodium (10%), bien mélanger.
5. Incubation pendant une heure à la température ambiante et à l'abri de la lumière.
6. Mesure de l'absorbance à 760 nm.

La concentration en composés phénolique totaux exprimée en mg équivalent d'acide gallique par g de pelure de la poudre de Moringa Oleifera est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage.

III.4.2.2. Dosage des flavonoïdes

➤ Principe

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits Éthanoïque de la poudre de feuilles Moringa Oleifera est réalisée par la méthode décrite dans la littérature (**Bahorun T., Gressier B., et al., 1996**).

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Ils forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons.

➤ Mode opératoire

1. Mettre 1 ml d'extrait Éthanoïque de la poudre de la poudre de Moringa Oleifera dans un tube à essai.
2. Ajouter 1 ml de solution de chlorure d'aluminium à 2 %.
3. Après 10 mn, l'absorbance est lue à 430 nm.

La préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes présenté dans l'annexe n°0.

III.4.3. Analyses microbiologiques

Lorsqu'un produit est destiné à la consommation humaine ou animale, on doit réduire le plus possible le niveau de contamination de celui-ci par un choix judicieux de la matière première et une surveillance constante de la fabrication. Dans le contrôle industriel, on vise surtout l'efficacité avant qu'il n'arrive sur le marché et agir immédiatement en cas de défaillance.

Les analyses microbiologiques aux cours de la production peuvent avoir plusieurs objectifs :

- Evaluer la qualité hygiénique des matières premières et de produit semi fini et fini.
- Evaluer le niveau de contamination en vue de maîtriser les points critiques de contamination ou de multiplication d'un micro-organisme sur la chaîne de fabrication.

Les analyses microbiologiques ont été réalisées conformément aux prescriptions de l'organisation internationale de normalisation (ISO). La solution mère a été obtenue selon la méthode ISO 4833.

III.4.3.1. Préparation des dilutions décimales

La dilution a pour objectif de réduire le nombre de germes par unité de volume pour faciliter l'examen microbiologique.

- **Première dilution** : introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1 ml de la solution mère, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de diluant TSE (Tryptone sel Eau), cette dilution constitue alors 1/10 ou 10^{-1} .
- **Seconde dilution** : prendre aseptiquement 1 ml de la dilution 10^{-1} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant TSE, cette dilution est alors au 1/100 ou 10^{-2} .
- **Troisième dilution** : prendre aseptiquement 1 ml de la dilution 10^{-2} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant TSE, cette dilution est alors au 1/1000 ou 10^{-3} .

III.4.3.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

➤ **Mode opératoire :**

A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose Sabouraud au Chlorophénicol coulée en boîte de pétri puis séchées.

Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours.

➤ **Lecture :**

Les colonies des levures crémeuses, rondes de forme convexes et souvent opaques. Les colonies de moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmenté ou non, et sont plus grandes que celles des levures.

III.4.3.3. Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus (NF ISO06888)

➤ **Mode opératoire :**

A partir des dilutions décimales de 10^{-1} à 10^{-3} porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose Chapman.

Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture :**

Les Staphylococcus aureus se présente alors sous forme de colonies de taille moyenne, lisse, brillante, en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulasse.

III.4.3.4. Recherche des salmonelles (NF 086-052)

➤ **Mode opératoire :**

La recherche des salmonelles comporte plusieurs étapes :

- Pré-enrichissement : il consiste à préparer une suspension mère en prélèvement 25 ml de produit à analyser que l'on introduit dans 225 ml de TSE. Cette dernière sera incubée à 37 °C pendant 18 à 24 heures.
- Enrichissement : on ensemence 1 ml du milieu de pré-enrichissement dans 10 ml du milieu liquide SFB (+ additif SFB) qui sera incubé à 37°C pendant 24h.
- Isolement : à partir du milieu SFB positif ensemencer par stries une boîte de pétri contenant la gélose Hektoen. La boîte ensemencée est incubée à 37° C pendant 24h.

➤ **Lecture :**

La lecture consiste à dénombrer les colonies caractéristiques 2 à 4 de diamètres, lisse et de couleur bleu verdâtre avec ou sans centre noir. Les résultats sont exprimés par la présence ou l'absence de germe.

III.4.3.5. Recherche des Escherichia coli

➤ **Mode opératoire (selon ISO 9308-2 (2012)) :**

-Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes (annexe 05), feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

- Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches et mélanger bien le milieu.

- Incuber à 44°C pendant 24h à 48 h.

- Considérer comme positif, les tubes où se manifestent une croissance bactérienne et un dégagement de gaz.

-Le nombre est calculé selon la table de Mac Grady.

➤ **Lecture :**

La présence d'Escherichia coli est confirmée par la formation d'un anneau rouge à la surface des tubes, après addition de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (annexe 01)

III.5. Élaboration du biscuit

III.5.1. Présentation du produit élaboré

Le produit élaboré est une forme de cookies à base de farine de poudre de feuilles de Moringa Oleifera. Les ingrédients additionnés dans la formulation de la recette sont :

➤ **Le sucre**

Le sucre employé est acheté du marché. C'est un sucre blanc cristallisé vendu sous le nom de "Skor" de la société "CEVITAL", Bejaïa.

➤ **La matière grasse**

La matière grasse est une margarine végétale de la marque Fleurial fabriquée par

Cevital SPA-Bejaia, Algérie.

➤ **Levure chimique**

La levure chimique est de marque Nouara produite par groupe SIPADES.

➤ **Les pépites de chocolat**

Les pépites ont un diamètre de 5 à 10 mm et un poids de 0,1 à 0,2 g de la marque

DADA produites par la SARL CHOCODADA d'Alger.

III.5.2. Étapes d'élaboration du biscuit

La préparation est réalisée manuellement selon les étapes suivantes :

1. Crémage

- Cette étape consiste à fouetter le sucre et la margarine à l'aide d'un batteur électrique jusqu'à l'obtention d'une texture de pommade.
- Ajouter les œufs puis mélanger de nouveau.

2. Pétrissage

- Ajouter les autres ingrédients (poudre de Moringa Oleifera, œufs, sel, levure chimique et l'eau)
- Mélanger bien jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.
- Ajouter les pépites de chocolat et mélanger pour bien incorporer les pépites et former une belle boule de pâte.

3. Mise en forme

- Former des boules.
- Répartir les boules sur une plaque recouverte d'un papier cuisson.
- Aplater chaque boule de pâte pour obtenir un disque de 1cm d'épaisseur à l'aide du dos d'une cuillère.
- Laisser de la place entre les cookies pour ne pas adhérer lors de la cuisson.

4. Cuisson

- Enfourner les cookies pendant environ 13 min à 180°C.

- Refroidir les cookies à une température ambiante avant de les manipuler et les déguster

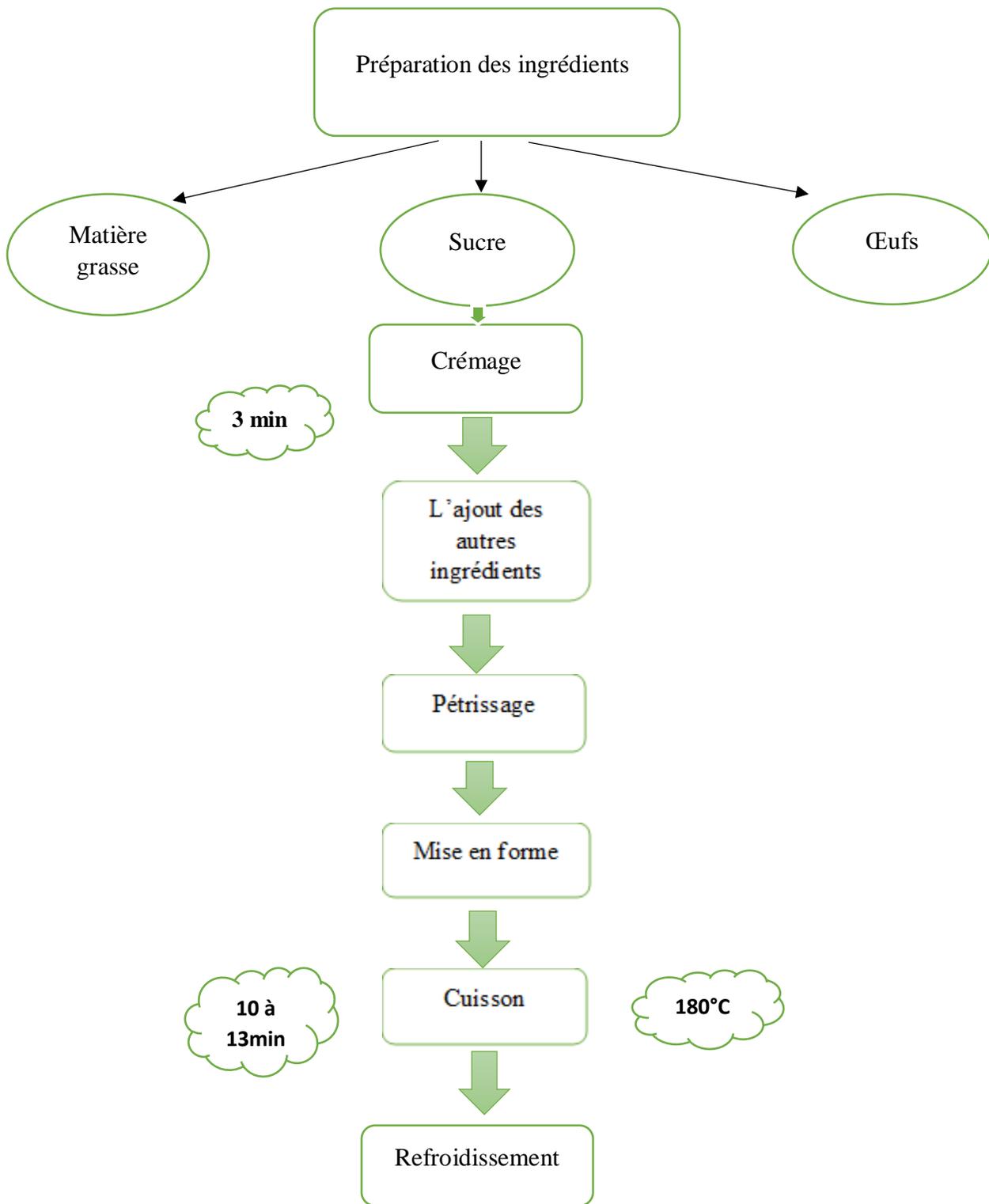


Figure N ° 09 : diagramme de fabrication des biscuits.

III.6. Analyses physico-chimiques du produit fini

Après un broyage manuel de notre échantillon, on a déterminé les analyses suivantes :

- PH.
- Teneur en matière grasse.
- La teneur en eau.
- La teneur en cendre.

Nous avons utilisé le même protocole de la matière première.

III.7. Analyses microbiologiques du produit fini

Nous avons utilisé le même protocole de la matière première.

III.8. Analyses organoleptiques

Analyses basé sur un test des paramètres suivants :

- Couleur
- Odeur
- Gout
- Aspect

L'évaluation des paramètres organoleptiques est une condition très importante pour l'acceptabilité d'un produit. L'analyse physico-chimique d'un produit est bien évidemment incontournable. Néanmoins, elle est insuffisante pour refléter ce que perçoit le consommateur sur le plan sensoriel.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1. Résultats d'analyses physico-chimique et activité anti-oxydantes de la matière première (Moringa Oleifera)

Tableau N°05 : Résultats obtenus des analyses physico-chimiques et activité anti-oxydantes de poudre de feuille du Moringa Oleifera

Paramètres	Poudre de feuilles de MO
Extrait sec total %	91.72
Teneur en eau %	8.28
Teneur en cendres %	10.56
Teneur en matière grasse %	3.621
Ph	7.13
Teneur en Protéines mg/g	0.825
Teneur en Flavonoïdes mg/g	0.718
Teneur en polyphénols mg/g	0.785

➤ L'Extrait sec total et la teneur en eau

- La teneur en eau reste une information essentielle pour une table de composition des aliments parce que c'est une des données les plus variables, particulièrement dans les aliments d'origine végétale. Cette variabilité affecte la globalité de la composition de l'aliment. Selon le test de **Duncan**, les teneurs en eau des légumes-feuilles (Moringa oleifera) varient entre 73 et 90% de la matière fraîche (MF) (**C. Tchiégang et Kitikil Aissatou,2004**).
- Selon <http://www.moringanews.org> la teneur moyenne d'eau des feuilles de Moringa oleifera est 75% (Données pour 100 grammes de matière sèche). On remarque que les résultats obtenus montrent qu'il y a 08.28 % pour taux d'humidité est supérieur aux normes. Ceci est peut-être expliqué par la manière de conservation.

- On remarque que les résultats obtenus montrent qu'il y a 91.72 % pour l'extrait sec est une valeur approximative aux normes.

➤ **Teneur en cendres**

- Les minéraux occupent une part modeste de la matière sèche de feuilles de *M. oleifera* avec des teneurs de 0,6 à 11,42% MS (**Journal of Applied Biosciences 81 :7277 – 7289**).
- Selon <http://www.moringanews.org> la teneur moyenne de minéraux des feuilles de *Moringa Oleifera* est 12g (Données pour 100 grammes de matière sèche).
- D'après les résultats dans le tableau au-dessus, on déduit que la valeur acceptable selon les normes.

➤ **Teneur en matière grasse**

- Selon <http://www.moringanews.org> ; les feuilles de *Moringa oleifera* sont un légume de bonne qualité nutritionnelle. Elles contiennent 08 g des lipides (Données pour 100 grammes de matière sèche). Elles contiennent en quantité les acides aminés et les acides gras essentiels.
- Selon **Journal of Applied Biosciences 81 :7277 – 7289** ; Quant à la matière grasse contenue dans les feuilles de *M. oleifera*, elle varie de 2,3 à 10% par rapport au MS (**Fuglie, 2002 ; Richter et al., 2003 ; Ndong et al., 2007 ; Olugbemi et al., 2010**).
- Elles sont une excellente source de protéines et contiennent très peu de gras et de glucides (**Martin L. Price,1985**).
- D'après les résultats obtenus est 3.621% est convenu et approximative à les données des chercheurs.

➤ **Ph**

- La détermination du pH, est essentielle pour le contrôle d'une fermentation microbienne. Sa variation, nous renseigne sur l'activité métabolique de la microflore. (**M.D. Ould El Hadj, A.H. Sebihi et O. Siboukeur ;2001**).

- D'après les résultats obtenus lors des analyses physico-chimiques et biochimiques (Tableau n°03), le pH est 7.13 ; donc la valeur de pH obtenu d'échantillon concorde avec ceux cités au-dessus.
- Selon **Bidosessi Victor Saturnin HOUNDJI 2013** ; Quant aux valeurs moyennes obtenues pour le pH, elles varient de 8,7 au début à 7,3 à la fin. Ces valeurs pourraient s'expliquer par le fait du caractère chlorophyllien des feuilles de *Moringa oleifera* ayant tendance à conférer une basicité, laquelle s'estompe progressivement au cours du temps et qui évolue vers la neutralité.

Donc selon les données et les normes, la valeur de pH est acceptable car elle est convenue par les chercheurs.

➤ **Teneur en polyphénols**

- La mise en évidence des composés phénoliques présents dans les feuilles de *Moringa oleifera* utilisées s'accorde avec les données de nombreux chercheurs (**Kasolo et al., 2010 ; Moyo et al., 2011 ; Garba et al., 2015**). La teneur enregistrée pour la poudre de feuilles est de 0.785 mg/g d'échantillon pour *Moringa oleifera*. Cette valeur est inférieure à celle déclarée par **Makkar (1996)** (2.02%).
- La différence de nos résultats à ceux rapportés par les différents auteurs est liée non seulement à la localisation des matières premières, mais également au différentes méthodes d'extraction et dosage, l'origine géographique (**Barboni et al., 2010**), les facteurs génétiques ainsi que la période de la récolte (**Makkar et al., 1988**).

➤ **Teneur en flavonoïdes**

- Les différents dosages réalisés sur les extraits aqueux indiquent la présence de différentes classes de composés phénoliques (Phénols Totaux, flavonoïdes et tannins...etc.). Les feuilles de *Moringa oleifera* sont communs pour être riches en ces composés (**Kasolo et al., 2010 ; Moyo et al., 2011 ; Baba et al., 2015**).
- La comparaison de nos résultats avec ceux de la littérature n'est pas facile en raisons de l'influence de divers facteurs liés à la plante elle-même, aux conditions climatiques et environnementales, conservation des échantillons et les conditions d'extraction et de dosage (**Avallone et al., 1997 ; Hristov et al., 2013**).

- Les teneurs en flavonoïdes révélées par nos dosages s'accordent avec les résultats de **Bhat et al., (2015)** et **Charoensin, (2014)**.

➤ **Teneur en protéines**

- Selon **Journal of Applied Biosciences 81 :7277 – 7289** ; Les feuilles de Moringa oleifera sont un légume de bonne qualité nutritionnelle et sont l'un des meilleurs légumes tropicaux. Elles sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19-35 % MS (**Makkar et Becker, 1996**).
- Les feuilles matures contiennent moins de protéines que les jeunes feuilles du fait de leur teneur élevée en fibres.
- Pour les feuilles de Moringa Oleifera ; Elles sont une excellente source de protéines et contiennent très peu de gras et de glucides (**Martin L. Price,1985**).
- Selon **http://www.moringanews.org** la teneur moyenne de protéines totaux des feuilles de Moringa Oleifera est 25g (Données pour 100 grammes de matière sèche).

Donc selon les données au-dessus, les résultats à mon vie approximative à les normes.

IV.2. Résultats d'analyses physico-chimique du produit fini

Tableau N° 06 : Résultats d'analyses physico-chimique du produit fini

Critère d'analyses	Biscuits(Témoin)	Biscuits à base de poudre de Moringa		
		1.5%	2.5%	3.5%
Teneur en eau %	7.88	7.42	7.5	7.1
Cendres %	2.06	2.02	1.82	1.76
Matière grasse %	6.84	11.76	16.08	16.32
Ph	7.17	7.13	7.06	7.04

➤ **Ph**

D'après les résultats donnés dans le tableau n°04, nous constatons que le PH du produit élaboré (cookies) est proche de la norme recommandée (max 7,5).

➤ **Teneur en matière grasse**

Les résultats de l'analyse de biscuit prouvent à suffisance que l'utilisation de la poudre des feuilles de Moringa séchées comme élément enrichissant dans la production des biscuits hyper énergétiques a contribué à remonter la teneur en matière grasse, ces teneurs en matière grasse obtenues répondent aux études rapportées par **Rai et al. (2014)** qui ont montré que des biscuits de plusieurs combinaisons de céréales avaient un maximum de teneur en lipides de 19,2%.

➤ **Teneur en eau**

Les études de **Tshite et al., (2015)** ont montré que les taux d'humidité dans les biscuits sont généralement faibles, moins de 10%, ce qui conditionne une longue conservation.

IV.3. Résultats d'analyses microbiologiques

IV.3.1. Résultats des analyses microbiologique de la farine de blé

Tableau N ° 07 : Résultats des analyses microbiologique de la farine de blé

Germes recherchés	Résultats (UFC/g)	Critères d'acceptation		Références
		m	M	
Staphylococcus aureus	Absence	102UFC/g	103 UFC/g	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39 (2017).
Moisissures	Absence	104 UFC/g		
E. coli	Absence	10 UFC/g	102 UFC/g	

On remarque d'après les résultats du Tableau une absence totale des germes pathogènes : E. coli, ainsi que l'absence des moisissures, ce qui indique que notre farine est de qualité microbiologique satisfaisante selon le journal officiel de la république algérienne. Cela serait dû aux bonnes conditions de conservations.

IV.3.2. Résultats des analyses microbiologique de la poudre de Moringa Oleifera

Tableau N° 08 : Résultats des analyses microbiologique de la poudre de Moringa Oleifera.

Germes recherchés	Résultats (UFC/g)	Critères d'acceptation		Références
		m	M	
Salmonelles	Absence	Absence dans 25 g		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39 (2017).
Moisissures	4.2.104	103 UFC/g	104 UFC/g	
E. coli	Absence	10	102	

-La lecture des résultats des moisissures montre une valeur de 4.2.104 UFC/g, cela est inhérente à la qualité de la matière première (les feuilles de Moringa), et à la salubrité liée à la chaîne de transformation ou de conditionnement (**Oteng-gyank, 1984**) de cette dernière.

-On remarque une absence totale des germes pathogènes.

IV.3.3. Résultats des analyses microbiologique de la graisse végétale

Tableau N° 09 : Résultats des analyses microbiologique de la graisse végétale.

Germes recherchés	Résultats (UFC/g)	Critères d'acceptation		Références
		m	M	
Salmonelles	Absence	Absence dans 25 g		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39 (2017).
Staphylococcus aureus	Absence	10	102	
Levures et moisissures	Absence	10	102	
E. coli	Absence	4	40	

On remarque d'après les résultats affichés dans le Tableau n°07, une absence totale des germes pathogène incriminés dans les intoxications alimentaires, à savoir les levures Staphylococcus Aureus et Salmonella, Escherichia Coli. Ces résultats montrent que la qualité de notre graisse est satisfaisante.

IV.3.4. Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini

Tableau N° 10 : Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini.

Germes recherchés	Biscuits témoin	Biscuits à base de la poudre de Moringa Oleifera			Critères d'acceptation	Références
		1.5%	2.5%	3.5%		
Staphylococcus aureus	Absence	Abs	Abs	Abs	102 – 103 (UFC/g)	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39
Levures et moisissures	Absence	Abs	Abs	Abs	103 (UFC/g)	

Salmonelles	Absence	Abs	Abs	Abs	Absence	(2017).
E. coli	Absence	Abs	Abs	Abs	10 – 102 (UFC/g)	

- Les résultats des analyses microbiologique tableau montrent que les quatre échantillons sont conformes aux normes exigées par JORA. En effet aucune présence des germes recherchés (staphylococcus aureus, E. coli, salmonelles, levures et moisissures) n'a été détectée dans les quatre échantillons. Cela dû à une bonne pratique d'hygiène (matériels utilisées, des locaux et du personnel).
- Ces résultats peuvent être aussi attribués aux traitements thermiques effectués « pasteurisation » qui élimine les formes sporulées et au conditionnement aseptique de notre produit fini.

IV.4. Résultats de l'analyses sensorielles

La qualité organoleptique joue un rôle très important dans la valeur commerciale du biscuit. A travers les notes attribuées aux différents dégustateurs, nous avons pu tracer le profil sensoriel du biscuit élaboré

IV.4.1. La couleur

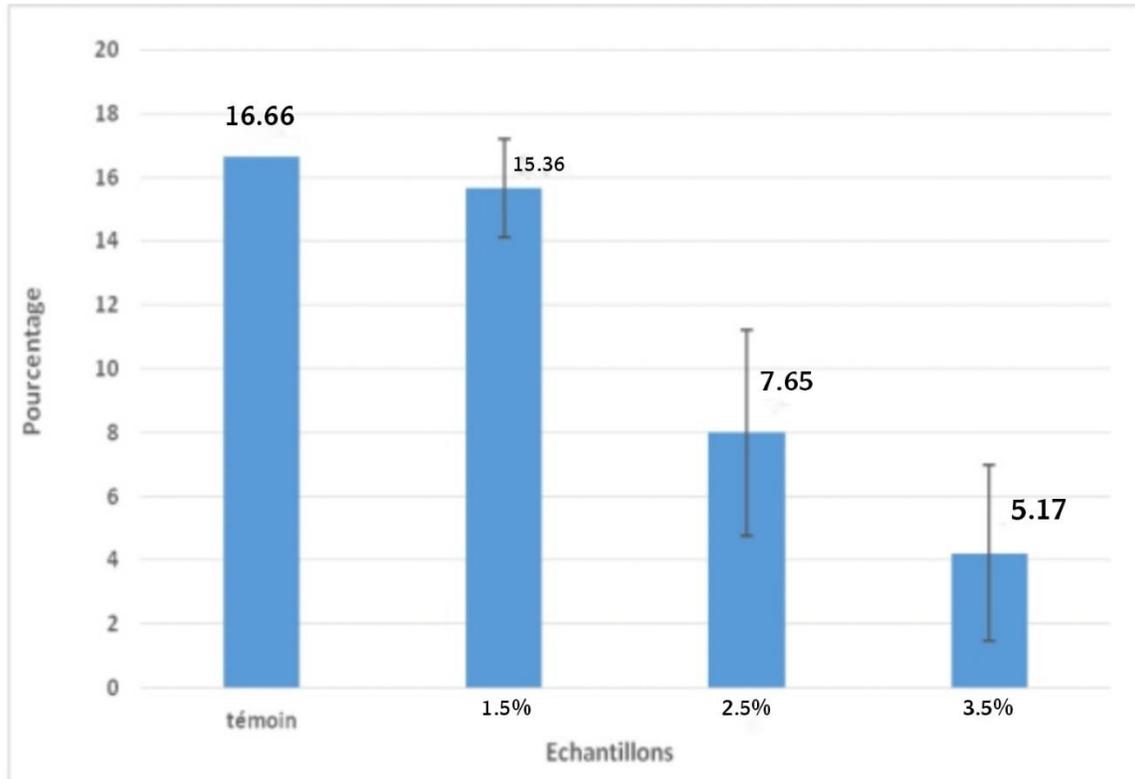


Figure N° 09 : Les résultats de l'appréciation des produits élaborés selon la couleur.

La couleur est le premier paramètre observé par le dégustateur, il lui accorde une grande importance et ceci pour apprécier la qualité d'un produit.

Les taux des attributs positifs et négatifs de différentes préparations, concernant la couleur sont montrés dans la figure suivante :

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que le critère « couleur » du biscuit témoin et ce de 1.5% sont supérieurs par rapport aux autres échantillons de 2.5% et 3.5% qui ont été jugés sombre et pas attirants. Cela est dû à la poudre de MO incorporée qui a dégradée la couleur originale des cookies, ce qui influe donc sur leur acceptabilité.

IV.4.2. L'odeur

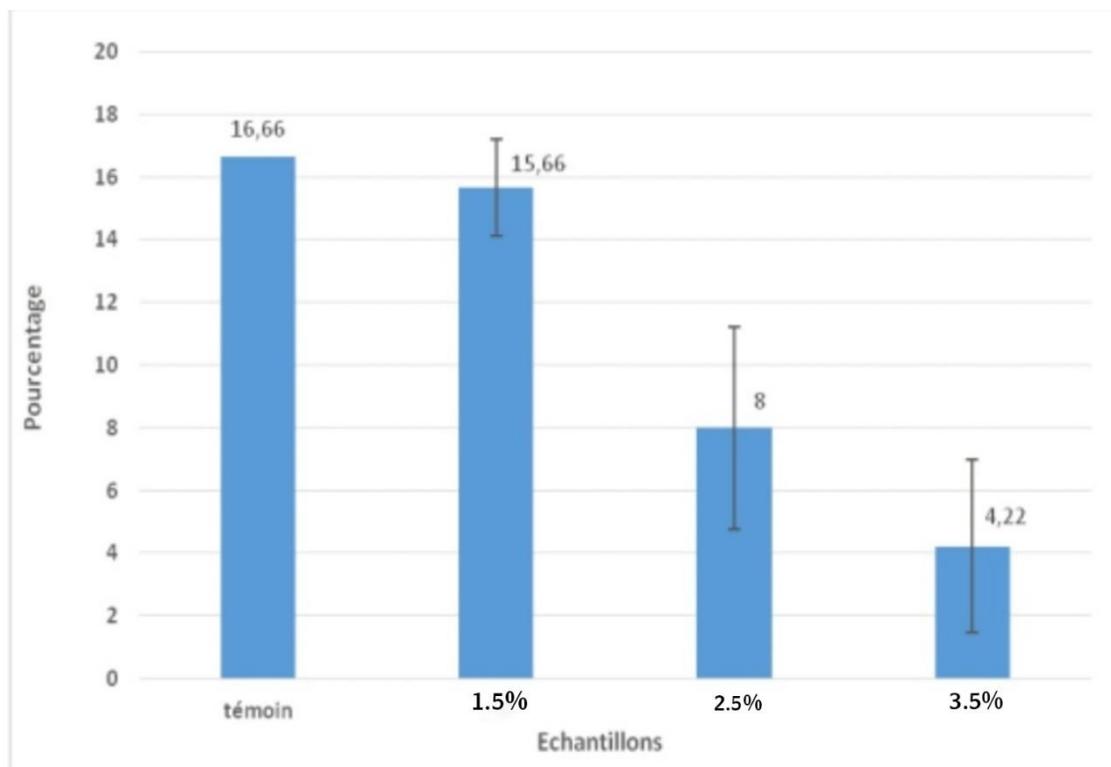
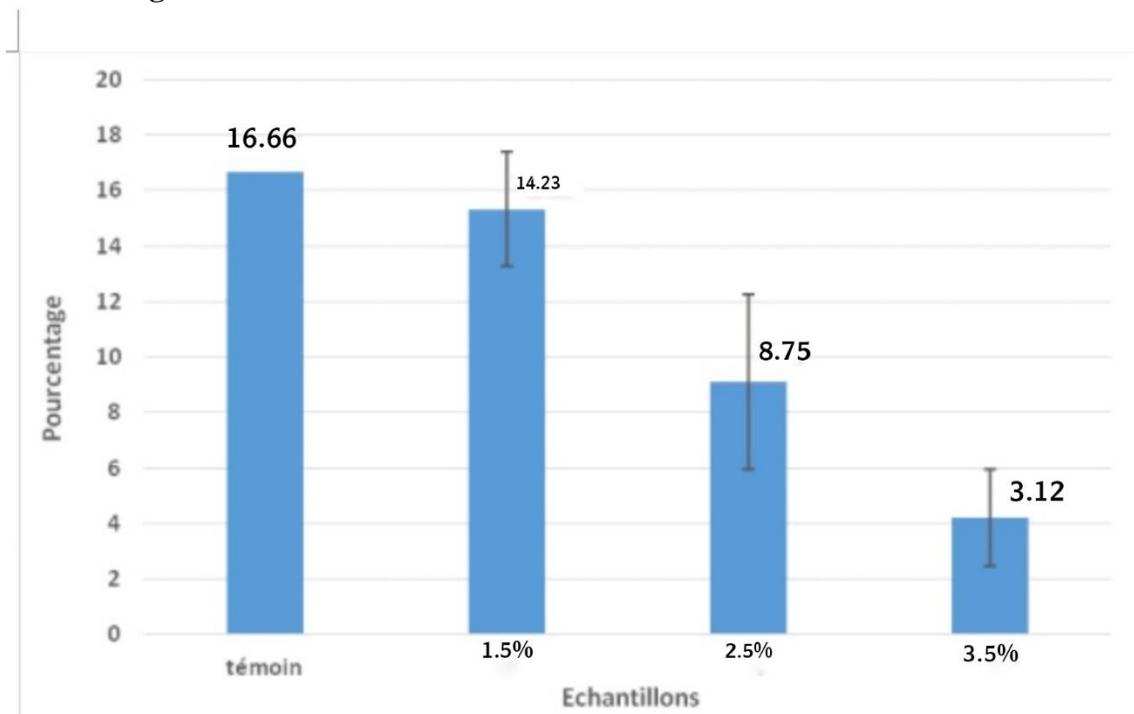


Figure N °10 : Les résultats de l’appréciation des produits élaborés selon l’odeur.

L’odeur apporte aux dégustateurs de nombreux renseignements sur un produit et sa comestibilité. Les Taux d’acceptabilité de différentes préparations selon l’odeur sont illustrés dans la figure

Les résultats obtenues pour l’odeur des quatre biscuits sont significativement différents. Ils révèlent une préférence pour l’odeur du biscuits témoin, suivi de celle à 1.5% et 2.5% de la poudre des feuilles de *M. Oleifera*. Contrairement à ce de 3.5% qui avait une odeur légèrement forte par rapport aux autres échantillons.

IV.4.3. Le goût



Le goût est un paramètre essentiel pour l'évaluation de la qualité gustative du biscuit, il dépend principalement des ingrédients entrants dans la préparation. Les ingrédients ayant la plus forte influence sont la farine, la matière sucrante et la matière grasse (**FELLOWS, 2000**).

Les résultats concernant le goût sont résumés dans la figure suivante :

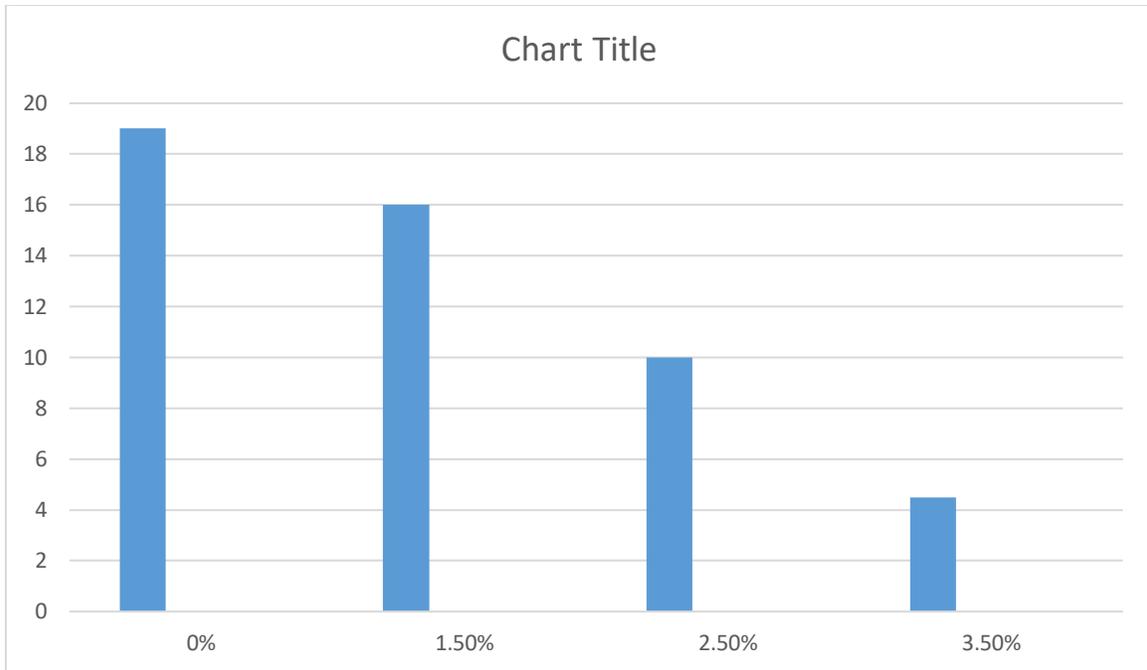


Figure N° 11 : Les résultats de l’appréciation des produits élaborés selon le gout.

Le biscuits témoin vient en tête de la préférence suivit du biscuit à 1.5% de la poudre de MO. Les concentrations les moins appréciées par les dégustateurs sont celles à 2.5% et à 3.5% de la poudre de MO.

IV.4.4. Aspect

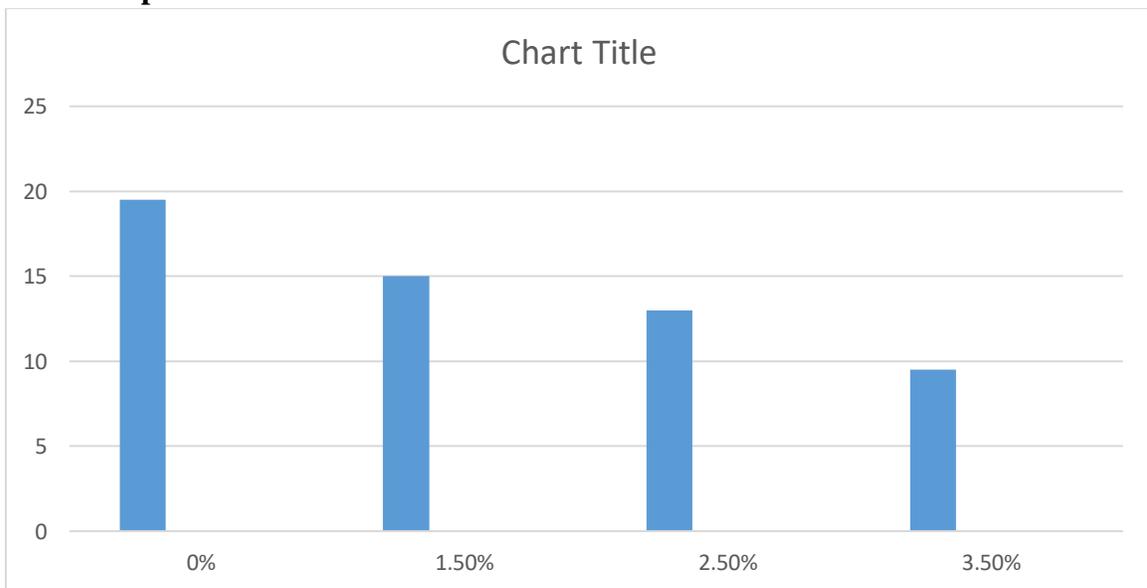


Figure N°12 : Les résultats de l’appréciation des produits élaborés selon l’aspect.

L'aspect est un paramètre indispensable à l'admissibilité et à l'évaluation d'un point de vue générale de l'apparence du produit fini.

D'après les résultats mentionnés nous constatons que les biscuits témoins et le biscuit à 1.5% sont les plus appréciés.

IV.4.5. Appréciation globale

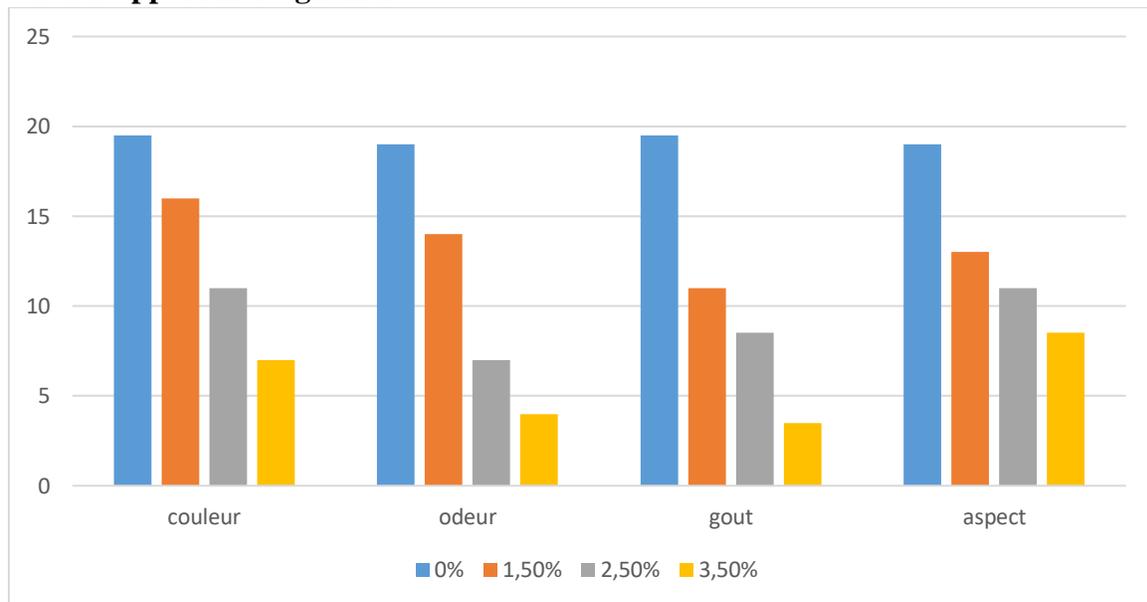


Figure N° 13 : appréciation globale

La Figure 10 représente le pourcentage des moyennes des notes de chaque descripteur pour les différents cookies enrichis avec 0%, 1.5%, 2.5% et à 3.5% de la poudre des feuilles de *M. Oleifera*. La synthèse des données du panel de dégustation, illustré par la figure N°15, révèle que le biscuit témoin est le mieux apprécié pour chacun des critères de l'analyse sensorielle.

- Le biscuit à 3.5% est la moins appréciée par les dégustateurs pour tous les critères.
- Le biscuit à 1.5% se classe en 2ème position pour les critères de couleur, aspect, texture, odeur et goût.
- La crème dessert à 2.5% se classe en 3ème position.

Il y a une série de réactions biochimiques qui se développent particulièrement lors de la fabrication des préparations et qui sont responsables de modifications de la couleur et de l'élaboration de l'arôme et du goût. Il s'agit principalement de :

- La réaction de Maillard
- La caramélisation des sucres
- L'oxydation des lipides (**Chevallier., 1998**).

Ces trois réactions interagissent donc dans la matrice biscuitière ; chacune d'elle dépend de la température, de la teneur et de l'activité de l'eau, du pH et paramètres conditionnés par la cuisson. Ces réactions sont responsables du développement de la couleur, de la texture et des saveurs des biscuits, mais elles entraînent également une diminution de la valeur nutritionnelle des biscuits en bloquant et/ou en détruisant les acides aminés essentiels (**Ait Aneur., 2006**).

Conclusion

La fleur et la feuille de *Moringa Oleifera* peuvent être utilisées pour préparer des biscuits à base de plantes en utilisant les propriétés bénéfiques de la plante. Cette étude a permis de mettre en évidence la valorisation la plante de *Moringa Oleifera*. Le choix de la matière première revient d'une part à la richesse nutritionnelle de ces variétés surtout en protéines et d'autre part à leur disponibilité et à leur faible coût.

Les analyses physico-chimiques de la matière première montrent que les farines utilisées présentent un faible taux d'humidité ce qui leur confère une longue durée de conservation, une teneur en protéines élevée et une faible teneur lipidique ce qui favorise un stockage sans qu'il y ait un risque de rancissement.

Les résultats de l'analyse physicochimique du produit fini « cookies » indiquent que le biscuit élaboré a une teneur d'humidité et un pH conformes aux normes exigées ce qui le rend favorable à une bonne conservation. L'ajout de la matière grasse végétale (margarine) lors de la fabrication des cookies conduit à une augmentation de la teneur en lipide ce qui contribue à l'amélioration de la qualité gustative des biscuits.

En conclusion, cette étude a démontré que la préparation de biscuits à base de plantes locales pourrait être une étape noble et innovante vers un mode de vie sain et nutritif avec une composition chimique améliorée qui est facile à fabriquer et à distribuer. Sur la base des résultats sensoriels, la composition des biscuits peut être modifiée pour améliorer l'acceptation de chaque paramètre comparable. L'acceptation des biscuits peut être encore accrue si les consommateurs sont sensibilisés aux attributs bénéfiques pour la santé et habitués à ce type de biscuits. Des possibilités d'amélioration supplémentaires sont cependant possibles.

Références bibliographiques

- 1- **AIT AMEUR L., 2006** - Evolution de la qualité nutritionnelle des protéines de biscuits modèles au cours de la cuisson au travers d'indicateurs de la réaction de Maillard : Intérêt de la fluorescence frontale. Mémoire de doctorat en Chimie analytique, Institut national Agronomique, Paris-Grignon.80p.
- 2- **Adedapo, A., Falayi, O. & Oyagebmi, A. (2015).** Evaluation of the analgesic, anti-inflammatory, anti-oxydant, phytochemical and toxicological properties of the methanolic leaf extract of commercially processed *Moringa Oleifera* in some laboratory animals. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 26, 491-499
- 3- **Armand B et Germain M., 1992** : « le blé : éléments fondamentaux et transformation » Ed saint Foy. PP : 439-440.
- 4- **Avallone R., Plessi M., Baraldi M., Monzani A., 1997:** « Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*): protein, fat, carbohydrates, and tannins ». *J. Food Comp. Anal.*, 10 (2). PP : 166-172.
- 5- **Andrianantenaina Bernardin,2013** : « Etude sur les espèces *Moringa* endémiques et culture dans la région de toliara et leur utilisation.Essais d'hybridation entre *moringa oleifera* ,*moringa drouhardii* ».Mémoire de diplômé approfondie et biodiversité et environnement option biologie végétal . Technique et documentation Avril 2013. Page...
- 6- **Anwar F Latif S, Ashraf M & Gilani A. H (2007)** *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 21: 17-25.
- 7- **Awasthi I, Siraj P, Tripathi M, Tripathi V. 2012.** Development of soy fortified high protein and high calorie supplementary biscuits. *Indian J. Sci. Res.*, 3(1): 51-58.
- 8- **BENKADRI S., 2010-** Contribution à la diversification de l'alimentation pour enfants cœliaques : fabrication de farines-biscuits sans gluten. Mémoire de Magistère en Science alimentaire, Institut de la nutrition de l'alimentation et des technologies agroalimentaires, Université MENTOURI, Constantine, 125p.

- 9- Benkaddour N (2016)** Contribution à l'étude de l'efficacité de la graine de *Moringa oleifera* dans la dépollution des eaux d'oued Safsaf. Mémoire d'ingénieur d'état en Agroforesterie. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 26p.
- 10- BROUTAIN C., 2001-** Fabriqué des biscuits à base de farine composée. PME agroalimentaires, Biscuiteries. 20 pp.
- 11- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., autres ., Vasseur J. , Cazin M. , Cazin J.C et Pincas M. ,1996 :** Oxygen species scavening activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations ». *Arzneimittelforschung*, 46 (11), PP :1086-1089.
- 12- Baydar, H., Sađdic, O., Ozkan G., Karadođan T. (2004).** Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*. 15:169-172.
- 13- Bradford ,1976:** « A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding ». *Analytical Biochemistry*. V. 72. PP : 248-254.
- 14- Broin, M., (2005).** Composition nutritionnelles des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA, 5p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.
- 15- - Broin, M., 2005.** Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA ,5p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>
- 16- Bourai E. k, &Guelmani –Ziani F (2015)** Activité antioxydante d'extraits de graines d'intérêt nutritionnel et médicinal : *Moringa oleifera*. Mémoire de Master en sciences alimentaires. Université A. MIRA – Béjaia. 6p.
- 17- COLAS A. 1998.** Définition de la qualité des farines pour les différentes utilisations. In, Godon B., Willm C. Les industries de première transformation des céréales. Lavoisier. Tec et Doc/Apria. Paris : 579-589. 679 p.
- 18- Coutouly G et Marcussen L, 1998 :** « Biscuits et biotechnologies » Ed Initiative for boitechnology. 29p.
- 19- C. Tchiégang et Kitikil Aissatou,2004 :** « Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun) ». Document origine TROPICULTURA, 2004, 22, 1, 11-18. Page 15-16

- 20- Chevallier S., Colonna P., Della Valle G et Lourdin D.,1999:** « Structural modifications of biscuit dough drings Baking-Role of ingrédients ». INRA.Paris.Les Collègues .PP :191-197p.
- 21- Foidl, N., Makkar, H., & Becker, K. (2001).** Potentiel de Moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie. Potentiel de développement des produits de Moringa. Dar es- Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001.
- 22- Foidl, N., makkar, H.P.S. et becker, K., (2001).** Potential de moringa oleifera en agriculture et dans lindustrie. Casa N°5, Managua.
- 23- Fuglie, L., (2002).** "Noms vernaculaires du Moringa oleifera (163-167) In : L'arbre de la vie, Les multiples usages du Moringa." Wageningen : CTA.
- 24- FELLUEIT P., 2000-** Le grain de blé. Composition et utilisation. Ed INRA. Paris, 308 p.
- 25- FAO,1982 :** « Espèces fruitières forestières ». Fiches techniques avec l'assistance de l'office central suédois pour l'aide au développement international. Page 132 – 133.
- 26- FELLOWS P. 2000.** Food Processing Technology Principles and Practice. 2nd Edition. Woodhead Publishing, Cambridge England. 575 p.
- 27- FUSTIER P.J. 2006.** Influence des fractions de mouture de blé tendre sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits. Thèse de Doctorat, Option Sciences en Technologies des Aliments, Département des Sciences des aliments et de Nutrition, Faculté des sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec : 54 p.
- 28- Falowo, A. B., Mukumbo, F. E., Idamokoro, E. M., Lorenzo, J. M., Afolayan, A. & Muchenje, V. (2018).** Multi-functional application of Moringa Oleifera Lam. in nutrition and animal food product: A review Food Reaserch International, 106, 317 -334.
- 29- Fahey, J. W. (2005).** "Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1." Trees for life Journal, 1(5), 1-15.
- 30- GALLAGHR E., 2008.** Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In Gluten Free Cereal Products and Beverages,

- ARDENT E.K. & FABIO DAL BELLO. First Edition, Academic press, Elsevier, 321-341p.
- 31-Goyal, B. R., Agrawal, B. B., Goyal, R. K., & Mehta, A. A. (2007).** Phytopharmacology of *Moringa oleifera* Lam. An overview.
- 32-Hasaballa, M. A.; Elsohaimy, S. A.; Shaltout, O. E.; Zeitoun, M. A. M.** Chemical Composition and Bioactive Compounds of Leaves, Flowers and Seeds of *Moringa* Plant. *J. Adv. Agri. Res.* 2017, 22, 662–674. [Google Scholar]
- 33-Hêdji, C. C., Gangbazo, D. K., Houinato, M. R., and Fiogbé, E. D. (2014).** "Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale : synthèse bibliographique." *Journal of Applied Biosciences*, 81(1), 7277-7289.
- 34-Kadhim, E. J. & AL-shammaa, D. A. (2014).** Phytochemical characterization using GC-MS analysis of Methanolic Extract of *Moringa Oleifera* (Family Moringaceae) plant cultivated in Iraq. *Chem Mater Res*, 6,9-26.
- 35-Kasolo, J. N., Bimenya, G. S., Ojok, L., Ochieng, J., and Ogwal-Okeng, J. W. (2010).** "Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities." *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(9), 753-757.
- 36-KIGER J. L., KIGER J. G., 1967-** Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie boulangerie industrielles et artisanales et produits de régime. Ed, Dunda. Tome 1. Paris. 696 p.
- 37-KIGER, J. L. ; KIGER, J. G. ; (1968) ;** Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime ; Tome II ; Edition DUNOD ; Paris ; 595p.
- 38-Laleye O. A. F, Ahissou H, Olounlade A. P, Azando E. V. B, & Laleye A (2015)** Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise : *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss (Meliaceae), *Momordica charantia* Linn (Cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 9 :2682-2700.
- 39-LARA E., CORTES P., BRIONES V., PEREZ M. 2011.** Structural and physical modification of corn biscuits during baking process. *LWT- Food Science and Technology*, 44, 622-630p.

- 40- Lapornik B., Prosek M., et Wandra A. L., 2005.** Comparison of extracts prepared from Plant byproduct using different solvent and extraction time. *Journal of food engineering*, 71 (2). PP : 214-222.
- 41- Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, & Bertoli S (2015)** Moringa oleifera seeds and oil: Characteristics and uses for human health. *International Journal of Molecular Sciences*: 17: 214-228.
- 42- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., and Bertoli, S. (2016).** "Moringa oleifera Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health." *Int J Mol Sci*, 17(12), 2141.
- 43- Madi, O. P., Bourou, S., & Woin, N. (2012).** Utilisations et importances socioéconomiques du Moringa oleifera Lam. en zone de savanes d’Afrique Centrale. Cas de la ville de Maroua au Nord-Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 60, 4421-4432.
- 44- Makkar, H., and Becker, K. (1996).** "Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted Moringa oleifera leaves." *Animal feed science and technology*, 63(1-4), 211-228.
- 45- MAACHE-REZZOUG Z., BOUVIER J.M., ALLAF K., PATRAS C. 1998.** Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. *Journal of Food Engineering*. 35 : 23-42p.
- 46- Martin L. Price; 1985:** « LE MORINGA ». Document est révision, 2002 et 2007 par le personnel d’ECHO ; d’origine www.echonet.org.
- 47- MENARD G., POIRIER D., BOUDREAU A., 1992-** les biscuiteries industrielles Le blé : éléments Fondamentaux et transformation. Les presses de l’université Laval. Sainte-Foy. Canada : P287-348- 439.
- 48- MOHTADJI-LAMBALLAIS C. 1989.** Les aliments. Editions Maloine Paris, 203 p.
- 49- Morton, J. F., (1991).** "The horseradish tree, Moringa pterygosperma (Moringaceae) —a boon to arid lands?" *Economic botany*, 45(3), 318-333.
- 50- - Muthu, C., Ayyanar M., Raja N. and Ignacimuthu S. (2006).** Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu. India. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2: 43p.

- 51- Ndong, M., Wade, S., Dossou1N., Gning,R.D., (2007).** Valeur nutritionnelle du moringa oleifera, étude de la biodisponibilité de fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. Volume 7 No. 3.
- 52- Nweze, N. O., & Nwafor, F. (2014).** Phytochemical, proximate and mineral composition of leaf extracts of Moringa Oleifera Lam. from Nsuka, south-Eastern Nigeria IOSR journal of pharmacy and biological sciences, 9(1), 99-103.
- 53- O'Brien CN, Champmemb O, Nexille DP, Kengh MK, Arendt EK. 2003.** Effect of varying micro en capsulation process on the functionality hydrogenated vegetable fat in short dough biscuit. Food Res. Int., 36 : 215-221.
- 54- Oteng-Gyang K. 1984.** Introduction à la Microbiologie Alimentaire dans les Pays Chauds. Collection Technique et Documentation. Lavoisier : Paris ; 260 p.
- 55- Olugbemi, T.S., Mutayoba, S.K., Lekule, F.P., (2010).** Effect of Moringa (Moringa oleifera) Inclusion in Cassava Based Diets Fed to Broiler Chickens.
- 56- Olagebmide P.T.,P.C. Alikwe, (2014).** Proximate analysis and chemical compositions of raw and defatted Moringa Oleifera Kernel, ADV.Life Sci. Tchenol.24.92-99.
- 57- Owen R. W., R. Haubner, W. E. Hull, G. Erben, B. Spiegelhalder, H. Bartsch and B. Haber., 1999.** «Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre, Food and chemical Toxicology», Vol. 41, N°12, PP : 1727-1738.
- 58- PNNS (2007)** Rapport du groupe de travail PNNS sur les glucides. Etapes 1 et 2 du mandat. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 290 p.
- 59- RADA-MENDOZA M., GARCIA-BANOS J.L., VILLAMIEN M., OLANO A., 2004-** study on nomenclatic browning in cookies, crackers and breakfast cereals by maltose and furosine determination journal of cereal science, P167-173.
- 60- Rai, Kaur A, Singh B. 2014.** Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. J. Food Sci. Technol., 51(4) : 785–789. DOI 10.1007/s13197- 011-0547-1
- 61- Ribéreau-Gayon ,1986 :** les compos phénoliques des végétaux ». Ed. Dunod, Paris ,254.

- 62- Saini, R. K., Sivanesan, I., and Keum, Y.-S. (2016).** "Phytochemicals of Moringa oleifera: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance." *3 Biotech*, 6(2), 203.
- 63- Saucedo-pompa. S, Torres-Castillo.J.A., Castro-Lopez.C, Rojas.R, Sanchez-Alejo.E.J , Ngangyo-Heya.M, Martinez-Avila. G.C.G. (2018).** Moringa plants: Bioactive compounds and promising applications in food products. *Food Research International* 111 438-450.
- 64- Su, B., & Chen, X. (2010).** Currentstatus and Potential of Moringa Oleifera leaf as an Alternative Protein source for Animals feeds. *Frontiers in veterinary science*, 7, 53. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00053>.
- 65- Tahir Mahmood k., Mugal TandHaq, I.U., (2010).** Moringa Oleifera: anatural gift-A review. *Journal of pharmaceutical sciencesand Research*. 2(11):775-781.
- 66- THARRAULT J. F., 1997.** Qualité biscuitière des farines de blé tendre : des blés biscuitiers pour une bonne maîtrise de la texture des biscuits. Paris. 819 p.
- 67- Tshite FN, Mulamba VT, Ndianabo MJT. 2015.** Mise au point d'une farine précuite à base de maïs (*Zea mays*) et de soja (*Glycine max*) par la méthode traditionnelle. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(6): 2608-2622. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.8>
- 68- Vervack, W. (1982)** Guide de laboratoire de biochimie de la nutrition : analyse des aliments. Louvain Laneuve, pp. 10-40. www.moringanews.org, www.scribd.com
- 69- Yang, R.-Y., Lien-Chung, C., Jenn-Chung, H., Weng, B. B., Palada, C. M., Chadha, M., and Levasseur, V. (2006).** "Propriétés Nutritionnelles et Fonctionnelles des Feuilles de Moringa ; Du Germoplasme, à la Plante, à l'aliment et à la santé." The World Vegetable Center.

Annexes

Résumé :

Notre travail consiste à l'élaboration d'un biscuit (cookies) à base de Moringa Oleifera. Cela a permis de mettre en évidence une valorisation de notre poudre de feuilles de M. Oleifera. Le choix de la matière première revient d'une part à la richesse nutritionnelle et d'autre part à sa disponibilité et à son faible coût. Trois échantillons de 1.5%, 2.5% et 3.5% de poudre de M. Oleifera ainsi que les témoins ont été testés pour leurs caractéristiques physico-chimique, microbiologiques et sensorielles.

Ces analyses effectuées montrent que la matière première et le produit fini sont de bonne qualité. En effet, l'analyse sensorielle réalisée a montré que les biscuits élaborés (cookies) sont bien appréciés par les dégustateurs et possèdent une meilleure caractéristique organoleptique. Ces résultats confirment qu'il existe un énorme potentiel d'amélioration des biscuits à base de plantes et ils méritent d'être suivis par d'autres travaux afin de créer une formule qui répond aux exigences des consommateurs.

Abstract:

Our work consists in elaboration of cookies based on Moringa Oleifera. This study highlighted the value of our leaf powder of M. Oleifera. The choice of the raw material is due on the one hand to the nutritional richness and on the other hand to their availability and their low cost. Three samples of 1.5%, 2.5% and 3.5% of M. Oleifera including control of the leaf were tested for their physicochemical, microbiological and sensory and characteristics.

The analyses carried out show that the raw materials and the finished product are of good quality. Indeed, the sensory analysis carried out showed that the processed cookies (cookies) are well appreciated by the tasters and have a better organoleptic characteristic. These results confirm that there is enormous potential for improvement of herbal cookies and it deserve to be followed by other work to create a formula that meets the requirements of consumers.

ملخص:

عملنا يتمثل في تحضير بسكويت (كوكيز) بدقيق المورينجا أوليفيرا كمكون أساسي. هذه الدراسة أبرزت قيمة بودرة المورينجا أوليفيرا. يرجع إختيار المادة الأولية من ناحية إلى الثراء الغذائي و من ناحية أخرى إلى توفرها و انخفاض تكلفتها. ثلاثة نماذج 1.5% و 2.5% و 3.5% إضافة إلى النموذج الشاهد من بودرة المورينجا أوليفيرا قد تم إختبارهم من من أجل دراسة خصائصها الفيزيوكيميائية, الميكروبيولوجية و الخاصية الحسية.

و قد بينت التحاليل التي أجريت أن المادة الأولية و المنتج النهائي ذو نوعية جيدة, في حين أظهر التحليل الحسي من قبل الذين تذوقوا البيسكويت أنه جيد و خصائص حسية جيدة. هذه النتائج تؤكد أنه هناك إمكانيات هائلة لتحسين البيسكويت باستعمال الأعشاب كمكون و تستحق أن تليها أعمال أخرى لخلق صيغة تلي متطلبات المستهلك.