

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine: SNV **Filière:** Sciences Alimentaires

Spécialité: Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

GueffazSouhila & Djouahra Imane

Thème

Amélioration de la qualité des produits sans gluten par les plantes médicinales

Soutenu le: 04 / 07 /2023

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mr BENCHIKH C.	MAA	Univ. Bouira	Président
Mme HAMID S.	MCA	Univ. Bouira	Examineur
Mme AMMOUCHE Z.	MAA	Univ. Bouira	Promoteur
Mme AGRANE S.	MAA	Univ. Bouira	Co-promoteur

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions « Allah » pour nous avoir donné la force, la patience, la santé, la volonté et le courage de terminer ce modeste travail.

Nous tenons à remercier Mme AMMOUCHE Z. et Mme AGRANE S. pour leurs conseils, leur aide, leurs encouragements et leur disponibilité tout au long de la réalisation de ce travail et lors de la rédaction et de la préparation de ce manuscrit.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Mme HAMID S. et à Mr BENCHIKH C. qui ont accepté de participer à ce Jury malgré leur emploi du temps trop chargé.

Sans oublier bien sûr les ingénieurs de laboratoire de chimie, Mme HAMANI S. et Mr AMMOUCHE A. de la faculté ST qui ont mis à notre disposition les produits et le matériel nécessaires pour la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici notre profonde gratitude.

Enfin, nous remercions du fond du cœur nos petites et grandes familles qui nous ont soutenus, encouragés et motivés tout au long de nos études.

Nos remerciements vont également à tous les étudiants de notre promotion; et tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

A celle qui m'a mis au monde, elle a veillé sur moi et m'a appris que l'amour ne maudit pas la vie et que donner n'a pas de limites. Ma chère maman et à la bougie qui a brûlé pour éclairer mon chemin Mon cher père

A mes sœurs, mes premières supportrices Zuzu et Nono et mes frères

Pour tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, mes amis, ma famille,
chacun en son nom

À Mon binôme Imane

Pour tous ceux qui m'ont amené par hasard et laissé un bel impact

Enfin à moi-même qui n'a jamais abandonné et s'est battu jusqu'à la fin

Souhila

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je décide ce travail à tous ceux qui me sont chers.

A MA CHERE MERE

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien-être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

A MON PERE, décédé trop tôt, je t'aime pour toujours.

A mon frère, mon bras droit.

A toute ma famille qui a toujours été là pour moi.

Mes amis que j'aime trop.

Mon binôme souhila.

Et a moi-même.

Imane

Table des matières

Table des matières

Remerciements	2
Dédicaces	3
Liste des figures	8
Liste des tableaux	9

Chapitre I: synthèse bibliographique

Introduction	1
1.1. Légumineuses	4
1.1.1. Définition	4
1.1.2. Intérêts nutritionnels	4
1.1.3. Principales légumineuses cultivées	5
1.1.4. Féverole	5
1.1.4.1. Valeur nutritionnelle	6
1.2. Plantes médicinales	6
1.2.1. Définition	6
1.2.2. Intérêts des plantes médicinales	6
1.2.3. Grains de Sésame	7
1.2.3.1. Définition	7
1.2.3.2. Propriétés	8
1.2.3.3. Composition	9
1.2.3.4. Valeur nutritionnelle	9
1.2.3.5. Utilisation	10
1.3. Maladie cœliaque et régime sans gluten	10
1.3.1. Définition de la maladie cœliaque	10
1.3.2. Symptômes de la maladie cœliaque	11
1.3.3. Aliments autorisés et aliments interdits dans le régime sans gluten	12
1.3.4. Régime sans gluten	14
1.3.5. Problèmes du régime sans gluten	15
1.4. Technologie biscuitière	16
1.4.1. Définition	16
1.4.2. Classification	16
1.4.3. Principaux ingrédients et leurs effets	17
1.4.3.1. Farine	17

Table des matières

1.4.3.2. Matière grasse	17
1.4.3.3. Sucre	18
1.4.3.4. Eau	19
1.4.4. Pâte biscuitière et cuisson	19
1.4.4.1. Formation de la pâte.....	19
1.4.4.2. Cuisson.....	19
1.4.5. Critères d'évaluation de la qualité du biscuit.....	20
1.4.5.1. Texture	20
1.4.5.2. Couleur.....	21
1.4.5.3. Goût, flaveur et arôme	21
Chapitre II: Matériel et méthode	
II. Matériels et méthodes	23
2. Matériel végétal.....	23
2.1. Féverole	23
2.1.1. Préparation de farine	23
2.2. Grains de Sésame	25
2.2.1. Préparation de farine	25
2.3. Méthodes d'analyse.....	26
2.3.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	26
2.3.1.1. pH.....	26
2.3.1.2. Humidité	26
2.3.1.3. Dosage des protéines totales	27
2.3.1.4. Dosage des lipides totaux.....	29
2.3.1.5. Acidité.....	29
2.3.1.6. Taux de cendre	30
2.4. Elaboration du biscuit.....	31
2.4.1. Présentation du produit élaboré.....	31
2.5. Analyse du produit fini.....	34
2.5.1. Analyses physico-chimiques.....	34
2.5.2. Analyses organoleptiques	34
Chapitre III: Résultats et discussion	
3.1. Caractéristiques physico-chimiques des farines étudiées.....	37
3.1.1. pH.....	37

Table des matières

3.1.2.	Teneur en eau.....	37
3.1.3.	Protéines totales	38
3.1.4.	Lipides totaux.....	38
3.1.5.	Taux de cendres	38
3.1.6.	Acidité grasse.....	39
3.2.	Caractéristiques physico-chimiques du biscuit élaboré	39
3.2.1.	pH.....	39
3.2.2.	Teneur en eau.....	39
3.2.3.	Teneur en protéines totales	39
3.2.4.	Teneur en lipides.....	40
3.2.5.	Taux de cendres	40
3.2.6.	Acidité grasse.....	40
3.3.	Résultats de l'analyse sensorielle.....	40
3.3.1.	Couleur.....	41
3.3.2.	Odeur.....	41
3.3.3.	Goût.....	41
3.3.4.	Texture	41
3.3.5.	Forme	41
	Conclusion générale	43
	Références bibliographiques	46
	Résumé	61

Liste des tableaux

Liste des figures

Figure 1 Plante de Féverole.....	6
Figure 2 plante de Sésame.....	8
Figure 3: Féverole (Seville).....	23
Figure 4: Farine de féverole.	25
Figure 5: Grains de sésame.	25
Figure 6: Farine de grains sésame (Original).	26
Figure 7: Diagramme d'élaboration de cookies sans gluten à base de farine de féverole et de farine de grains de sésame.....	33

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1: Valeur nutritionnelle des graines de sésame (GAWEN, 2022).....	10
Tableau 2: Présentation clinique de la maladie cœliaque.....	11
Tableau 3: Aliments autorisés et aliments interdits dans le régime sans gluten (COSTIL et MORIN, 2014).	12
Tableau 4: Différentes opérations de préparation de la farine de féverole.	23
Tableau 5: Types et quantités des ingrédients ajoutés dans la fabrication du biscuit.	32
Tableau 6: Résultats des analyses physicochimiques des farines étudiées.	37
Tableau 7: Résultats des analyses physicochimiques du produit fini (Cookies).....	39
Tableau 8: Pourcentages des critères sensoriels.....	40

Introduction générale

Introduction

Les légumineuses et les plantes médicinales sont des sources d'éléments essentiels de notre alimentation et de notre bien-être. D'une part, les légumineuses sont des plantes de la famille des *Fabacées*, également connues sous le nom de légumes secs. Elles sont cultivées pour leurs graines comestibles, qui sont riches en nutriments essentiels (protéines, lipides, glucides, éléments minéraux et vitamines) (GUEGUENet LEMARIE,1996;CALET, 1992; ANDRIAMAMONJY, 2000).

La féverole est une légumineuse qui se distingue par sa valeur nutritionnelle. Elle est une excellente source de protéines végétales, de fibres alimentaires, de vitamines et de minéraux essentiels tels que le fer, le zinc et le magnésium. Son profil nutritionnel équilibré et l'absence de gluten dans sa composition chimique en fait d'elle un excellent produit alimentaire pour les personnes souffrant de la maladie cœliaque.

D'autre part, les plantes médicinales, telles que lesgrains de sésame (*Sesamumindicum*) sont utilisées depuis des milliers d'années pour leurs propriétés curatives et leurs bienfaits pour la santé (HAHM et al., 2009).

Le sésame, quant à lui, est une plante médicinale reconnue pour ses multiples utilisations et ses propriétés bénéfiques pour la santé. Ses graines sont riches en composés actifs tels que les lignanes et les phytostérols, qui ont démontré des effets anti-inflammatoires, antioxydants et antimicrobiens(BROU et al., 2008). Le sésame est souvent utilisé dans la médecine traditionnelle pour traiter diverses affections, notamment les troubles digestifs, les inflammationset les affections cutanées.Il est fortement utilisé dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques. En effet, les graines de sésame contiennent 19 à 25 % de protéines, 5 % de cendres, 57 à 63 % de matières grasses (ELLEUCH et al., 2007).

L'intolérance au gluten, principalement associée à la maladie cœliaque, est une entéropathie auto-immune causée par l'ingestion de gluten qui survient chez des individus génétiquement prédisposés. Il survient après une exposition au gluten dans les produits céréaliers contenant du blé, du seigle ou de l'orge (et dans certains cas de l'avoine). La maladie cœliaque provoque une inflammation du chorion et une atrophie des villosités intestinales, entraînant des symptômes digestifs et une malabsorption (LENGLINE et al., 2022). La maladie est associée aussi à une malabsorption entraînant des carences en fer, en

Introduction générale

folate, en calcium et en vitamine D entraînant des affections plus ou moins graves, comme l'anémie, la stomatite aphteuse récurrente ou l'ostéoporose (**WEBER, 2012**).

Un régime sans gluten est actuellement le seul moyen de compenser la complication, néanmoins, il est contraignant et oblige le patient à être très assidu au quotidien(**WEBER, 2012**).

L'objectif de cette étude est d'explorer les possibilités d'amélioration des produits sans gluten en utilisant des plantes médicinales. En combinant la farine de féverole et la farine de graine de sésame, nous visons à développer des biscuits (cookies) sans gluten savoureux, nutritifs et bénéfiques pour la santé. Cette recherche peut ouvrir de nouvelles perspectives pour les personnes atteintes de maladie cœliaque ou d'intolérance au gluten, en leur offrant des alternatives sûres et bénéfiques pour leur santé.

Cette étude se présente sous trois chapitres, dans le premier, nous nous sommes concentrés sur quelques concepts importants sur notre sujet, à savoir les légumineuses (féverole) et les plantes médicinales, représentées par le sésame, maladie cœliaque et les régimes sans gluten, puis la technologie des biscuits. Le deuxième chapitre s'articule autour de la méthodologie de travail, et le troisième chapitre comprend un focus sur l'analyse des résultats obtenus. Enfin, une conclusion générale

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

1.1. Légumineuses

1.1.1. Définition

Les légumineuses, également connues sous le nom de "légumes secs", font référence aux fruits des plantes à gousses qui sont déshydratés par séchage. Le terme "légumineuse" dérive du latin "*leguminosus*, de *legumen*", qui signifie "légume". Ces légumineuses sont regroupées en trois principales catégories: les lentilles (vertes, corail, noires, etc.), les haricots (blancs, rouges, noirs, fèves, etc.) et les pois secs (pois chiches, pois cassés, etc.). Les arachides sont également classées parmi les légumineuses. Grâce à leur teneur élevée en fibres, ces aliments possèdent des propriétés digestives. De plus, ils agissent comme des coupe-faim tout en étant faibles en matières grasses et ayant un faible indice glycémique (CHEBBAH, 2022). Elles peuvent être réparties en 4 grands groupes :

- ✓ **Haricots secs:** haricots noirs, haricots adzuki, haricots rouges, haricots blancs, fèves de cacao, lentilles, haricots pinto, haricots urd, haricots tépary, haricots soissons, haricots de lima, haricots papillon, haricots verts, haricots mungo.
- ✓ **Lentilles:** Rouge, Jaune, Verte, Brune, Verte, Corail, Puy, Greenberry, Champagne, Cilaos...
- ✓ **Pois secs:** pois verts secs, pois vesces, pois cajan secs, pois sabres, pois mange-tout...
- ✓ **Pois chiches:** pois chiches desi, pois chiches bamboobai, pois chiches kabuli...

Les cinq légumineuses les plus consommées sont: les lentilles (50 %), les haricots (27 %), des pois chiches (14 %), les pois cassés (8 %) et les fèves (1 %) (HABEFELD, 2022).

1.1.2. Intérêts nutritionnels

Les légumineuses ont de nombreux bienfaits pour la santé:

- ✓ **Riches en nutriments:** Les légumineuses sont riches en nutriments essentiels tels que les protéines végétales, les glucides complexes, les fibres alimentaires, les vitamines et les minéraux.
- ✓ **Régulent la glycémie:** La haute teneur en fibres et en protéines des légumineuses permet de réguler la glycémie et de réduire le risque de diabète.
- ✓ **Améliorent la digestion:** La teneur élevée en fibres des légumineuses peut aider à améliorer la digestion en favorisant la croissance de bonnes bactéries intestinales.
- ✓ **Réduisent le risque de maladies cardiovasculaires:** Les légumineuses contiennent des composés appelés phytostérols qui aident à réduire le taux de cholestérol sanguin et donc le risque de maladies cardiovasculaires.

- ✓ **Favorisent la perte de poids:** L'apport en fibres et en protéines des légumineuses peut aider à réduire la sensation de faim et donc à favoriser la perte de poids.
- ✓ **Richesse antioxydants:** Les légumineuses sont riches en antioxydants qui protègent les cellules du corps contre les dommages causés par les radicaux libres.
- ✓ **Bonnes pour l'environnement:** Les légumineuses ont une empreinte carbone faible et peuvent être cultivées dans des zones arides, ce qui en fait une option alimentaire durable (CHEBBAH, 2022).

1.1.3. Principales légumineuses cultivées

Il existe une vaste gamme de légumineuses cultivées et consommées à travers le monde, comprenant:

Différentes variétés de **haricots** tels que les haricots blancs, noirs, rouges, etc.

- ✓ **Les lentilles**, disponibles en différentes couleurs telles que vertes, vertes du Puy, brunes, corail, etc.
- ✓ **Les pois**, comprenant les pois cassés, les pois chiches, etc.
- ✓ **Les fèves, les féveroles.**
- ✓ Toutes les différentes variétés de **soja** (HENRY, 2021).

1.1.4. Féverole

Selon DAJOZ (2000) la féverole, scientifiquement connue sous le nom de *Vicia faba*, plante appartenant à la famille des *Fabaceae*, également connue sous le nom de légumineuses et la sous-famille des Papilionacées.

Elle à deux variétés, les variétés de féverole cultivées au printemps ont une teneur en protéines plus élevée que celles cultivées en hiver (CHEHEB, 1980).

La Féverole (*Vicia faba L.*) est la principale légumineuse alimentaire cultivée en Algérie (INRA, 2007). Elle est utilisée dans l'alimentation humaine comme légume frais et comme graine séchée (MAATOUGUI, 2006).

Il s'agit de la même espèce que la fève cependant, la féverole se distingue par la taille des graines: petites (féveroles), grosses (fèves) (BOYELDIEU, 1991).



Figure 1 Plante de Féverole

1.1.4.1. Valeur nutritionnelle

Les fèves sont une excellente source de protéines végétales (28 à 32 %), pauvres en lipides (< 2 g/100 g), sans gluten et à faible indice glycémique. Elles fournissent également des fibres et des vitamines, notamment la vitamine B9 (folate) (**ELISABETH, 2018**) qui est connue sous le nom d'acide folique qui possède des propriétés protectrices contre la maladie d'Alzheimer, les maladies cardiovasculaires et certains types de cancer (**SOPHIE GLOVER-BONDEAU, 2022**). De plus, les fèves sont une source de fer, de magnésium, de potassium (**VIERLING, 2008**), de cuivre et de zinc (**QA INTERNATIONAL COLLECTIF, 1996**).

1.2. Plantes médicinales

Plusieurs définitions sont données pour désigner une plante médicinale mais, pour faire simple, le terme désigne une plante ou une partie d'une plante possédant des substances appelées principes actifs, pouvant être utilisés à des fins thérapeutiques sans effets nocifs aux doses recommandées (**CARDENAS, 2014**).

1.2.1. Définition

La définition de la Pharmacopée française, plus récente, est plus précise car elle définit les plantes médicinales comme "des drogues végétales qui peuvent être utilisées entières ou sous forme d'une partie de plante et qui possèdent des propriétés médicamenteuse".

De plus, cette définition admet que les plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques (**CARDENAS, 2014**).

1.2.2. Intérêts des plantes médicinales

Les plantes médicinales présentent de nombreux bienfaits pour la santé, notamment :

- ✓ **Soulagement de la douleur:** Certaines plantes médicinales ont des propriétés analgésiques qui peuvent aider à soulager la douleur, comme le gingembre, le curcuma et la camomille.
- ✓ **Réduction de l'inflammation:** Les plantes médicinales peuvent aider à réduire l'inflammation dans le corps, ce qui peut être bénéfique pour les personnes atteintes de maladies inflammatoires chroniques comme l'arthrite et la maladie de Crohn (AUFFRET, 2023).
- ✓ **Amélioration de la digestion:** Certaines plantes médicinales peuvent aider à améliorer la digestion en stimulant la production de bile et en réduisant les spasmes intestinaux, comme la Cannelle de Ceylan et le fenouil (BLASCO, 2022).
- ✓ **Renforcement du système immunitaire:** Les plantes médicinales peuvent aider à renforcer le système immunitaire en stimulant la production de globules blancs, comme l'échinacée et l'extrait de feuille d'olivier (BUREAU S, 2022).
- ✓ **Réduction du stress et de l'anxiété:** Certaines plantes médicinales ont des propriétés calmantes qui peuvent aider à réduire le stress et l'anxiété, comme la valériane et la passiflore (RODRIGUZ A, 2022).
- ✓ **Amélioration du sommeil :** Certaines plantes médicinales peuvent aider à améliorer le sommeil en favorisant la relaxation et en réduisant l'anxiété, comme la Tilleul et le houblon (BERTRAND, 2017).
- ✓ **Traitement des affections cutanées:** Les plantes médicinales peuvent aider à traiter les affections cutanées comme l'eczéma, le psoriasis et les brûlures, comme l'aloevera et la lavande (VAISSE J, 2022).
- ✓ **Réduction de la tension artérielle:** Certaines plantes médicinales peuvent aider à réduire la tension artérielle en dilatant les vaisseaux sanguins, comme l'ail et romarin (RODRIGUZ A, 2022).

1.2.3. Grains de Sésame

1.2.3.1. Définition

Le sésame (*Sesamum indicum*) est une herbe oléagineuse de la famille des Pedaliacée ; plante pouvant avoir jusqu'à 60 cm de hauteur, avec de petites fleurs blanches, des graines blanches et noires à l'intérieur des gousses, une saveur de noisette et une teneur élevée en huile. Il existe dans certains pays asiatiques et en Afrique du Nord (LAOUEDJ, 2020).



Figure 2 plante de Sésame

1.2.3.2. Propriétés

Le sésame contient des lignanes et des phytostérols:

❖ Lignanes

Le sésame contient le plus de lignanes. Ces composés végétaux agissent comme des œstrogènes et sont donc également connus sous le nom de phytoestrogènes. Les lignanes de sésame sont mieux absorbées et traitées par l'organisme que le lin, même lorsqu'elles ne sont pas moulues. La sésamine, l'un des principaux lignanes du sésame, contient environ 2240 microgrammes par gramme de graine. En plus de ses propriétés antioxydantes, les lignanes de sésame ont d'autres avantages. Chez les patients atteints d'hypercholestérolémie (cholestérolémie élevée), la prise de sésamine peut réduire certaines graisses sanguines, telles que le cholestérol total et le LDL (SANOGO, 2008).

❖ Phytostérol

Les graines de sésame contiennent des phytostérols. Ces composés ont une structure similaire au cholestérol présent dans les aliments d'origine animale, mais se sont révélés bénéfiques pour la santé cardiovasculaire. Une méta-analyse de 41 essais cliniques a montré que la prise de 2 grammes (ou 2 000 mg) de phytostérol par jour réduit de 10 % le taux de LDL (mauvais) cholestérol (SANOGO, 2008).

1.2.3.3. Composition

Le sésame contient du calcium, du phosphore, du magnésium, du fer, du zinc, du manganèse, du cuivre et des vitamines E, B1, B2, B3, B6 et B9 :

Les graines de sésame entières fournissent une source importante de minéraux. Par conséquent, le calcium, le phosphore, le magnésium et le fer contribuent à la santé globale du corps, en particulier des systèmes immunitaire et squelettique. Les petites graines aident à combler les lacunes de notre alimentation actuelle. Les vitamines B1 et B6 contribuent au bon fonctionnement du système nerveux, tandis que les vitamines B9 (folate) et B2 interviennent dans le processus de fabrication des globules rouges. L'acide folique est également nécessaire pendant la grossesse pour assurer le bon développement du fœtus, en particulier au cours du premier trimestre.

Le sésame est également une source riche en fibres qui induit une sensation de satiété plus rapide, ce qui est très utile lors de régimes hypocaloriques, à la fois pour maintenir un bon transit intestinal et pour se protéger de certaines maladies cardiovasculaires et diabétiques. Elles ont également des propriétés antioxydants, ce qui signifie qu'elles protègent le corps des dommages causés par les radicaux libres (ANONYME, 2023).

1.2.3.4. Valeur nutritionnelle

GAWEN, (2022) affirme que les graines de sésame font partie de la famille des oléagineux et ont une valeur calorique relativement élevée, comme de nombreuses graines oléagineuses (Tableau n°01). Cependant, en petite quantité, la consommation de graines de sésame est en effet **recommandée dans le cadre d'un régime alimentaire équilibré**.

Tableau 1: Valeur nutritionnelle des graines de sésame (GAWEN, 2022).

Graines de sésame : teneur pour 100 g	
Protéines	17,7 g
Glucides	9,3 g
Fibres alimentaires	8 g
Lipides	56,4 g
Eau	4 g

1.2.3.5. Utilisation

D'après SANOGO, (2008), le sésame est la troisième plus grande source d'huile et de protéines comestibles dans les tropiques après le coton et les arachides. Il est également utilisé dans les industries de la pâtisserie, de la confiserie et de l'alimentation. L'huile de sésame est utilisée en cuisine, dans les crudités, la margarine et les salades. Il est également utilisé dans la fabrication de savons, de peintures, de parfums, de médicaments et d'insecticides, de nutriment et de cosmétiques. Le tourteau de sésame riche en protéines peut être utilisé comme aliment pour la volaille et le bétail.

Une consommation excessive de graines de sésame entraîne des troubles digestifs tels que diarrhées et douleurs intestinales (LAFURIE, 2017).

1.3. Maladie cœliaque et régime sans gluten

1.3.1. Définition de la maladie cœliaque

La maladie cœliaque est une maladie chronique, auto-immune, multi viscérale qui affecte l'intestin grêle chez les enfants et les adultes génétiquement prédisposés, ce qui est causée par l'ingestion d'aliments contenant du gluten (LUDVIGSSON *et al.*, 2013).

La maladie se caractérise par la présence d'une atrophie villositaire duodéno-jéjunale avec différents degrés de malabsorption et caractéristiques immunologiques (présence de domyosium et anticorps anti-transglutaminase) (NION-LARMURIER *et COSNES*, 2009).

1.3.2. Symptômes de la maladie cœliaque

Les symptômes de la maladie varient d'une personne à l'autre, et certains individus ne présentent aucun symptôme, ce qui rend difficile l'identification de la maladie. De plus, elle peut survenir à tout âge (CICLITIRA et MOODIE, 2003 ; FASANO et CATASSI, 2012 ; GREEN et CELLIER, 2007a).

Traditionnellement, les personnes atteintes de la maladie cœliaque présentent un syndrome de malabsorption caractérisé par la diarrhée, la stéatorrhée et la perte de poids dans la « maladie cœliaque classique », mais au fil du temps, des symptômes de malabsorption nouvellement diagnostiqués apparaissent (LUDVIGSSON et al., 2014). Les patients atteints d'une maladie cœliaque nouvellement diagnostiquée présentent une gamme de symptômes et de signes, allant d'une simple gêne intestinale à une maladie hépatique grave (KAUKINEN et al., 2002a) et une neuropathie (CHIN et al., 2003) (Tableau n°02).

Tableau 2: Présentation clinique de la maladie cœliaque.

Formes classiques	Formes non classiques
<ul style="list-style-type: none"> - Diarrhée chronique - Retard de développement/perte de poids - Syndrome de malabsorption - Anémie micro/normale ou macrocytaire (carences en fer, en vitamine B12 et en folates) - Œdème associé à une hypo albuminémie Stéatorrhée 	<p>Extra-digestifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragilité chronique, lésions de l'émail dentaire, Aphte récurrente, - Trouble de la reproduction, trouble de système nerveux (neuropathie périphérique, épilepsie, ataxie, migraine) ou psychose, ostéoporose et ostéomalacie, - Polyarthrite inexplicée.
	<p>Digestifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Douleurs abdominales récurrentes. - Ballonnements - Douleurs abdominales, Reflux gastro-oesophagien, vomissements, constipation, Syndrome côlon irritable
	<p>-Maladies auto-immunes associées</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dermatite herpétiforme, arthrite chronique Juvénile, syndrome de Gougerot-Sjögren, Cirrhose biliaire primitive, hépatite auto-

Chapitre I Synthèse bibliographique

	<p>immune</p> <p>-Système immunitaire, thyroïdite, diabète de type 1.</p>
--	---

(DOS SANTOS et LIOTE, 2016).

1.3.3. Aliments autorisés et aliments interdits dans le régime sans gluten

Tous les aliments naturels ou transformés, y compris le blé, le seigle et les produits dérivés de l'orge, doivent être exclus de l'alimentation. Aussi, les aliments à base de farine de blé tels que le pain, les pâtes, les pâtisseries et les aliments additionnés de farine, les aliments en conserve doivent être éliminés de l'alimentation quotidienne (SCHMITZ, 2007).

Puisque le riz et le maïs peuvent être utilisés, il est souvent possible de remplacer la farine de blé par de la féculé de maïs ou de la farine de riz (SCHMITZ, 2007) (Tableau n° 03)

Tableau 3: Aliments autorisés et aliments interdits dans le régime sans gluten (COSTIL et MORIN, 2014).

Types d'aliments	Aliments autorisés	Aliments interdits
Viandes	Fraîche Surgelée au naturel et Conserve au naturel	Cuisinée (du traiteur, surgelé, en conserve) Viande panée
Laits	Entier, demi-écrémé, écrémé, lait de croissance, liquide, concentré, frais, pasteurisé, en poudre, stérilisé UHT Lait de chèvre et brebis	Laits parfumés
Matières grasses	Beurre, margarine, huile, crème fraîche, suif, graisse d'oie	Matières grasses allégées
Légumes	Tous les légumes verts : frais, surgelés au naturel, en conserve au naturel	Légumes verts cuisinés : du traiteur, en conserve ou surgelés Potage et soupe en sachet ou en boîte

Chapitre I Synthèse bibliographique

Fruits frais, fruits oléagineux	Tous autorisés frais, en conserve Noix, noisettes, cacahuètes, amandes pistaches: frais ou grillés, nature ou nature + sel Olives	Figues sèches en vrac
Féculents, farineux et céréales	Pommes de terre : fraîches, précuites Fécule de pomme de terre Riz et ses dérivés Légumes secs: frais, en conserve au naturel, farine de légumes secs Soja et farine de soja Châtaignes et leurs farines Maïs et dérivés	Pommes de terre cuisinés du commerce en boîte ou surgelées Autres préparations à base de pommes de terre chips, purée en flocons Blé et ses dérivés, tous les produits de boulangerie, pain, gâteaux secs sucrés et salés, pâtisseries, chapelure, Orge et dérivés Seigle et dérivés, Amidon issu de céréales (blé)
Produits de Mer	Poissons frais, salés, fumés Poissons surgelés au naturel Poissons en conserve : au naturel, à l'huile Crustacés et mollusques	Poissons, mollusques ou crustacés cuisinés (du traiteur, commerce ou surgelés)
Œufs	Tous autorisés	
Boissons	Eau du robinet Eaux minérales et de source Jus de fruits, sodas aux fruits, sirops de fruits, limonade, sodas au cola	

Chapitre I Synthèse bibliographique

Produits sucrés	Sucre de betterave, de cannes blanches, caramel liquide Miel, confiture et gelées pur fruit	Sucre glace Nougats Chewing-gum Autres chocolats et friandises
Desserts	Sorbets de fruits	Pâtes surgelées ou en boîte Dessert glacé Préparations industrielle en poudre pour dessert lacté (crème, flan)

1.3.4. Régime sans gluten

Une définition stricte d'un régime sans gluten reste controversée en raison d'un manque de méthodes précises pour détecter le gluten dans les aliments et d'un manque de preuves scientifiques sur ce qui constitue un apport sûr en gluten. Dans le monde entier, des recherches scientifiques sont toujours en cours sur ce qui constitue un régime sans gluten, et en particulier si l'amidon de blé et l'avoine doivent être autorisés. Pendant longtemps, l'avoine est considérée comme toxique et recommandée pour être retirée de l'alimentation.

Cependant, au cours des dernières années, les résultats d'études in vitro et cliniques, notamment chez l'adulte et l'enfant, ont conclu que l'avoine est bel et bien sans danger (**HOFFENBERG et al., 2000; KEMPPAINEN et al., 2009**).

Actuellement, un aliment est considéré exempt de gluten selon le Codex Alimentarius établi par l'OMS et cité par CEGARRA (2006), s'il provient:

- ✓ D'une céréale dont la prolamine n'est pas toxique (riz, maïs, soja, sarrasin, millet).
- ✓ D'une céréale potentiellement toxique mais dont la teneur résiduelle en azote après traitement ne dépasse pas 50 mg/100g de poids sec, soit 10 mg de gliadine pour 100 g de poids sec.

L'objectif du régime sans gluten chez le cœliaque est double, il vise à corriger les anomalies cliniques, biologiques et histologiques de la maladie et à diminuer le risque à long terme d'ostéogénies et des complications néoplasiques, notamment le lymphome malin de l'intestin grêle (**MATUCHANSKY et al., 2004**).

1.3.5. Problèmes du régime sans gluten

Le traitement de la maladie cœliaque confirmée est un régime sans gluten à vie. Bien que cela semble être un remède simple, les patients ont souvent du mal à respecter cette restriction alimentaire. Son utilisation est restreinte et présente un défi majeur pour les patients, les parents, les nutritionnistes et autres. Les facteurs contribuant à la désobéissance comprennent le manque d'aliments sans gluten facilement disponibles, en particulier au restaurant, le mauvais goût des produits sans gluten et la préparation de repas avec des ingrédients sans gluten. De nombreux aliments contiennent du gluten, mais de nombreux aliments ne mentionnent pas sa présence, ce qui rend difficile le suivi du régime, surtout au début, notamment la perte de sociabilité et le potentiel qu'il peut entraîner (MATUCHANSKY *et al.*, 1999 ; VAHEDI *et al.*, 2001 ; CEGARRA, 2006).

Un régime sans gluten est encore très facile à mettre en place dans les premières années de vie, mais il se complique lorsque votre enfant entre à l'école. Les habitudes alimentaires se diversifient et les tentations se multiplient (goûter ensemble, fêter des anniversaires, etc.). Des produits sans gluten sont également disponibles pour les familles. Ces produits coûtent très cher et devraient être inclus dans le budget des ménages (CEGARRA, 2006).

L'ingestion involontaire du gluten peut se produire en raison des traces de gluten dans une large variété de substances alimentaires et de médicaments, de la contamination des produits sans gluten pendant le traitement et l'information fautive des patients du contenu des aliments de la part des fabricants, du personnel de restaurant et même des amis bien intentionnés et des parents. Le régime pose des difficultés particulières pour les enfants, les adolescents et leurs parents.

Selon BENATALLAH (2009), la série des problèmes rencontrés quotidiennement par les malades cœliaques algériens a concerné essentiellement:

- ✓ La non disponibilité et non diversité des produits sans gluten ;
- ✓ La cherté de ces produits ;
- ✓ La mauvaise qualité des produits sans gluten commercialisés sur le marché algérien les rendant de faible palatabilité ;
- ✓ La fabrication de galette ou de pain sans gluten, tout en substituant la farine de blé par du riz ou de maïs, donne des produits moins légers et peu appréciés par les cœliaques ;

- ✓ Le manque d'organismes spécialisés pour l'information des malades et leurs familles sur les détails de leur maladie et la diététique appropriée (aliments interdits et recettes non coûteuses des aliments autorisés) ;
- ✓ Une insuffisance de motivation et de sensibilisation des industriels et investisseurs nationaux pour la fabrication de produits sans gluten.

1.4. Technologie biscuitière

1.4.1. Définition

Un biscuit est un produit alimentaire à base de farine comestible, d'édulcorants, de matières grasses et d'autres denrées alimentaires autorisées, d'arômes et d'épices qui, une fois cuit, conserve ses propriétés organoleptiques et commerciales pendant une période d'un mois ou plus. Pendant une période supérieure à un mois par an (biscuits secs), ou pendant une période limitée selon un flux périodique assez rapide (**KIGER et KIGER, 1967**).

1.4.2. Classification

Il n'y a pas de classification formelle pour les biscuits car les méthodes de production des biscuits sont très variées et les différents ingrédients utilisés par les fabricants sont diversifiées.

Cependant, une classification basée sur la consistance de la pâte avant cuisson peut également être envisagée (**KIGER et al., 1967 ; MOHTEDJI-LAMBALIS., 1989 ; FEUILLET., 2000**).

a) Pâte dure ou mi-dure: utilisée pour réaliser des biscuits secs sucrés et salés, des snacks, des pâtes brisées, des petits beurrés, etc. Un produit sans œuf qui représente environ 60% de la consommation de biscuits.

b) Pâte molle: pour les pâtisseries industrielles (ne pas confondre avec les pâtisseries fraîchement cuites (**BROUTAIN., 2001**)).

c) Les produits moelleux tels que les génoises, les madeleines, les gâteaux, les macarons, etc. Les particularités de ces biscuits et œuf et environ 26,5 % de la consommation de richesse lipidique (**BROUTAIN., 2001**).

d) Pâtes faibles en gras avec beaucoup de lait ou d'eau. Il s'agit de pâte à gaufres (10,5 % de la consommation) (**BROUTAIN., 2001**).

Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la qualité des biscuits, notamment la quantité et la qualité des ingrédients utilisés, la technique de préparation, les conditions de fabrication comme le pétrissage, le repos et le façonnage de la pâte, et enfin la façon dont le biscuit est cuit et refroidi (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998 ; MANOUHAR *et al.*, 2002).

1.4.3. Principaux ingrédients et leurs effets

Les trois ingrédients de base utilisés pour fabriquer les biscuits sont: la farine, la graisse et le sucre, et différentes combinaisons de ces ingrédients donnent une variété de produits avec une variété de formes et de textures (GALLAGHER, 2008 ; ARDENT *et al.*, 2009).

1.4.3.1. Farine

La farine reste la principale matière première de l'industrie biscuitière. C'est un élément clé de la qualité des produits finis. Les biscuits secs et les viennoiseries, représentent la référence biscuitière la plus importante, dont la farine constitue plus de 60 kg pour 100 kg de biscuits (MOHTEDJIL-LAMBALAIS, 1989 ; MENARD *et al.*, 1992 ; THARRAULT, 1997 ; FEILLET, 2000).

Elle est responsable de la structure finale du produit. Son utilisation généralisée est liée à la capacité de la pâte à retenir le gaz, lui permettant de se dilater pendant la cuisson (GAN *et al.*, 1995). La farine est un composé complexe contenant différents composants (protéines, lipides, glucides, etc.) qui jouent un rôle direct ou indirect dans la structuration et l'aération de la pâte.

La valeur des biscuits à base de farine de blé est selon KIGER et KIGER 1968 déterminée par leur capacité à donner des pâtes usinables qui peuvent résister à un degré de casse spécifié et peuvent être étalées en couches minces sans casser ou fissurer à la surface. Certains facteurs spécifiques à la farine, comme les protéines, ont un impact quantitatif et qualitatif sur la qualité du produit final. Pour la farine à biscuits, la teneur en protéines doit être comprise entre 7,5 % et 10 % (MENARD *et al.*, 1992 ; COLAS, 1998 ; FEILLET, 2000).

1.4.3.2. Matière grasse

La graisse est un ingrédient très important dans la fabrication des biscuits. Il est généralement semi-solide à température ambiante et se mélange bien et facilement avec d'autres ingrédients. Il contribue à la plasticité de la pâte, agit comme un lubrifiant et affecte

la maniabilité de la pâte et les caractéristiques de texture et de saveur des biscuits cuits. La capacité des graisses à disperser les composants des mélanges est due à l'insolubilité dans l'eau de cette substance (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

La fonction principale de la graisse est de rendre le produit plus doux. Il lisse la structure en se répandant dans toute la pâte lors du pétrissage et empêche la formation d'un réseau cohésif, résultant en une matrice moins élastique. Si la graisse enrobe la farine avant qu'elle ne s'hydrate, cette formation de réseau de gluten est inhibée. Après cuisson, les propriétés organoleptiques recherchées pour ces produits se caractérisent par une texture plus moelleuse et une tendance à fondre en bouche (**FUSTIER, 2006**).

La consistance de la pâte souhaitée peut être obtenue en augmentant la teneur en matières grasses tout en diminuant la teneur en humidité. Lorsqu'il est utilisé en grande quantité, le pouvoir lubrifiant de cet ingrédient est si grand que très peu d'eau est nécessaire pour une faible consistance. Cependant, vous devez faire attention à l'effet de la graisse sur la pâte et les tissus.

La qualité des biscuits dépend non seulement de leur composition, mais aussi de la composition de la farine et de ses lipides naturels (**FUSTIER, 2006**).

1.4.3.3. Sucre

Le sucre est le troisième ingrédient le plus important dans la fabrication des biscuits. Il représente 15 à 25 % dans les recettes de biscuits secs et plus de 25 % dans les biscuits industriels. Le plus couramment utilisé est le saccharose, qui est ajouté à l'état cristallin. En plus de son pouvoir sucrant, il contribue à la formation de la saveur, de la texture, de la couleur et de la conservation. Il a aussi une fonction plastique (**FEILLET, 2000**).

Dans les biscuits, le sucre affecte sensiblement le comportement de la pâte en la ramollissant. Cela est en partie dû à la concurrence entre le sucre ajouté et la farine par la disponibilité de l'eau dans le système (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

Le sucre affecte les propriétés mécaniques des biscuits. Après la cuisson, au fur et à mesure que les biscuits refroidissent, le saccharose cristallise et agit comme un agent de durcissement, rendant le produit croustillant. L'augmentation de la concentration en sucre dans la formule renforce la liaison entre les particules après cristallisation, ce qui donne un biscuit dur, indéformable et à surface rugueuse (**MENARD et al., 1992 ; MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

De plus, le sucre joue un rôle important dans le développement de la couleur des biscuits pendant la cuisson. Il caramélise à des températures supérieures à 149°C, donnant à la surface extérieure du biscuit la couleur désirée et lui permettant d'atteindre différentes nuances (MENARD *et al.*, 1992). Enfin, le sucre retarde la détérioration des acides gras et la croissance microbienne dans les biscuits. Par conséquent, les biscuits riches en sucre, favorisent l'hyperosmolarité et réduisent l'activité de l'eau, prolongeant ainsi la durée de conservation (MENARD *et al.*, 1992).

1.4.3.4. Eau

L'eau est un liant essentiel à la formation de la pâte et nécessaire à la dissolution des autres ingrédients, à l'hydratation des protéines et des glucides et à la formation du réseau glutineux (FUSTIER, 2006). Elle est aussi un facteur important dans le comportement rhéologique de la pâte (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998). Toute augmentation de la teneur en eau modifie les modules élastiques et visqueux et réduit la viscosité. Avec moins d'eau, la pâte devient cassante en raison de la déshydratation rapide en surface (FUSTIER, 2006).

1.4.4. Pâte biscuitière et cuisson

1.4.4.1. Formation de la pâte

La pâte est un produit intermédiaire entre la farine et le biscuit dont la qualité dépend du succès industriel ultime. En effet, la rhéologie de la pâte est très importante dans la fabrication des biscuits, la pâte doit être suffisamment hydratée pour être façonnée et non collante. Par conséquent, afin d'obtenir une pâte à biscuits de qualité, il est important de comprendre et de maîtriser toutes les étapes du processus de fabrication, à savoir la recette, le pétrissage, le roulage et la cuisson. Par conséquent, la maniabilité de la pâte à biscuits pétrie dépend du processus de découpe en biscuits et de leur acheminement vers le système de cuisson (ASSIFAOU, 2006).

Pétrir pour bien mélanger la farine et les autres ingrédients. Le pétrissage consiste à élaborer un produit aux caractéristiques souhaitables, non à assurer l'uniformité, mais un pétrissage excessif peut endommager la pâte (ASSIFAOU, 2006).

1.4.4.2. Cuisson

La cuisson est un processus dans lequel plusieurs réactions biochimiques et physicochimiques complexes se produisent, telles que la dénaturation des protéines, la gélatinisation partielle de l'amidon, l'expansion de la pâte et la dilatation thermique des gaz,

l'évaporation de l'humidité et la formation de couleur. (Réaction de Maillard) (**MENARD, 1992 ; CHEVALLIER et al., 1999 ; CHEVALLIER et al., 2002**).

D'un point de vue physique, le transfert de matière et de chaleur se produit lors de la cuisson. La perte de masse des biscuits est principalement due à l'évaporation de l'eau, initialement présente en continu dans la pâte. Ceci explique pourquoi la cinétique de perte de masse du produit est souvent assimilée à la cinétique de perte d'eau (**KAISER, 1974**). Cela dépend des propriétés inhérentes au biscuit et de facteurs externes tels que la température, l'humidité et la vitesse de l'air à l'intérieur du four (**SAVOYE et al., 1992**).

1.4.5. Critères d'évaluation de la qualité du biscuit

Les attributs de qualité les plus importants des produits alimentaires sont les caractéristiques sensorielles: texture, goût, arôme, taille et couleur.

La qualité des biscuits se traduit par un contrôle strict des caractéristiques physiques (taille, couleur, humidité), de l'aspect de surface et de la texture (densité, fermeté, résistance à l'éclatement) (**FUSTIER, 2006**). Cette qualité dépend de la nature et de la quantité des ingrédients utilisés (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998a**).

Concernant les biscuits, la couleur et la texture sont des paramètres importants qu'il faut maîtriser.

1.4.5.1. Texture

Elle est principalement déterminée par la teneur en eau, la teneur en matières grasses, les glucides structuraux (cellulose, amidon, pectine, etc.) et le type et la quantité de protéines présentes.

L'expansion, processus associé à la texturation, est gouvernée par les propriétés rhéologiques de la pâte et dépend du comportement et des interactions de ces composants et de la solubilité du gaz dans la phase continue. Une expansion plus élevée entraîne une densité plus faible et des biscuits plus poreux (**LARA et al., 2011**).

La résistance des croûtes de biscuits à la déformation est un facteur important dans les produits de boulangerie car il s'agit d'une propriété structurelle connue sous le nom de fermeté qui est fortement corrélée à la perception de la fraîcheur des biscuits (**LARA et al., 2011**).

Pour cela, la texture est un critère de qualité important, ou la formation d'un produit tendre et flexible est désirée (**LARA et al., 2011**).

Les propriétés de texture des aliments:

- ✓ Evaluation initiale de la dureté; la friabilité.
- ✓ Perception de la mastication et l'adhésion, une évaluation de la taille et la géométrie des particules de l'aliment.
- ✓ Perception de la vitesse de fracturabilité de l'aliment pendant la mastication, lalibération de l'eau ...etc. (**FELLOWS, 2000**)

1.4.5.2. Couleur

La couleur est un facteur important dans la qualité de tout produit alimentaire et est une caractéristique facilement reconnue par les consommateurs car elle influence les impressions sensorielles subjectives (**LARA et al., 2011**).

1.4.5.3. Goût, flaveur et arôme

Les caractéristiques gustatives sont le salé, le sucré, l'amer et l'acide. Les composants aromatiques volatils sont formés par l'action de la chaleur, de l'oxydation et de l'activité non enzymatique (telle que la réaction de Maillard) sur les protéines, les lipides et les glucides (**FELLOWS, 2000**).

Chapitre II :
Matériel et Méthode

II. Matériels et méthodes

➤ Présentation du lieu de stage

le stage pratique est effectué au sein de laboratoire du Département des sciences technologiques à l'université Akli Mohand oulhadj de Bouira. Le laboratoire est équipé de matériel expérimental nécessaire pour réaliser les analyses physico-chimiques suivantes: l'humidité, taux de cendres, pH, dosage de protéines, dosage des lipides, acidité.

➤ Objectif de l'étude

ce travail est réalisé dans le but de fabriquer des cookies à base de farine de féverole et farine de sésame, destinés au malades coeliaques Algériens.

2. Matériel végétal

2.1. Féverole

La matière première utilisée est la féverole de variété Seville, mise à notre disposition par la CCLS de Bouira. Elle est de couleur beige et de forme aplatie (**Figure n° 03**).



Figure 3: Féverole (Seville).

2.1.1. Préparation de farine

Le tableau n° 04 résume les différentes opérations de préparation de la farine de féverole.

Tableau 4: Différentes opérations de préparation de la farine de féverole.

Etape de transformation	Principe
Triage manuel	- Effectué manuellement pour éliminer les matières étrangères, grains endommagés.

Chapitre II Matériel et méthode

Broyage	<ul style="list-style-type: none">- Cette opération a pour but de réduire les grains en particules de plus en plus fines.- Le broyage est réalisé à l'aide d'un broyeur traditionnel.
Tamissage et conditionnement	<ul style="list-style-type: none">- Cette opération a pour but la séparation de la fraction utilisable (farine) de celle non utilisable (enveloppes).- Le tamissage est réalisé à l'aide d'un tamis traditionnel.- Les farines obtenues sont conditionnées dans des bocaux en verre et stockées à 4°C.

La **figure n° 02** montre l'aspect de la farine de féverole obtenue:



Figure 4: Farine de féverole.

2.2. Grains de Sésame

Les grains de sésame utilisés sont de type commercialisé, d'une couleur beige (**Figure n° 03**)



Figure 5: Grains de sésame.

2.2.1. Préparation de farine

Avant le broyage, les grains de sésame sont mis sur le feu jusqu'à l'obtention d'une couleur dorée après ils sont réduits en farine à l'aide d'un broyeur électrique (Figure n° 04).



Figure 6: Farine de grains sésame (Original).

2.3. Méthodes d'analyse

2.3.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques

2.3.1.1. pH

❖ Principe

La détermination du pH par la méthode potentiométrique est réalisée à l'aide d'un pH-mètre.

❖ Mode opératoire

1. Peser 5g de produit (farine de fèverole et farine de grain de sésame) à analyser dans un bécher rempli d'eau distillée jusqu'à 50 ml.
2. Agiter pour homogénéiser le mélange.
3. Avant de mesurer le pH de produit, il faut étalonner l'appareil.
4. Une fois le pH-mètre équilibré, introduire l'électrode dans le bécher contenant le produit.

❖ Expression des résultats

Lire directement le résultat sur l'écran du pH-mètre.

2.3.1.2. Humidité

❖ Principe

La teneur en eau des produits broyés est déterminée par séchage dans une étuve réglée à 103°C pendant une heure et demie sur 5 gramme de produit (**Norme ISO721-1979**).

❖ Mode opératoire

1. Lavage de bécher avec de l'eau distillée.
2. Sécher le bécher à l'étuve durant 15 minutes à 103 °C.
3. Refroidir le bécher dans le dessiccateur 30 à 45 min.
4. Dans une balance analytique, peser le bécher vide.
5. Peser dans le bécher 5 g de produit à analyser.
6. Introduire le bécher contenant la prise d'essai dans une étuve réglée à 103 °C, laisser séjourner une heure et demie.
7. Retirer rapidement le bécher de l'étuve et le placer dans le dessiccateur pendant 30 à 45 min pour refroidir, ensuite le peser.

❖ Expression des résultats

$$H\% = (M1 - M2) / (M1 - M0) \times 100$$

Où :

H%: Humidité

M0 : Masse en gramme de bécher vide

M1 : Masse en gramme de bécher + la prise d'essai avant étuvage

M2 : Masse en gramme de bécher + la prise d'essai après étuvage

2.3.1.3. Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines totales est réalisé par la détermination de l'azote total selon la méthode de KJELDAHL (AFNOR 1991). Le coefficient de conversion de l'azote total en protéines est de 6.25 pour les légumes sec.

Le principe de la méthode consiste à une minéralisation à chaud de la matière organique par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur, une alcalinisation des produits de la réaction (sulfate d'ammonium) par la lessive de soude concentrée, une fixation de l'ammoniac entraîné par la vapeur par l'acide borique et une titration par l'acide sulfurique.

Chapitre II Matériel et méthode

La méthode comporte les étapes suivantes :

❖ Minéralisation

Sous l'effet de la chaleur, l'acide sulfurique concentré (95%, $d = 1.83$) en présence de catalyseur oxyde et détruit la matière organique, l'azote organique est transformé en sulfate d'ammonium.

❖ Distillation

Le minéralisât est alcalinisé par la soude NaOH (10N) et l'ammoniac est libéré de son sel.

Au cours de la distillation, les molécules d'ammoniac (NH_3) libérés sont entraînés par la vapeur et fixées dans une solution de volume connu d'acide borique (4 %).

❖ Titration

Le distillat récupéré est titré par l'acide sulfurique (0,01 N) en présence d'un indicateur coloré (rouge de méthyle). Le titrage soit complet au virage de la couleur du jaune au rose. La teneur en azote total (N) est exprimée en g pour 100g de produit humide :

$$N = (A \times V / pe) \times 100$$

Où :

A : quantité d'azote en gramme neutralisée par 1 ml de solution de H_2SO_4 à 0.01 et est égale à 0,0014g. **V** : volume en ml de H_2SO_4 versé à la titration.

pe: prise d'essai en gramme.

La teneur en protéines (P) est exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche :

$$P = (N \times K / 100 - H) \times 100$$

Où :

N : teneur en azote en % du produit.

K : coefficient de conversion de l'azote en protéines.

H : teneur en eau de l'échantillon en % de la masse humide.

2.3.1.4. Dosage des lipides totaux

❖ 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. (AFNOR, 1991)

❖ Mode opératoire

1. Sécher un ballon de 500ml à 150°C pendant 1h, refroidir au dessiccateur pendant 30min, puis peser.
2. Peser 10g de produit dans la cartouche du Soxhlet et placer à l'intérieur de l'extracteur.
3. Verser 200ml d'éther du pétrole dans le ballon et 50ml dans le compartiment et cartouche.
4. Le ballon est ensuite chauffé pendant 7h.
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.

❖ Expression des résultats

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

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

Où :

P1 : poids du ballon vide (g).

P2 : 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.

2.3.1.5. Acidité

❖ Principe

L'acidité des farines est l'acidité des substances extractibles par l'alcool à 95°. Elle est en grande partie l'acidité des acides gras formés par hydrolyse ou par oxydation des lipides.

L'acidité varie avec: l'âge, l'état de conservation et le taux d'extraction de la farine.

❖ Mode opératoire

a)Extraction

- ✓ Introduire dans un tube de centrifugeuse 5g de farine, 30ml d'alcool à 95°, puis fermé hermétiquement avec un bouchon et du papier film et agiter manuellement pendant 1h.

Laisser reposer 24h, après une nouvelle agitation, centrifugations successives(02minutes) à une heure d'interval.

b) Dosage

- ✓ Dans un erlenmeyer, mettre 20ml de surnagent (qui doit être limpide), d'eau distillée récemment bouillie et refroidie à l'air libre et 5gouttes de phénophtaléine.
- ✓ Titrer au moyen de la soude 0.05N jusqu'au virage rose.
- ✓ Préparer un blanc avec l'alcool à95° pour déterminer acidité apportée par le solvant en suivant la même procédure.

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{7.35 \times (V1 - V2) \times V}{Pe - H}$$

2.3.1.6. Taux de cendre

La teneur en cendres de farine a été déterminée selon la méthode officielle AOAC 972.15 (AOAC, 2006).

1. Peser 5 g de farine dans les creusets en porcelaine préchauffés.
 2. Les creusets sont ensuite placés pour une nuit dans un four à moufle contrôlé et préchauffé à 550 c pendant 4 h.
 3. Les creuset ont 2t2 referoidis dans un disicateur ?avant d42tre pesé
- Les pourcentage de teneur en cendre a été déterminé selon la formule suivante

$$C = R_i X \frac{100}{P_e} X \frac{100}{(100 - H)}$$

R_i :résidu après incinérqtion en g

P_e :prise d'essai de l'échantillon humide en g

H :humidité de l'échantillon en%de la mass humide

2.4. Elaboration du biscuit

2.4.1. Présentation du produit élaboré

Le produit élaboré est une forme de cookies sans gluten à base de farine de féverole et de farine de grains de sésame (210g/40g). Les ingrédients additionnés dans la formulation de la recette sont exemptes de gluten.

❖ 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.

Chapitre II Matériel et méthode

❖ Matière grasse

La matière grasse est une margarine végétale de la marque ELIO, fabriquée par Cevital SPA-Bejaia, Algérie.

❖ Cacao

Le cacao utilisé est conditionné dans une boîte de 35 gramme vendu sous le nom d'EL Amir de la société Tadj El Amir, Constantine.

❖ Levure chimique

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

❖ Pépites de chocolat

Les pépites de chocolat 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.

Les quantités des ingrédients sont résumées dans le tableau n°05.

Tableau 5: Types et quantités des ingrédients ajoutés dans la fabrication du biscuit.

Ingrédients	Quantités(en gramme)
Farine de féverole	210
Farine de sésame	40
Sucre	100
Huile	125
Cacao	10
L'œuf	49
Pépites de chocolat	60
Levure chimique	5
Vanille	5

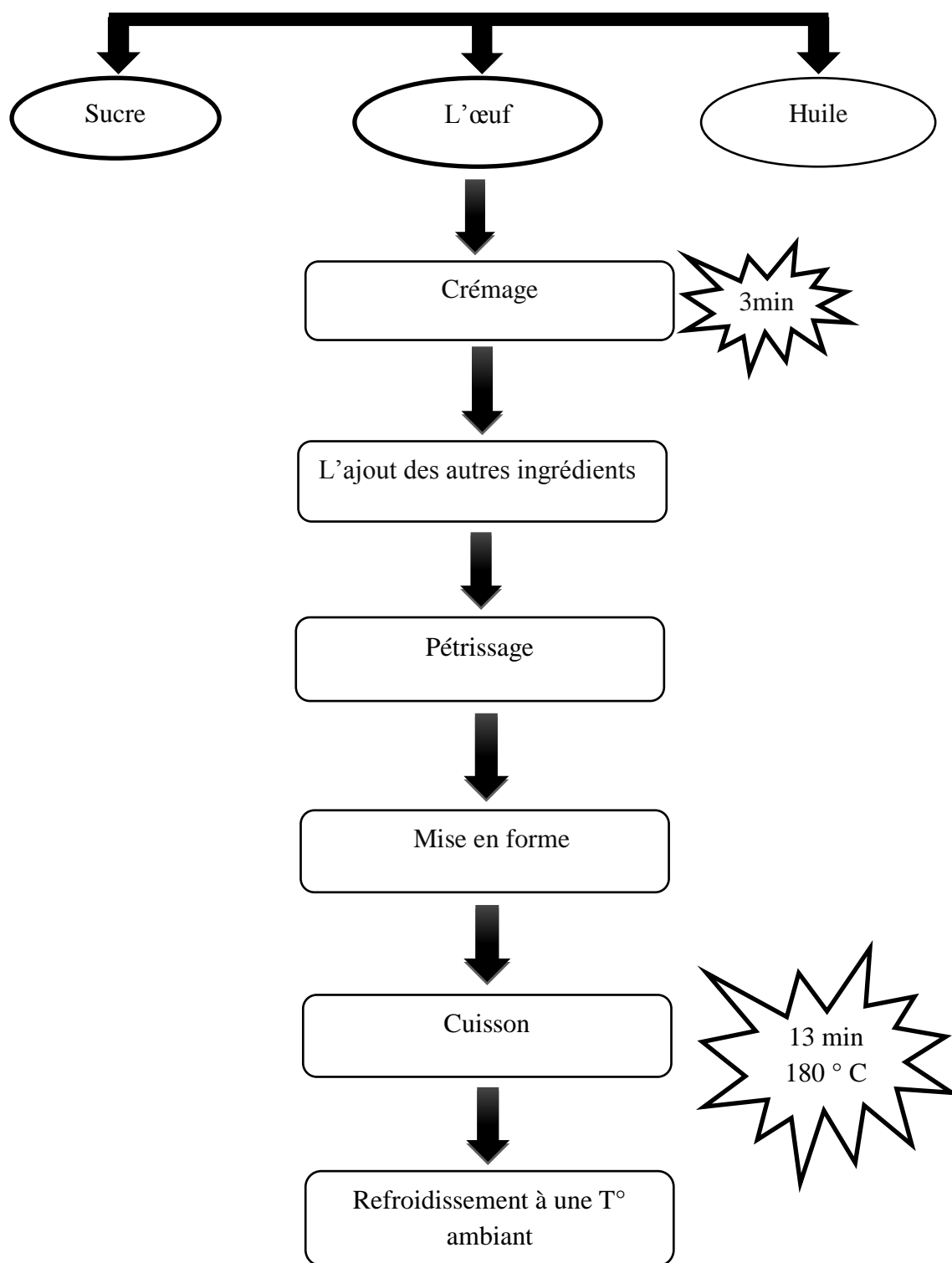


Figure 7: Diagramme d'élaboration de cookies sans gluten à base de farine de féverole et de farine de grains de sésame.



Figure5: Cookies élaborés.

2.5. Analyse du produit fini

2.5.1. Analyses physico-chimiques

Pour préparer les échantillons, nous avons broyé les cookies. Concernant la détermination de la teneur en eau nous avons pris les cookies à l'état initial.

Pour le produit fini, nous avons déterminé les paramètres suivants en appliquant le même protocole expérimental d'analyse de la matière première:

- ✓ PH
- ✓ Teneur en eau
- ✓ Teneur en protéines
- ✓ Teneur en lipides
- ✓ Taux de cendre
- ✓ Acidité

2.5.2. Analyses organoleptiques

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

Chapitre II Matériel et méthode

L'analyse sensorielle des biscuits est faite par un test de dégustation au biais d'un jury composé de 20 personnes choisies au hasard de sexe homme et femme et d'âge différent (18-44 ans). Parmi ces dégustateurs, nous notons la présence de malades cœliaques.

Pour réaliser cette analyse organoleptique, nous avons effectué un test de notation. Chaque dégustateur donne son jugement séparément des autres et apporte une note sur une fiche de dégustation comportant les critères suivants : la forme, la couleur, la texture, l'odeur et le goût.

Chapitre III :
Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques physico-chimiques des farines étudiées

Les résultats des teneurs moyennes de la composition physicochimique sont récapitulés dans le **tableau n° 06**.

Tableau 6: Résultats des analyses physicochimiques des farines étudiées.

Echantillon Paramètre	Farine de féverole	Mélange (féverole, sésame)
PH	6,64	6,64
Humidité en %	12,01	11,8
Protéine en %	30,1	34,9
Lipides en %	1,70	8,9
Cendres en %	2,74	2,4
Acidité grasse	0,03	0,03

3.1.1. pH

Le PH des aliments est mesuré pour des raisons de contrôle de qualité et de sécurité alimentaire. Il joue en particulier un rôle important dans la préservation de la qualité des produits alimentaires aussi pour la détection de l'addition des additifs modificateurs de pH qui sont souvent utilisés en industrie alimentaire (Acide citrique, citrate trisodique...)(MAPAQ, 2018).

Les deux valeurs de PH signalées sont identiques et estimées à 6,64 pour la farine de féverole et la farine de mélange (féverole + sésame), ces taux sont proches de la neutralité et répondent ainsi aux normes recommandées par les organismes alimentaires.

3.1.2. Teneur en eau

D'après (COLAS, 1998), la connaissance de la teneur en eau d'une denrée alimentaire permet de mieux la contrôler tout au long de sa conservation ce qui induit à la prolongation de sa durée de vie.

CHENE (2001), affirme qu'une farine doit avoir une teneur en eau qui se situe dans l'intervalle de 10 % à 16 % pour avoir une durée de conservation appropriée. La farine de féverole et la farine du mélange (féverole, sésame) présentent des taux d'humidité qui sont respectivement de 12,01 % et 11,8 %. Ces valeurs sont proches de celles trouvées

par AMMOUCHE, (2002), SAFIR, (2020) et DAHOUI et ATTAF, (2022), estimées à 12,06 %, 11,6 % et 11,6 % successivement.

3.1.3. Protéines totales

La teneur en protéines totales d'un produit nous renseigne sur la qualité nutritionnelle et la capacité technologique de la farine dont il est issu (CHENE, 2001).

D'après le Tableau n° 06, le taux en protéines totales de la farine de féverole (30,1 %) est compris dans l'intervalle (23,1 % - 38,1 %) donné par MOSSE et BAUDET, (1977) et supérieur à celui trouvé par ELSAYED *et al.*, (1982) qui est de 24 % MS. Ce résultat est en accord avec les valeurs signalées par SAHMOUN, (1974), AMMOUR, 1983 et AMMOUCHE, 2002.

Les grains de sésames sont riches en protéines (25 %), selon EL KHIER *et al.*, (2003) et présentent un profil en acides aminés essentiels et soufrés (LEE *et al.*, 2003 ; LAHM *et al.*, 2009). En effet, l'incorporation de la farine de sésame riche en protéines à la farine de féverole contribue à l'augmentation de taux en protéines totales du mélange farine de féverole et farine de grains de sésames passant de 30,1 % à 34,9 %, ce qui est confirmé par (SENE *et al.*, 2018) et (ZUBIRIA, 2021).

3.1.4. Lipides totaux

La teneur en lipides de féverole est estimée à 1,70 % MS. Cette valeur est proche de celles trouvées par AMMOUCHE, (2002), DAHOUI et ATTAF, (2022) et DIGUER et AMMOUCHE, (2020). Qui sont successivement (1,73 %), (1,82 %) et (1,82 %)

L'augmentation de la teneur en lipides de la farine du mélange (farine de féverole et farine de sésame) est sans doute due à la richesse des grains de sésame en lipides (50 %). Ces résultats sont confirmés par (SENE *et al.*, 2018); (ZUBIRIA, 2021) et (GAWEN, 2022).

3.1.5. Taux de cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale de minéraux contenus dans la farine. Nous considérons que la faible teneur en cendres de la farine est un signe de pureté (GODON, 1991). Ainsi, la détermination de la teneur en cendres présente un intérêt essentiellement réglementaire, permettant de trier les farines selon leur pureté (ICTF, 2001).

Le taux de cendre de féverole (2,74 %) est voisin de ceux trouvés par (DAHOUI et ATTAF, 2022) (3,29%)

3.1.6. Acidité grasse

D'après (FEILLET, 2000), le taux d'acidité des farines ne doit pas dépasser 0,05 %.

L'acidité grasse des deux farines étudiées (farine de féverole et farine de mélange) est calculée à 0,03 %, donc elles sont acceptables et proches des normes exigées (0,05%).

3.2. Caractéristiques physico-chimiques du biscuit élaboré

Les résultats des analyses physicochimiques du biscuit élaboré (Cookies) sont récapitulés dans le **tableau n° 07**.

Tableau 7: Résultats des analyses physicochimiques du produit fini (Cookies).

Paramètre Echantillon	pH	Humidité en %	Protéines en %	Lipides en %	Cendres en %	Acidité
Cookies	7,06	5,2	31,5	10,5	2,01	0,04

3.2.1. pH

Le PH du produit élaboré (7,06) mentionné dans le tableau n° 07 est proche de la valeur maximale des normes recommandées (7,5).

3.2.2. Teneur en eau

Le taux d'humidité des cookies est proche de la norme recommandée (maximum 5 %).

La diminution de la teneur en eau de produit élaboré par apport au mélange (féverole, sésame) est probablement due à l'évaporation et perte d'eau à une température supérieure à 100 ° C au cours de la cuisson. Ces résultats confirment ceux rapportés par SAFIR, (2020) et DAHOUI et ATTAF, (2022)

3.2.3. Teneur en protéines totales

Nous constatons que la transformation de mélange (farine de féverole et farine de grains de sésame) en biscuit présente une diminution d'environ 3,4 % du taux des protéines totales (passant de 34,9 % à 31,5 %). Cette diminution est justifiée par la dénaturation des protéines sous l'influence de la haute température (180 ° C) au cours de la cuisson, sachant que les protéines commencent à dénaturer à partir de 40 ° C.

Parallèlement, cette dénaturation conduit à l'arrêt de l'activité biologique de la protéine. L'inactivation des protéines anti-nutritionnelles (phytohématagglutinines, inhibiteurs

de la trypsine) ainsi que l'inactivation des enzymes qui ont de nombreux effets néfastes sur les nutriments (lipases, protéases, etc.) augmentant ainsi leur valeur nutritionnelle (NOUT *et al.*, 2003).

3.2.4. Teneur en lipides

Le produit élaboré présente une forte augmentation de la teneur en lipides par apport à la matière première (farine du mélange) passant de 1,70 % à 8,9 %, cette augmentation peut être expliquée par l'addition de la matière grasse végétale (huile), lors des étapes de fabrication du produit fini. Ces résultats corroborent ceux rapportés par (ELLEUCH *et al.*, 2007; SAFIR, 2020 et DAHOUI et ATTAF, 2022).

3.2.5. Taux de cendres

La valeur des cendres du biscuit élaboré mentionnée dans le **tableau n°07** montre qu'elle a légèrement diminué (de 2,4 % à 2,01 %). Ce ci est possible du à la solubilisation des éléments minéraux sous l'effet de la température lors de la cuisson du biscuit confectionné.

3.2.6. Acidité grasse

L'acidité grasse du biscuit élaboré est passée de 0,03 à 0,04 après la transformation de la farines en produit fini, ce qui peut être expliquée par l'ajout de la levure chimique lors de processus de fabrication. Ces données sont confirmés par DANG *et al.*, (1997) et NZIKOU *et al.* (2010).

3.3. Résultats de l'analyse sensorielle

Après l'évaluation des cookies et à partir des notes attribuées par les différents dégustateurs (**Tableau n° 08**), nous avons pu tracer le profil sensoriel du biscuit élaboré (**Figure n° 07**)

Tableau 8: Pourcentages des critères sensoriels.

Couleur	%	Odeur	%	Goût	%	Texture	%	Forme	%
acceptable	95	bonne	80	Arrière goût	0	acceptable	70	acceptable	25
excellente	5	agréable	15	bon	10	croustillante	20	arrondie	75
mauvaise	0	désagréable	5	excellent	90	dure	10	déformée	0

3.3.1. Couleur

Afin d'apprécier la qualité et la fraîcheur du produit, la couleur est le premier paramètre à évaluer, sachant que l'observateur y attache une grande importance (**LARA *et al.*, 2011**). Un pourcentage de 95 % des dégustateurs ont trouvé la couleur du biscuit comme étant acceptable et 5 % des dégustateurs, l'ont qualifié comme étant excellente.

3.3.2. Odeur

L'odeur est un paramètre essentiel d'un point de vue général dans l'appréciation du produit fini. L'odeur est jugée comme bonne par 80 % des dégustateurs et agréable par 15% des dégustateurs, par contre 5 % des dégustateurs jugent l'odeur comme désagréable.

3.3.3. Goût

Le goût d'un biscuit dépend principalement des constituants d'origine utilisés. Les ingrédients ayant la plus forte influence sont : la farine, le sucre et la matière grasse, ainsi que la présence d'ingrédients supplémentaires (exemple: chocolat) (**DIGUER et AMMOUCHE, 2020**).

A partir des résultats obtenus, nous constatons que le critère goût est qualifié d'excellent par la majorité des dégustateurs avec un pourcentage de 90 %.

3.3.4. Texture

La texture est influencée par les ingrédients utilisés dans la recette élaborée pour confectionner le biscuit, principalement le sucre qui agit comme agent de durcissement par cristallisation lors du refroidissement du biscuit, donnant au produit une texture croustillante (**MENARD *et al.*, 1992**).

D'après les résultats mentionnés, nous remarquons que la texture du produit élaboré est jugée acceptable par la majorité des dégustateurs avec un pourcentage de 70 %, croustillante par 20 % et dure par 10 %.

3.3.5. Forme

La forme est un critère très important pour l'évaluation de l'apparence de produit élaboré. Les résultats obtenus désignent que la forme est jugée arrondie par l'ensemble des dégustateurs avec un pourcentage qui est de 75 %.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de ce travail est de confectionner un biscuit sans gluten à base de farine de féverole (variété Séville) améliorée par la farine grain de sésame destiné aux patients atteints de la maladie cœliaque en Algérie.

Dans cette étude, des analyses physico-chimiques ainsi que des évaluations sensorielles sont réalisées afin d'évaluer la qualité des cookies élaborés. Les résultats obtenus fournissent des informations essentielles sur les caractéristiques des échantillons et du produit fini et permettent d'en tirer des conclusions importantes.

Les analyses physico-chimiques des farines utilisées (farine de féverole et farine du mélange féverole + sésame) et de biscuit élaboré présentent des pH et des taux d'humidité conformes aux normes exigées, ce qui les rend favorables à une bonne conservation.

La légère différence de taux d'humidité entre les échantillons de farine de féverole seule (12,01 %) et farine de mélange(féverole + sésame) (11.8 %) suggère que l'ajout de sésame n'a pas eu un impact significatif sur la teneur en humidité. Cependant, les cookies finaux (5,2 %) présentent une réduction notable de la teneur en eau.

Concernant la teneur en protéines, les résultats rapportés révèlent une augmentation significative de la valeur en protéines totales dans la farine du mélange (féverole et sésame) (34,9 %) par rapport à la farine de féverole seule (30,1 %). Cela indique que l'incorporation de sésame dans la formulation a enrichi le produit en protéines, ce qui peut être bénéfique du point de vue nutritionnel.

L'ajout de sésame a conduit à une augmentation marquée de la teneur en lipides dans le mélange (8,9 %) et les cookies finaux (10.5%). Cette augmentation améliorent la texture, la saveur et la valeur énergétique du produit élaboré, néanmoins, il convient de noter que des taux élevés en lipides peuvent également influencer la stabilité et la durée de conservation.

Les échantillons de farine de féverole seule (2,74%) et la farine du mélange (2.4%) de féverole et de sésame présentent des teneurs en cendres similaires, indiquant une composition minérale relativement stable. Les cookies confectionnés (2.01%) ont une teneur en cendres légèrement inférieure, ce qui peut être attribué aux interactions avec les autres ingrédients utilisés dans la recette.

Les valeurs d'acidité grasses sont proches et presque constantes dans tous les échantillons indiquant que le niveau d'acidité est maintenu tout au long du processus de fabrication. Cela peut contribuer à la stabilité et à la qualité des produits.

Quant aux évaluations sensorielles, les résultats ont montré une acceptabilité élevée pour la couleur, l'odeur, le goût, la texture et la forme des cookies. La majorité des dégustateurs ont trouvé la couleur acceptable (95%), l'odeur bonne (80%) et le goût excellent (90%). De plus, la texture des cookies est jugée acceptable par la plupart des évaluateurs (70%), bien que certains aient préféré une texture croustillante (20 %). La forme des cookies a également été appréciée, avec une majorité d'évaluateurs la trouvant arrondie et bien formée (75%).

Ces résultats suggèrent que l'utilisation de la farine de féverole et la farine des grains de sésame peut non seulement améliorer la composition nutritionnelle des produits sans gluten élaborés mais aussi offrir des avantages pour la santé et une formule gustative satisfaisante. Ces découvertes ouvrent la voie à de nouvelles possibilités de développement de produits sans gluten plus sains, plus nutritifs et plus appétissants pour les personnes ayant des restrictions alimentaires liées au gluten.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

AMMOUCHE, Z. (2002). Etude biochimique de la valeur nutritive de quelques légumineuses (Fève, Féverole et Pois chiche) : possibilité d'incorporation dans les produits céréaliers. Thèse Magister. INA, EL HARRACH, ALGER.

AMMOUR, A. (1983). Contribution à l'étude des protéines de grains de quelques espèces de légumineuses comestibles cultivées en Algérie. Mem .Ing. INA EL HARRACH. Ann. technol. Agric, 27: 695-713 p.

ASSIFAOU A., CHAMPION D., CHIOTELLI E., VEREL A. (2006). Characterization of water mobility in biscuit dough using a low-field H NMR technique. Carbohydrate Polymers, 64: 197-204p.

AUFFRET, A. (2023). 7 anti douleur naturels pour se soulager. Tout pour ma santé. Consulté le 14juin 2023, de <https://toutpourmasante.fr/anti-douleur-naturel/>.

B

BENATALLAH, L. (2009). Couscous et pain sans gluten pour malades cœliaques : Aptitude technologique de formules à base de riz et de légumes secs. Thèse de Doctorat, Option Sciences Alimentaires, INATAA, Université Mentouri de Constantine, 173 p.

BERTRAND, M. (2017). La phytothérapie dans le traitement de l'insomnie. Sciences pharmaceutiques. fhal-01932092f.

BLASCO, E. M. (2022). Cinq remèdes à base de plantes pour améliorer naturellement votre digestion. *Amélioré ta sante*. Consulter le 25mai 2023, de <https://amelioresasante.com/cinq-remedes-a-base-de-plantes-pour-ameliorer-naturellement-votre-digestion/>

BOYELDIEU. (1991). Encyclopédie des technique agricoles: production végétale-Blé Tendre- Ed : paris. 20-21.

BROU, K., KOUAMÉ, K. S. A., DADIÉ, A., DJÈ, K. M., & GNAKRI, D. (2008). Biochemical changes occurring during germination and fermentation of millet and effect of technological processes on starch hydrolysis by the crude enzymatic extract of millet. Journal of Applied Science Research, 4(11), 1502-1510.

BROUTAIN, C. (2001). Fabriqué des biscuits à base de farine composée. PME Agroalimentaires, Biscuiteries. 20.

BUREAU, S. (2022). 5 Plantes médicinales pour soutenir votre immunité : Comment puis-je renforcer mon système immunitaire?. *Botanica*.

C

- CARDENAS, J. (2014).** Qu'est-ce qu'une plante .
médicinale?.*Doctissimo*.<https://www.doctissimo.fr/.../articles/16260-plante-medicinale.htm>.
- CEGARRA, M. (2006).** Le régime sans gluten : difficultés du suivi Archives de pédiatrie, 13:576-578.
- CHEBBAH, N. (2022).** Légumes secs : liste, bienfaits, c'est quoi les légumineuses. *Santé journal des femmes*.<https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/1578730-legumineuses-definition-liste-bienfait>.
- CHEHEB, N. (1980).** Essai de substitution du tourteau de soja par la fêverole autoclavée et le tourteau colza dans l'alimentation du poulet de chair, mémoire d'ingénieur, INA, Zootechnie.
- CHENE, (2001).** La farine. Journal de l'ADRIANOR, 26 : C.3-C.8 p.
- CHEVALIER, S., COLONNA, P., DELLA VALLE, G. AND LOURDIN, D. (1999).** Structural modifications of biscuit doughs during baking-Rôle of ingrédients. INRA. Paris. Les Colloques 91 : 191-197.
- CHIN, R., SANDER, H., BRANNAGAN, T., GREEN, P., HAYS, A., ALAEDINI, A., ET LATOV, N. (2003).** Celiac neuropathy. *Neurology* 60: 1581-1585.
- CICLITIRA, J., ET MOODIE, J. (2003).** Coeliac disease. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology* 17: 181-195.
- 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/Api. Paris : 579-589. 679 p.
- COSTIL, V., et MORIN, MC. (2014).** Régime sans gluten .*Hegle*. 4(2): S37-S38.

D

DAHOU, A., ATTAF, R. (2022). Amélioration de la qualité d'un produit sans gluten "cookies" avec la farine de caroube. (Mémoire de master non publié). Université AKLI MOHANDÉ OULHADJ-Bouira.

DAJOZ, R. (2000). Eléments d'écologie. Ed. Bordas. Paris, 5ème édition. in :. Mémoire de master. UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH. 114p, Maroc. 631pp.

DANG, T. L., TU, G., TU, N., & LE, T. T. (1997). Use of sesame powder to prepare food for babies at 12-36 months of age. *Journal of Preventive Medicine*, 7(4), 78-80.

DIGUER, R., & AMMOUCHE, F. (2020). Élaboration d'un biscuit "cookies" sans gluten à base de farine de fève de pois chiche. (Mémoire de master). Université M'HAMED BOUGARRA-Boumerdes.

DOS SANTOS, S., ET LIOTE, F. (2016). Manifestations ostéo-articulaires liées à la maladie cœliaque et aux intolérances au gluten. *Revue du Rhumatisme Monographies* 83: 218-221.

E

EL KHIER, M. K. S., ISHAG, K. E. A., & YAGOUB, A. E. A. (2008). Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 4(6), 761-766.

EL SEYED, M., HEGAZY, A. (1982). Effect of germination on the carbohydrate, protein and amino acid contents of board beans. *ZEITSCHFT fur emhrungswssenschait*, band13, heft4, 200-203.

ELISABETH. (2018). La féverole: nutrition, formulation... pourquoi s'y intéresser ?. *vitagora*. Consulter le 16 juin 2023 sur://www.vitagora.com/blog/2018/feverole-opportunite-agroalimentaire/.

ELLEUCH, M., BESBES, S., ROISEUX, O., BLECKER, C., & ATTIA, H. (2007). Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry*, 103(2), 641-650.

F

FASANO, A., et CATASSI, C. (2012). Celiac disease. *New England Journal of Medicine* 367: 2419-2426.

FEILLEIT, P. (2000). Le grain de blé. Composition et utilisation .Ed INRA. Paris, 308.

FELLOWS, P. (2000). Food Processing Technology Principles and Practice. 2nd Edition. Woodhead Publishing, Cambridge England. 575 p.

FUSTIER, P.J. (2006). Influence des fractions de mouture de blé tendre (farine patente, Decoupage et basse) 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.

G

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.

GAWEN. (2022). Graines de sésame : comment profiter de leurs bienfaits ?. *la fourche*. <https://blog.lafourche.fr/graines-de-sesame-bienfaits>.

GODON, B., WILLM, C. (1991). Biotransformation des produits céréaliers : les constituants des céréales : nature, propriétés et teneurs. Paris, Lavoisier. 1-22.

GREEN, P., et CELLIER, C. (2007). Celiac disease. *New England Journal of Medicine* 357: 1731-1743.

GUENGUEN, J., & LEMARIE, J. (1996). Composition, structure, et propriétés physicochimiques de Légumineuses et d'oléagineux. In B. Godon (Ed.), *Les protéines végétales* (pp. 666). Paris: Lavoisier Tec et Doc.**HARLAND, B., & MORRIS, E. R. (1995).**

H

HABERFELD, I., GRUMAN, R. (2022). Les légumineuses : définition et bienfaits des légumes secs. *Doctissimo*. https://www.doctissimo.fr/nutrition/fruits-et-legumes/les-legumineuses-quest-ce-que-cest/f25dc8_ar.htm.

HAHM, T. S., PARK, S. J., & MARTIN, Y. (2009). Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Bioresource Technology*, 100(4), 1643-1647.

HENRY, C. (2021). Haricots, lentilles, fèves, pois : les bienfaits des légumineuses. *Santé magazine*. Consulter le 26 mai 2023, sur : www.santemagazine.fr/alimentation/aliments-et-sante/legumineuses/haricots-lentilles-feves-pois-et-soja-les-bienfaits-des-legumineuses-178448.

HOFFENBERG, E.J., HAAS, J., DRESCHER, A. (2000). A trial in children with newly diagnosed celiac disease. *J Pediatr*, 137: 361-366p.

I

ICTF (2001) : Contrôle de la qualité des Céréales et des protéagineux. Guide pratique ITCF. Laboratoire de qualité des céréales.

INRA. (2007). Contribution à l'étude des principales maladies, parasites et ravageurs des fèves et féveroles. Institut Technique Des Grandes Cultures, Tiaret. Séminaire N°10:123-125.

K

KAUKINEN, K., HALME, L., COLLIN, P., FÄRKKILÄ, M., MÄKI, M., VEHMANEN, P., PARTANEN, J., ET HÖCKERSTEDT, K. (2002). Celiac disease in patients with severe liver disease: gluten-free diet may reverse hepatic failure. *Gastroenterology* 122: 881-888.

KEMPPAINEN, T., HEIKKINEN, M., RISTIKANKARE, M., KOSMA, V.M., JULKUNEN, R. (2009). Effect of unkilned and large amounts of oats on nutritional state of celiac patients in remission. *The European Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 4: 30-34p.

KIGER, J. L., KIGER, J. G. (1967). Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie-boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Dunod. Tome 1. Paris. 696.

L

LAFaurie, L. (2017). Sésame : bienfaits pour la santé, infos nutritionnelles. *Santé Journal des femmes*. <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/2652749-sesame-bienfaits-pour-la-sante-infos-nutritionnelles-calories/#sesame-contre-indication>.

LAOUEDJ, M. (2020). Les bienfaits de graine de sésame... (djeldjlane) en arabe. *Les secrets du sahara*.

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, 622-630.

LEE, T. T. T., WANG, M. M. C., HOU, R. C. W., CHEN, L. J., SU, R. C., WANG, C. S., & TZEN, J. T. C. (2003). Accumulation of sesame 2S albumin enhances methionine and cysteine levels of transgenic rice seeds. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 67, 1699-1705.

LENGLINE, H., FABRE, A. (2022). Diagnostic de la maladie cœliaque.

LUDVIGSSON., JONAS, F., BAI, J., BIAGI, F., CARD, T., CIACCI, C., CICLITIRA, P., GREEN, P., HADJIVASSILIOU, M., HOLDOWAY, A., ET HEEL, D. (2014). Diagnosis and management of adult coeliac disease: guidelines from the British Society of Gastroenterology. *Gut* 63: 1210-1228.

LUDVIGSSON., JONAS, F., LEFFLER, D., Bai, J., BIAGI, F., FASANO, A., GREEN, P., HADJIVASSILIOU, M., KAUKINEN, K., KELLY, C et LEONARD, J. (2013). The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut* 62: 43-52.

M

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: 23-42.

MAATOUGUI, A., ACHERKOUK, M., MAHYOU, H. (2006). Ecosystème pastoral de la commune rurale de Maatarka : ^ ecologie, productivite et etat de degradation. In : Maatougui A, Tiedeman J, eds. *Gestion durable des ressources agropastorales de base dans le Maghreb. Compte rendu de l'atelier final, 21-23 novembre 2005, Oujda, Maroc. Alep (Syrie) : ICARDA.*

MANOUHAR, S., RAO, P.H. (2002). Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; USE elastic recovery of dough to predict biscuit quality. *Food Research International*, 807-813.

MAPAQ, Caractérisation et identification d'un aliment potentiellement dangereux. 2018-10-25.

MATUCHANSKY, C., ROUSSEAU, S., MORIN, M. C. (2004). Maladie cœliaque de l'adulte : Actualités du régime sans gluten, 39 : 311-317p.

MENARD, G., EMOND, S., SEGIN, R., BOLDUC, R., BOUDREAU, A., MARCOUS, D., PAINCHAUD M., POIRIER D. (1992). La biscuiterie industrielle. Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Les presses de l'université Laval. Sainte-Foy. Canada : 287-348. 439 p.

MOHTADJI-LAMBALLAIS, C. (1989). Les aliments. Ed, Malouine. Paris. 203.

MOSSE, J., BAUDET, J. (1977). Relationship between amino acid composition and nitrogen contents of broad bean seed. IN protein quality from leguminosces, 5686 : 48-57 p.

N

NION-LARMURIER, I., et COSNES, J. (2009). Maladie cœliaque. Gastroenterologie clinique et biologique 33: 508-517.

NOUT ROBERT., HOUNHOUGAN JOSEPH, D., TINY VAN BOEKEL. (2003). Les aliments, transformation, Conservation et Qualité. BaeckhysPublishers, Wageningen, Netherlands.

NZIKOU, J. M., MVOULA-TSIERI, M., NDANGUI, C. B., PAMBOU-TOBI, N. P. G., KIMBONGUILA, A., LOUMOUAMOU, B., SILOU, T., & DESOBRY, S. (2010). Characterization of seeds and oil of sesame (*Sesamum indicum* L.) and the kinetics of degradation of the oil during heating.

Q

QA INTERNATIONAL COLLECTIF. (1996). L'encyclopédie visuelle des aliments. Québec Amérique, 340p.

R

RODRIGUEZ, A. (2022). Liste des plantes médicinales et leurs bienfaits. *Tout comment*. Consulter le 23 mai 2023 sur: <https://sante.toutcomment.com/article/liste-des-plantes-medicinales-et-leurs-bienfaits->.

S

SAFIR, S. (2020). Élaboration d'un biscuit "cookies" sans gluten à base de farine de pois chiche et de farine de fève. (Mémoire de master). Université AKLI MOHANDE OULHADJ-Bouira.

SANOGO, S. (2008). Le sésame: une opportunité pour la diversification de la production Agricole. Master recherche en géographie option aménagement du territoire. Université d'Ouagadougou Burkina Faso. 15_16p.

SAHMOUN, M. (1974). Étude analytique des fèves et fêveroles avec possibilité d'addition dans un aliment composé. Mem. Ing. INA.EL-ELHARRACH.

SCHMITZ, J. (2007). Le régime sans gluten chez l'enfant. *Journal de pédiatrie et de puériculture*, 20 : 337-344p.

SENE, B., SARR, F., DIOUF, D., KANE, A., TRAOR, D., SOW, M. S., NIANG, M. (2018). Étude de la composition minérale et des teneurs en protéines et en matières grasses de huit variétés de sésame (*Sesamum indicum L.*) introduites au Sénégal pour un criblage variétal. *OCL*. <https://doi.org/10.1051/ocl/2018045>.

SOPHIE GLOVER-BONDEAU, A. (2022). Vitamine B9 (folates): carence, aliments, sans ordonnance?. *Santé Journal des femmes*. Consulter le 24 mai 2023 sur : <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/2522725-vitamine-b9-folate-acide-folique-aliments-carence-a-quoi-sert-elle-ou-trouver-ordonnance/>.

T

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.

V

VAHEDI, K., MASCART, F., MARY, JY., LABERENNE, JE., BOUHNİK, Y., MORIN MC. (2001). Reliability of anti transglutaminase antibodies as predictors of gluten-free diet compliance in adult celiac disease. *Am J Gastroenterology* ; 98 : 1079-87p.

VAISSE, J. (2022). Phytothérapie : vers quelles plantes me tourner pour traiter l'acné ?. *Cosmopolitan*. <https://www.cosmopolitan.fr/phytotherapie-vers-quelles-plantes-me-tourner-pour-traiter-l-acne,1917061.asp>.

VIERLING, E. (2008). Aliments et boissons: filières et produits. Série dirigée par GUY Leyral, 3^{ème} édition, doin éditeurs, France : 268p.

W

WEBER, A. L. (2012). La maladie coeliaque : physiopathologie et traitement. "Guide" de conseils pour. Le pharmacien d'officine. Sciences pharmaceutiques. fhal-01733878f.

Z

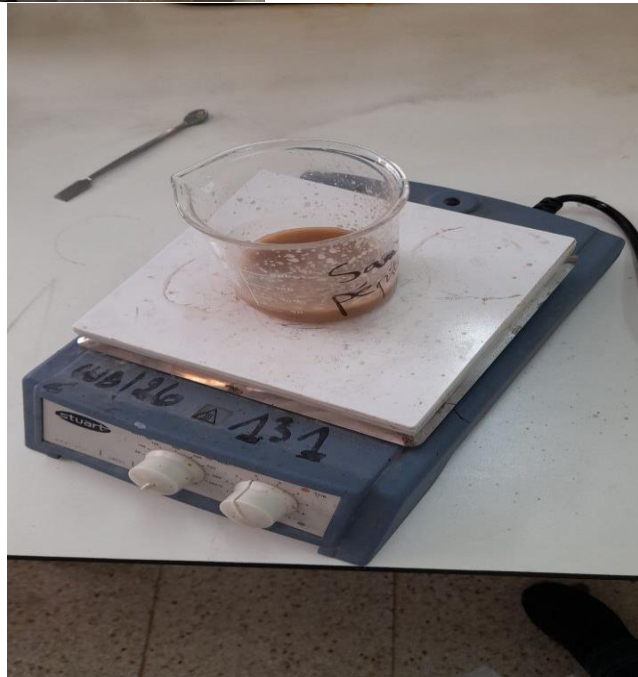
ZUBIRIA, A. (2021). Sésame : le trésor nutritionnel des graines de sésame. *Passeport Santé*. Consulter le 16 mai 2023 sur :

https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=sesame_nu.

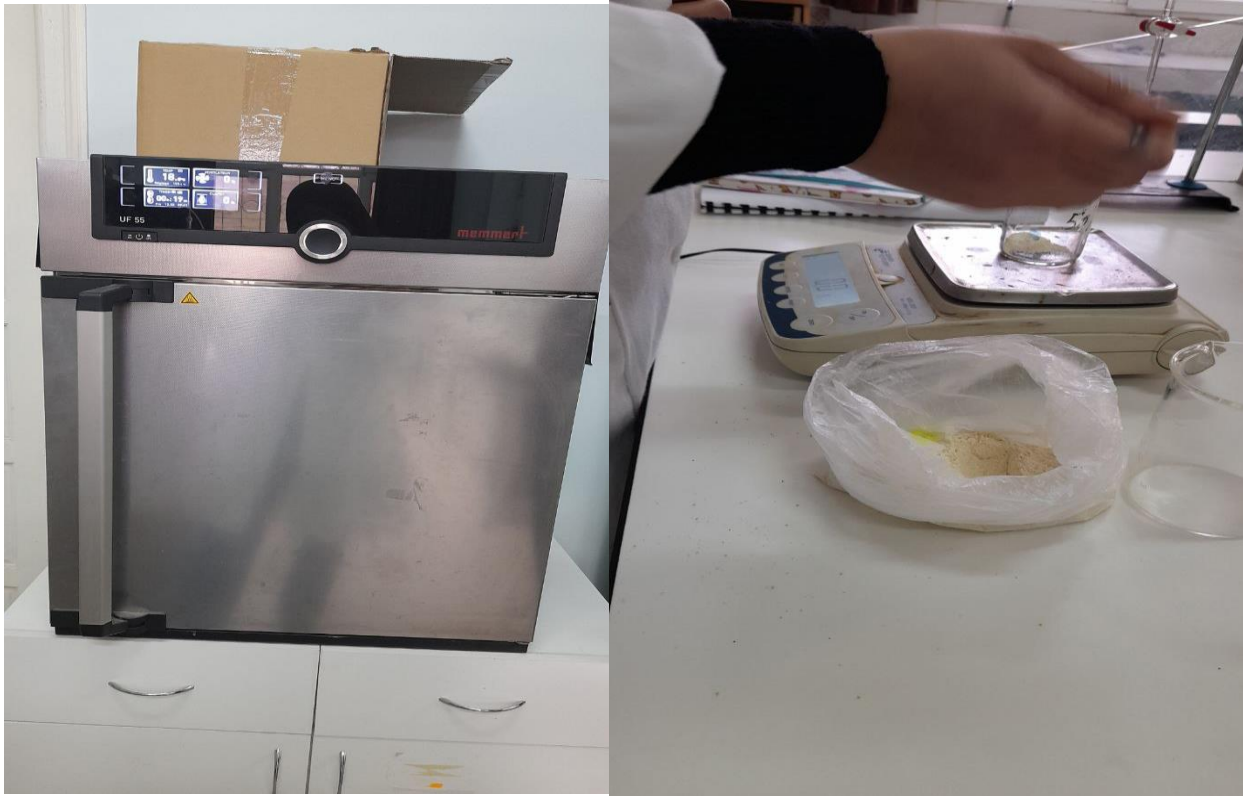
Site internet :

Consulter le 14 mai 2023 : <https://www.aujardin.info/fiches/sesame.php>

Annexes



Annexe 01 : Détermination de pH



Annexe 02 : Détermination du l'humidité.



Annexe 03 : Dosage des lipides.

Université Akli Mohand Oulhadj
Département SNV
Teste de dégustation mai 2023

Fiche de profil sensoriel du produit élaboré:

Age :

Nom:

Sexe : homme femme

Prénom:

Comment trouvez-vous notre produit ?

Couleur :

1 5 10

Mauvaise Acceptable Excellente

Gout :

1 5 10

Arrière-gout Bon Excellente

Odeur :

1 5 10

Désagréable Agréable Bonne

Texture :

1 5 10

Dure Acceptable Croustillante

Forme :

1 5 10

Déformée Acceptable Arrondie

Tableau n°01: Résultats de l'évaluation de la qualité organoleptique des cookies.

Dégustateurs	couleur	Gout	Odeur	texture	Forme
1	4	7	4	2	5
2	4	7	4	2	6
3	5	8	6	2	7
4	5	8	6	3	7
5	5	8	8	3	7
6	5	8	8	3	8
7	5	8	8	4	8
8	5	8	8	5	8
9	6	8	8	5	8
10	6	8	8	5	8
11	6	8	9	5	8
12	6	9	9	6	9
13	6	9	9	6	9
14	6	9	9	6	9
15	7	9	9	6	9
16	7	9	9	7	9
17	7	10	9	7	9
18	7	10	9	7	9
19	7	10	10	8	9
20	9	10	10	9	10

Résumé

L'étude porte sur l'amélioration de la qualité des produits sans gluten, en utilisant les plantes médicinales, afin de diversifier la situation alimentaire des malades cœliaques en Algérie.

Nous avons préparé un biscuit (cookies) sans gluten à base de la farine de fève, et nous y avons ajouté de la farine de graines de sésame afin d'en améliorer la qualité. Le choix des matières premières est dû d'une part à l'absence de gluten dans leur constitution et d'autre part à leur valeur nutritive et leur disponibilité.

La farine de fève présente une teneur en lipide de l'ordre de 1,70 % MS, une teneur en protéine de 30,1 % MS, un pH proche de la neutralité (6,64) et une acidité de 0,03. Alors que la farine de mélange donne une teneur élevée en protéine (34,9 % MS), un taux en lipide d'ordre 8,9 % MS, un pH proche de la neutralité (6,64) et une acidité de 0,03.

Le profil sensoriel montre que les cookies élaborés présentent une bonne qualité organoleptique, caractérisée par une couleur acceptable (95 %), une odeur bonne (80 %), une forme arrondie (75%), une texture acceptable (70 %) et un excellent goût (90 %).

Les résultats ont montré que l'ajout de sésame augmente la teneur en protéines et en lipides des cookies, améliorant ainsi leur valeur nutritionnelle. Les analyses sensorielles ont révélé que les cookies sont bien accueillis par les Panélistes.

Cependant, d'autres études sont nécessaires pour évaluer la stabilité et la digestibilité des cookies, afin de fournir une évaluation plus complète de leur qualité.

Mots-clés: Biscuit, fève, sésame, malades cœliaques, analyses physico-chimiques, analyses sensorielles, richesse nutritionnelle.

Summary

The study focuses on improving the quality of gluten-free products, using medicinal plants, in order to diversify the food situation of celiac patients in Algeria.

We prepared a gluten-free biscuit (cookies) based on fava bean flour, and we added sesame seed flour to it to improve its quality. The choice of raw materials is due on the one hand to the absence of gluten in their constitution and on the other hand to their nutritional value and their availability.

Broad bean flour has a lipid content of around 1.70% DM, a protein content of 30.1% DM, a pH close to neutral (6.64) and an acidity of 0.03. While the flour mix gives a high protein content (34.9% DM), a lipid level of around 8.9% DM, a pH close to neutral (6.64) and an acidity of 0, 03.

The sensory profile shows that the cookies produced have good quality organoleptic, characterized by an acceptable color (95%), a good smell (80%), a rounded shape (75%), an acceptable texture (70%) and an excellent taste (90%).

The results showed that the addition of sesame increases the protein and fat content of cookies, thereby improving their nutritional value. Sensory analyzes revealed that cookies are well received by Panelists.

However, further studies are needed to assess the stability and digestibility of cookies, in order to provide a more complete assessment of their quality.

Keywords: Biscuit, fababeans, sesame, celiac patients, physico-chemical analyses, sensory analyses, nutritional richness.

ملخص:

تركز الدراسة على تحسين جودة المنتجات الخالية من الغلوتين ، باستخدام النباتات الطبية ، من أجل تنويع الوضع الغذائي لمرضى الاضطرابات الهضمية في الجزائر.

قمنا بإعداد بسكويت (بسكويت) خالي من الغلوتين يعتمد على دقيق الفول ، وأضفنا إليه دقيق بذور السمسم لتحسين جودته. يرجع اختيار المواد الخام من ناحية إلى عدم وجود الغلوتين في تكوينها ومن ناحية أخرى إلى قيمتها الغذائية وتوفرها.

يوضح الملف الحسي أن ملفات تعريف الارتباط المنتجة ذات نوعية جيدة حسية، وتتميز بلون مقبول (95%)، ورائحة طيبة (80%)، شكل مستدير (75%)، قوام مقبول (70%)، طعم ممتاز (90%).

يحتوي دقيق الفول العريضة على نسبة دهون تبلغ حوالي 1.70 % DM، ومحتوى بروتين 30.1 % DM، ودرجة حموضة قريبة من المحايدة (6.64) وحموضة 0.03. بينما يعطي خليط دقيق نسبة عالية من البروتين (34.9 % DM)، ومستوى دهون حوالي 8.9 % DM، ودرجة حموضة قريبة من المحايدة (6.64) وحموضة 0.03.

أظهرت النتائج أن إضافة السمسم يزيد من محتوى البروتين والدهون في الكوكيز، وبالتالي تحسين قيمتها الغذائية. كشفت التحليلات الحسية أن أعضاء اللجنة يستقبلون الكوكيز بشكل جيد.

ومع ذلك، هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات لتقييم استقرار الكوكيز وقابلية هضمها، من أجل تقديم تقييم أكثر اكتمالاً لجودتها.

الكلمات المفتاحية: البسكويت ، الفول ، السمسم ، مرضى الاضطرابات الهضمية ، التحليل الفيزيائية والكيميائية ، التحليلات الحسية ، الثراء الغذائي