



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Djelloudi Thilelli & Megdi Kenza

Thème

*Formulation d'un biscuit à base d'une
margarine Incorporée avec huile de
sésame*

Soutenu le: 02/07/2023

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>FERHOUM Fatiha</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>ZEGANE Ouassila</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>TAOUDIAT Aldjia</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu le bon Dieu le seul miséricordieux, qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour l'accomplir.

Nous tenons à remercier très vivement notre promotrice Mme **TAOUDIAT A.**, maitre de conférences à l'université de Bouira, pour son encadrement, ses compétences, ses précieux conseils, sa disponibilité et sa gentillesse à notre égard pour le bon déroulement de ce travail

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à **FERHOUM Fatiha** maitre de conférences à l'université de Bouira, d'avoir accepté de présider notre jury

Nos plus vifs remerciements à **ZEGANE Ouassila** maitre de conférences à l'université de Bouira, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail.

Nous souhaitons exprimer nos reconnaissances envers le personnel de la direction des recherches et développement au sein de « Cevital Spa », nous remercions en particulier

Mr **Hadjal Samir** pour nous avoir acceptés et surtout pour sa disponibilité et ses conseils.

Un grand merci à Mr **Brahim Zeroual** de nous avoir encadré et suivi et d'avoir participé au bon déroulement de notre travail ainsi que Toufik et **Louiza** pour leurs conseils et leurs diverses orientations.

Nous exprimons notre profonde gratitude à toute l'équipe travaillant chez CEVITAL ayant contribué de près ou de loin à rendre notre expérience au sein de cette entreprise très enrichissante, **Mr. Malek bouchetta ; Mme. Jamila Terki, Mr. Mourad Hamitri**

Mr. BrahimOukil ; Mr. Louhab Ait Chaabane Mr. Sofiane Hadjal

Dédicaces

Je dédie cet événement marquant de ma vie à la mémoire de **mon père** disparu trop tôt. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

A ma mère. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de leur sacrifice, que dieu lui procure santé et longue vie.

A ma sœur **Lisa** qui m'a aidée toute au long de mon parcours d'études

A mes sœurs **Souad** et **Luisa** ainsi que mon **frère Malek**

A ma binôme **Megdi Kenza** qui connaît la valeur du travail d'équipe.

A mes chères amies :

Wassila et **Marina**

A ma chère promotrice: **TAOUDIAT ALDJIA**

Thilelli

Dédicaces

A mon bras droit, cher **grand père** dieu l'accueil dans son vaste paradis

Au nom de Dieu, le clément et le miséricordieux

A la lumière de ma vie, mes très chers parents :

Il n'y a pas de meilleurs mots à utiliser aujourd'hui que "Merci." **Maman** et **Papa** pour votre amour infini et votre sacrifice. Vous m'avez donné le plus beau des cadeaux: l'éducation, le meilleur héritage que les parents puissent transmettre à leurs enfants. Je vous souhaite une longue vie pleine de bonheur et de santé et je vous dois mes succès.

Mes très chers frères et ma sœur qui m'ont toujours encouragé :

Lotfi, Hemza et Sara

Ma chère grande mère, mes tantes.

A mes amis (e):

Nassim, Amina et Amira

Ma binôme : **Djelloudi Thilelli**

A ma chère promotrice: **TAOUDIAT ALDJIA.**

Kenza

Table des matières

Introduction	1
I. Les huiles végétales	3
I.1 Définition des huiles végétales.....	3
I.2 Propriétés physico-chimiques des huiles	3
I.2.1 Propriétés physiques	3
I.2.2 Propriétés chimiques	3
I.3 Classes des huiles végétales selon leur origine:	4
I.4 Procédé industriel d'extraction d'une huile végétale	5
I.4.1 Extraction par la presse (mécanique).....	5
I.4.2 L'extraction par solvant	5
II. Graine et huile de sésame	8
II.1 Botanique, culture et production Le Sésame	8
II.2 Huile de sésame	8
II.3 Composition de l'huile de sésame	9
II.3.1 Composition en acides gras	9
II.3.2 Composition en insaponifiable	9
II.4 Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de sésame.....	9
II.5 Intérêt et utilisation de l'huile de sésame	10
II.6 Effet de la torréfaction sur l'huile.....	10
III. Margarine	13
III.1 Définition.....	13
III.2 Composition.....	13
III.2.1 La phase grasse.....	13
III.2.2 La phase aqueuse.....	13
III.2.3 Les additifs	13
III.3 Types de margarine	14
III.4 Caractéristiques de la margarine.....	14
III.5 Processus de fabrication d'une margarine	15
IV. Technologie biscuiterie	17
IV.1 Définition du biscuit	17
IV.2 Processus de fabrication des biscuits	17
IV.2.1 Réception des matières première.....	17
IV.2.2 Préparation de la formule	17

IV.2.3	Mélange des matières premières	17
IV.2.4	Malaxage	17
IV.2.5	Pétrissage proprement dit	17
IV.2.6	Façonnage et découpage de la pâte	18
IV.2.7	La cuisson.....	18
IV.2.8	Refroidissement.....	18
IV.2.9	Conditionnement	18
IV.3	L'impact de l'huile de sésame sur la qualité organoleptique des biscuits.....	19
I.	Matériels et méthodes	21
I.1	Matériel végétal et extraction de l'huile de sésame.....	21
I.2	Caractérisation physico-chimiques de l'huile de sésame	21
I.2.1	Humidité	21
I.2.2	Couleur.....	22
I.2.3	Détermination de l'acidité	23
I.2.4	Détermination de l'indice de peroxyde	23
I.2.5	Détermination de l'indice de saponification.....	24
I.2.6	Détermination de l'indice d'iode.....	25
I.2.7	Le profile en acide gras de l'huile de sésame	26
I.3	Formulation d'une margarine a base de l'huile de sésame :.....	27
I.3.1	Caractérisation physicochimiques de la margarine formulée	27
I.4	Préparation des cookies a base de la margarine reformulé.....	30
I.4.1	Recette des cookies :	30
I.4.2	L'analyse sensorielle des cookies :	31
II.	Résultats et discussion	34
II.1	Résultats de Caractérisation physico-chimique de l'huile de sésame	34
II.1.1	Indice desaponification	34
II.1.2	Indice d'Iode	35
II.1.3	Indice de peroxyde	35
II.1.4	Acidité	36
II.1.5	Couleur	36
II.1.6	Humidité.....	36
II.1.7	Composition en acide gras	36
II.2	Incorporation de l'huile de sésame moyennement torréfiée dans la formulation d'une margarine	37
II.2.1	Indices physico-chimiques de la margarine	38

II.3	Test de dégustation des cookies.....	40
II.3.1	Forme	40
II.3.2	Texture	40
II.3.3	Couleur	41
II.3.4	Odeur	41
II.3.5	Saveur.....	42
II.3.6	Impression finale	42
Conclusion		46

Références bibliographiques

Résumé

Annexes

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Principales constantes physiques et chimiques de l'huile de sésame.	10
02	Différentes types de margarine.	14
03	Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile de sésame moyennement torréfiée.	34
04	Profil en AG de l'huile de sésame torréfiée	37
05	Indices de qualité d'une margarine enrichie en huile de sésame moyennement torréfiée.	38

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
01	Plante, fruits et graines de sésame	08
02	Processus de fabrication des biscuits	18
03	Ingrédients pour la préparation des cookies (ce travail, 2023)	31
04	Cookies finales (ce travail, 2023)	31
05	Evaluation sensoriel de la forme	40
06	Evaluation sensoriel de la texture	41
07	Evaluation sensoriel de la couleur	41
08	Evaluation sensoriel de l'odeur	42
09	Evaluation sensoriel de la saveur	42
10	Evaluation de l'impression finale	43

LISTE DES ANNEXES

Annexe	Titre
01	Paramètres chromatographiques de la CPG
02	Reformulation de la margarine a base de sésame.
03	Composition en acide gras de l'huile de sésame.
04	Fiche de dégustation

LISTE DES ABREVIATIONS

AG : acide gras.

AGS : acide gras saturé.

FID : Détecteur Ionisation à flamme

Ii : indice d'iode.

Is : indice de saponification.

RMN: Résonance Magnétique Nucléaire.

TG: triglycerides.

AGIS : acide gras insaturé.

CG : corps gras.

HSMT : huile de sésame moyennement torréfié.

Ip : indice de peroxyde

ISO : International standard organisation.

SFC: Solid Fat Content.

Introduction

Introduction

Dans notre alimentation, les huiles et les graisses végétales occupent une place essentielle et jouent un rôle fondamental. Elles peuvent être consommées directement comme des huiles raffinées ou vierges, ou à travers de nombreux produits de l'industrie agro-alimentaire. En tant que consommateurs, nous sommes de plus en plus exigeants en ce qui concerne la qualité de ces produits (**Carol Kohle et al., 2001**).

Les huiles végétales offrent une multitude d'options en termes de goût, d'utilisation, de prix et de qualité. Toutes les huiles contiennent la même quantité de lipides. La différence réside dans la qualité des acides gras présents dans chaque huile. En raison de leur composition, certaines huiles végétales sont plus riches en acides gras polyinsaturés, considérés comme essentiels car notre corps ne peut pas les produire lui-même. De plus, les huiles végétales sont une excellente source de vitamine E, reconnue pour ses propriétés antioxydantes (**Carol Kohle et al., 2001**).

Les corps gras alimentaires constituent des composants indispensables de notre alimentation. Ils englobent les huiles et graisses dérivées de sources végétales ou animales, ainsi que le beurre et la margarine (**Uzzan et al., 1980**). Grâce à la contribution énergétique des acides gras essentiels et des vitamines liposolubles, ils jouent un rôle nutritionnel crucial. De plus, ils apportent une dimension organoleptique à travers la texture et le goût des aliments, tout en étant utilisés dans diverses préparations culinaires (**Cheftel et Cheftel, 1997**).

Dans cette optique, une étude a été entreprise au sein de l'unité "Cevital spa" afin d'examiner l'effet de l'incorporation d'huile de sésame moyennement torréfiée dans une formulation de margarine et de cookies, en vue d'améliorer leur qualité organoleptique.

Le travail actuel est divisé en deux parties distinctes :

La première partie de ce travail présente une revue des principales sources bibliographiques abordant les notions générales concernant les corps gras, les huiles végétales, les graines et l'huile de sésame, ainsi que la margarine, des informations générales sur la biscuiterie et les étapes de fabrication y sont également exposées.

La seconde partie se résume sur le travail pratique, les méthodes d'analyses, les paramètres physico-chimiques, de suivi pour l'élaboration d'une margarine et la formulation des cookies.

CHAPITRE I : LES HUILES VEGETALES

I. Les huiles végétales

I.1 Définition des huiles végétales

Les huiles sont composées d'acides gras et présentent des structures chimiques variées. Elles sont principalement constituées de (TG) liquides à température ambiante et ne se dissolvent pas dans l'eau. Les huiles alimentaires sont généralement d'origine végétale et proviennent de graines, de fruits ou de racines.

La plupart des huiles disponibles sur le marché sont raffinées, ce qui les rend plus stables et élimine les composants indésirables d'origine végétale tels que les gommages, les mucilages et la lécithine, ce qui leur confère un goût neutre. La conservation des huiles riches en acides gras polyinsaturés nécessite une attention particulière. Cependant, leur valeur nutritionnelle reste excellente (Apfelbaum, 2004).

I.2 Propriétés physico-chimiques des huiles

I.2.1 Propriétés physiques

I.2.1.1 Densité

Les huiles et les lipides ont la capacité de flotter sur l'eau (Ferenot et Vierling, 2001). Cette capacité diminue à mesure que le poids moléculaire des acides gras diminue et que leur degré d'insaturation augmente (Uzzan, 1992).

I.2.1.2 Solubilité

Les lipides présentent une insolubilité dans l'eau, mais une solubilité dans les solvants organiques. Cette caractéristique de solubilité est utilisée lors de l'extraction des lipides et lors de la production d'huiles (Graille, 2003).

I.2.1.3 Point de fusion

II. Le point de fusion d'une huile végétale est la température à laquelle cette huile passe de l'état solide à l'état liquide. Contrairement aux matières grasses solides comme le beurre ou la margarine, les huiles végétales sont généralement liquides à température ambiante en raison de leur composition chimique spécifique. Cependant, chaque huile végétale a son propre point de fusion, qui peut varier en fonction de sa composition en acides gras et d'autres facteurs. (Prior, 2003).

II.1.1 Propriétés chimiques

Se rapportent d'une part aux groupements acides carboxyliques et d'autre part aux chaînes carbonées.

II.1.1.1 Propriétés liées au groupement carboxylique

II.1.1.1.1 Formation d'esters

L'estérification est le processus de condensation entre un groupe carboxyle et un groupe alcool, formant ainsi un ester (**Masson, 2002**).

II.1.1.1.2 Formation de sels (savon)

La saponification correspond à la neutralisation des acides gras par des bases telles que le KOH (hydroxyde de potassium) et le NaOH (hydroxyde de sodium). L'indice de saponification est inversement proportionnel à la longueur des acides gras (**Masson, 2002**).

II.1.1.1.3 Formation des acides gras libres

Les acides gras libres sont obtenus par l'hydrolyse des triacylglycérols (**Alias et al. 2003**).

II.1.1.2 Propriétés liées à la chaîne hydrocarbonée

La réactivité des acides gras est due à la présence d'insaturations dans leur chaîne carbonée, où les liaisons éthyléniques sont sujettes à des réactions d'addition (**Masson, 2002**).

II.1.1.2.1 Fixation d'hydrogène

L'hydrogénation est un processus qui permet de réduire la présence d'insaturations dans les corps gras en ajoutant de l'hydrogène à la chaîne hydrocarbonée, généralement sous l'effet de la chaleur, de la pression et en présence d'un catalyseur tel que le nickel (**Vierling, 2003**).

II.1.1.2.2 Fixation d'halogène

Il est possible d'effectuer des réactions d'addition avec des halogènes tels que l'iode. Cette réaction est utilisée pour mesurer l'indice d'iode. Celui-ci augmente en fonction du nombre de doubles liaisons. De plus, la réactivité des insaturations présentes dans les chaînes carbonées peut également entraîner des réactions d'oxydation, de polymérisation et de cyclisation (**Masson, 2002**).

II.2 Classes des huiles végétales selon leur origine:

Les huiles végétales sont généralement riches en acides gras insaturés, tels que les acides gras mono insaturés et polyinsaturés, ce qui explique pourquoi elles sont liquides à température ambiante (**Mendy, 2016**). Il existe plusieurs catégories de graisses et d'huiles comestibles.

Les huiles végétales fluides : sont celles qui restent liquides à température ambiante, telles que l'huile d'arachide, de colza, de germes de maïs, de tournesol, de soja, d'olive et de sésame.

Les huiles végétales concrètes : aussi appelées graisses, sont celles qui se présentent sous forme solide à température ambiante, comme le coprah (provenant de la noix de coco) et l'huile de palme.

Les huiles et graisses d'origine animale : provenant d'animaux terrestres comprennent le saindoux (graisse de porc), le suif (graisse de bœuf ou de mouton), l'huile de cheval et la graisse d'oie (**Uzzan, 1992**).

II.3 Procédé industriel d'extraction d'une huile végétale

L'extraction de l'huile est réalisée selon deux méthodes principales :

II.3.1 Extraction par la presse (mécanique)

À des fins de production industrielle, le pressage des graines est réalisé à des températures élevées, ce qui peut entraîner une augmentation de la température de l'huile jusqu'à 112 °C en raison des forces de frottement. Plusieurs paramètres peuvent influencer l'extraction par pression, tels que la taille des particules, la teneur en humidité, le temps de cuisson et la pression appliquée (**Vadke et Sosulski, 1988 ; Kemper, 2005**).

Pour ce processus, une presse à vis est utilisée pour pousser les graines dans une cavité en forme de tonneau. Une tarière comprime les graines, expulsant l'huile par un orifice, tandis que les débris ou la poudre restent dans le tonneau. À la sortie, l'huile est filtrée et séchée par pulvérisation sous vide, préservant ainsi ses précieuses propriétés nutritionnelles. Le résidu obtenu, appelé tourteau, conserve une teneur en huile résiduelle d'environ 10 à 20 %. De multiples étapes sont nécessaires pour rendre l'huile apte à la consommation, notamment le raffinage visant à éliminer les composants indésirables de l'huile (**Matthaus, 2012**).

La qualité de la matière première, qu'il s'agisse de graines ou de fruits, joue un rôle crucial dès le début du processus pour garantir la qualité de l'huile produite (**Pages et Morin, 2012**).

II.3.2 L'extraction par solvant

Le procédé utilisé consiste à extraire l'huile résiduelle du tourteau en utilisant une méthode chimique, ce qui permet de ne laisser qu'une faible quantité d'huile (0,5% à 0,7%) dans la matière première. Ce processus, appelé diffusion par solvant, implique la pénétration

d'une substance huileuse à l'intérieur des cellules et est influencé par des paramètres tels que la température et la viscosité. Si du tourteau est présent, l'hexane est introduit en circulation à contre-courant dans l'extracteur. Ensuite, le solvant est éliminé du mélange obtenu par distillation ou entraînement à la vapeur. Le solvant récupéré est contrôlé et peut être réutilisé, permettant de répéter l'opération et d'extraire davantage d'huile que ce qui est destiné à l'alimentation animale (**Kartika, 2005**). Cette méthode d'extraction non seulement améliore le rendement en huile, mais permet également d'obtenir une plus grande quantité de micronutriments (**Fine et Joffre, 2015**).

CHAPITRE II : GRAINE ET HUILE DE SESAME

II. Graine et huile de sésame

III.1 Botanique, culture et production Le Sésame

Le sésame, scientifiquement appelé *Sésamum indicum*, est une plante herbacée de la famille des Pédaliaceés. Ses graines sont enveloppées dans une capsule, et elles sont cultivées à des fins alimentaires et pour l'extraction d'huile. Cette plante a un cycle de croissance de 75 à 135 jours, selon les variétés, et atteint une hauteur de 0,70 à 2,30 mètres. La culture du sésame est pratiquée depuis longtemps dans les régions chaudes et moyennement humides, principalement en Afrique de l'Ouest. Les graines de sésame peuvent être facilement cultivées et s'intègrent bien dans la rotation des cultures du coton biologique, offrant des rendements modérés d'environ 380 kg de graines par hectare (Terrones, 1990).

Les graines de sésame renferment entre 35% et 57% d'huile, mais en général, cette proportion se situe entre 50% et 57%. Elles peuvent présenter différentes couleurs telles que le blanc, le brun ou le noir. Les graines claires contiennent une quantité d'huile plus élevée, tandis que les graines noires ont des coques plus épaisses, selon une étude de (Tashiro, 1990).



Figure 01 : Plante, fruits et graines de sésame (Lim, 2012)

III.2 Huile de sésame

L'huile de sésame est extraite en utilisant des procédés traditionnels de l'industrie de l'huile. Cela implique un prétraitement thermique des graines, suivi de l'extraction par pression ou par utilisation de solvants, ou encore par une méthode de pression à froid (Terrones, 1990).

III.3 Composition de l'huile de sésame

III.3.1 Composition en acides gras

L'huile de sésame est abondante en acides gras polyinsaturés, ainsi qu'en fer, magnésium, manganèse, cuivre et calcium. Elle est également une source de vitamines B1 et E. Classée dans le groupe des acides gras oléique-linoléique de la famille oméga 9, elle présente une teneur relativement faible en acide linoléique de la famille oméga 3 (**Kuksis, 1978**).

III.3.2 Composition en insaponifiable

La teneur en insaponifiable de l'huile de sésame est relativement élevée, se situant entre 1% et 1,5%. Les quantités d'hydrocarbures et d'alcools triterpéniques ont été estimées en se référant aux données de l'étude menée par Itoh en 1973. Parmi les composés présents dans l'insaponifiable, on retrouve des substances spécifiques au sésame telles que la sésamine (en moyenne 360 mg/100 g d'AG) et la sésamoline (en moyenne 270 mg/100 g d'AG), comme l'indique l'étude de (**Tashiro, 1990**).

Au cours du processus de raffinage ou d'hydrogénation, la sésamine se transforme en sésamol et en sésaminol. Le sésamol subit une diminution considérable lors de l'étape de désodorisation, tandis que le sésaminol est moins affecté par cette phase de raffinage. Il convient de noter que le sésamol et le sésaminol sont tous deux des antioxydants puissants, comme le souligne l'étude de (**Terrones, 1990**).

Une étude menée par (**Coors, 1985**) a estimé la quantité de sésamol à 10 mg/100 g dans une huile de sésame extraite en laboratoire à partir de graines d'origine chinoise.

III.4 Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de sésame

Le tableau N° 01 regroupe les indices chimiques et les constantes physiques clés de l'huile. Certaines de ces valeurs correspondent aux spécifications établies par la norme Codex, telles que la densité, l'indice de réfraction, les indices d'iode et de saponification (**Codex, 1983**).

Tableau N°01 : les principales constantes physiques et chimiques de l'huile de sésame selon la norme (**Codex, 1983**).

Caractéristiques	Valeurs
Densité « D20 »	0,915-0,923
Viscosité « V20 » (c.p)	64-67
Indice de réfraction à 20°C	1,474-1,477
Point de solidification (°C)	-3 à -6
Indice d'iode « Ii » (g d'iode/100g de CG)	104-120
Indice de saponification « Is » (mg KOH/g CG)	187-195

III.5 Intérêt et utilisation de l'huile de sésame

La qualité de l'huile de sésame est influencée par divers facteurs tels que l'espèce de la plante, les conditions climatiques, le type de sol, le stade de maturité des graines et la méthode d'extraction utilisée (**Akinoso et al., 2010**).

Grâce à la présence de composés antioxydants naturels tels que la sésamine, le sésamol et la sésamoline, l'huile de sésame se distingue par sa stabilité oxydative remarquable, une caractéristique absente dans d'autres huiles comestibles (**Were et al., 2006**). Cette huile est utilisée de manière étendue pour la friture et l'aromatisation des aliments, ainsi que dans la fabrication de margarine sous forme d'huile hydrogénée. Elle trouve également diverses applications dans la médecine traditionnelle et l'industrie pharmaceutique, y compris la production de savons, de parfums, d'huiles de bain et de massage (**Asghar et al., 2014**).

Sur le plan médical, l'huile de sésame est réputée pour ses propriétés préventives contre les maladies cardiovasculaires, sa capacité à protéger le foie, à réduire le taux de cholestérol et à avoir un effet antidépresseur (**Caty, 1996; Terrones, 1990**).

L'huile de sésame occupe une place importante dans l'alimentation de nombreux pays asiatiques, et son coût est généralement plus élevé que celui des autres huiles végétales (**Dim, 2013**). De plus, elle est largement utilisée en médecine traditionnelle chinoise pour traiter divers problèmes tels que le vieillissement, les brûlures et les plaies (**Shenoy et al., 2011**).

III.6 Effet de la torréfaction sur l'huile

Lorsque l'huile de sésame est extraite à partir de graines grillées, elle développe une saveur caractéristique et un goût agréable, et la torréfaction joue un rôle essentiel dans l'amélioration de ces caractéristiques. Ce processus de prétraitement implique la gestion de

l'humidité des graines et les conditions de chauffage. En contrôlant soigneusement la teneur en eau des graines tout au long des différentes étapes de lavage et de chauffage pendant la torréfaction (en ajustant le temps et la température), il est possible de produire une huile de qualité supérieure, notamment en ce qui concerne les aspects sensoriels de l'huile **(Mohammed et Hazma, 2008)**.

CHAPITRE III : MARGARINE

IV. Margarine

IV.1 Définition

La margarine est composée d'une émulsion eau-dans-huile (E/H) qui se compose de deux phases principales. La phase grasse, qui est la phase continue, est la plus importante, représentant environ 82% à 84% de la margarine. La phase dispersée est la phase aqueuse, contenant de l'eau et/ou du lait, et représente environ 16% à 18% de la margarine. De plus, certaines composantes mineures ont un impact significatif sur la composition de la margarine (**Faur, 1988 ; Linden et Lorient, 1994**).

La margarine peut être fabriquée à partir d'une seule huile, comme l'huile de tournesol, ou à partir d'un mélange d'huiles, telles que le tournesol, le soja, le coprah, l'huile de palme, et parfois des graisses animales telles que le saindoux ou l'huile de poisson (**Vincent Boggio, 2012**).

IV.2 Composition

La margarine est constituée d'un mélange de deux phases qui ne se mélangent pas :

IV.2.1 La phase grasse

C'est la composante principale de l'émulsion et elle est composée de différentes proportions de matières grasses alimentaires, d'huile végétale liquide et de graisses végétales et animales spécifiques. Ces matières grasses peuvent être utilisées telles quelles ou subir des modifications telles que l'hydrogénation de l'huile, la transestérification ou le fractionnement des graisses (**François, 1974**).

IV.2.2 La phase aqueuse

Représente environ 16% à 18% de sa composition totale, peut être composée d'eau, de lait ou d'un mélange d'eau et de lait (**Karleskind, 1992**).

IV.2.3 Les additifs

Sont utilisés dans la fabrication de la margarine dans le but de faciliter le processus de production et d'apporter des caractéristiques organoleptiques répondant aux préférences des consommateurs (**Faur, 1992**). Parmi ces additifs, on trouve des substances hydrosolubles telles que le sel, l'amidon et l'acide citrique, ainsi que des additifs liposolubles tels que les émulsifiants et les vitamines liposolubles (comme les vitamines A et D) (**François, 1974**).

IV.3 Types de margarine

Le tableau ci-dessous présente une liste des divers types de margarine disponibles.

Tableau N°02 : Types de margarine.

Types de la margarine	Usage
Margarine pour usage domestique	Destiné à être utilisé dans la cuisine maison.
Margarine diététique	Spécialement formulé pour des usages spécifiques (nutrition diététique, thérapie concomitante).
Margarine pour industrie alimentaire	Les propriétés fonctionnelles souhaitables sont soit le manque d'acides gras libres et la stabilité à des températures élevées, soit une plasticité adéquate aux fins de la fabrication de biscuits.

Source : (Etournaud, 2004; François, 1974).

IV.4 Caractéristiques de la margarine

La margarine présente une caractéristique de plasticité grâce à la présence de la phase solide immergée dans la phase liquide. Elle doit avoir une texture fondante en bouche tout en conservant une certaine fermeté pour résister à la manipulation mécanique, ce qui implique une transition entre les états solide et liquide, avec un point de fusion d'environ 34 à 37°C. Les propriétés chimiques de la margarine varient en fonction du type de margarine, de son pays d'origine, de son utilisation et de son mode de fabrication **(François, 1974)**.

Les propriétés sensorielles de la margarine comprennent le goût, la texture, l'arôme et la saveur. Le goût de la margarine est influencé par les composants lipophiles (graisses), les composants hydrophiles (lait, amidon, sel) et les composants aromatiques **(François, 1974)**.

Étant donné que la margarine est principalement composée de graisses alimentaires, elle ne devrait pas différer sur le plan nutritionnel des autres graisses alimentaires. Elle fournit des éléments biologiquement importants tels que l'énergie métabolique, les acides gras essentiels (notamment l'acide linoléique), les vitamines liposolubles et les provitamines (vitamines A, D, E et caroténoïdes) **(Trimolière et al , 1984)**.

IV.5 Processus de fabrication d'une margarine

D'après les recherches **d'Aboiron et Hameury (2004)**, le processus de production de la margarine comprend plusieurs étapes. Tout d'abord, la préparation de la phase grasse consiste à homogénéiser des huiles raffinées et/ou transestérifiées auxquelles sont ajoutés des additifs liposolubles tels que des colorants et des émulsifiants. Ce mélange est maintenu à une température de 45°C pour qu'il reste fluide. Ensuite, la préparation de la phase aqueuse se fait en mélangeant des ingrédients hydrosolubles tels que de l'amidon, du sel, de l'acide acétique et de l'acide sorbique avec de l'eau et/ou du lait; la prochaine étape consiste à former l'émulsion en traitant le mélange avec une pompe à eau afin de bien répartir les deux phases et d'obtenir une émulsion stable; la pasteurisation est ensuite réalisée, nécessitant une température de 82-85°C pendant une durée de 3-4 secondes pour assurer la sécurité microbiologique du produit; puis le refroidissement est effectué à l'aide d'un système permettant des échanges thermiques importants; la cristallisation intervient à une température de 15-20°C afin de donner au produit une structure et une stabilité appropriées. Ensuite, le produit solide est placé dans des mélangeurs et soumis à des traitements mécaniques qui lui confèrent les bonnes propriétés, l'uniformité et la texture souhaitées. Enfin, la margarine est emballée et conditionnée, elle peut être conditionnée dans des pots, des barquettes en plastique ou d'autres types d'emballages adaptés, puis stockée à des températures comprises entre 5 et 10 °C pour assurer sa conservation.

CHAPITRE IV TECHNOLOGIE BISCUITIERE

V. Technologie biscuiterie

V.1 Définition du biscuit

On peut donner la définition suivante au biscuit : il s'agit d'un aliment composé de farines, de sucre, de matières grasses et d'autres ingrédients alimentaires autorisés, ainsi que d'épices, qui, après cuisson, conserve ses qualités organoleptiques et commerciales pendant une durée supérieure à un mois, voire plus d'un an (dans le cas des biscuits secs), ou pour une durée limitée en fonction d'un flux de production régulier et assez rapide (dans le cas de la pâtisserie industrielle) (**Kiger et Kiger, 1967 ; Mohtedji-Lambalais, 1989**).

V.2 Processus de fabrication des biscuits

V.2.1 Réception des matières première

Le département commercial doit sélectionner la meilleure qualité de matières premières à utiliser, en s'assurant de leur admissibilité et de leur bon état de conservation. Cette responsabilité relève de la fonction du laboratoire de contrôle. De plus, il est essentiel de stocker correctement les matières premières avant leur utilisation dans d'autres processus (**Haoua et Tingali, 2007**).

V.2.2 Préparation de la formule

La responsabilité de choisir le type de biscuit à fabriquer revient au responsable de production.

V.2.3 Mélange des matières premières

Le mélange doit être constitué de composants connus, et le produit final doit avoir une composition et des propriétés conformes à la formulation prévue (**Armand et Germain, 1992**).

V.2.4 Malaxage

Le pétrissage de la pâte vise principalement à bien mélanger et ajuster les ingrédients afin de réduire la formation excessive de gluten dans la farine. Cela permet d'obtenir une consistance appropriée pour façonner les biscuits avec des dimensions (diamètre et épaisseur) uniformes, ainsi qu'une symétrie régulière (forme) (**Armand et Germain, 1992**).

V.2.5 Pétrissage proprement dit

Une fois que vous avez battu les ingrédients, ajoutez toute la farine dans le pétrin afin d'obtenir une pâte bien mélangée et souple. Ce processus prendra environ 4 à 5 minutes (**Armand et Germain, 1992**).

V.2.6 Façonnage et découpage de la pâte

Le laminage est la première étape du processus de façonnage de la pâte pétrie. Il consiste à donner une forme spécifique à la pâte, en créant des bandes d'épaisseur uniforme (**Fellueit P., 2000**).

V.2.7 La cuisson

Le processus implique plusieurs réactions qui contribuent à la formation de la croûte, notamment la réaction de Maillard, ainsi que l'évaporation de l'eau (**Armand et al., 1992**).

V.2.8 Refroidissement

Le processus consiste à refroidir les biscuits à l'air frais afin de les débarrasser de leur humidité (**Cheblaoui et Yahiatene, 2016**).

V.2.9 Conditionnement

Lors de l'étape de mise en carton, différents types d'emballages sont utilisés pour protéger les biscuits contre l'oxygène, les odeurs, etc. (**Dugourd, 2009**).

Le schéma ci-dessous illustre le processus de fabrication des biscuits.

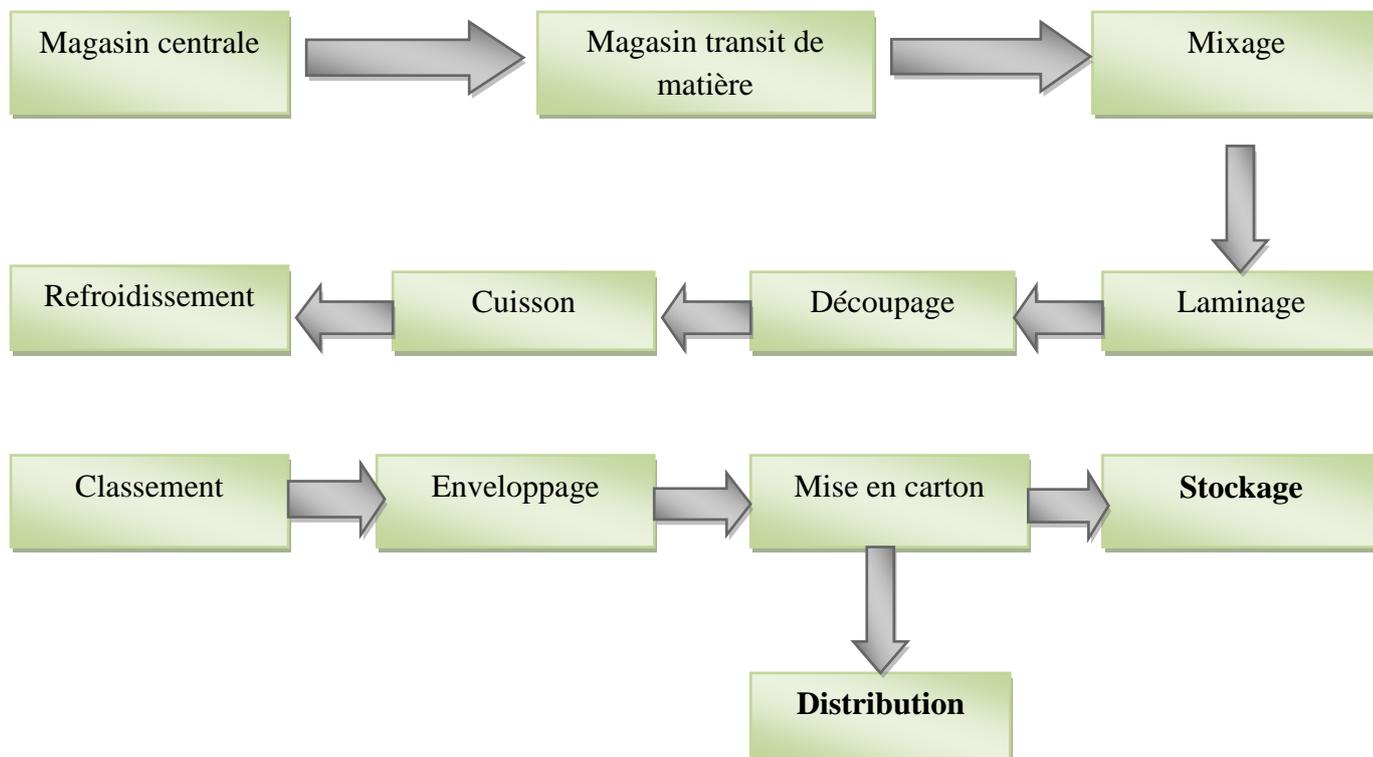


Figure 02 : Processus de fabrication des biscuits (Scobis, 2012)

V.3 L'impact de l'huile de sésame sur la qualité organoleptique des biscuits

L'huile de sésame peut avoir un impact significatif sur la qualité organoleptique des biscuits. En raison de sa saveur distinctive et de son arôme caractéristique, l'huile de sésame peut apporter une note de goût spécifique aux biscuits, leur conférant une touche de noisette ou de sésame. Cela peut enrichir la palette de saveurs des biscuits et les rendre plus attrayants pour les consommateurs.

De plus, l'huile de sésame peut également contribuer à la texture des biscuits. En fonction de la quantité utilisée et de la méthode d'incorporation, elle peut influencer la friabilité, la légèreté et la tendreté des biscuits. L'huile de sésame a tendance à être légère et fluide, ce qui peut donner une texture plus fondante et délicate aux biscuits.

Cependant, il est important de noter que l'impact de l'huile de sésame sur la qualité organoleptique des biscuits peut varier en fonction de facteurs tels que la concentration d'huile de sésame utilisée, les autres ingrédients présents dans la recette et les préférences individuelles des consommateurs. Il est donc essentiel de trouver le bon équilibre pour obtenir le profil de saveur et de texture souhaité dans les biscuits. (Scobis,2012).

MATERIELS ET METHODES

I. Matériels et méthodes

Nous avons centré cette étude sur le processus d'extraction d'huile à partir de graines de sésame légèrement torréfiées, ainsi que sur son intégration dans la production de margarine et de biscuits au sein de l'entreprise agroalimentaire "Cevital Spa".

I.1 Matériel végétal et extraction de l'huile de sésame

L'huile de sésame a été extraite de manière à froid en utilisant une presse au sein d'une unité spécialisée dans l'extraction d'huiles à partir de différentes matières premières agricoles. Cette unité est située dans la région de Takarboust, dans la wilaya de Brouira.

Une fois les graines nettoyées, elles sont introduites directement dans un broyeur à marteau fixe où elles sont broyées pendant environ une heure. Ensuite, les graines broyées passent par un processus de pressage à l'aide de scourtins pendant 30 minutes, ce qui permet de séparer la phase liquide de la phase solide. À la suite de ce processus, de l'huile brute est obtenue par extraction à froid et dirigée vers des cuves de stockage, tandis que le résidu solide, appelé tourteau, est conditionné manuellement dans des sacs.

Après une période de décantation, l'huile est prélevée et placée dans des flacons en verre ombré. Ces flacons sont ensuite remplis, étiquetés et conservés à une température de 6°C degrés

I.2 Caractérisation physico-chimiques de l'huile de sésame

Les caractéristiques physico-chimiques ont été déterminées en utilisant les méthodes spécifiées dans la norme ISO.

I.2.1 Humidité

Pour déterminer l'humidité, l'échantillon a été soumis à un processus de chauffage à une température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant une durée de deux heures. La perte de masse subie par l'échantillon a été mesurée en pourcentage.

La méthode consiste à peser l'échantillon (P1), d'une masse de 1 gramme, et à le placer dans un bécher préalablement séché à l'étuve (P0). Le bécher contenant l'huile a été ensuite placé dans une étuve réglée à 103°C pendant 2 heures. Après refroidissement de l'échantillon, le poids du bécher a été mesuré (P2) et noté après avoir été refroidi dans un dessiccateur et taré.

La teneur d'eau contenue, exprimée en pourcentage, peut être calculée en utilisant la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{P1 - P2}{P1 - P0} \times 100$$

Ou :

P1 : Poids initial du récipient contenant la matière grasse.

P2 : Poids du récipient contenant la matière grasse après étuvage.

P0 : Poids du récipient vide.

I.2.2 Couleur

La couleur des aliments joue un rôle important dans l'évaluation de leur qualité, car elle est associée aux principaux composants qui atteignent leur absorption maximale. Les pigments prédominants dans l'huile sont les chlorophylles et les caroténoïdes, qui peuvent être altérés par des conditions de stockage inadéquates ainsi que par le processus d'oxydation.

La couleur de l'huile de sésame étudiée a été évaluée en utilisant la méthode décrite dans la norme ISO 15305, 1ère édition, publiée en 1998. Le principe de cette méthode sert à comparer la couleur de la lumière transmise à travers l'huile dans une cuve à faces parallèles avec la lumière provenant d'une source constante qui traverse des lames colorées standardisées

Un échantillon d'huile (1 pouce pour l'huile brute et ¼ pour l'huile décolorée et désodorisée) a été placé dans une cuve en verre de LOVIBOND, qui a ensuite été insérée dans le colorimètre. La couleur de l'échantillon a été déterminée en le comparant aux lames de couleur standard.

Les résultats sont exprimés en utilisant le nombre d'unités nécessaires de couleurs jaune et rouge pour obtenir la teinte correspondante.

Les valeurs de couleur sont exprimées sous la forme X J, Y R.

Ou :

J : correspond à la couleur jaune

R : correspond à la couleur rouge.

Les valeurs X et Y sont les résultats obtenus par le colorimètre LOVIBOND

I.2.3 Détermination de l'acidité

Le taux d'acidité d'une huile est indiqué en fonction de la concentration des acides gras oléique et palmitique présents dans la matière grasse.

L'acidité de l'huile a été mesurée conformément à la norme ISO 660,1996. Cette méthode implique la neutralisation des acides gras par une base (solution de NaOH), l'en accompagne avec la phénolphthaléine comme indicateur coloré.

10 g d'huile ont été utilisés, auxquels ont été ajoutés 75 mL d'une solution d'alcool neutralisé (éthanol) et quelques gouttes de phénolphthaléine, dans un erlenmeyer. La solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) (0,1N) a été ajoutée pour titrer le mélange jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante pendant 10 secondes. Le volume de NaOH utilisé pour la neutralisation a été enregistré.

On utilise la forme suivante pour calculer le taux d'acidité :

$$A\% = \frac{M.V.N}{P.10}$$

Ou :

A% : Pourcentage d'acidité

M : Masse molaire de l'acide oléique (282 g/mol)

N : Normalité de la solution de NaOH (0,1N)

V : Volume de solution de NaOH nécessaire pour le titrage (ml)

P : Poids de l'échantillon pris (g)

I.2.4 Détermination de l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est une mesure de la quantité d'oxygène actif présente dans 1g de matière grasse, exprimée en milliéquivalents. Il est déterminé en oxydant l'iodure de potassium et en libérant de l'iode. Cette mesure nous renseigne sur le degré d'oxydation de l'huile.

Pour l'huile de sésame, l'indice de peroxyde est mesuré conformément à la norme ISO 3960, 4ème édition, 2007. La méthode repose sur le traitement d'un échantillon d'huile avec une solution d'acide acétique et de chloroforme, en présence d'une solution d'iodure de potassium (KI). Le titrage de l'iode libéré est réalisé en utilisant une solution de thiosulfate de sodium, et l'empois d'amidon est utilisé comme indicateur coloré.

Un mélange a été préparé en combinant 5g d'huile, 12mL de chloroforme, 18mL d'acide acétique et 1 ml d'iodure de potassium, dans un erlenmeyer. Après avoir agité le mélange une minute et laissé reposer 5 minutes, 75 mL d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon ont été ajoutés. En utilisant une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (0,01 N) pour titrer le mélange jusqu'à ce que la solution devienne transparente. En parallèle, un essai à blanc (sans huile) a été réalisé.

On utilise la forme suivante pour calculer l'indice de peroxyde :

$$\text{IP} = \text{N} \cdot (\text{V}_1 - \text{V}_0) \cdot 1000 / \text{P}$$

Ou :

IP : Indice de peroxyde exprimé en mgO_2/Kg

N : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01 N)

V₁ : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour le titrage (ml)

V₀ : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc (ml)

P : Poids de l'échantillon pris (g)

I.2.5 Détermination de l'indice de saponification

L'indice de saponification est une mesure exprimée en milligrammes (mg) d'hydroxyde de potassium (KOH) requise pour saponifier les acides gras libres contenus dans 1g de matière grasse. La méthode utilisée pour cet indice consiste à faire bouillir l'huile à analyser avec un volume précis et en excès de solution standard de KOH.

Dans un ballon à fond rond, 2g de l'huile à analyser ont été introduites. Ensuite, au moyen d'une burette, 25 ml d'une solution de KOH éthanolique (0,5 N) ont été ajoutés dans le ballon, ce dernier été fermé et placé sur un chauffe-ballon équipé d'un réfrigérant à reflux. Le

mélange a été bouilli durant une heure. Après refroidissement, une solution d'acide chlorhydrique HCl (0,5 N) a été utilisée pour titrer le mélange en présence de quelques gouttes de phénolphthaléine, jusqu'à ce que la couleur rose disparaisse et que la couleur initiale du mélange réapparaisse (transparente). Le volume de la solution d'acide chlorhydrique utilisée a été enregistré. Un essai à blanc sans présence de matière grasse a été effectué.

On utilise la forme suivante pour calculer l'indice de saponification :

$$I_s = (V_0 - V_1) \cdot N \cdot 56,1 / P$$

Ou :

IS : Indice de saponification exprimé en mg KOH/g d'acide gras

V0 : Volume d'acide chlorhydrique (HCl) utilisé pour l'essai à blanc (en mL)

V1 : Volume d'acide chlorhydrique (HCl) utilisé pour l'échantillon à analyser (en mL)

N : Normalité de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) (0,5 N)

P : Poids de l'échantillon pris (en g) 56,1 : Masse molaire du KOH (en g/mol)

I.2.6 Détermination de l'indice d'iode

L'indice d'iode « I_i » correspond à la quantité en grammes d'iode fixée par 100g de matière grasse. Cette réaction d'addition est considérée comme évaluation qualitative de degré d'insaturation des matières grasses.

0,13g d'huile est versé dans une fiole de 500mL. Après, 20mL de solvant ont été additionnés pour la dissolution de l'huile. Puis 25mL du réactif de Wijs ont été additionnés et agité. Laisse incubé à l'abri de la lumière durant une heure. Ensuite, 20mL d'iodure de potassium et 150mL d'eau ont été ajoutés au mélange, et titrer avec thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) à une concentration de 0,1N, en présence de la solution d'amidon comme indicateur coloré, jusqu'à ce que la couleur disparaisse. Un essai à blanc est également réalisé au même temps.

10g d'huile ont été chauffés dans un bain marie réglé à 40°C, quelques gouttes d'huiles chauffés ont été disposées entre les prismes d'un réfractomètre, de manière à couvrir l'espace

entier. Ensuite, le cercle de la chambre sombre et claire a été réglé à mi-chemin, et les résultats sont lus sur l'échelle de l'appareil.

On utilise la forme suivante pour calculer l'indice d'iode

$$I_i = (12,96C (V_1 - V_2)) / M$$

Ou :

C : concentration de la solution de thiosulfate de sodium, exprimée en moles par litre

V1 : volume de la solution Na₂S₂O₃ utilisé pour l'essai à blanc, en millilitres

V2 : volume de la solution Na₂S₂O₃ utilisé pour la détermination, en millilitres

M : masse de la prise d'essai, en grammes

I.2.7 Le profile en acide gras de l'huile de sésame

Il s'agit d'une méthode d'analyse qualitative et quantitative qui permet de déterminer les différents constituants présents dans un mélange homogène.

La dérivation des acides gras en esters méthyliques est la technique la plus couramment appliquée pour l'analyse des CG par chromatographie en phase gazeuse. Le choix de la méthode dépend des types d'acides gras à analyser, tels que la présence d'AGL d'AG à chaîne courte, d'AG contenant des groupes alcool ou acide.

La majorité des procédés d'estérification sont effectués en présence d'une quantité excessive d'alcool, généralement du méthanol, ce qui conduit à la formation d'esters méthyliques d'acides gras. Il existe plusieurs techniques pour préparer ces esters méthyliques, mais la méthode couramment utilisée est la transméthylation rapide à température ambiante en utilisant des conditions alcalines (potasse méthanolique).

Dans un tube en verre 0,5g d'huile ont été dissous dans 5 ml d'hexane. Ensuite, 0,5 ml de solution méthanolique d'hydroxyde de potassium (KOH méthanolique) ont été ajoutés au mélange. Le tube a été agité pendant 30 secondes, puis centrifugé à 300 tr/min pendant 5 minutes.

En utilisant une micropipette, deux gouttes du liquide clair qui surnageaient ont été prélevées et déposées dans un flacon afin de pouvoir les injecter dans l'appareil Agilent Technologies 6890N.

Les paramètres de la Chromatographie en phase gazeuse sont présentés dans l'annexe N° 01.

I.3 Formulation d'une margarine à base de l'huile de sésame :

La préparation d'une margarine à l'échelle limitée (laboratoire) a été créée avec une proportion de 10 % d'huile de sésame moyennement torréfiée afin d'obtenir des caractéristiques sensorielles bien prononcées.

L'annexe N° 02 représente les étapes de la reformulation de la margarine à base de l'huile de sésame.

I.3.1 Caractérisation physicochimiques de la margarine formulée

I.3.1.1 Taux d'humidité

Il s'agit de la perte de masse subie par le produit lorsqu'il est chauffé à une température spécifique de 103 ± 2 °C, dans des conditions particulières.

Selon la méthode décrite par le codex (NE 1. 2-47, 1985), le principe repose sur l'évaporation de l'eau ainsi que des substances volatiles présentes dans la margarine sous l'effet de la chaleur (plaque chauffante).

Après avoir pesé le bécher vide (p_1), un échantillon de poids déterminé ($p_2 = 2$ g) a été chauffé à une température de 103 °C jusqu'à ce que toute l'eau qu'il contenait s'évapore complètement. Puis il a été refroidi dans un dessiccateur avant de peser à nouveau le bécher contenant la matière sèche (P).

On utilise la formule suivante pour déterminer l'humidité :

$$H(\%) = \frac{(p_1 + p_2) - p}{p_2} \times 100$$

Où :

H (%): correspond humidité exprimée en pourcentage massique ;

p1 : Correspond au poids du bécher vide en grammes (g),

p2 : Correspond au poids de l'échantillon prélevé en grammes (g),

p : Correspond au poids du bécher contenant l'échantillon après chauffage en grammes (g).

I.2.1.2 PH

Le pH de la phase aqueuse de la margarine est déterminé en mesurant la différence de potentiel entre deux électrodes plongées dans cette phase, à une température donnée. Cette valeur est exprimée en unités de pH.

Le principe de mesure du pH de la phase aqueuse de la margarine repose sur la méthode décrite par le codex (NE. 1. 2.430, 1989). Cette méthode implique la mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence, lorsque celles-ci sont immergées dans la phase aqueuse qui est séparée de la margarine fondue.

Le pH mètre est calibré en utilisant de l'eau distillée ayant un pH de 7. Ensuite, les électrodes sont immergées dans la phase aqueuse à la température de mesure. Lorsque la lecture du pH devient stable, la valeur affichée par le pH mètre est relevée avec une précision de 0,01 unité de pH sur l'échelle de l'appareil.

I.2.1.3 Taux de sel

La quantité de saumure présente dans la margarine est représentée par la teneur en chlorures de sodium (NaCl).

Cette quantité est déterminée en réalisant un titrage des chlorures présents dans l'échantillon en utilisant une solution de nitrates d'argent (AgNO₃) et un indicateur coloré (chromate de potassium), selon la méthode décrite par NE. 1. 2.429, 1989.

Dans un erlenmeyer, 5 g de l'échantillon à analyser sont ajoutés avec 100 ml d'eau distillée. Le mélange est agité pendant que l'eau distillée est chauffée et mélangée à la margarine, puis on le laisse refroidir. Quelques gouttes de chromate de potassium sont ensuite ajoutées. Ensuite, on procède au titrage avec une solution de nitrates d'argent jusqu'à l'obtention d'un changement de couleur, se manifestant par une teinte rouge brique.

On utilise la formule suivante pour déterminer la teneur en sel ;

$$\mathbf{T_s (\%) = \frac{N \times V \times Eq.gNaCl}{p} \times 100}$$

Ou :

Ts : le taux ou la teneur en sel exprimée en pourcentage (%)

N : la normalité d'AgNO₃ (0,1N)

V (ml) : le volume en millilitres d'AgNO₃ utilisé lors du titrage

(Eq.g) : La valeur des équivalents-grammes de NaCl est de 58,5.

p : la prise d'essai en grammes (g)

I.2.1.4 Point de fusion

Est la température auquel un matériau solide se transforme en liquide. Pour les lipides, cette température dépend de la longueur de la chaîne carbonée et du degré de saturation. Les chaînes plus longues ont une température de fusion plus élevée, tandis que les acides gras insaturés ont une température de fusion plus basse.

Ce principe est basé sur la méthode décrite par le codex (NE. 1. 2.91, 1988), qui consiste à observer le changement d'état de la matière grasse lorsqu'elle passe de l'état solide à l'état liquide sous l'effet de la chaleur, à une température spécifique (généralement inférieure à 37°C).

Une fois la margarine est fondue, elle se sépare en deux phases distinctes : une phase grasse et une phase aqueuse. La phase grasse est isolée et deux tubes capillaires en verre sont insérés à une hauteur de 10 mm à l'intérieur. Ensuite, la margarine est refroidie au réfrigérateur pendant 8 à 10 minutes. Les tubes contenant la graisse solide sont ensuite placés dans un bain d'eau osmosée, et la température du bain est augmentée à un rythme de 0,5°C par minute. La température de fusion est enregistrée lorsque l'huile commence à remonter dans les deux tubes.

La température enregistrée représente le point de fusion de la margarine (huile), exprimé en degrés Celsius.

I.2.1.5 SFC (Solid Fat Content)

L'analyse du contenu en matières grasses solides (SFC, Solid Fat Content) permet d'examiner comment la margarine réagit à différentes températures de stockage, qu'elles soient ambiantes ou élevées. Cette analyse est effectuée à l'aide de la technique de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN), et les résultats sont exprimés en pourcentage.

Le taux de matière grasse solide est déterminé à différentes températures (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40°C) conformément à la méthode décrite par le codex (NF EN ISO 8292 T60-250, 1995). Après avoir équilibré le spectromètre RMN et appliqué une impulsion de radiofréquence à 90°, le signal de décroissance de la magnétisation des protons dans la phase liquide est mesuré, et les corps gras solides sont calculés en utilisant un étalon constitué exclusivement de corps gras liquides (ISO, 1991).

La margarine a été entièrement fondue et toute l'eau a été éliminée à une température de 100°C durant 15 minutes. Ensuite, elle a été refroidie à 60°C durant 5 minutes, puis des tubes ont été remplis jusqu'à une hauteur de 3 cm. Après un refroidissement à 0°C pendant 60 minutes, des incubations ont été effectuées à des températures de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 et 40°C pendant 30 minutes chacune. Les mesures pour chaque température ont été réalisées à l'aide d'un spectromètre RMN à basse résolution.

Les résultats sont exprimés en pourcentage de solides et sont obtenus grâce au logiciel de l'appareil. (ISO, 1991).

I.4 Préparation des cookies a base de la margarine reformulé.

I.4.1 Recette des cookies :

Deux recettes ont été préparées, la recette A (témoin : cookies avec de la margarine sans l'huile de sésame) et B (cookies avec de la margarine à 10% de l'huile de sésame).

La principale matière première des cookies est la farine de blé, en plus de sucre, la margarine et des œufs.

Pour l'échantillon (A) témoin :

Commencez par préchauffer le four à 180°C pour la préparation des cookies. Dans un récipient, mélangez la margarine, le sucre, les œufs et la vanille à l'aide d'une cuillère en bois. Ajoutez progressivement le mélange de farine, levure et sel, en veillant à bien incorporer tous les ingrédients. Préparez le plateau du four en le recouvrant de papier cuisson, puis formez des petits tas de pâte de la taille d'une noix à l'aide de deux cuillères à café. Assurez-vous de les espacer suffisamment, car la pâte aura tendance à s'étaler pendant la cuisson. Enfourez ensuite et laissez cuire pendant 8 à 10 minutes à 180°C. Il est important de les retirer du four dès que les contours commencent à brunir.

Pour l'échantillon (B):

Les mêmes étapes ont été suivies pour préparer la margarine à base de l'huile de sésame (10 % de sésame).



Figure 03: Ingrédients pour la préparation des cookies (ce travail, 2023)



Figure04 : Cookies finales (ce travail, 2023)

I.4.2 L'analyse sensorielle des cookies :

L'évaluation de la qualité sensorielle de nos cookies est réalisée par une analyse sensorielle. Cette méthode vise à étudier l'impact ou l'influence de l'huile de sésame sur la qualité sensorielle des cookies. Pour cela, nous avons préparé deux échantillons de cookies : le premier échantillon est préparé avec de la margarine sans huile de sésame, tandis que le deuxième échantillon est préparé avec de la margarine enrichie en huile de sésame (10%).

Les caractéristiques sensorielles prises en compte pour l'évaluation des biscuits comprennent la forme, la couleur, l'odeur, le goût et la saveur, la fiche de dégustation est présentée dans l'annexe N° 01.

Le panel d'évaluation est composé de 30 dégustateurs, hommes et femmes, dont l'âge varie de 22 à 55 ans. Chaque dégustateur reçoit deux échantillons de manière anonyme, présentés simultanément, accompagnés d'un verre d'eau. Avant chaque dégustation, des instructions et des explications préliminaires sont fournies aux dégustateurs. Elles portent principalement sur les descripteurs des propriétés sensorielles des cookies, ainsi que sur les notes qui leur sont attribuées.

Une fois recueillis, les résultats sont soumis à un traitement et à une analyse informatique à l'aide d'un logiciel (Excel). Ensuite, ces résultats sont présentés de manière visuelle à travers des tableaux et des graphiques.

RESULTATS ET DISCUSSION

II. Résultats et discussion

II.1 Résultats de Caractérisation physico-chimique de l'huile de sésame

Le tableau N°03 regroupe tous les résultats de la caractérisation de l'huile de sésame légèrement torréfiée.

Tableau N°03 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de sésame moyennement torréfiée.

Paramétrés	HSTMT	Norme	
Indice de Saponification (mg KOH/g CG)	189,33±1.52	187-195 (Codex, 1983)	
Indice d'Iode (g d'iode/100g de CG)	118±1	104-120 (Codex, 1983)	
Indice de Peroxyde (még d'O ₂ /Kg de CG)	6±1	10 max (Codex, 2005)	
Acidité %	0,53±0,1	2 max (Codex, 2016)	
Couleur	Jaune	20,33±1,52	30 max (Codex, 1983)
	Rouge	2,46±0,15	3 max (Codex, 1983)
Humidité (%)	0,11±0,1	0,2 max (codex, 2016)	

II.1.1 Indice de saponification

L'indice de saponification est un outil utilisé pour évaluer la nature des acides gras présents dans une huile. Il est également considéré comme une mesure de la masse moléculaire moyenne ou de la longueur de chaîne des acides gras contenus dans l'huile. La quantité de KOH utilisée dans le processus de saponification dépend de la masse molaire des acides gras. Plus cette masse molaire est élevée, plus l'indice de saponification est faible, comme l'indique (**Mordret ;1992**).

Selon les données du tableau 3, l'indice de saponification de l'huile de sésame moyennement torréfiée (189,33 ± 1,52 mg KOH/g CG) correspond à la valeur indiquée par

Codex (1983). Nos résultats concordent avec ceux précédemment obtenus par (**Bensadia et Ayouaz, 2015**), qui ont également obtenu un indice de saponification de 190 (mg KOH/g CG).

II.1.2 Indice d'Iode

L'indice d'iode fournit des informations sur le degré d'insaturation des acides gras présents dans une huile donnée ; plus une huile est insaturée, plus son indice d'iode est élevé.

La valeur de l'indice d'iode de l'huile de sésame étudiée ($118 \pm 1/100\text{g}$ de CG) est similaire à celle trouvée par **Codex (1983)**, ce qui indique que notre huile est pure (tableau 3). Cependant, cette valeur est supérieure à celle indiquée par **Bensadia et Ayouaz (2015)**. Ils ont rapporté que l'huile de graines de sésame *Sesamum indicum* provenant du commerce en Inde, extraite à froid à l'aide d'une presse dans une unité d'extraction d'huile à partir de divers produits agricoles, dans la région de Seddouk Oufella, daïra de Seddouk, Bejaia, avait un indice d'iode de 109g d'iode/100g de CG.

II.1.3 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est une mesure qui indique le degré de fraîcheur d'une huile alimentaire. Il permet d'évaluer le niveau d'oxydation des acides gras insaturés qu'elle contient. Plus l'indice de peroxyde est élevé, plus la matière grasse est oxydée.

Dans notre étude, l'indice de peroxyde de l'huile de sésame examinée est de 6 ± 1 méq d'O₂/kg de CG (tableau 3). Cette valeur est conforme à la norme établie par **Codex (2005)**. Ce résultat concorde également avec celui rapporté par **Bensadia et Ayouaz (2015)**. Ces auteurs ont mentionné un indice de peroxyde de 7,6 méq d'O₂/kg de CG pour l'huile de graines de sésame provenant du commerce en Inde. Dans la région de Seddouk Oufella, daïra de Seddouk, Bejaia, l'huile de sésame, qu'elle soit torréfiée ou non torréfiée, a été extraite à froid à l'aide d'une presse dans une unité d'extraction d'huile qui utilise différents produits agricoles tels que l'olivier sauvage, la nigelle, le sésame et l'olivier.

L'oxydation d'une huile dépend en grande partie de la nature des acides gras qu'elle contient. Plus une huile est riche en acides gras insaturés, plus elle est susceptible de s'oxyder. Ce processus d'oxydation est favorisé par l'exposition à l'air, à la lumière et à la chaleur. La détermination de l'indice de peroxyde est utilisée pour suivre le processus d'oxydation d'une huile (**Rahmani, 2007**).

II.1.4 Acidité

La mesure consiste à évaluer la quantité d'acides gras libres présents dans une matière grasse alimentaire, souvent exprimée en termes de quantité d'acide oléique. Cela permet principalement de fournir des informations sur l'altération des triacylglycérides résultant d'une hydrolyse chimique ou enzymatique dans des conditions favorables (**Adrian et al., 1998**).

À partir de l'analyse du tableau 4, il est évident que l'acidité de l'huile de sésame étudiée est conforme à la norme (**ISO 2016**), car la teneur en acides gras libres de l'échantillon analysé est de 0,53.

II.1.5 Couleur

Les valeurs obtenues (jaune : 20,33 / rouge : 2,46) sont conformes à la norme décrite par **le Codex Alimentarius (ISO, 2016)**.

Les résultats de la détermination de la couleur sont exprimés en termes de nombres d'unités jaunes, rouges et bleues nécessaires pour obtenir la couleur appropriée. Dans le cas de l'huile étudiée, la couleur est de 2,46 en termes de rouge et 20 en termes de jaune. Cependant, il convient de noter que l'interprétation des résultats de la couleur peut être délicate, car sa détermination à l'aide du colorimètre "Lovibond" présente une reproductibilité difficile en raison de la faible sensibilité de l'œil humain à la lumière jaune. Néanmoins, une observation visuelle montre une couleur jaune claire. Cette couleur est probablement due à la présence importante de pigments jaunes tels que les caroténoïdes, comme le confirme l'étude de **Besbes et al. (2009)**.

II.1.6 Humidité

La teneur en humidité de l'huile de sésame moyennement torréfiée est de $0,11 \pm 0,1$ %, ce qui est conforme à la norme du **Codex (2016)**. Les résultats indiquent que la torréfaction a permis d'éliminer l'humidité des graines de sésame, avec une réduction d'environ 25 % de l'humidité des graines à haute température (180 °C pendant 30 minutes). La présence d'eau dans les huiles peut être un facteur contribuant à l'accélération du rancissement et de l'oxydation pendant le stockage, il est donc recommandé de réduire cette teneur pour minimiser ces phénomènes (**Mohammed et Hemza, 2008**).

II.1.7 Composition en acide gras

Le profil en acides gras est représenté dans l'annexe N° 03.

Le tableau N°04 résume les résultats d'analyse du profil en acides gras de l'huile de sésame moyennement torréfiée.

Tableau N° 04 : Profil en acides gras de l'huile de sésame torréfiée

Acide gras	HSMT %	Selon le codex 1983 (%)
Acide Palmitique (C16 :0)	13 ,70	18 – 11
Acide Stéarique (C18 :0)	2,26	4 – 6
Acide Oléique (C18 :1)	28,69	37 – 42
Acide Linoléique (C18 :2)	53,49	39 – 47
Acide Linoléique (C18 :3)	1,28	< 0,6
Acide Arachidonique (C20 :0)	0,7	< 1
Acide Eicosénoïque (C20 :1)	00	< 0,4

Le tableau présenté ci-dessus illustre la composition en acides gras de l'huile de sésame analysée dans cette étude. L'analyse a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse avec un détecteur à ionisation de flamme (FID), et a révélé la présence des quatre acides gras suivants : C16:0, C18:0, C18:1 et C18:2.

L'observation des proportions relatives des acides gras identifiés et quantifiés confirme leur conformité aux valeurs indiquées par **le Codex (1983)**. En conclusion, l'huile étudiée, extraite à froid, est de nature sésame (contenant des acides oléique et linoléique).

Les composés majoritaires identifiés diffèrent de ceux étudiés par **Bensadia et Ayouaz (2015)**, cependant, cette différence est principalement quantitative. Les proportions des acides gras présents dans l'huile étudiée sont inférieures à celles rapportées par ces auteurs, mais elles restent dans l'intervalle des valeurs normatives établies par **le Codex (1983)**.

II.2 Incorporation de l'huile de sésame moyennement torréfiée dans la formulation d'une margarine

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur la margarine enrichie avec de l'huile de sésame moyennement torréfiée sont résumés dans le tableau N°05.

Tableau N°05 : Indices de qualité d'une margarine enrichie en huile de sésame moyennement torréfiée.

Analyses	Résultats			Normes
Humidité (%)	17,91±0,08			max 30 (A.O.C.S., 1989)
Taux de Sel (%)	0,30±0,015			0,10-0,40 (NE 1.2.429, 89)
Point de fusion (°C)	35,33±1,15			28-37 (NE 1.2.91, 88)
pH	5,41±0,01			4-5,5 (NE 1.2.430, 89)
SFC (%)	20°C	30°C	40°C	
	12,23±0,15	5,43±0,11	1,73±0,05	

II.2.1 Indices physico-chimiques de la margarine

II.2.1.1 Taux de solide (SFC)

L'indice SFC (Solid Fat Content) représente le pourcentage de matières grasses solides à différentes températures. Cet indice fournit des informations sur plusieurs caractéristiques du produit, telles que son apparence générale, sa fluidité et ses propriétés organoleptiques.

Pour les margarines à tartiner, l'indice SFC ne doit pas dépasser 40% à 5°C, pas plus de 6% à 35°C et pas plus de 32% à 10°C.

L'indice SFC de la margarine formulée, mesuré par RMN, est de $12,23 \pm 0,15$ à 20°C, de $5,43 \pm 0,15$ à 30°C et de $1,73 \pm 0,05$ à 40°C (tableau 5). Ces résultats confirment que la margarine formulée à base d'huile de sésame a une consistance plastique et est facile à tartiner. À 37°C, l'indice SFC est inférieur à 6%, ce qui indique que notre margarine a une texture fondante. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Bensadia et Ayouaz (2015)**.

II.2.1.2 Point de fusion

D'après l'analyse du tableau 5, on peut constater que le point de fusion de la margarine formulée ($35,33 \pm 1,15$ °C) est conforme à la norme (**NE 1.2.91/88**). Selon **Froncois (1974)**, ce paramètre dépend de trois facteurs : la longueur de la chaîne carbonée (le point de fusion augmente avec le nombre d'atomes de carbone), le nombre de doubles liaisons (pour une même longueur de chaîne, le point de fusion diminue avec le nombre de doubles liaisons) et la configuration géométrique (le point de fusion des isomères cis est plus bas que celui des isomères trans).

Dans une étude réalisée par **Bensadia et Ayaouz (2015)** sur l'incorporation de l'huile de sésame dans la formulation d'huile de table, ils ont montré que le point de fusion de cette huile était de 36°C

II.2.1.3 PH

Le pH de la margarine élaborée à base d'huile de sésame est d'environ $5,41 \pm 0,1$, tandis que le pH obtenu par **Announ et Bilek (2013)** est de 4,2. On peut observer que les deux pH sont pratiquement équivalents, et à ces valeurs de pH, les deux émulsions sont stables. Les deux valeurs de pH se situent dans l'intervalle spécifié par la norme (**NE 1.2.430/89**) (tableau 5).

Il est recommandé de contrôler le pH de la phase aqueuse. En effet, des valeurs de pH faibles ralentissent la croissance microbienne, et d'autre part, un pH bas peut donner une sensation d'acidité qui ne répond pas aux attentes des consommateurs (**Karleskind et Wolff, 1992**).

II.2.1.4 Taux de sel

La teneur en sel de la margarine reformulée à base de sésame est d'environ $0,30 \pm 0,015\%$, ce qui est conforme à la norme recommandée (**NE 1.2.429, 89**). De plus, cette teneur en sel est inférieure à celle obtenue par **Ait Mensour et Djenadi (2017)**, qui est de 0,36%.

La teneur en sel est un facteur crucial pour la stabilisation de l'émulsion et peut varier en fonction de l'utilisation de la margarine et de sa texture. Pour les margarines tartinables, elle se situe généralement entre 0,3% et 0,4% (**Frasch-Melnik et al., 2010**).

II.2.1.5 Humidité

La teneur en humidité de la margarine étudiée est de $17,91 \pm 0,08\%$, ce qui est conforme à la norme **AOCS (1989)**. Cette conformité s'explique par la formulation initiale de la margarine, qui contient 82% de phase grasse et 18% de phase aqueuse, composée d'eau et de composés hydrosolubles. Cependant, le résultat trouvé est supérieur à celui trouvé par **Ait Mensour et Djenadi (2017)**, qui est de 15,88%.

II.3 Test de dégustation des cookies

Au total, 30 personnes ont participé à l'étude pendant une journée. Avant l'évaluation sensorielle, une formation et des instructions ont été données à tous les participants afin qu'ils puissent évaluer les produits de la bonne manière. Les scores moyens de l'échelle d'évaluation sensorielle en 10 points (de faible à élevé) de la couleur, saveur, goût, texture, la forme et de l'impression finale sont illustrés par les figures ci-dessous.

II.3.1 Forme

L'évaluation sensorielle de la forme est présentée dans la figure N°05

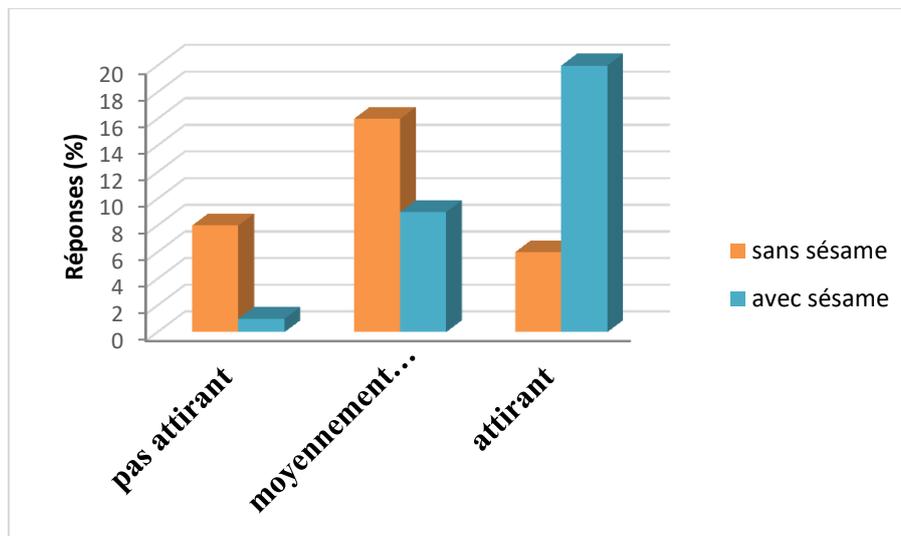


Figure 05 : Evaluation sensorielle de la forme

II.3.2 Texture

L'évaluation sensorielle de la texture est présentée dans la figure N°06

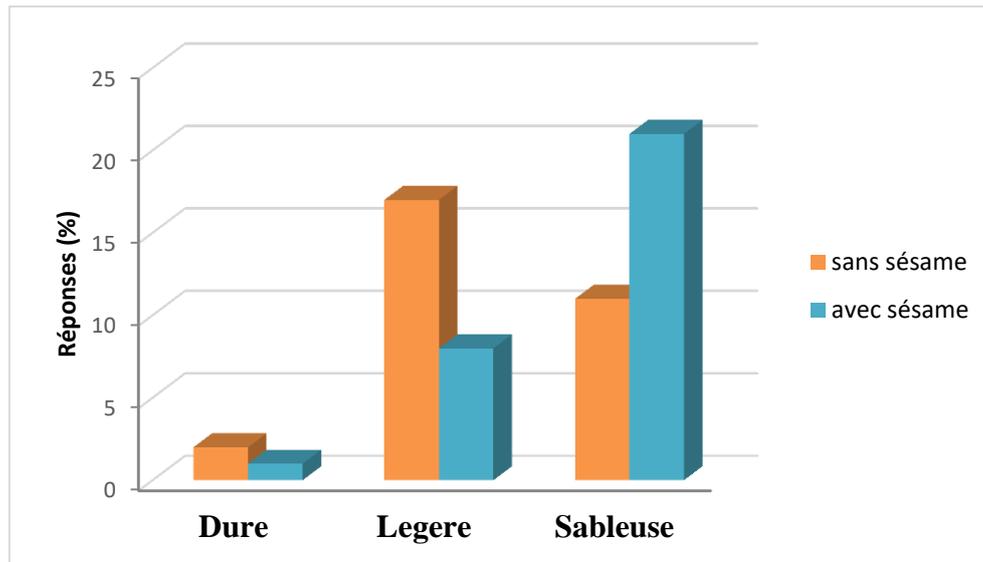


Figure 06: Evaluation sensorielle de la texture

II.3.3 Couleur

L'évaluation sensorielle de la couleur est présentée dans la figure N°07

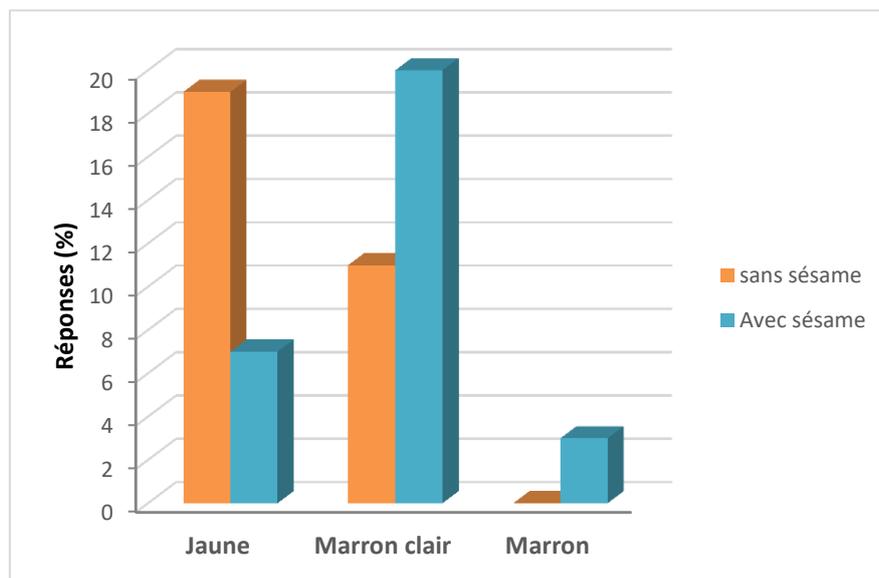


Figure 07 : Evaluation sensorielle de la couleur

II.3.4 Odeur

L'évaluation sensorielle de l'odeur est présentée dans la figure N°08

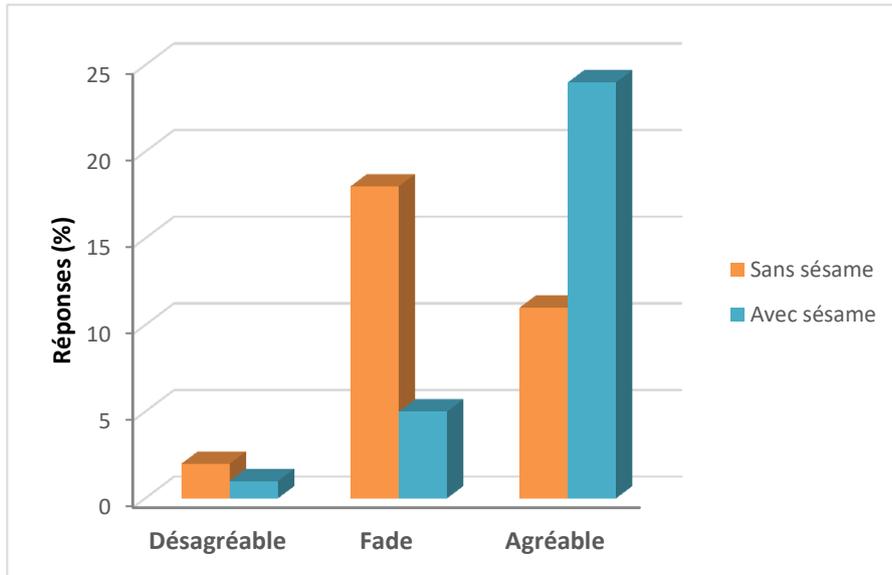


Figure 08 : Evaluation sensorielle de l'odeur

II.3.5 Saveur

L'évaluation sensorielle de la saveur est présentée dans la figure N°09

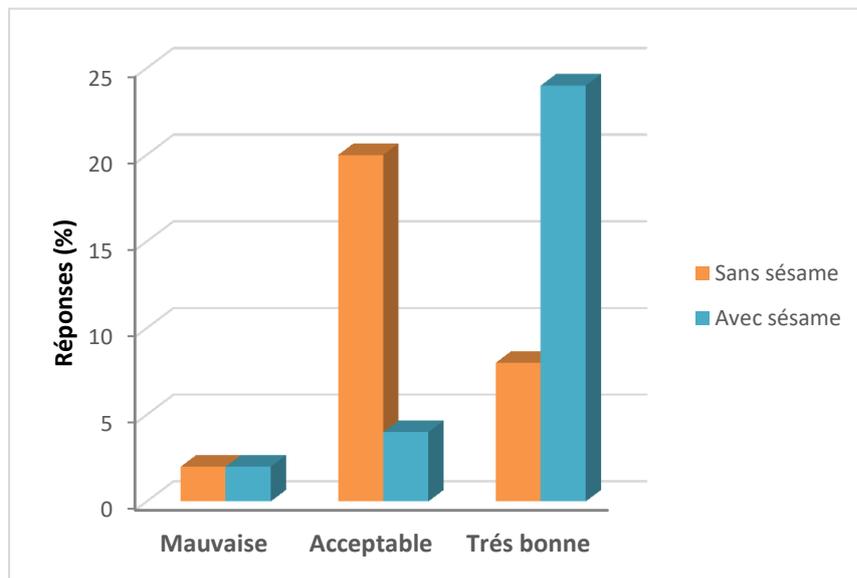


Figure 09 : Evaluation sensorielle de la saveur

II.3.6 Impression finale

L'évaluation sensorielle de l'impression finale est présentée dans la figure N°10

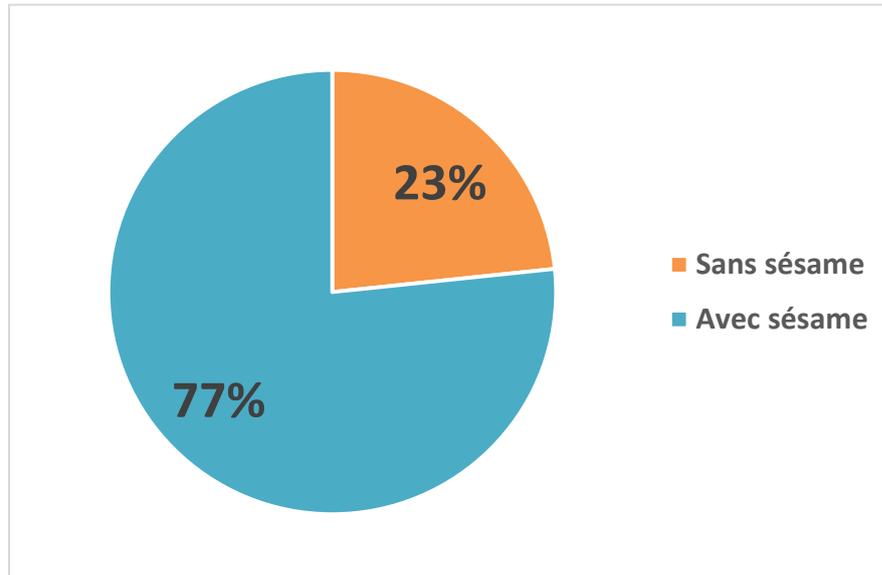


Figure 10 : Evaluation de l'impression finale

Les graphes indique qu'au départ, les cookies avec sésame ont obtenu une évaluation significativement plus élevée pour la couleur (20), la saveur (24) le goût (24), la texture (21), la forme (20) et l'impression finale (77 %) que les cookies témoins.

Les cookies à base de l'huile de sésame sont jugées de couleur marron claire que les autres cookies sans sésame, Cela pourrait être expliqué par la couleur de l'huile de sésame due aux pigments caroténoïdes qui donnent aux cookies une couleur plus foncé.

Pour la saveur et le goût, les cookies avec sésame ont été les mieux appréciées, avec une saveur très bonne et un gout agréable et très prononcé, qui présentent une différence significative avec les cookies sans sésame dont l'odeur est acceptable et le goût est fade ce qui permet de juger la flaveur et la saveur de ces derniers moins bons, et donc moins appréciée.

Les cookies avec sésame a été classé premier au niveau de la texture et la forme qui représentent une texture sableuse et une forme plus attirante que celles des cookies témoins qui sont légère et moyennement attirante.

Le fait d'ajouter de l'huile de sésame a affecté l'impression finale des cookies. En outre, lorsque des composants bioactifs tels que le phytostérol, l' α tocophérol et le β phytostérol ont été ajoutés, les propriétés sensorielles et chimiques des cookies ont été modifiées .Enfin, on sait que l'humidité supplémentaire modifie le diamètre, l'épaisseur et le facteur d'étalement des cookies. Au cours du stockage, la quantité d'humidité absorbée augmente le diamètre des

biscuits et diminue leur épaisseur. Les propriétés physiques sont également directement liées à la composition des cookies

En fin, nous pouvons conclure que les cookies à base de l'huile de sésame sont les plus dominante et agréablement appréciées en vue des critères sensoriels avec un taux élevé de population générale (77%), à partir de cette étude sensoriels on déduire que l'huile de sésame possède un impact considérable ainsi qu'il améliore relativement la qualité organoleptiques des cookies ou biens d'autres produits.

Les résultats de cette étude indiquent que le changement de la source de matière grasse utilisée dans un biscuit affecte de manière significative ses propriétés organoleptiques. Bien qu'après 60 jours de stockage, les propriétés générales des deux types des cookies aient diminué, les cookies fabriqués avec de l'huile de sésame présentaient de meilleures propriétés organoleptiques et se sont avérés plus appétissants que les biscuits témoins. Les résultats de cette étude indiquent que l'huile de sésame a amélioré l'importance fonctionnelle globale des cookies en termes de propriétés organoleptiques. La stabilité accrue des cookies-sésame contre l'oxydation et leur potentiel antioxydant amélioré peuvent être particulièrement importants pour les industries alimentaires qui souhaitent développer des biscuits ayant une valeur fonctionnelle. En remplaçant la source de matière grasse par de l'huile de sésame, les fabricants de biscuits peuvent être en mesure de répondre à des normes élevées en matière de potentiel nutritionnel sans sacrifier la palatabilité ou la durée de conservation des biscuits

CONCLUSION

Conclusion

Un biscuit a été préparé à base d'une margarine formulée par l'huile de sésame à raison de 10%. Cette dernière est un ingrédient savoureux et polyvalent et souvent utilisée dans la cuisine pour son gout délicat et ces bienfaits pour la santé. Le but de cette étude est à mettre en valeur l'huile de sésame en l'intégrant d'une manière équilibrée dans l'élaboration d'une margarine et des cookies.

Les résultats obtenus dans notre travail montrent que L'huile de sésame extraite par pression à froid préserve sa nature sésame et son profil d'acides gras, notamment l'oléique-linoléique.

La caractérisation physicochimique a révélé qu'huile étudiée est conforme aux normes établies par l'ISO.

L'incorporation de 10% de l'huile de sésame dans la formulation de margarine a entraîné une amélioration notable de la qualité organoleptique de cette dernière.

L'humidité, le pH, le taux de sel, le taux de solides et le point de fusion de la margarine ont été évalués et les résultats ont montré que ces paramètres sont conformes aux normes établies par le codex.

Les caractéristiques organoleptiques à savoir l'odeur, le goût, la forme, la texture et la couleur des cookies préparée sont été déterminées et les résultats ont montré que cookies préparés par la margarine enrichie avec 10% de l'huile de sésame ont été préférés pour leur odeur, leur goût, leur forme, leur texture et leur couleur.

Les résultats de cette étude confirment les avantages de l'ajout d'huile de sésame dans la margarine. L'huile de sésame est considérée comme une autre source de matière grasse qui contribue à une amélioration notable de la qualité sensorielle.

Il serait intéressant de poursuivre les études sur :

- L'identification les acides gras présents dans l'huile de sésame, ainsi que les composés bioactifs responsables de sa stabilité oxydative ;
- Les propriétés physiques et chimiques des cookies, en examinant leur évolution avant et après le stockage, afin de continuer dans la même direction que ce travail ;
- Evaluation de la faisabilité comme un projet d'investissement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

- ✚ Aboiron, J., & Ameury, E. (2004). Additifs alimentaires: Les lécithines. *Université Paris Val de Marne*. 31p.
- ✚ Adrian J., Dan Villier P. et POTUS J. (1998). Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaire. Edition : *Tec & Doc, Lavoisier, Paris*. pp : 47 – 171.
- ✚ Ait Mensour., N et Djenadi.,L 2017. Analyses physicochimiques et microbiologiques de margarine de table au niveau de Cevital.
- ✚ Akinoso, R., Aboaba, S. A., & Olayanju, T. M. A. (2010). Effects of moisture content and heat treatment on peroxide value and oxidative stability of un-refined sesame oil. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(10).
- ✚ Alais, C., Linden, G., & Miclo, L. (2003). Biochimie alimentaire. 5ème édition de l'abrégé. *Dunod, Paris*.
- ✚ Announ, N., Bilek, H., & Zeroual, B. E. (2013). Caractérisation et incorporation dans une margarine des extraits de noyaux de datte d'une variété sèche.
- ✚ Apfelbaum, M., Romon, M., & Dubus, M. (2009). *Diététique et nutrition* (Vol. 1, p. 516). Elsevier-Masson.
- ✚ Armand, B., & Germain, M. (1992). Le Blé: éléments fondamentaux et transformation. *Presses Université Laval*, 9-188.
- ✚ Asghar, A., Majeed, M. N., & Akhtar, M. N. (2014). A review on the utilization of sesame as functional food. *American Journal of Food and Nutrition*, 4(1), 21-34.

B

- ✚ Bensadia, D., Ayouaz, S., (2015). *Incorporation de l'huile de sésame dans la formulation d'une huile de table et d'une margarine*.
- ✚ Besbes, S., Drira, L., Blecker, C., Deroanne, C., & Attia, H. (2009). Valorisation de la datte dure (*Phoenix dactylifera L.*) : Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Food chemistry*, 112(2), 406-411.

C

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ Carol Kohler. Philippe Msika. Antoine Piccirilli. 2001. Huile végétale naturelle concentrée en insaponifiable comme ingrédient alimentaire. 128–220.
- ✚ Caty, M. G., Hilfiker, M. L., Azizkhan, R. G., & Glick, P. L. (1996). Successful treatment of congenital chylous ascites with a somatostatin analogue. *Pediatric surgery international*, 11, 396-397.
- ✚ Cheblaoui Y et Yahiaten N ., 2016 : « Contribution à la diversification de l'alimentation pour l'enfant cœliaque : fabrication de farine- Biscuit sans gluten ».PP :15-16.
- ✚ Cheftel, J. C., & Cheftel, H. (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments..
- ✚ Codex, 1983. Norme pour les huiles végétales comestibles, Huile comestible et sésame, CODEX STAN 26-1981. (XI) FAO/OMS, Rome.63p.
- ✚ Coors U.; Montag A. 1985. Fette Seifen Anstrichmittel, 87, 177-180.

E

- ✚ Etournaud, A. (2004). SCIENCES ALIMENTAIRES.

F

- ✚ Faur L. 1988. L'industrie des corps gras. In « Les industries agricoles et alimentaires : progrès des sciences et techniques ».Lavoisier.Ed. Tec et Doc. 287p.
- ✚ Faur, L. (1992). Technologie des margarines. *Manuel des corps gras. Paris: Technique et Documentation–Lavoisier.*
- ✚ Feillet P. (2000) Le grains de blé, composition et utilisation. INRA. Paris. 308p.
- ✚ Fine F, Joffre F. (2015). Impact de la trituration et du raffinage sur la teneur en micronutriments des huiles végétales, Communication présentée au cours de la journée GLN sur le thème : consommations et fonctionnalités des lipides. Nouveaux horizons, Paris, France.
- ✚ Francois, 1974. Les industries des cors gras.Lavoisier.Ed.283-291.
- ✚ Frasch-Melnik, S., Norton, I. T., & Spyropoulos, F. (2010). Fat-crystal stabilised w/o emulsions for controlled salt release. *Journal of Food Engineering*, 98(4), 437-442.
- ✚ Frénot, M., & Vierling, E. (2001). Biochimie des aliments, diététique du sujet bien portant. 2ème éd. *Aquitaine, France: doin éditeurs.*

G

- ✚ Gornay, J. (2006). *Transformation par voie thermique de triglycérides et d'acides gras. Application à la valorisation chimique des déchets lipidiques* (Doctoral dissertation, Vandoeuvre-les-Nancy, INPL).
- ✚ Graille, J. (2003). *Lipides et corps gras alimentaires*. 1er édition, édition TEC et DOC. Lavoisier, Paris, 280-290.

H

- ✚ Haoua R et TINGALI R., 2007 : « Essai d'incorporation de lactosérum en poudre dans la fabrication du biscuit type "Petit BIMO" » ,35 p

K

- ✚ Karleskind, A. (Ed.). (1992). *Manuel des corps gras*. Technique et Documentation-Lavoisier.
- ✚ Kartika IA. (2005). Nouveau procédé de fractionnement des graines de tournesol : expression et extraction en extrudeur bi-vis, purification par ultrafiltration de l'huile de tournesol. Thèse de Doctorat de Sciences des Agroressources. L'institut national polytechnique, Faculté de Chimie Agro-Industrielle, Toulouse, p 339.
- ✚ Kemper, P., Komisar, H. L., & Alecxih, L. (2005). Long-term care over an uncertain future: what can current retirees expect?. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, 42(4), 335-350.
- ✚ Kiger, J. L., & Kiger, J. G. (1968). *Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie-boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime: par JL Kiger... JG Kiger...Dunod*.
- ✚ Kuksis, A., & Mookerjea, S. (1978). Inositol. *Nutrition Reviews*, 36(8), 233-238.

L

- ✚ Lim, J., & Thiery, J. P. (2012). Epithelial-mesenchymal transitions: insights from development. *Development*, 139(19), 3471-3486.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

✚ Linden G. et Lorient D. 1994. *Biochimie agroindustrielle : valorisation alimentaire de la production agricole*. Ed. Masson. 225–251.

M

✚ Masson O. (2002). *Biochimie : Les bases biochimiques de la diététique*. Edition : Tec& Doc, Lavoisier, Paris. Pp : 81 & 83.

✚ Matthäus, B. (2012). Oil technology dans: Technological Innovations in Major World Oil Crops, volume 2 . Eds Gupta, S. K., Springer, New York, USA, pp 23-92.

✚ Mendy, F. (2016). *Un regard passionné sur les lipides et les matières grasses*. EDP Sciences.

✚ Mohammed, M. I., & Hamza, Z. U. (2008). Propriétés physicochimiques des extraits d'huile des graines de *Sesamum Indicum* L. cultivées dans l'État de Jigawa au Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 12(2).

✚ Mohtadji-Lamballais C. (1989). *Les aliments*. Editions Maloine. Paris. 203p.

✚ Mordret F. (1992). Analyse des corps gras. In : *Manuel des corps gras*. Edition : Tec & Et Doc, Lavoisier, Paris. pp : 1147 – 1182.

✚ Morin, O., & Pagès-Xatart-Parès, X. (2012). Huiles et corps gras végétaux: ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 19(2), 63-75.

✚ Morin, O., & Pagès-Xatart-Parès, X. (2012). Huiles et corps gras végétaux: ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 19(2), 63-75.

P

✚ Pages, X., Morin, O., Birot, C., Gaud, M., Fazeuilh, S., & Gouband, M. (2010). Raffinage des huiles et des corps gras et élimination des contaminants. *Oléagineux, corps gras, lipides*, 17(2), 86-99.

✚ Prior, E. (2003). Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire. *Lipides et corps gras alimentaires*, 87-147.

R

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ Rahmani, M. (2007). Méthodes d'évaluation de la stabilité oxydative des lipides. *Les technologies de laboratoire*, 2(2).

S

- ✚ Shenoy, S. K., & Lefkowitz, R. J. (2011). β -Arrestin-mediated receptor trafficking and signal transduction. *Trends in pharmacological sciences*, 32(9), 521-533.
- ✚ Socobis, 2012 pour, M. D. F. D. E. Analyse de la gestion d'approvisionnement: Cas de la Société Confiseries et de Biscuiteries. *Brochure au sein de la société SOCOBIS, 2012, pages 02, 03.*

T

- ✚ Tashiro, T., Fukuda, Y., Osawa, T., & Namiki, M. (1990). Oil and minor components of sesame (*Sesamum indicum* L.) strains. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 67(8), 508-511.
- ✚ Terrones A. (1990). Sésame, *safflower seeks new impetus in Mexico*. *Inform. J. of the Science*. 701-704.
- ✚ Trimoliere J et al, 1984. Manuel d'alimentation humaine. Tome II. Lavoisier. Ed. Tec et Doc. 95 – 140.

U

- ✚ Uzzan A., Corps gras in aliments. In : Trémolieres J, Serveille Y, Jacquot B, Dupin H, Edition ESF (1980). Pp 212-238.
- ✚ Uzzan A., Dupin, H. (1992). *Alimentation et nutrition humaines*. ESF éditeur.
- ✚ Uzzan, A. (1992). L'huile d'olive. *Manuel des corps gras*, 221-8.

V

- ✚ Vadke, V. S., & Sosulski, F. W. (1988). Mechanics of oil expression from canola. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65(7), 1169-1176.
- ✚ Vierling, E. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition DOIN éditeurs. *Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

✚ Vincent Boggio. 2012. La formation des préférences alimentaires. Congrès de physiologie, pharmacologie et thérapeutique. 44-46

W

✚ Were, B. A., Onkware, A. O., Gudu, S., Welander, M., & Carlsson, A. S. (2006). Teneur en huile des graines et composition en acides gras des accessions de sésame d'Afrique de l'Est (*Sesamum indicum* L.) évaluées sur 3 ans. *Field Crops Research*,

Résumé

Ce travail au sein de l'unité de « Cevital Spa » a porté sur l'extraction de l'huile de sésame et son incorporation dans la margarine et la formulation des cookies. Dans un premier temps, nous avons réalisé une extraction de l'huile de sésame à froid puis une caractérisation physico-chimique. Un suivi de la qualité est effectué après l'incorporation de l'huile de sésame moyennement torréfiée dans une formulation d'une margarine pour une bonne amélioration de la qualité organoleptique pour la fabrication des biscuits. Une analyse et les caractériser avec sensorielle des cookies a été réalisée et les résultats obtenus ont montré l'intérêt de l'ajout d'huile de sésame dans une margarine comme un améliorant de la qualité organoleptique des biscuits produits à partir de cette dernière, pour cela, l'huile de sésame est considérée comme une autre source de la matière grasse qui contribue à l'amélioration considérable de la qualité organoleptiques.

Mots clés : Huile de sésame, margarine, cookies, qualité organoleptique.

Summary

Our work at the "Cevital Spa" unit has focused on the extraction of sesame oil and its incorporation into margarine and cookie formulation, starting with a cold extraction of sesame oil followed by physico-chemical characterization. Quality monitoring is carried out after the incorporation of medium-roasted sesame oil into a margarine formulation, to ensure a good improvement in organoleptic quality for the manufacture of cookies. A sensory analysis and characterization of the cookies was carried out and the results obtained showed the interest of adding sesame oil to a margarine as an organoleptic quality improver for the cookies produced from it, for which sesame oil is considered as another source of fat that contributes to the considerable improvement in organoleptic quality.

Keywords: Sesame oil, margarine, cookies, organoleptic quality.

ملخص

ركز عملنا في وحدة "سيفيتال سبا" على استخلاص زيت السمسم ودمجه في المارجرين ، أولاً ، قمنا باستخلاص زيت السمسم البارد ثم التوصيف الفيزيائي والكيميائي. تتم متابعة الجودة بعد إدخال زيت السمسم المحمص باعتدال في تركيبة من السمن لتحسين الجودة الحسية لصناعة البسكويت وتوصيفها بالتحليل الحسي. وتؤكد نتائج دراستنا ذلك. الاهتمام بإضافة زيت السمسم إلى المارجرين كمحسن للجودة الحسية للبسكويت المنتج من هذا الأخير ، لذلك يعتبر زيت السمسم مصدرًا آخر للدهون مما يساهم في تحسين الجودة الحسية بشكل كبير.

الكلمات المفتاحية: زيت السمسم ، المارجرين ، البسكويت ، الجودة الحسية

ANNEXES

Annexes :

Annexe 01 : Paramètres chromatographiques de la CPG

Paramètre	Explication
Phase stationnaire	La phase stationnaire utilisée doit être stable thermiquement et non volatile. Les matériaux couramment utilisés comprennent le polyéthylène glycol, le méthylphényl et le silicone méthylvinylique (un type de caoutchouc). La célite, qui est dérivée de la silice des diatomées, est le support le plus fréquemment utilisé.
Phase mobile	Les gaz vecteurs les plus applicables sont l'hydrogène, l'hélium et l'azote. Les gaz sont extraits de flacons pressurisés contenant un produit dont la pureté est connue
Injection	Le mélange introduit dans le chromatographe peut être sous forme de gaz, de liquide ou même de solide, sans perturber l'écoulement du gaz porteur. Toutefois, les échantillons liquides et solides doivent s'évaporer rapidement et de manière complète. Un système d'injection est utilisé pour remplir toutes ces fonctions.
Type de détecteur	L'effluent qui sort de la colonne est marqué de manière à générer un signal électrique, qui est ensuite enregistré pour créer un chromatogramme. Parmi les détecteurs couramment utilisés, on trouve les détecteurs à conductivité thermique (catalomètre), les détecteurs azote-phosphore, les détecteurs à capture d'électrons et les détecteurs à ionisation de flamme.

Annexe 02 : Reformulation de la margarine a base de sésame.



Ingrédients :

➤ **Phase grasse :**

Huile de colza

Huile de palme

Huile inter estérifiée

Huile de sésame

2g émulsifiant

➤ **Phase aqueuse :**

93g d'eau

2g NaCl

Acide lactique

0.5g de sorbate de potassium et
amidon

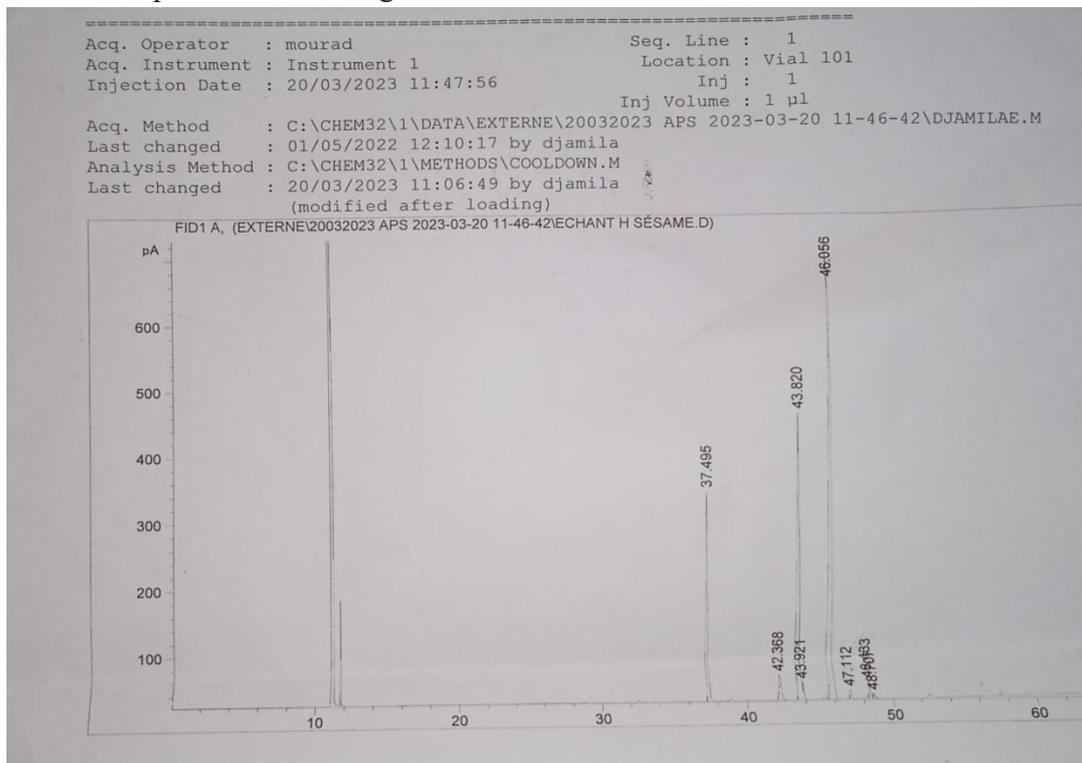


On mélange la phase grasse
avec la phase liquide



Refroidissement de la
margarine

Annexe 03 : Composition en acide gras de l'huile de sésame.



Annexe 04 : Fiche de dégustation

EVALUATION SENSORIELLE D'UNE RECETTE DES COOKIES A BASE DE SESAME

Date :

Age :

Sexe :

Deux échantillons des cookies A et B, sont présentés, il vous est demandé de les goûter et d'évaluer les caractéristiques suivantes : forme, texture, couleur, odeur, saveur; attribuer une note sur une échelle de 0 à 10 pour chaque échantillon.

Patiencez quelques instants avant de poursuivre avec l'autre échantillon.

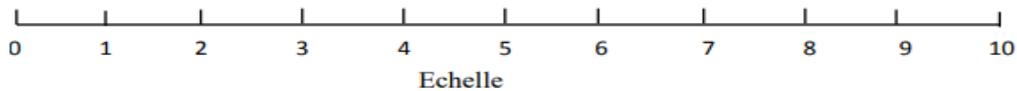
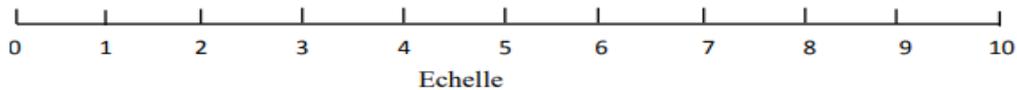
Rincer la bouche avec de l'eau après chaque dégustation.

La première échelle : échantillon A

La deuxième échelle : échantillon B

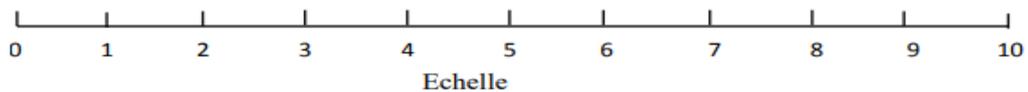
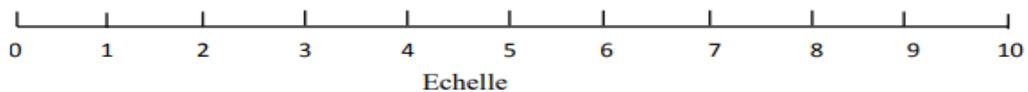
A/ FORME

1. Pas attirant (0 à 3)
2. Moyennement attirant (4 à 7)
3. Attirant (8 à 10)



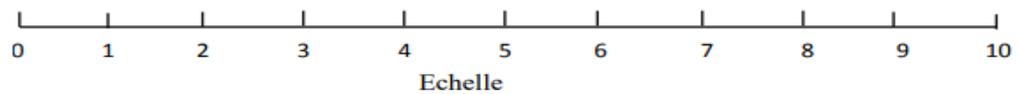
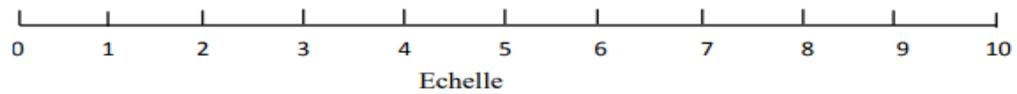
B/ Texture

1. Dure (0 à 3)
2. Légère (4 à 7)
3. Sableuse (8 à 10)



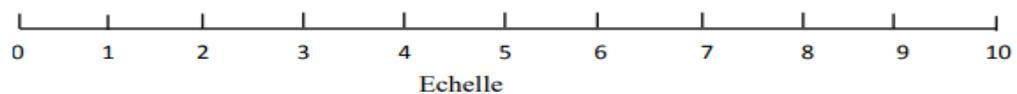
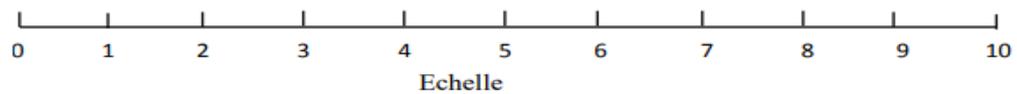
C/ COULEUR

1. Jaune (0 à 3)
2. Marron claire (4 à 7)
3. Marron (8 à 10)



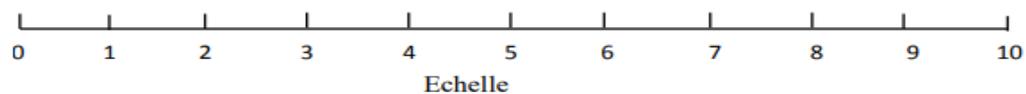
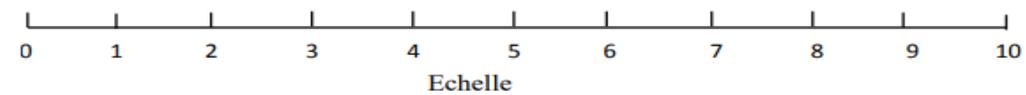
D/ Odeur

1. Désagréable (0à3)
2. Fade (4à7)
3. Agréable (8à10)



E/ saveur

1. Mauvaise (0à3)
2. Acceptable (4à7)
3. Très bonne (8à10)



Impression finale	Agréable	Plaisant	Déplaisant

La première échelle : échantillon 1

La deuxième échelle : échantillon 2

MERCI POUR VOTRE COOPERATION