

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



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière : Biotechnologie**
Spécialité : Biotechnologie microbienne

Présenté par :

MAHI Merouane & TEIBI Taous

Thème

**Etude de l'activité antioxydante de quelques plantes médicinales
locales et incorporation de leurs poudres dans un fromage
fondu**

Soutenu le: 04/ 07/2023

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme. BENSMAIL Souhila

MCB

Univ. de Bouira

Présidente

Mme. BENBARA Tassadit

MAB

Univ. de Bouira

Examinatrice

Mme. DJOUAHRA Djamila

MCB

Univ. de Bouira

Promotrice

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous remercions avant tout Allah qui nous a donné la santé, la volonté et la passion pour pouvoir réaliser ce travail.

Nous aimerions exprimer notre reconnaissance à Mme DJOUAHRA Djamila pour son encadrement

Les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à Mme CHAHED ingénieur de laboratoire de la laiterie LFB et toutes les personnes qui travaillent au niveau de ce laboratoire pour leurs aides dans la réalisation de ce travail.

Nous adressons nos remerciements sincères à nos familles et à nos amis pour leur soutien indéfectible tout au long de cette aventure académique.

Nous tenons également à remercier tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de notre mémoire

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leurs patience illimitée, leurs encouragements contenu, leurs aides, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices.

Mes frères

Mes grands-mères

Mes amis

Et toute la famille

Merouane

Dédicac

e

J'aimerais profiter de cette occasion pour dédier mon mémoire à certaines personnes spéciales qui ont joué un rôle significatif dans ma vie et dans la réalisation de ce travail. Leur soutien, leurs encouragements et leur influence positive ont été d'une importance capitale.

*Tout d'abord, je dédie ce mémoire à mes parents, mon chère père et ma mère. Leur amour inébranlable, leurs sacrifices et leur confiance en moi ont été ma source d'inspiration. Leur soutien inconditionnel m'a permis de persévérer face aux défis et de poursuivre mes rêves. Je suis profondément reconnaissante pour leur amour et leur soutien sans faille.
à mon seul Belkacem, sa femme et sa petite.*

A mes sœurs, votre soutien constant et vos sacrifices et votre encouragement m'ont donné la force de persévérer même dans les moments difficiles. Je voudrais également dédier ce mémoire à mes amis proches, Kenza, Samira, Ahlem, Nadia et Salma. Leur soutien indéfectible, leur présence encourageante et leur amitié sincère ont été une force motrice tout au long de ce parcours. Leurs encouragements, leurs discussions stimulantes et leur soutien moral m'ont aidé à surmonter les obstacles. Je les remercie du fond du cœur pour leur amitié précieuse.

Enfin, je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont croisé ma route et qui ont contribué à ma croissance intellectuelle et personnelle

TAOUS

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : le fromage fondu

1-Le fromage 3

1-1Historique 3

1.2Définition..... 3

1-3Etapes de fabrication du fromage 3

2-Le fromage fondu..... 5

2-2Classification du fromage fondu..... 5

Chapitre II : Les plantes médicinales utilisées

1-Présentation des plantes médicinales..... 9

2-Classification botanique des plantes médicinales utilisées 9

3-Composition des plantes médicinales utilisées 10

4-Description des plantes 10

4-1 Pulicaria odorat 10

4-2 Pistacia lentiscus 12

4-3 Mentha pulegium 13

5-Les composés phénoliques 14

5.1.Définition..... 14

5.2. Classification des polyphénols..... 15

5.3 Rôle des composés phénoliques..... 16

Partie II : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. Matériel.....	19
1-1 Matériel végétale	19
2-Screening phytochimique	20
3-Préparation des extraits éthanolique.....	21
4-Incorporation des poudres des trois plantes dans le fromage fondu et son analyse microbiologique et physicochimique.....	23
5-Analyses physico-chimiques	23
6-Analyses microbiologiques.....	25
7. Les analyses sensorielles :.....	27

Chapitre IV : Résultats et discussion

1-Le rendement d'extraction.....	30
2-Screening phytochimique	31
3. Taux des polyphénols et flavonoïdes.....	34
4-Détermination d'activité antioxydante.....	37
5. Préparation de fromage fondu à base d'extrait des plantes.....	39
Conclusion.....	49
Référence bibliographique	51

Annexe

Résumé

Liste des figures

Figure 1: Aspect de <i>Pulicaria odora</i>	11
Figure 2 : Aspect des feuilles et des grains de <i>Pistacia lentiscus</i>	12
Figure 3 : Morphologie de <i>Mentha pulegiu</i>	14
Figure 4 : Principales classes de polyphénol.	15
Figure 5: Poudres de plantes utilisées	19
Figure 6 Protocole d'extraction des composés phénoliques.	22
Figure 7 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	35
Figure 8 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	35
Figure 9: Histogramme de la teneur en polyphénols et des flavonoïdes.	35
Figure 10 : Activité Anti-radicalaire d'extrait éthanolique de <i>Pulicaria Odora</i>	37
Figure 11: Activité Anti-radicalaire d'extrait éthanolique de <i>Pistacia Lentiscus</i>	37
Figure 12 : Activité Anti-radicalaire d'extrait éthanolique de <i>Mentha Pulegium</i>	38
Figure 13 : produits finis à base de différents concentrations(0,2 ;0,4 ;0,8g/100g fromage) de la poudre du <i>Pulicaria odorat</i>	46
Figure 14: produits finis à base de différents concentrations(0,2 ;0,4 ;0,8g/100G fromage) de la poudre du <i>Pistascia lentiscus</i>	47
Figure 15: produits finis à base de différents concentrations(0,2 ;0,4 ;0,8g/100G omage) de la poudre du <i>Mentha puligium</i>	47

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification des fromages fondus	6
Tableau 2: Composition de fromage fondu.	7
Tableau 3: Classification des plantes	9
Tableau 4: Composition essentielle des trois plantes..	10
Tableau 5: Aspect, couleur et rendement des extraits des plantes étudiées.....	30
Tableau 6 : Résultats des tests phytochimiques des trois plantes	31
Tableau 7: Résultats des IC50 des extraits des trois plantes.....	37
Tableau 8 : Résultats physicochimique de fromage fondu avant l'enrichissement.....	39
Tableau 9 : Résultats des analyses physicochimique de fromage fondu après l'enrichissement.....	39
Tableau 10: Résultats des analyses microbiologiques de produit fini avec <i>Pulicaria odorat</i>	39
Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques de produit fini avec <i>Pistacia lentiscus</i>	40
Tableau 12 : Résultats des analyses microbiologiques de produit fini avec <i>Mentha pulegium</i>	41
Tableau 13: Résultats des analyses sensorielles des produits finis avec <i>Pulicaria odorat</i>	42
Tableau 14 : Résultats des analyses sensorielles des produits finis avec <i>Pistacia lentiscus</i>	42
Tableau 15: Résultats des analyses sensorielles des produits finis avec <i>Mentha puligium</i>	45

Liste des abréviations

ABS: absence

EST : Extrait sec total

MS : Matières sèche

L.F.B : Laiterie fromagerie Boudouaou

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne

DPPH: 2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl

pH : potentiel d'hydrogène

ES : extrait sec

Introduction générale

Introduction

Depuis longtemps, le fromage est un aliment de grande valeur nutritionnel en raison de sa composition nutritionnelle. Il est riche en lactose, en lipides et en protéines, ce qui en fait une source concentrée de nutriments et d'énergie (Walther et al, 2008). Cependant, la nature du lait et les méthodes de fabrication sont très importants et essentiel dans la diversité des types de fromages.

Dans l'industrie laitière et fromagère, les produits finis doivent répondre aux normes et exigences hygiéniques très satisfaisantes, attestant de sa bonne qualité nutritionnelle, sensorielle, hygiénique et de la conservation

Par ailleurs, les compose naturelles qui sont d'origine végétale ont doués diverses activités biologiques tels que l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, anticancéreuse, antimicrobienne (Szafranski et al. 2003). Les propriétés antimicrobiennes des plantes médicinales sont encore très importantes pour leur utilisation comme conservateurs naturels dans l'industrie alimentaire. L'utilisation des extraits des plantes médicinales dans la fabrication et/ou la transformation des aliments offre un triple avantages ; agents aromatisants, antioxydants et agents antimicrobiens (Amara et al, 2006).

En effet, afin d'améliorer le fromage et d'obtenir un produit d'excellente qualité nutritionnelle et hygiénique, notre choix s'est porté sur l'ajout de plantes médicinales locales telles que *Pistacia lentiscus*, *Pulicaria odora* et *Mentha pulegium*. Dans un autre contexte **que nous avons opté à l'élaboration d'un fromage fondu enrichi avec les plantes médicinales, pour apporter au fromage les propriétés bénéfiques de ces plantes.**

Notre recherche bibliographique s'appuie sur : d'abord un volet sur le fromage en général et les trois plantes médicinales locales pour ces plantes, suivi d'une synthèse des techniques et des différents schémas d'essais pour la fabrication de ce fromage. Et une étude expérimentale visant à l'étude de l'activité antioxydante des plantes étudiées, la fabrication de fromage enrichi par ces plantes puis l'étude des caractéristiques microbiologique et physicochimiques des produits finis.

Partie Bibliographie

Chapitre 1

Le fromage fondu

1-Le fromage

1-1Historique

Le nom fromage dérive du mot latin « formaticus» qui signifie former ou mouler. La première occurrence de l'utilisation du fromage comme aliment est inconnue, les ethnologues tiennent preuve que l'homme connu depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte sur les rives du lac Neuchâtel (en suisse) des moules à caillé datant de 5000 ans AVJ (**Gelais et al, 2002 ; Katz et Weaver, 2003**). Il est probable que les fromages aient été la première fois produits accidentellement en transportant du lait dans des sacs faits d'estomacs de mammifères. IL est probable que les fromages aient été produits pour la première fois de manière accidentelle lors du transport du lait dans des sacs fabriqué à partir d'estomacs de mammifères. Cette pratique était courante dans les temps anciens en Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest pour le transport du lait. Certainement, plusieurs éléments tels que la chaleur, l'acidité et les enzymes gastriques ont été nécessaires pour que le lait se transforme en fromage. (**AbiAzar, 2007**).

1.2Définition

Le fromage, conformément à la norme (Codex STAN 283-1978), est un produit qui peut être à la fois affiné ou non affiné ayant une texture molle, semi dure, dure ou extra dure. Il peut être recouvert d'une couche externe et doit respecter un rapport protéines de lactosérum/caséines équivalent à celui de lait d'origine. Sa fabrication implique la coagulation totale ou partielle du lait en utilisant de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, suivie d'un égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation.

1-3Etapes de fabrication du fromage

La production de fromage se décompose en trois étapes principales : premièrement la formation d'un gel à base de caséines par la coagulation du lait ; deuxièmement la déshydratation partiel de ce gel par le processus d'égouttage, donnant ainsi naissance au caillé ; enfin, l'étape de salage. Ces étapes sont spécifiques aux fromages frais. Cependant, pour les autres types de fromages, il existe une quatrième étape essentielle, l'affinage, qui concerne les fromages affinés tels que le camembert, le roquefort, le gouda, etc (**Luquet, 1990**).

1.3.1. Coagulation du lait

La coagulation est l'action d'une enzyme par acidification ou par combinaison entre les deux. C'est la technique de déstabilisation des micelles de caséines qui sont flocculant et soudent pour façonner un gel emprisonnant les éléments solubles de lait.

- **La coagulation acide** le mécanisme de la coagulation acide est de nature

électrochimique. Elle est provoquée par la flore lactique qui transforme le lactose en acide lactique, ou par l'ajout d'un acide minérale ou organique comme l'acide citrique.

- **La coagulation enzymatique :** Il existe un grand nombre d'enzymes protéolytiques ayant la propriété de coaguler le lait, certaines sont d'origine animale comme la présure (composée de 80% de chymosine et 20% de pepsine) et d'autres d'origines végétale. (**Chambre et Damelles, 1997**).
- **La coagulation par voie mixte :** C'est la conséquence de l'action conjointe de l'acidification lactique et de la présure dans la pratique industrielle. Cependant, la formation du coagulum se fait généralement dominante par la présure (**FAO, 1996**).

1.3.2. Egouttage

L'égouttage représentant un fait dynamique caractérise par la quantité du lactosérum éliminé pendant le temps. Par ailleurs il fixe les propriétés physiques (pH) et les caractéristiques chimiques du caillé et maturation du fromage (**Weber, 1987**).

Le processus d'égouttage est lié à des facteurs directs correspondant à des traitements de types mécanique et thermique, facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et facteurs liés à la matière première (richesse en caséine) lait, protéines et matières grasses soluble. (**Ramet, 1997**).

1.3.3. Salage

Par l'emploi de salage qui présente un stade très nécessaire de la fabrication de plein de fromage à l'exception de la certains frais qui ne sont pas salés ; elle à enrichir la pâte en chlorure de sodium, au taux moyenne de 2% (**Ramet, 1997**), elle être porter de s'élever à 3-4% (**Alais et Linden, 1997**). En effet le chlorure de sodium qui incorpore dans le fromage joue un rôle primordial tels que :

- La formation de la croûte.
- Favorisent le drainage de la phase aqueuse libre et complète l'égouttage des fromages.
- Il change l'hydratation des protéines.
- Amener son goût et le caractère d'exalter ou de cacher, la sapidité de quelques substances ressortir. Au moment de murissement de fromage.

- Se démener directement, par l'activité d'eau (AW) qui introduire sur la manifestation des microorganismes, et l'activité des enzymes et de ce fait agit sur le stade d'affinage (**Eck et 1987**).

1.3.4. Affinage des fromages

L'affinage est la conversion biochimique des constituants du caillé sous l'action d'enzymes, pour la plupart d'origine microbienne (Eck, 1987).

En effet à part les fromages frais, plusieurs types de fromages se présentent un murissement biologique plus ou moins prononcé, destiné à accroître leurs caractères tels que (saveur, aspect, texture). Le processus d'affinage correspond à un stade de digestion enzymatique des constituants du caillé.

La coagulation et l'égouttage ont assuré la préparation d'un substrat essentiellement constitué de caséine, de matière grasse et de lactose, partiellement convertie en lactate. Ce substrat est peuplé de micro-organismes et, au cours de l'affinage, ces constituants seront transformés sous l'action d'enzymes présentes à l'origine dans le caillé ou élaborées au cours même de l'affinage par synthèse microbienne (Choisy *et al.* 1997).

Au cours de l'affinage, il y a dégradation plus ou moins poussée de la caséine mais aussi des matières grasses. Parmi les paramètres qui jouent un rôle primordial on cite l'oxygène, l'humidité et la température d'entreposage (Guiraud, 2003).

2-Le fromage fondu

2-1 Définition

Le décret de 1953 de la réglementation française définit le fromage fondu comme étant : produits obtenus par la fonte et l'émulsification, à l'aide de la chaleur, de fromages ou d'un mélange de fromages, éventuellement additionnés (Richonnet, 2016).

2-2 Classification du fromage fondu

- **Classification selon la teneur en matière gras**

Le fromage fondu peut se diviser en sept catégories selon la teneur en matière grasse de l'extrait sec (MG/EST) :

Tableau 1: Classification des fromages fondus (Dfi, 2009)

Catégorie selon la teneur en MG	Teneur minimale MG/ES en g/kg	Fromage fondu ES minimal en g/kg	Fromage fondu à tartiner ES minimal en g/kg
Double crème	650	530	450
Crème	550	500	450
Gras	450	500	400
Trois-quart gras	350	450	400
Demi-gras	250	400	300
Quart-gras	150	400	300
Maigre	Moins de 150	400	300

- **Classification selon la forme**

2.2.1. Fromage fondu en bloc

Le fromage fondu le plus ancien se caractérise par une teneur en matière sèche relativement élevée par rapport au rapport matière grasse/matière sèche. Il présente une texture ferme et une excellente élasticité. Il est généralement disponible sous forme de blocs de poids variés, mais de plus en plus souvent sous forme de tranche. (**Boutonnier et Jean, 2006**).

2.2.2. Fromage fondu en tranche

Les tranches sont préparés soit par réalisation de bandes qui seront découpés, ou par moulage, le fromage est tubulaire et présent un rapport matière grasse / matière sèche augmenté (**Boutonnier, 2000**).

2.2.3. Fromage fondu à couper

Comparé au bloc, ce type est plus fort, l'extrait sec est inférieur à 5% pour le rapport MG/MS équivalent, ce qui rend le goût plus agréable. Il est plus facile de verser en portions (**Boutonnier et al, 2006**).

2.2.4. Fromage fondu tartinable

Sa texture est ajustée grâce au processus de crémage, ce qui lui donne une bonne aptitude à être tartinable. Ces produits peuvent être aromatisés et emballés dans des contenants souples (en portions) ou rigide (pots, barquettes et tubes) (**Boutonnier, 2000**).

2.2.5. Fromage fondu thermostable

Il s'agit d'un fromage fondu qui doit maintenir sa forme lorsqu'il est exposé à une nouvelle source de chaleur. Il subit un processus de crémage très intensif (**Boutonnier, 2000**).

2.2.6. Fromage fondu en boîte métallique

Le produit est soumis à une stérilisation, et si son stockage est prolongé, il existe un risque de modification de la texture du fromage, ainsi que de l'apparence et du goût en raison de réaction de Maillard (**Boutonnier, 2000**).

Valeur nutritionnelle

Le fromage fondu représente une excellente source d'éléments énergétique ainsi que des composants essentiels requis par notre organisme pour son bon fonctionnement, notamment les lipides, les glucides, les protéines, les vitamines et bien d'autres, tableau 2.

Tableau 2: Composition de fromage fondu (Eck et Gillis, 2006).

Composition	Valeur pour 100g de fromage fondu
Eau	51,3%
Valeur énergétique	1178/282
Matière gras	23,6%
Acide folique	3,46ug
Protéines	14,4%
Calcium	547mg
Phosphore	944mg
Magnésium	10mg
Sodium	1,26mg
Zinc	0,5mg
Potassium	65mg

Chapitre II
Généralités sur les
plantes médicinales
utilisées

1-Présentation des plantes médicinales

La définition d'une plante médicinale peut varier selon les sources et les réglementations. Dans la pharmacopée française, une plante médicinale est définie comme une "drogue végétale dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses". Cela signifie qu'une plante médicinale est une plante dont certains composants ou parties sont utilisés à des fins médicales. (Forey, 1989)

Parmi les plantes médicinales on à : *Pulicaria odora*, *Pistacia lentiscus* et *Mentha pulegium*.

Le nom commun de *Pulicaria odora* : la pulicaire odorante. Cette espece répandu en arabe sous le nom " Ouden el hallof" ou bien "amzough guilef" en berbère **Emberger et Chadefaud (1960)**. Le nom vernaculaire de *Pistacia lentisque* est le lentisque ou Pistachier lentisque, qui appelé Edhrou en arabe et amadaghe en kabyle (Algérie) : aussi le fruit qui nommé tidekt (**Bonnier et Douin (1990)**).

Le nom commun de *Mentha pulegium* est "le menthe", en arab et en kabyle "flio"(**Asma, 2016**).

2-Classification botanique des plantes médicinales utilisées

La classification des plantes est une discipline essentielle qui vise à organiser et à regrouper les différentes espèces végétales en fonction de leurs caractéristiques communes facilitant ainsi l'étude de leur évolution, de leurs caractéristiques et de leurs relations.

La classification des trois plantes utilisées est présente dans le tableau suivant :

Tableau 3: Classification des plantes (Tison et *al.* 2014)

Nom des plantes	La pulicaire	Le lentisque	La menthe
Sous-règne	Tracheobionta	viridaeplantae	Viridaeplantae
Classe	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Equisetopsida
Sous-classe	Asteridae	Magnolidae	Magnoliidae
Ordre	Asterales	Sapindales	Lamiales Bromhead
Famille	Asteraceae	Anacardiaceae (Pistaciaceae)	Lamiacées
Genre	<i>Pulicaria</i>	<i>Pistacia</i>	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Pulicaria odora</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Mentha pulegium</i>

3-Composition des plantes médicinales utilisées

La composition des plantes est très diversifiée et peut varier considérablement d'une espèce à l'autre, ainsi que selon les parties de la plante (feuilles, tiges, fleurs, fruits, etc.) et les conditions environnementales dans lesquelles elles se développent. la composition des plantes étudiées est illustrée dans le tableau IV.

Tableau 4: Composition essentielle des trois plantes. (Nhu-Trang, Casabianca, & Grenier-Loustalot, 2006).

<i>Pulicaria odora</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Mentha pulegium</i>
Methylpropanoic acid	Tricyclene	Tricyclene
Methylbutanoic acid	α -Thujene	α -thujene
α -Pinene	α -Pinene	α -Pinene
5-Methyl furfural	β -Pinene	1-Octen-3-ol
6-Methy-5-hepten-2-one	β -Myrcene	3-Octanone
β -Myrcene	α -Phellandrene	Phellandrene
α -Phellandrene	<i>p</i> -Cymene	<i>p</i> -cymene
α -Terpinene	<i>c</i> -Terpinene	D-Limonene
<i>p</i> -Cymene	α -Terpinolene	1,8-Cineole
β -Phellandrene	2-Methylbutyl 2-methylbutanoate	Terpinolene
1,8-Cineole	3-Methylbutyl 3-methylbutanoate	Camphor
Benzylalcohol	2-Methylbutyl 3-methylbutanoate	α -Terpineol
Artemesia ketone	<i>cis</i> - <i>b</i> -Terpineol	Verbenone
Cresol	<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	Menthone
Linalool	α -Terpineol	Menthol
Camphor	α -Terpenyl acetate	Isopulegone
<i>p</i> -Cymene-8-ol	β -Cubebene	Pulegone
α -Terpineol	trans-Cadina-1(6),4-diene	Bornyl acetate
Thymol	<i>c</i> -Muurolene	Thymol
Carvacrol	β -Selinene	Carvacrol
Modhephene	β -Bisabolene	Ylangene

4-Description des plantes

4-1 *Pulicaria odorat*

4.1.1 Généralités sur *Pulicaria odora* est largement répandue en Europe et en Afrique du Nord, elle a comme nom commun : la pulicaire odorante (**Roubaudi, 2011**).. D'après Emberger et Chadeaud (1960), cette espèce est connue en arabe sous le nom "Ouden El hallof" ou encore " Amzough guilef " en berbère. C'est une plante vivace de 30-60 cm, elle est velue

ou laineuse. Elle présente une tige dressée, simple, ou rameuse dans sa moitié supérieure. La tige souterraine renflée en tubercules est couverte de feuilles écailleuses (figure 1) les fleurs sont jaunes, apparaissent le mois de Juin à Août ; polonisé par les insectes (ou autogame), dispersée par le vent (**Rameau et al. 2008 ; Roubaudi, 2011**).



Figure 1: Aspect de *Pulicaria odora* Web references: <http://www.tela-botanica.org>.

4.1.2. Activités biologiques

Pulicaria odora a montré une activité antioxydante représentative qui a été étudiée dans le domaine de la phytochimie et de la médecine traditionnelle. Les composés présents dans la plante, tels que les flavonoïdes et les composés phénoliques, sont responsables de cette activité. Les antioxydants aident à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres et peuvent avoir des effets bénéfiques pour la santé. (**Meddour et al., 2009**)

• **Activité antimicrobienne** : Plusieurs recherches ont mis en évidence les propriétés antimicrobiennes de *Pulicaria odora*, montrant qu'elle peut inhiber la croissance de diverses souches de bactéries pathogènes, notamment *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*. Ces découvertes suggèrent que cette plante pourrait avoir un potentiel d'application dans le domaine de la prévention des infections bactériennes. (**Meddour et al., 2009**)

• **Activité anti-inflammatoire** : Certaines recherches ont également mis en évidence l'activité anti-inflammatoire de *Pulicaria odora*. Les extraits de la plante ont montré une capacité à réduire les réponses inflammatoires, notamment en inhibant la production de cytokines pro-inflammatoires. Cela suggère un potentiel d'utilisation dans le traitement des troubles inflammatoires. (**Ezoubiri et al., 2005**)

• **Activité antiparasitaire** : *Pulicaria odora* a également été étudiée pour son activité antiparasitaire. Des extraits de la plante ont montré une toxicité sélective contre les parasites, tels que les vers intestinaux, ce qui suggère un potentiel d'utilisation dans le domaine de la lutte contre les infections parasitaires. (**Ezoubiri et al., 2005**)

4-2 *Pistacia lentiscus*

4.2. 1. Généralités

Elle est un arbrisseau très commun en Algérie il appartient au genre *Pistachier* qui regroupe 9 espèces d'arbustes appartenant à l'ordre des Sapindales et à la famille des Anacardiaceae. D'origine asiatique ou méditerranéenne,

Les pistachiers sont des arbustes dioïques (fleurs poussant sur des arbustes différents). Les fleurs d'une couleur plus ou moins marron, sont groupées en racèmes. Les fruits sont des drupes (figure 2).



Figure 2 : Aspect des feuilles et des grains de *Pistacia lentiscus*. (Dauphin et Aniotbéhère, 1997).

4.2.2. Activités biologiques

Pistacia est connue depuis l'Antiquité pour ses propriétés médicinales ; elle figure dans la médecine traditionnelle et médicinale de la région méditerranéenne pour plusieurs usages. En plus de ses nombreuses activités biologiques, elle renferme des composés chimiques avec des cibles moléculaires précises qui peuvent affecter différents processus physiologiques. (Bel Hatchat, 2018). Plusieurs études ont été menées sur les propriétés pharmacologiques de la pistache, telles que :

- **Activité anticancéreuse** : elle contient des composés qui inhibent la prolifération et induisent l'apoptose des cellules cancéreuses (Balan et al. 2007).

- **Activités antimicrobiennes et antivirales** : les composés phénoliques de *Pistacia lentiscus* ont un moyen de défense contre les micro-organismes. Les nombres de groupement hydroxyle augmente la toxicité soit par la chélation des ions métalliques, soit par des interactions non spécifiques, telles que l'établissement des ponts hydrogènes avec les protéines des parois cellulaires, afin d'inactiver l'adhésion des micro-organismes (Cowan, 1999 ; Lin et

al, 2005).

- **Activité antimutagène** : les polyphénols isolés de *Pistacia lentiscus* ont une activité inhibitrice de la mutagénicité et la génotoxicité dans des essais in vitro. (**Bozorgi et al., 2013**).

- **Activité anti-inflammatoire** : la présence des flavonoïdes dans les différentes parties de la plante lui confère cette activité anti- inflammatoire, cela par l'inhibition d'importantes enzymes de régulation. En effet, certains flavonoïdes sont de puissants inhibiteurs de la production des prostaglandines, des molécules pro-inflammatoires très actives. Cet effet serait dû à la réduction du métabolisme de l'acide arachidoniques par l'inhibition de lipo-oxygénase, de la cyclooxygénase et de phospholipase A2 (**Manthey, 2000 ; Bozorgi et al., 2013**).

- **Activité antioxydante** : Les feuilles et les fruits de *Pistacia lentiscus* sont riches en substances antioxydants (**Arab et al. 2014**). Ces substances sont principalement des acides phénoliques, des polyphénols, des flavonoïdes et des anthocyanes. L'activité antioxydante est plus élevée dans les extraits des feuilles que dans ceux des fruits et cela est dû au contenu phénolique de chacun (**Elez Garofulic et al, 2020**). Les extraits éthanoliques et les flavonoïdes des feuilles ont une puissante capacité antioxydante et sont capables de piéger le DPPH (1-1diphenyl-2-picrylhydrazyl). Les polyphénols par leurs propriétés redox peuvent être utilisés comme agents réducteurs, donneurs d'hydrogène, chélateurs de métaux et extincteurs d'oxygène (**Elez Garofulic et al. 2020**). Outre les anthocyanes et les polyphénols, le fruit peut exercer son rôle antioxydant à travers l'acide gallique qui joue un rôle protecteur contre la peroxydation lipidique. (**Rodriguez-Pérez et al. 2013**)

4-3 *Mentha pulegium*

4.3.1. Généralités

Mentha pulegium, communément appelée menthe pouliot, est une plante aromatique de la famille des Lamiaceae. Cette plante est une herbacée vivace se développant dans les lieux humides et inondés a odeur aromatique forte et qui peut atteindre 15 à 40 cm d' hauteur. Elle est largement répandue dans les régions tempérées d'Europe, d'Asie et d'Afrique du Nord. (**Babaissa, 1999**)



Figure 3 : Morphologie de *Mentha pulegium*(Anonyme 1)

4.3.2. Activités biologiques

Mentha pulegium possède diverses activités biologiques qui ont été étudiées et utilisées dans différents domaines.

- **Activité antispasmodique** : La menthe pouliot est connue pour son activité antispasmodique, c'est-à-dire sa capacité à soulager les spasmes musculaires. Les composés présents dans la plante, tels que les monoterpènes, les pulegones et les menthones, sont responsables de cette activité. Elle peut être utilisée pour soulager les spasmes digestifs, notamment les crampes abdominales et les troubles gastro-intestinaux. (Hajlaoui et al.2009)
- **Activité antimicrobienne** : des études ont montré que la menthe pouliot possède une activité antimicrobienne contre divers micro-organismes, y compris des bactéries et des champignons. Les composés actifs présents dans la plante ont démontré une capacité à inhiber la croissance de certaines souches bactériennes pathogènes, ce qui suggère un potentiel d'utilisation dans le domaine de la lutte contre les infections. (Bouhaya et al.2017)
- **Activité insectifuge** : La menthe pouliot est connue pour son activité répulsive contre les insectes. Son odeur forte et caractéristique repousse les moustiques, les puces et d'autres insectes nuisibles. Elle peut être utilisée comme répulsif naturel. (Abdelli et al.2016)

5-Les composés phénoliques

5.1.Définition

Les composés phénoliques sont abondamment présents dans le règne végétal, regroupant une vaste gamme de plus de 8000 molécules distinctes, ce qui dénote une diversité extrême (Edeas, 2008). Ces molécules peuvent varier de simples acides phénoliques à des tannins plus complexes et hautement polymérisés (Lugasi et al., 2003). Un élément structural commun à toutes ces molécules est la présence d'au moins un noyau benzénique, directement lié à au moins

un groupe hydroxyle, qui peut être libre ou engagé dans d'autres fonctions comme l'éther, l'ester ou l'hétéroside. Dans l'analyse des propriétés médicinales des plantes, il est crucial de tenir compte de ces polyphénols, car ils forment la base des composants thérapeutiques de la plante. Les composés phénoliques se présentent sous une multitude de formes et de tailles, allant des acides phénoliques simples aux tannins condensés complexes (Bruneton, 1999).

5.2. Classification des polyphénols

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en différentes classes selon leur structure de base, les plus importantes sont les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins. (El gharras, 2009)

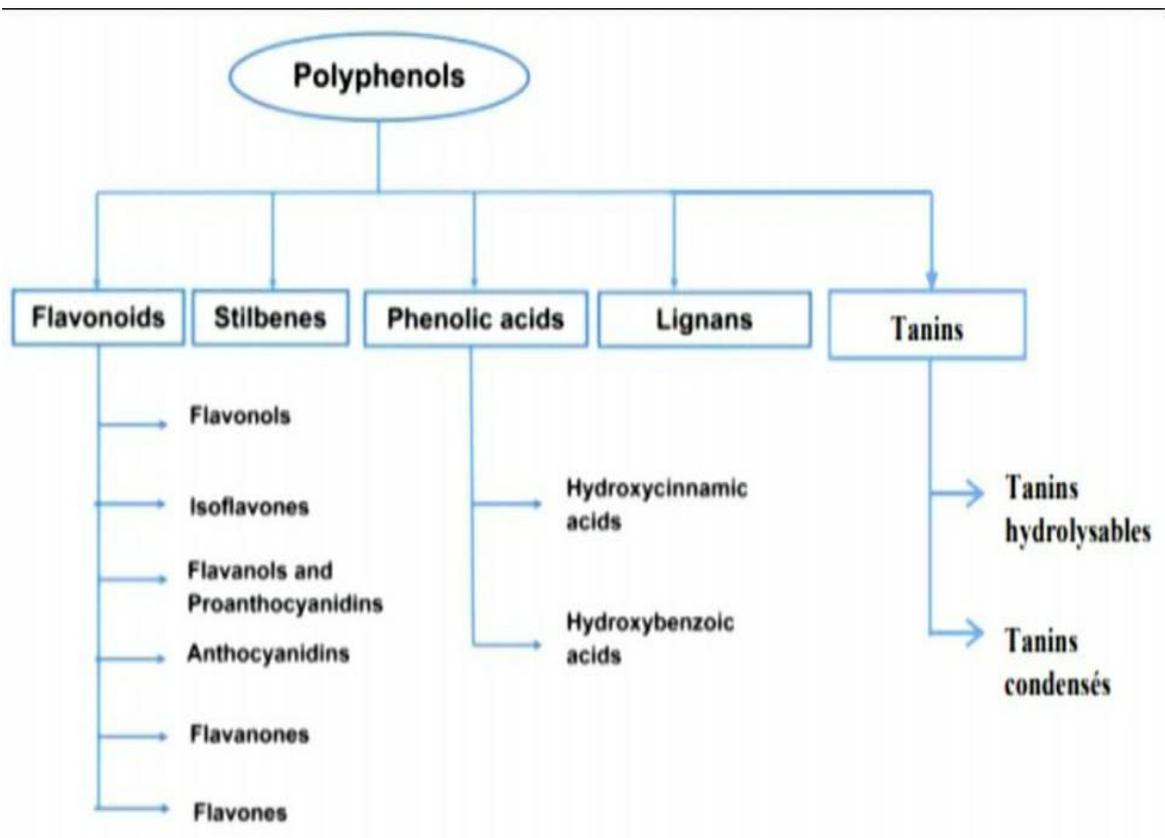


Figure 3 : Principales classes de polyphénols (Oliver et al. 2016).

5.3 Rôle des composés phénoliques

Les composés phénoliques jouent un rôle dans divers aspects de la physiologie des plantes, notamment la lignification, la régulation de la croissance, ainsi que dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique, tels que les bactéries, les champignons, les insectes, et la résistance aux rayons ultraviolets. Ils sont également impliqués dans la protection naturelle des plantes ou lors de leur conservation après la récolte. De plus, ces composés phénoliques sont des facteurs importants pour évaluer la qualité des produits végétaux, notamment en ce qui concerne leur couleur, leur astringence, leur amertume, et leurs qualités nutritionnelles. Ils influencent les choix alimentaires de l'homme concernant la consommation de différents organes végétaux tels que les fruits, les légumes, et les tubercules, ainsi que des produits dérivés issus de leur transformation. En outre, ils peuvent entraîner des modifications dans certaines caractéristiques des végétaux lors des processus technologiques, comme la préparation de jus de fruits et de boissons fermentées, souvent associés à des réactions enzymatiques conduisant à des changements de qualité du produit final. **(Fleuri et al. 2005).**

Partie pratique

Chapitre III

Matériel et méthode

Notre travail a été divisé en deux parties, une partie a été réalisée au niveau de l'unité de production du lait et les dérivés laitiers Boudouaou. (Présentation de l'unité annexe 1)

L'autre partie est réalisée au niveau du laboratoire de biochimie faculté SNV/ST université de Bouira durant la période allant de mois d'avril au mois de juin 2023.

1. Matériel

L'ensemble du matériel utilisé est illustré dans l'annexe 01.

1-1 Matériel végétale

1-1 Récolte

Le matériel végétale utilisé est constitué des feuilles *Pulicaria odorat*, *Mentha pulegium* et fruit de *Pistascia lentiscus* récoltés dans la région (Bouira) en mois de janvier 2023.

1-2 Séchage

Les plantes ont été lavées avec l'eau puis séchées sur papier à l'ombre, à température ambiante pendant 20 jours pour les feuilles et 40j pour les grains.

1-3. Broyage

Les plantes ont été ensuite broyées à l'aide d'un moulin électrique pour être réduites en poudre, puis ont été bien tamisées dans le but d'obtenir des poudres extrêmement fines (**figure n°05**). Ces poudres ont été conservées dans des bocaux en verre, hermétiquement fermés, à l'abri de la lumière et de l'humidité pour une ultérieure utilisation.



A : poudre de *Pulicaria.odorat*

B : poudre de *Mentha.pulgium*

C : poudre de *Pistacia.lentiscus*

Figure 4: Poudres de plantes utilisées

2-Screening phytochimique

Les tests phytochimiques réalisés ont pour but l'identification des différents métabolites secondaires présents.

2-1 Préparation de l'infusé

On ajoute 5g de la poudre de la plante à 100 ml d'eau distillée, on laisse le refroidir pendant 20 min puis on le filtre.

2-2 Identification des coumarines

Le test implique de faire bouillir à reflux 2g de poudre végétale dans 20 ml d'éthanol pendant 15 minutes puis filtration de mélange. Dans 5ml de filtrat on ajoute 10 gouttes d'hydroxyde de potassium à (10%) et quelques gouttes de chlorure d'hydrogène à (10%). La présence des coumarines s'exprime par la formation d'un trouble. (Paris et Nothis ,1978).

2-3 Identification des tannins galliques

A 5 ml de l'infusé on ajoute 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes de $FeCl_3$ à 5%. La coloration de bleu foncé indique leur présence. (Karumi et al ,2004)

2-4 Identification des tannins totaux

A 5 ml de l'infusé on ajoute quelques gouttes de $FeCl_3$ à 5%. La coloration de bleu noir indique un résultat positif. (Karumi et al ,2004)

2-5 Identification des alcaloïdes

A 3 ml de l'infusé on ajoute quelques gouttes de dragendorf. Le résultat positif s'exprime par une coloration rouge brique. . (Bruneton, 1999).

2-6 Identification des saponines

Ajouter quelques gouttes d'acétate de plomb à 2 ml de l'infusé, puis on l'agite. Le résultat s'exprime par une présence de mousse. (Guessan et al,2009).

2-7 Identification des irridoides

A 1 ml d'infusé on ajoute quelques gouttes d'Hcl, le mélange est chauffé. Apparition de la couleur bleu indique la présence d'irridoides. (Paris et Nothis ,1978).

2.8. Identification des caroténoïdes

A 3ml d'infusé on ajoute 3ml d' Hcl + 3ml H_2SO_4 .l'apparition de la couleur vert bleu indique la présence des caroténoïdes. (Awor et Samseny , 2003)

2.9. Identification des flavonoides

A 1ml d'infusé on ajoute 1 ml d'Hcl. L'apparition de la couleur jaune signifie la présence des flavonoides. (Karumi et al ,2004)

2.10. Identification des anthocyanes

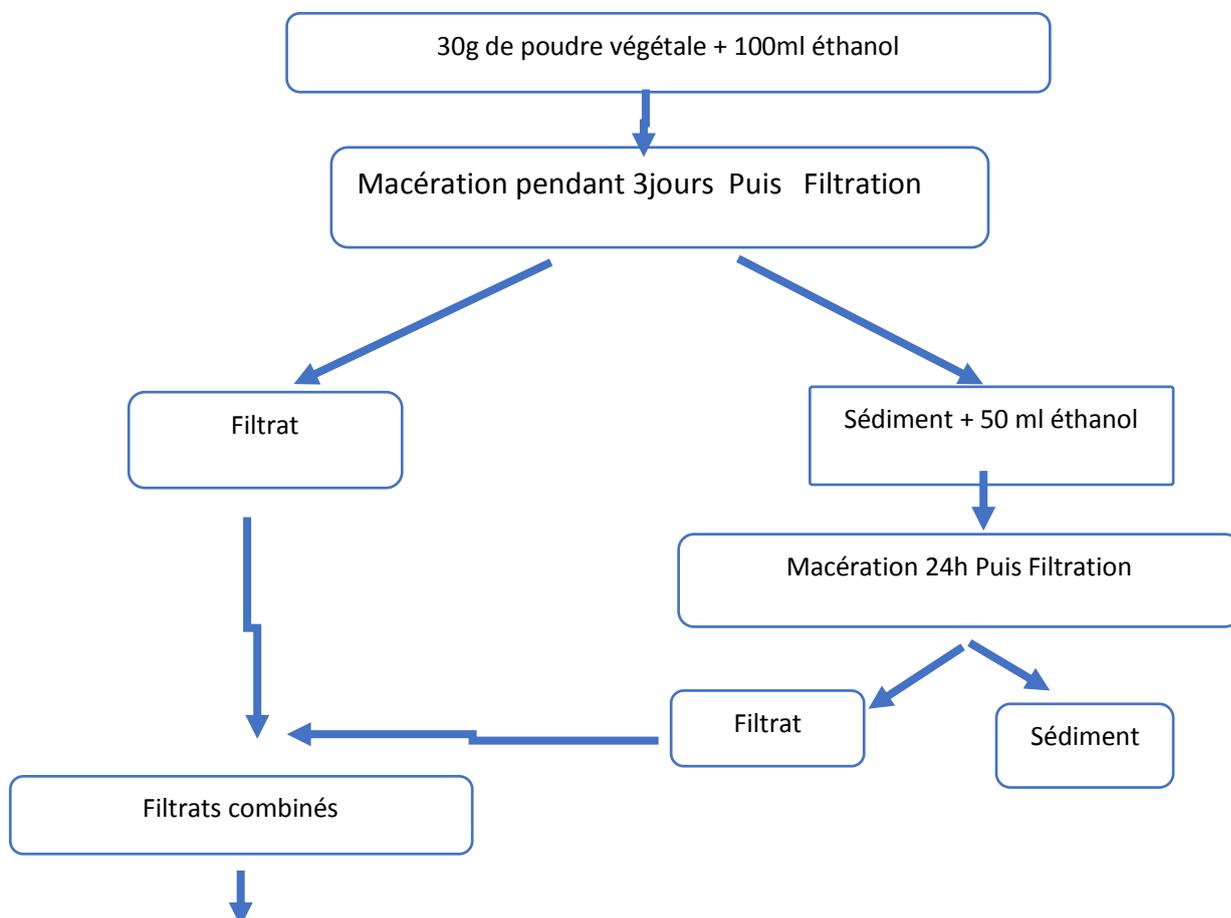
A 5 ml d'infusé on ajoute quelques gouttes d'Hcl. Le test positif s'exprime par l'apparition de la couleur rouge. (Paris et Nothis ,1978).

2.11. Identification des mucilages

A 2ml d'infuse on ajoute 5ml d'éthanol absolu puis incubation pendant 15 min à température ambiante. Apparition d'un précipité indique la présence des mucilages. (Awor et Samseny , 2003)

3-Préparation des extraits éthanolique

Les polyphénols ont été extraits en macérant 30 g de poudre de feuilles de *P. odora*, *M. pulegium*, ainsi que des graines de *P. lentiscus* dans 100 ml d'éthanol, pendant une période de 72 heures sous agitation magnétique. Après avoir filtré le mélange à travers du papier wattman, le résidu a subi une deuxième extraction avec 50 ml d'éthanol, cette fois-ci pendant une durée de 24 à 48 heures. Les deux filtrats obtenus ont ensuite été combinés et filtrés à nouveau. Ensuite, une évaporation à 50°C a été réalisée jusqu'à ce que tout l'éthanol soit complètement évaporé. Les différentes étapes sont synthétisées dans le schéma ci-dessous.



Evaporation à 50°C

Figure 5 : Protocole d'extraction des composés phénoliques (Owen et Johens, 1999).

3-1 Dosage de polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par un spectrophotomètre par la méthode de Folin-Ciocalteu (**Attard et al 2013**).

Mode opératoire

Dans chaque tube à essai, une quantité de 0,25 ml de chaque extrait a été introduite, suivie de l'addition de 1 ml de solution de carbonate de sodium, puis de l'ajout de 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu dilué (1/10) au mélange. Une incubation a ensuite été réalisée à l'abri de la lumière pendant une durée de 30 minutes. Par la suite, l'absorbance a été mesurée à une longueur d'onde de 765 nm en utilisant un spectrophotomètre.

Une gamme d'étalonnage de l'acide gallique a été préparée dans les mêmes conditions et de la même manière. La quantité de polyphénols totaux présents est exprimée en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait. Ce calcul est basé sur l'équation de régression établie à partir de la courbe d'étalonnage, qui suit le modèle $y = a x + b$, en utilisant les concentrations d'acide gallique comme référence. **Škerget et al. (2005)**

3-2 Dosage des flavonoïdes

La méthode utilisée est la méthode colorimétrique, Cette méthode est basée sur la capacité des flavonoïdes à former des complexes avec le chlorure d'aluminium. Cette réaction produit une couleur jaunâtre. (**Lamaison et Carnart,1991**)

Mode opératoire

Mélanger 1ml de trichlorure d'aluminium($AlCl_3$) à 2% avec 1ml d'extrait dilué avec de l'éthanol. Après une incubation dans l'obscurité pendant 15mn à une température ambiante, des mesures d'absorbance sont réalisées avec un spectrophotomètre à 430nm. La quercétine est utilisée comme standard pour la courbe d'étalonnage, Les résultats sont exprimés en mg équivalent de la quercétine par g de matière sèche. **Bahorun et al. (1996)**

3-3 Etude l'activité antioxydante

L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisé selon le test de piégeage des radicaux libres DPPH décrit par **Benhamou et al. (1999)**

Le test de pouvoir antioxydant de nos plantes a été réalisé par la méthode de piégeage des radicaux libres DPPH. Pour cela 50 µl de chaque solution éthanolique de chaque extrait de différentes concentrations sont ajoutée à 1,95 ml de solution éthanolique de DPPH à 0,025g/l. l'absorbance est lue à 517nm après 30 minutes d'incubation à l'obscurité et à température ambiante. Le test a été répété 3 fois pour chaque dosage. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition (I%).

$$I\% = [(Abs\ contrôle - Abs\ test) / Abs\ contrôle] \times 100$$

Les valeurs de l'IC50 ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire.

4-Incorporation des poudres des trois plantes dans le fromage fondu et son analyse microbiologique et physicochimique

Dans le but de fabriquer un fromage amélioré par des plantes médicinales, nous avons incorporé les poudres des trois plantes (*Pulicaria*, *Pistacia*, *Mentha*) à raison de différentes quantités 0.2, 0.4 et 0.8 g dans 100g de fromage fondu. Des analyses physico chimiques et microbiologiques ont été réalisées afin de vérifier la qualité organoleptique et nutritionnelle de nos produits.

5-Analyses physico-chimiques

Le protocole suivi selon (JORA, 2017)

5-1 Détermination du pH

Le principe de cette méthode est basé sur la mesure directe du pH à l'aide d'un pH mètre.

Introduire les 2 électrodes de pH mètre dans le fromage.

La valeur du pH est lue directement sur l'échelle graduée du pH mètre.

5-2 Détermination de la matière sèche totale (E.S.T)

Principe

La détermination de l'extrait sec total est reposée sur la dessiccation par l'évaporation d'une quantité de fromage. Cette expérience est réalisée à l'aide d'un dessiccateur.

Mode opératoire

On met à l'intérieur du dessiccateur une prise d'essai de 1,2 à 1,5g de produit, on règle la température de séchage à 95°C. On laisse évaporer le fromage pendant quelques minutes jusqu'à ce qu'on voie l'écriture «end» sur l'écran de l'appareil. Le résultat est inscrit sur l'écran de l'appareil, ceci indique le pourcentage de l'extrait sec total.

5-3 Détermination de la teneur en matière grasse

➤ Méthode Van Gulik

Technique conventionnelle qui, appliquée à un fromage, donne une teneur en matière grasse, exprimée en grammes pour 100g de fromage.

Principe

Après dissolution des protéines du fromage au moyen d'acide sulfuriques, il est procédé à la séparation de matière grasse par centrifugation dans un butyromètre de Van Gulik, la séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso-amylique. Obtention de la teneur en matière grasse par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

Mode opératoire

Dans un butyromètre de Van-Gulik, mettre 3g de fromage, additionner l'acide sulfurique de manière qu'il couvre la masse de fromage. En faisant dissocier les protéines dans un bain marin. Après la dissociation complète, On remplit la tige graduée par l'acide sulfurique, ajoutant 1ml d'alcool iso amylique. La séparation de la matière grasse se fait par centrifugation.

La matière grasse exprimée en g/100g de fromage est obtenue par la lecture directe sur l'échelle de butyromètre.

6-Analyses microbiologiques**Le protocole suivi selon (JORA, 2017)****6.1. Préparation de la solution mère**

Dans des condition d'asepsie, on met 10g de fromage dans 10 ml d'eau physiologique stérile puis homogénéisé ce qui forme la solution mère(10-1).Une série de dilution décimales est réalisée en prélevant 1ml de la solution mère dans 9ml d'eau physiologique stérile, ce qui constitue la dilution (10-2),puis après homogénéisation de cette dernière ,la même opération est répétée pour la préparation de la dilution suivante (10-3).

6.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Les coliformes sont capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température de 37°C. Le milieu utilisé est le milieu désoxycholate contenant les sels biliaires et le vert brillant comme agents sélectifs, qui inhibent la croissance de la flore secondaire gram positive.

Mode opératoire

On prend à coté de bec Bunsen 1ml de chacune dilutions (10-1 ,10-2) puis on les introduits dans les boites pétris et on complète avec la gélose desoxycholate en faisant des mouvements huit pour bien mélanger, les boites sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures pour les coliformes totaux et à 37°C pendant 24 à 48 heures.

La lecture

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de couleur de rouge cerise.

6.3Recherche des coliformes fécaux

La même méthode effectuée pour les coliformes fécaux la différence c'est la température d'incubation à 44°C.

6.4 Recherche et dénombrement des salmonelles

Les salmonelles sont des bactéries de la famille des entérobactéries à Gram négatif. Ce sont des bacilles qui sont mobiles dans toutes les directions grâce à leurs flagelles. Elles sont anaérobies. La plupart des salmonelles ne sont pas capables de fermenter le lactose, à l'exception de *Salmonella arizonae*. Elles peuvent fermenter certains sucres en produisant du gaz, à l'exception de *S. typhi*, *S. pullorum gallinarum* et *S. dublin*. En général, elles ont la capacité de fermenter le dulcitol et produisent de l'hydrogène sulfureux (H₂S)

Mode opératoire

La recherche des salmonelles se fait en 3 étapes

- **La première étape : pré-enrichissement**

Introduire 25ml de l'échantillon à analyser dans 225 ml d'eau peptoné tamponné qui va être incubé à 37°C pendant 24 heures.

- **La deuxième étape : enrichissement**

Prélever 1ml de milieu de pré-enrichissement et l'ensemencer dans 10ml de milieu SFB. Incuber à 37°C pendant 24 heures.

- **La troisième étape : isolement**

A partir du milieu SFB positif, ensemencer par stries sur une boîte de pétri contenant la gélose Hektoen. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures

Lecture

Les salmonelles se présentent sous forme de colonies de 2 à 4 mm de diamètre et de couleur bleu verdâtre avec ou sans centre noir. Les résultats sont exprimés par la présence ou l'absence de germe.

6.5 Recherche de *Staphylococcus aureus*

Il s'agit d'une bactérie commensale de la peau des animaux et de l'Homme qui contamine fréquemment les animaux et peut entraîner des dégradations et des problèmes sanitaires. Leur caractère saprophyte de la peau et des muqueuses des êtres vivants en fait des agents de contamination par manipulation. Les staphylocoques appartiennent à la famille des micrococacea. Ce sont des Gram positive non sporulés.

Mode opératoire

Transférer à l'aide d'une pipette stérile, 0.1ml de la solution mère à la surface de la gélose BP. Etaler soigneusement l'inoculum à la surface de la gélose en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec un râteau stérile. L'incubation se fait à 37°C pendant 48h.

Lecture

Les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent sur le milieu du couleur noire brillante, voutée avec une bordure blanche mince entourée d'un halo clair. Pour confirmer la présence de *Staphylococcus aureus* quelques tests biochimiques caractéristiques de l'espèce sont effectués. Les résultats sont exprimés en nombre de germes par «ml » ou «g» de produit.

7. Les analyses sensorielles :

L'évaluation sensorielle joue un rôle essentiel dans la caractérisation des produits alimentaires. Dans cette étude, l'analyse sensorielle a été effectuée par un groupe de 32 individus, chacun utilisant une fiche de dégustation spécialement conçue. Cette fiche comprenait une évaluation sur quatre paramètres fondamentaux qui sont le goût, l'aspect visuel, la texture et l'odeur.

Le paramètre du goût est l'un des critères les plus importants lorsqu'il s'agit de juger un produit alimentaire. Il permet aux dégustateurs de noter la saveur du fromage, en prenant en compte des éléments tels que le sucré, le salé, l'acide, l'amertume et d'autres nuances gustatives. Cette évaluation peut donner des informations précieuses sur la qualité globale du produit et sa capacité à satisfaire les préférences gustatives. L'aspect visuel est également un élément clé de l'analyse sensorielle. Il permet aux dégustateurs de juger l'apparence générale du fromage, en prenant en compte des caractéristiques telles que la couleur, la forme, la texture de la surface et d'autres aspects visuels. L'aspect visuel peut influencer la perception globale du produit et l'envie de le consommer.

La texture est un autre paramètre important, car elle concerne la sensation tactile en bouche. Les dégustateurs évaluent la consistance du fromage, qu'il soit moelleux, crémeux, dur, fondant, etc.

Enfin, l'odeur est un élément crucial de l'analyse sensorielle. Elle englobe l'ensemble des arômes perçus lors de la dégustation. L'odeur peut être douce, prononcée, subtile, complexe, etc. Elle joue un rôle majeur dans la manière dont un aliment est perçu, car elle peut évoquer des souvenirs et des émotions liées aux arômes.

L'ensemble de ces paramètres sensoriels permet d'obtenir une évaluation holistique du produit alimentaire, en prenant en compte la subjectivité des préférences individuelles. Les résultats de ces évaluations sensorielles peuvent aider à mieux comprendre la perception des

consommateurs et à affiner le développement des produits alimentaires pour répondre aux attentes du marché.

Chapitre IV
Résultat et
discussion

1-Le rendement d'extraction

L'extraction a permis d'obtenir un extrait brut à partir de poudre de feuilles des *P. odora*, *M. pulegium* et le fruit de *P. lentiscus*. Ils ont présenté différents aspects et différentes couleurs.

Le rendement est calculé par rapport à 30 g de la matière végétale sèche par la relation :

$$\text{Rendement (\%)} = [(P-P_0) / \text{poids de poudre}] \times 100$$

P₀ : poids du ballon vide.

P : poids du ballon après évaporation du solvant.

Poids de poudre : 30g

L'ensemble de ces résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous

Tableau 5: Aspect, couleur et rendement des extraits des plantes étudiées.

Plantes	Aspect	couleur	Rendement (%)
<i>Pulicaria odora</i>	Collant	Verte foncée	2,46
<i>Pistacia lentiscus</i>	Collant	Grenât	7,8
<i>Mentha pulegium</i>	Collant	Vert foncée	5,7

En comparant les rendements d'extraction des trois plantes étudiées, on constate que la valeur la plus faible a été enregistrée avec *Pulicaria odora* (2,46%) et celle la plus élevée a été enregistrée avec *Pistacia lentiscus* (7,8%). Cependant, on constate d'après les travaux de **Remila et al. (2015)**, que pour *P. odora*, le rendement d'extraction était de 3,07%, ce résultat est inférieur au notre.

Pour *M. pulegium* et Selon **Medjekal et al. (2017)**, le rendement d'extrait méthanolique de la plante était de 16,8%, alors que ceux de l'extrait chloroformique et d'acétate d'éthyle étaient de 1,46% et de 2,22 % respectivement, donc on constate que le rendement d'extraction dépend majoritairement du solvant.

Alors que pour *Pulicaria odora*. Les travaux réalisés par **Djermame, (2014)** sur de *P. Arabica* a montré que son extrait méthanolique donne un rendement de 8,50% le résultat est supérieur du notre.

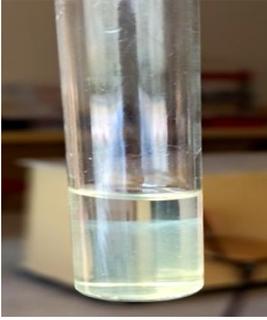
Le taux d'extraction de composés bioactifs à partir des plantes est influencé principalement par la méthode d'extraction, le solvant d'extraction et la température. Le temps, les conditions de conservation du matériel végétal et la partie de la plante, sont aussi des paramètres importants pour une meilleure extraction (**Nawaz et al. 2006**).

2-Screening phytochimique

Le screening phytochimique nous a permis de se renseigner sur les familles chimiques des métabolites secondaires présents dans les feuilles de *P.odorat*, *M.puligium* et les graines de *P.lentiscus*. Les résultats des trois plantes sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Résultats des tests phytochimiques des trois plantes *P.odora*, *M.pulegium* et *P.lentiscus*.

Composes chimique	<i>P.lentiscus</i>	<i>P.odora</i>	<i>M.pulegium</i>
Tannines totaux	++ +	+++	+++
Tannines galliques	++ +	+++	+++
Coumarines	++ +	++	++

Saponines	-		-		-	
Mucilages	+		+++		+++	
Alcaloïdes	++		++		++	
Flavonoides	++ +		+		+	

Caroténoïdes	-		-		-	
Anthocyanes	++		-		-	
Irridoides	-		-		-	

Les résultats du tableau montrent :

- La richesse de l'extrait éthanolique des grains de *P.lentiscus* en flavonoïdes, tannins totaux et galliques, coumarines. Cependant on a noté une présence moyenne des mucilages, alcaloïdes et anthocyanes et une absence totale de caroténoïdes, saponines et d'irridoides.

Nos résultats sont comparables avec les résultats d'autres travaux (**Atmani et al, 2009**, **Bammou et al, 2015** ; **Benhammou et al, 2008**) réalisé sur la même plante. Ces auteurs ont souligné que les extraits de la plante sont très riches en tannins, coumarines, saponines et

flavonoïdes, moyennement riche en alcaloïdes, et l'absence des irridoides et caroténoïdes.

- La richesse d'extrait éthanolique des feuilles de *M.pulegium* en tannins avec une présence moyenne des mucilages, coumarines, flavonoides et alcaloïdes et une absence

d'anthocyanes, saponines et d'alcaloïdes.

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par **Hamid et al, 2018** qui ont travaillé sur l'espèce *Mentha spicata* qui appartient à la même famille que celle de la plante *Mentha pulegium* où ils ont confirmé la présence des polyphénols, mucilages, tannins, flavonoïdes, stérols et terpènes avec l'absence des saponines et des alcaloïdes.

Les travaux de **Tamert, 2016** sur *Mentha pulegium* a montré la présence des tannins, coumarines, flavonoïdes, alcaloïdes et saponines et l'absence d'anthocyanes et les composés stéroliques.

- La richesse d'extrait éthanolique de *Pulicaria odora* en mucilages, tannins et la présence moyenne des coumarines, flavonoïdes, saponines, alcaloïdes et l'absence d'irridoides, anthocyanes et caroténoïdes.

Les travaux de **Kamilia et al 2021** sur *Pulicaria laciniata* qui appartient à la même famille que *Pulicaria odora* sont proche aux résultats phytochimique de *P. odora*, son résultats confirment la présence des phénols, flavonoïdes, alcaloïdes et tannins avec l'absence des glycosides et terpenoides.

3. Taux des polyphénols et flavonoïdes

La méthode utilisée pour la détermination de polyphénols totaux était la méthode de Folin-ciocalteu, (**Attard 2013**) dont laquelle l'acide gallique était utilisé comme étalon pour chaque extrait à différentes concentrations (0,02g ; 0,04g ; 0,06g ; 0,08 ; 0,1g ; 0,12g ; 0,14g). La teneur totale en polyphénols a été déterminée à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe d'étalonnage dont l'équation standard de la courbe est :
$$Y=8.515x+0.308$$

Les résultats sont exprimés en milligrammes (mg) équivalents de l'étalon par gramme (g) de poids sec de l'extrait.

L'analyse quantitative des flavonoïdes a été réalisée selon la méthode du chlorure d'aluminium (**Ribéreau-Gayon, 1968**). La quercétine est utilisée comme étalon, et la teneur en flavonoïdes est déterminée par l'équation de régression linéaire de la courbe d'étalonnage établie à différentes concentrations (0,005g ; 0,01g ; 0,015g ; 0,02g ; 0,025g). L'équation de la courbe est : $Y=34.6x + 0.01$

Les résultats sont exprimés en microgramme équivalent de l'étalon par mg de poids sec de la matière végétale. Les courbes d'étalonnages sont données dans les figures 5 et 6.

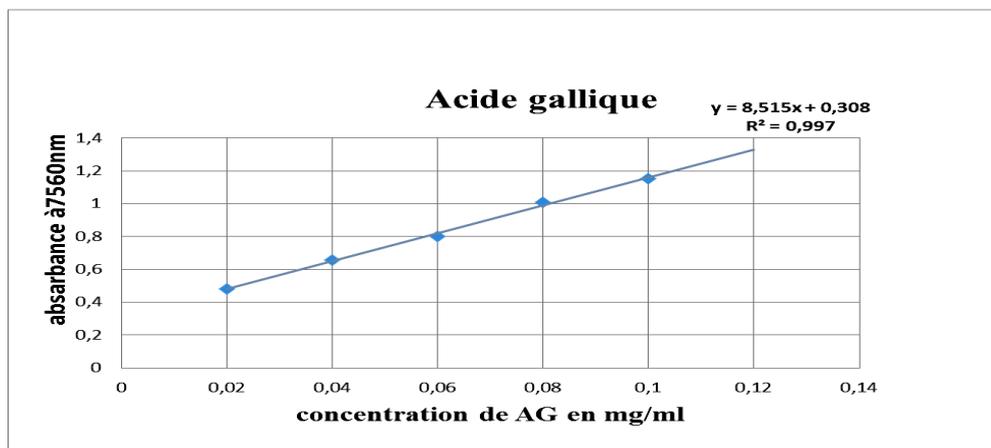


Figure 6 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

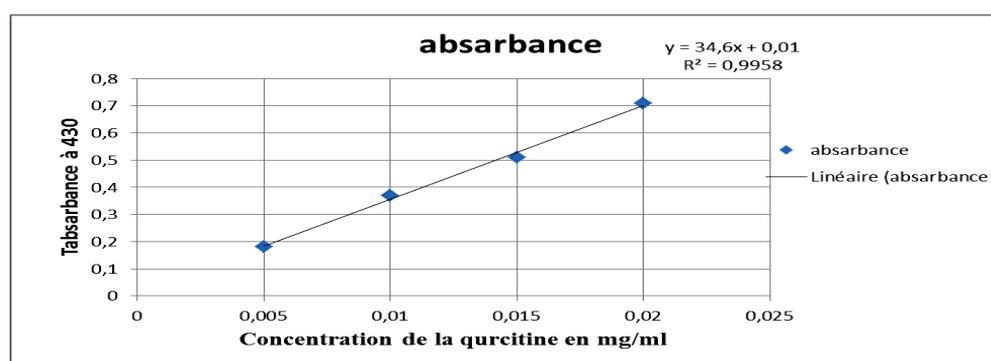


Figure 7 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Les résultats de dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes des extraits éthanoliques obtenus à partir des trois plantes sont résumés et illustrés dans la figure suivante :

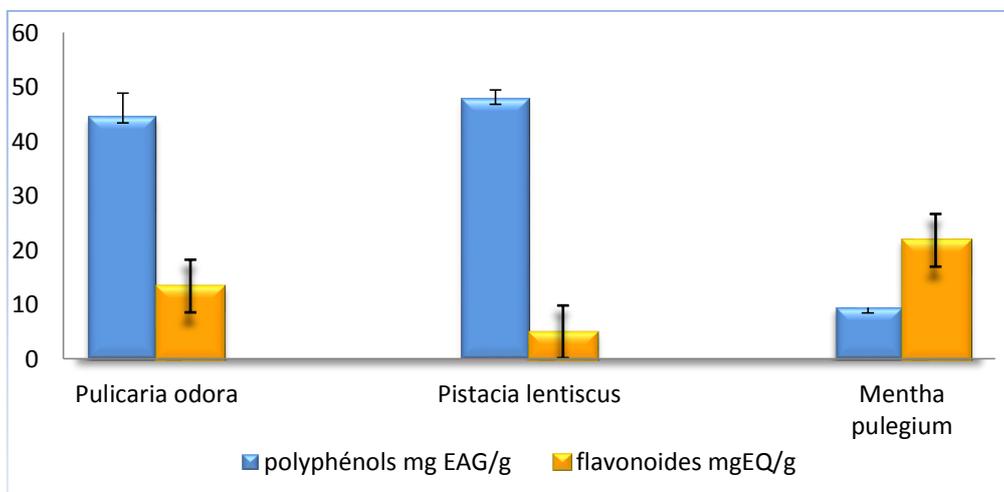


Figure 8: Histogramme de la teneur en polyphénols et des flavonoïdes.

On constate que la quantité la plus grande en polyphénols totaux est retrouvée dans l'extrait éthanolique des graines de *P. lentiscus* (47,79±4,48 mg EAG/g d'extrait sec) suivie de l'extrait

éthanolique des feuilles de *P. odora* ($44,43 \pm 4,47$ mg EAG/g ES), et enfin l'extrait éthanolique des feuilles de *M.pulegium* ($9,47 \pm 1,64$ mg E AG/g ES). Tandis que pour les quantités des flavonoïdes on a constaté que c'est *M.pulegium* qui a présenté la quantité la plus élevée avec une valeur de $21,81 \pm 2,60$ mg EQ/g ES suivie d'une valeur moyenne $13,4 \pm 0,43$ mg EQ/g ES avec *P.odora* et une faible teneur de $5,009 \pm 1,68$ mg EQ/g ES avec *P.lentiscus*.

- Selon l'étude réalisée par **Atmani,(2008)** sur le dosage des polyphénols sur l'extrait éthanolique des grains de *Pistacia lentiscus* une teneur de $136,25 \pm 18,9$ mg EAG/g ES d'extrait a été donnée. D'autres travaux réalisés par **Remila,(2015)** ont confirmé que les feuilles de *Pistacia* sont plus riches en polyphénols avec une valeur de $205,79 \pm 6,51$ mg EAG/g ES. Ces résultats sont largement plus élevés que ceux que nous avons obtenus. Ces travaux soulignent que le fruit de *Pistacia* est plus riche en phénols totaux. Cependant ils ont été caractérisés par une faible teneur en flavonoïdes $12,93$ mg EQ/g ES et dans notre recherche le résultat obtenu est de $5,009$ mg EQ/g ES.
- Pour *Mentha pulegium*, des études réalisées par **Medjkalet al,(2016)** ; **Benabdellah ,(2017)** ;

Tamert (2016) ont marqué des teneurs en polyphénols de $180,09 \pm 12,12$ mg E AG/ g ES, de $17 \pm 0,58$ mg E AG/ g ES et de $63,50 \pm 3,3560$ mg E AG/ g ES respectivement, dans l'extrait méthanolique de la dite plante. Par contre, la teneur des flavonoïdes, des valeurs inférieures à notre valeur ont été observées par **Benabdellah, (2017)** ; **Tamert, (2016)** avec des valeurs respectives ; $17 \pm 0,58$ mg EQ/g ES et $63,50 \pm 3,3560$ mg E Q/g ES.

- Pour *Pulicaria odora* qui a présenté durant notre travail une teneur en polyphénols totaux de $44,43$ mg E AG/g d'extrait, et une teneur de $13,40$ mg EQ/gES pour les flavonoïdes, une valeur supérieure en polyphénols totaux ($90 \pm 0,63$ mg E AG/g ES) dans l'extrait méthanolique et une valeur inférieure ($1,36 \pm 0,77$ mg E AG/g ES.) dans l'extrait chloroformique ont été marqués avec les travaux de **Touati et al, (2018)**. Concernant les flavonoïdes, nos résultats sont proches de celles présentées par ces mêmes auteurs $11,43 \pm 3,15$ mg EQ/g d'extrait sec.

La teneur en composés phénoliques et flavonoïdes peut être influencée par plusieurs facteurs tels que les facteurs génétiques, géographiques, climatiques, et la durée de stockage également des paramètres de l'extraction, le solvant d'extraction, ont une forte influence sur le contenu en polyphénols. (**Fiorucci, 2022** ; **Aganga et Mosase,2001**)

4-Détermination d'activité antioxydante

Le test de piégeage du radical libre DPPH consiste à ce que la couleur violet change vers la couleur jaune en présence des antioxydants dans le milieu réactionnel afin de mesurer l'absorbance à une longueur d'onde de l'ordre de 517nm, dont laquelle le DPPH absorbe au maximum. (Baydar et al., 2007).

Les résultats de l'activité antioxydante de *P. odora*, *P. lentiscus* et *M. pulegium* sont représentés dans les figures suivantes.

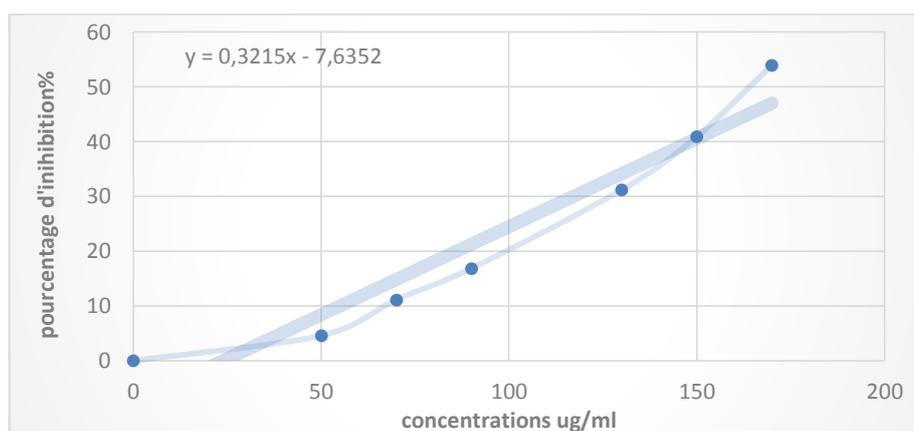


Figure 9 : Activité Anti-radicalaire d'extrait éthanolique de *Pulicaria Odora*.

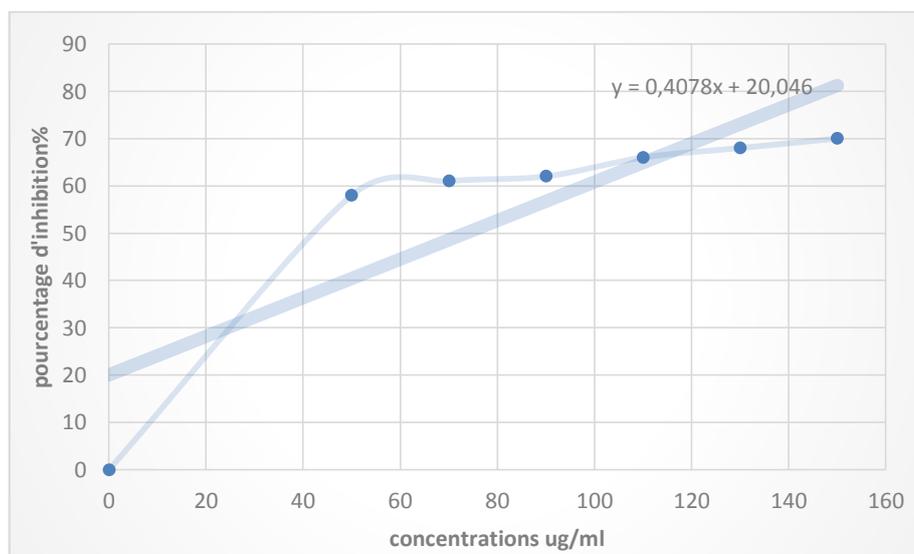


Figure 10: Activité Anti-radicalaire d'extrait éthanolique de *Pistacia Lentiscus*.

	<i>Pulicaria odorat</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Mentha pulegium</i>
IC ₅₀ (ug/ml)	160	70	100

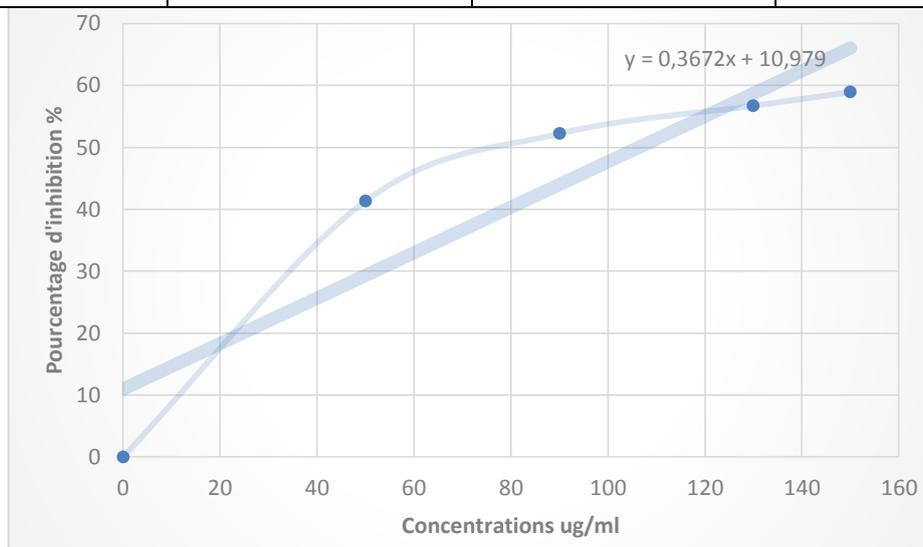


Figure 11 : Activité Anti-radicalaire d'extrait éthanolique de *Mentha Pulegium*.

On remarque que le pourcentage de piégeage du DPPH augmente en augmentant la concentration des extraits. Donc la concentration en éléments antioxydants est augmentée. D'après les résultats du pourcentage d'inhibition des extraits des trois plantes (annexe3), des courbes de régression ont été établies afin de déterminer les concentrations efficaces pour réduire 50% de DPPH (IC₅₀).

Tableau N°7 : Les IC₅₀ des extraits des plantes.

- Selon les résultats obtenus dans le tableau au-dessus, les IC₅₀ du *Pulicaria odora*, du *Pistacia lentiscus* et du *Mentha pulegium* sont respectivement : 160 ug/ml, 70 ug/ml et 100 ug/ml.

Pour *P.lentiscus*, les résultats obtenus par **Bozorgi et al., (2013)** sont de l'ordre de 2 ug/ml, et selon

une autre étude réalisée par **Atmani et al., (2009)** sur l'extrait de chloroforme de la même plante la valeur d'IC₅₀ obtenue est de l'ordre de 4,24 ug/ml. Tandis que **Benhammou et al., (2009)** ont annoncé une IC₅₀ de 4,55ug/ml dans l'extrait méthanolique. On remarque que nos résultats sont largement supérieurs.

On remarque la même chose avec *Mentha pulegium* en comparant nos résultats avec ceux

trouvés par **Samir et al., (2016)** qui ont mentionné une valeur d'IC50 de 24 ug/ml avec un extrait aqueux. Cependant les travaux de **Benabdallah, (2017)** ont démontré des valeurs plus supérieures (IC50 de 0,97 mg/ml).

Concernant *Pulicaria odora* aucun travail a été trouvé sur les extraits éthanolique de la plante en revanche une valeur d'IC50 de 21,60ug/ml a été annoncé par **Zefzoufi et al., (2020)** avec les huiles essentiels de cette plante.

5. Préparation de fromage fondu à base d'extrait des plantes

5.1. Les analyses physicochimiques de fromage fondu avant enrichissement

Les résultats des analyses physicochimiques de fromage avant l'ajout des poudres des trois plantes étudiées sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Résultats physicochimique de fromage fondu avant l'enrichissement

	Fromage fondu	Les normes tolérées par l'entreprise
pH	5,73	5,6-5,8
Matière gras (g/l)	25	22,5% minimum
Extrait sec total (g)	50,36	≥ 40
MG/ EST (%)	49,25	40% minimum

D'après les résultats obtenus on constate que tous les paramètres mesurés sont conformes aux normes tolérées par l'entreprise (JORA).

D'après ces résultats, on peut donc conclure que le fromage utilisé pour l'élaboration d'un nouveau fromage est de bonne qualité physicochimique.

5.2. Les analyses physicochimiques de fromage fondu après enrichissement

Les résultats des analyses physicochimiques de fromage fondu après l'enrichissement avec les poudres des plantes étudiées sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Résultats des analyses physicochimique de fromage fondu après l'enrichissement.

Plantes	Quantité (g)	pH	Matière grasse (g/l)	Extrait sec totale (g)	MG/ EST (%)
<i>Pulicaria odora</i>	0,2	5,69	31	52,15	59,44
	0,4	5,71	25	58,37	42,83
	0,8	5,68	26	51,98	50,01
<i>Pistacia lentiscus</i>	0,2	5,66	28	66,51	42,09
	0,4	5,73	27	61,40	43,97

	0,8	5,64	25,5	59,84	42,61
<i>Mentha puligium</i>	0,2	5,77	25	51,74	48,31
	0,4	5,68	27	45,92	58,79
	0,8	5,72	26	49,64	52,37

D'après les résultats obtenus on conclure que tous les paramètres mesures sont conformes aux normes tolères par l'entreprise (**JORA**).

Les valeurs de pH se situent entre 5,68 et 5,71 pour le fromage additionné avec la poudre de *P. odora*, entre 5,64 et 5,73 pour le fromage additionné avec la poudre de *P. lentiscus* et entre 5,68 et 5,77 pour le fromage additionné avec la poudre de *M. pulegium*.

La matière grasse varie entre 26g/l et 31g/l pour le fromage mélangé avec la poudre de *P. odora*, entre 25,5g/l et 28g/l pour le fromage mélangé avec la poudre de *P. lentiscus* et entre 25g/l à 27g/l pour le fromage mélangé avec la poudre de *M. pulegium*. L'extrait sec total varie entre 51,98g et 58,15g pour le fromage enrichi avec *P. odora*, entre 59,84g et 66,51g pour le fromage enrichi avec *P. lentiscus* et entre 45,92g et 51,74g pour le fromage enrichi avec *M. pulegium*.

La teneur de la matière grasse par l'extrait sec varie entre 42,83% et 59,44 % pour le fromage fabriqué avec *P. odora*, entre 24,09% et 43,97% pour le fromage fabriqué avec *P. lentiscus* et entre 48,31% et 58,79% pour le fromage fabriqué avec *M. pulegium*.

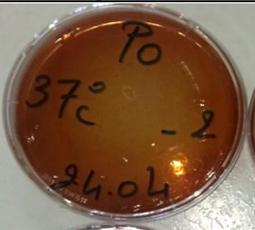
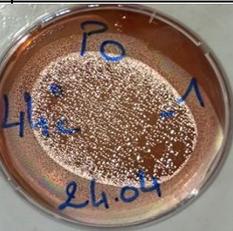
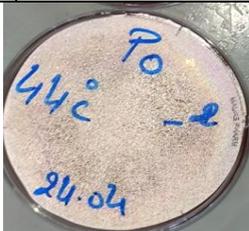
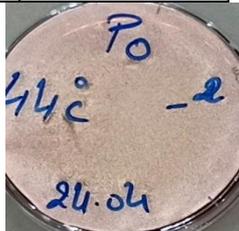
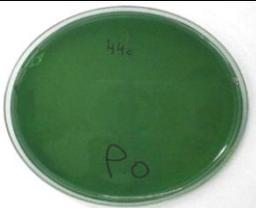
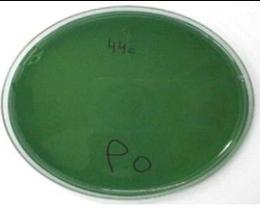
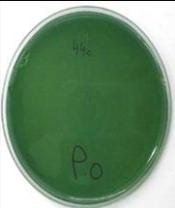
Selon ces résultats on peut conclure que le fromage additionné par les poudres des trois plantes utilisées avec différents concentrations est de bonne qualité physicochimique.

Ce qui renseigne sur le respect des conditions de fabrication et de stockage.

5.3. Les analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 10: Résultats des analyses microbiologiques de produit fini avec *Pulicaria odorat*.

Germes cherchés	<i>Pulicaria odorat</i>			Résultats		
	0.2g	0.4g	0.8g	0.2g	0.4g	0.8g
Coliformes totaux	0	0	0			
Coliformes fécaux	0	0	0			
<i>Salmonella</i>	abs	abs	abs			
<i>staphylococcus aureus</i>	0	0	0			

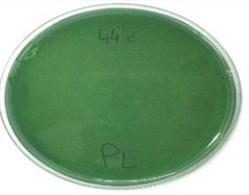
Les données du tableau 9 révèlent une observation particulièrement significative : aucune des bactéries ou germes que nous recherchions n'a été détectée dans le fromage qui avait été enrichi avec de la poudre de *P. odora*, que ce soit à une concentration de 0,2 g, 0,4 g ou 0,8 g.

Cela suggère que la poudre de *P. odora* pourrait avoir des propriétés antimicrobiennes. De plus, cela pourrait ouvrir la voie à des applications potentielles dans l'industrie alimentaire pour prolonger la durée de conservation des produits laitiers et d'autres produits similaires. La poudre

de *P. odora* pourrait être utilisée comme agent conservateur naturel pour maintenir la qualité et la sécurité des aliments sur une plus longue période, offrant ainsi des avantages à la fois pour les producteurs et les consommateurs.

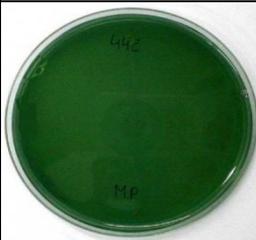
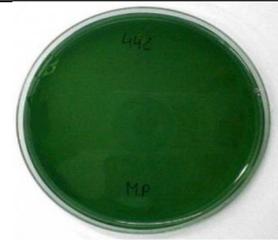
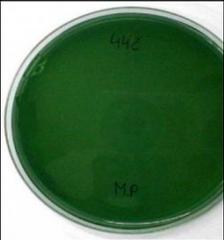
Cependant, il est crucial de poursuivre les recherches pour mieux comprendre le mécanisme d'action de la poudre de *P. odora* sur les micro-organismes, ainsi que son innocuité pour la consommation humaine.

Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques de produit fini avec *Pistacia lentiscus*.

Germes cherchés	<i>Pistacia lentiscus</i>			Résultats		
	Quantité	0.2g	0.4g	0.8g	0.2g	0.4g
Coliformes totaux	0	0	0			
Coliformes fécaux	0	0	0			
<i>Salmonella</i>	abs	abs	abs			
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0			

Les résultats présentés dans le tableau 11 renforcent et confirment de manière convaincante l'absence des micro-organismes recherchés, à savoir les *coliformes totaux et fécaux*, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*, dans le fromage qui a été enrichi avec la poudre de *P. lentiscus*.

Tableau 12 : Résultats des analyses microbiologiques de produit fini avec *Mentha pulegium*.

Germe cherché	<i>Mentha pulegium</i>			Résultats		
	Quantité	0.2g	0.4g	0.8g	0.2g	0.4g
Coliformes totaux	0	0	0			
Coliformes fécaux	0	0	0			
<i>Salmonella</i>	abs	abs	abs			
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0			

Les résultats de la recherche microbiologique concernant l'absence de *coliformes*, de *staphylocoques* et de *salmonelles* dans le fromage enrichi en poudre de *M.pulegium*. En effet, ces résultats sont négatifs, ce qui signifie qu'aucun de ces germes pathogènes n'a été détecté dans les produits finaux.

Cette constatation est particulièrement importante car elle démontre que les produits finaux sont conformes aux normes microbiologiques exigées par le journal officiel Algérien en 2017. En d'autres termes, ces produits répondent aux critères de qualité microbiologique les plus stricts, ce qui reflète une application rigoureuse des bonnes pratiques de fabrication tout au long du

processus de production.

De plus, ces résultats mettent en évidence l'efficacité des traitements thermiques appliqués lors de la fabrication du fromage enrichi en poudres des trois plantes. Les traitements thermiques ont joué un rôle crucial en éliminant les micro-organismes pathogènes potentiels, garantissant ainsi la sécurité alimentaire du produit final.

En conclusion, ces résultats microbiologiques sont une preuve solide de la qualité et de la salubrité des produits alimentaires obtenus en utilisant la poudre de *M.pulegium*, *P.odora* et *P.lentiscus* comme additif. Ils sont encourageants pour l'industrie alimentaire et témoignent de l'engagement envers la sécurité et la satisfaction des consommateurs. Cela renforce également la confiance dans la conformité aux normes et réglementations en vigueur dans le domaine de la production alimentaire.

5.4. Les analyses sensorielles

Les analyses sensorielles ont été évaluées par 32 personnes selon une fiche de dégustation qui comprend quatre paramètres (le goût, l'aspect, la texture et l'odeur).

Les résultats des analyses sensorielles des produits finis fabriqués avec *P.odora* sont illustrés dans le tableau 13.

Tableau 13: Résultats des analyses sensorielles des produits finis avec *Pulicaria odorat*

Paramètre \ Model	Quantité			Témoin
	0,2g	0,4g	0,8g	
Aspect	Blanc avec grain vert très clair	Blanc avec grain vert clair		Blanc
Texture	Humide			Humide et moelleuse
Goût	Bon	Agréable	Passable	Agréable
Odeur	Pas d'odeur anormale			Normale
Nombre de dégustateurs qui aiment le fromage	20	8	4	32

Les résultats des analyses sensorielles des produits finis fabriqués avec *P.lentiscus* sont mentionnés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Résultats des analyses sensorielles des produits finis avec *Pistacia lentiscus*

Paramètre \ Model	Quantité			Témoin
	0,2g	0,4g	0,8g	
Aspect	Blanc avec des grains marron clair	Blanc avec des grains marron		Blanc
Texture	Humide			Humide et moelleuse
Goût	Agréable	Bon	Passable	Agréable
Odeur	Pas d'odeur anormale		Mauvais	Normale
Nombre de dégustateurs qui aiment le fromage	21	8	3	32

Les résultats des analyses sensorielles des produits finis fabriqués avec *M.pulegium* sont illustres dans le tableau 15.

Tableau 15: Résultats des analyses sensorielles des produits finis avec *Mentha pulegium*.

Paramètre \ Model	Quantité			Témoin
	0,2g	0,4g	0,8g	
Aspect	Blanc avec grain vert très clair	Blanc avec grain vert clair		Blanc
Texture	Humide			Humide et moelleuse
Goût	Bon	Agréable	Passable	Agréable
Odeur	Pas d'odeur anormale			Normale
Nombre de dégustateurs qui aiment le fromage	10	18	4	32

Les résultats du test de dégustation mené sur ces fromages, élaborés en fonction de ces différentes plantes et concentrations de poudre, sont particulièrement intéressants.

Tout d'abord, le fromage incorporé avec 0,4 g de *Mentha puligium* a obtenu un pourcentage d'appréciation de 56,25 %, ce qui montre que les dégustateurs ont manifesté une certaine préférence pour cette variante. Cela indique que la présence de *Mentha puligium* a apporté des qualités sensorielles positives au fromage, que ce soit en termes de goût, d'odeur, de texture ou d'aspect.

De même, le fromage enrichi avec 0,2 g de *Pulicaria odorata* a obtenu un pourcentage élevé d'appréciation, soit 62,5 %. Cette variante a également été bien accueillie par les dégustateurs, ce qui suggère que la présence de *Pulicaria odorata* a amélioré la qualité sensorielle du fromage de manière

significative.

Enfin, le fromage incorporé avec 0,2 g de *Pistacia lentiscus* a obtenu le pourcentage d'appréciation le plus élevé, à savoir 65,62 %. Cela signifie que cette variante a été la plus préférée parmi toutes les options. La poudre de *Pistacia lentiscus* semble avoir contribué de manière significative à l'amélioration des caractéristiques sensorielles du fromage, notamment en ce qui concerne le goût, l'odeur, la texture et l'aspect.

En résumé, ces résultats témoignent que le fromage fabriqué avec 0,2 g de poudre de *Pistacia lentiscus* a été préféré par rapport aux autres fromages produits. De plus, ils soulignent que les paramètres sensoriels tels que le goût, l'odeur, la texture et l'aspect ont tous montré des résultats très satisfaisants dans l'ensemble. Cela suggère que l'utilisation de ces plantes et de leurs concentrations spécifiques a un impact positif sur la qualité sensorielle des produits alimentaires, ce qui pourrait être un atout important pour l'industrie alimentaire et la satisfaction des consommateurs.

Les figures suivantes présentent les produits finis fabriqués à partir de différentes plantes, avec différentes concentrations de poudre (0,2 g, 0,4 g et 0,8 g).



Figure 12 : produits finis à base de différents concentrations (0,2 ;0,4 ;0,8g/100g fromage) de la poudre du *Pulicaria odorat*.



Figure 13: produits finis à base de différents concentrations (0,2 ;0,4 ;0,8g/100G fromage) de la poudre du *Pistascia lentiscus*.



Figure 14: produits finis à base de différents concentrations (0,2 ;0,4 ;0,8g/100G fromage) de la poudre du *Mentha puligium*.

Conclusion générale

Conclusion

La fabrication de fromage additionnée de plantes médicinales présente des opportunités pour créer des produits innovants, nutritifs et sensoriellement riches, tout en valorisant les bienfaits des plantes médicinales dans l'alimentation humaine.

Cette étude visait l'incorporation de la poudre du *Pulicaria odora*, du *Pistacia lentiscus* et du *Mentha pulegium* qui sont traditionnellement consommées et qui présentent diverses propriétés biologiques intéressantes dans le fromage fondu pour améliorer sa qualité nutritionnelles et son effet antioxydant.

Au cours de cette étude, nous avons pu dégager les conclusions suivantes :

La richesse des trois plantes étudiées en tannins galliques et totaux, flavonoïdes et saponines avec l'absence des irridoloïdes et caroténoïdes.

La richesse des plantes utilisées en composés phénoliques avec une teneur de $44,43 \pm 4,47$ mg EAG /gES pour *P.odora* et $44,79 \pm 4,48$ mg EAG /gES pour *P.lentiscus* et $9,47 \pm 1,64$ mg EAG /gES pour *M.pulegium*.

L'activité anti-radicalaire la plus élevée a été observée chez *P.lentiscus*, 70% suivie par *M. pulegium* 59% enfin *P. odora* 54%, avec des IC50 respectives de 70ug/ml ,100ug/ml et 160 ug/ml.

Concernant les fromages incorporés avec les différentes concentrations de poudres végétales, tous les produits finis ont présentés des paramètres physicochimiques qui sont conformes aux normes tolérées par le journal officiel JORA 2017. Ils ont montré une bonne qualité microbiologique, cependant, le test de dégustation a permis de sélectionner le fromage additionné à 0.2 g pour 100 g de fromage (0.2%) comme produit présentant les meilleurs caractéristiques organoleptiques surtout pour la poudre de *Pistacia lentiscus*.

Aussi, il est à signaler que d'après la littérature, les plantes utilisées durant cette étude sont souvent riches en nutriments, vitamines, minéraux et antioxydants. Donc, leur incorporation dans le fromage peut améliorer sa valeur nutritionnelle et apporter des valeurs bénéfiques pour la santé.

Comme complément à ce travail, il sera souhaitable :

- D'étudier l'effet de l'incorporation des poudres végétales sur la valeur nutritionnelle de fromage ;
- D'étudier l'activité anti-inflammatoire et antibactérienne des plantes utilisées ;
- D'incorporer la poudre de ces plantes dans d'autres produits alimentaires.

Références
bibliographiques

Référence bibliographique

A

- Anonyme1:
https://www.florealpes.com/fiche_menthapulegium.php?zoomphotod=2&PHPSSESSID=007e613d5439c0b2945d31d8492e8918
- Abdelli, M., Moghrani, H., Aboun, A., & Maachi, R. (2016). Algerian Mentha pulegium L. leaves essential oil: Chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities. *Industrial Crops and Products*, 94, 197-205.
- Abi Azar, R. (2007). *Complexation des protéines lactières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus* (Doctoral dissertation, AgroParisTech).
- Aganga, A. A., & Mosase, K. W. (2001). Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of Lonchocarpus capassa, Zizyphus mucronata, Sclerocarya birrea, Kirkia acuminata and Rhus lancea seeds. *Animal Feed Science and Technology*, 91(1-2), 107-113
- Alais C., Linden G., 1997. Abrégé de biochimie alimentaire. 4ème Ed. Masson, 248 p.
- Andersen, O. M., & Markham, K. R. (Eds.). (2005). *Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications*. CRC press.
- Amara, N., Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kaibouche, N., Laissaoui, O., & Boufridi, A. (2017). Applications potentielles de l'huile essentielle de lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) comme conservateur alimentaire naturel. *Phytothérapie*, 1-9
- Andre, P Zayed, J., Ducic, S., Campanella, G., Panisset, J. C.,, Masson, H., & Roy, M. (1990). Facteurs environnementaux dans l'etiologie de la maladie de Parkinson. *Canadian journal of neurological sciences*, 17(3), 286-291.
- Antolovich, M., Prenzler, P. D., Patsalides, E., McDonald, S., & Robards, K. (2002). Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*, 127(1), 183-198.
- Arab, K., Bouchenak, O., & Yahiaoui, K. (2014). Phytochemical study and evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of essential oils and phenolic compounds of Pistacia lentiscus L. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 6(1), 77-91.
- Aruoma, O. I. (1998). Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health

and disease. *Journal of the American oil chemists' society*, 75(2), 199-212.

- Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., ... & Atmani, D. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food chemistry*, 112(2), 303-309.
- Attard, M, Durante, C., Montesano, T., Torlontano, M.,, Monzani, F., Tumino, S., ... & PTC Study Group. (2013). Papillary thyroid cancer: time course of recurrences during postsurgery surveillance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 98(2), 636-642.
- Attia, H., Kherouatou, N., & Ayadi, J. (2000). Acidification chimique directe du lait: Correlation entre la mobilité du matériel micellaire et les micro et macrostructures des laits acidifiés. *Sci. Aliment*, 20, 289-307.
- Arousseau, B. (2002). Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage: conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits. *INRAE Productions Animales*, 15(1), 67-82.
- Awor., et Samseny R-R., (2003). Contribution à l'étude phytochimique d'une plante traditionnellement utilisée comme poison d'épreuve au Gabon : le *Strychnos Icaja* Baillon (Mbundu), Loganiacée. Thèse, Université de Bamako, Faculté de Médecine, de Pharmacie Et d'Odonto - Stomatologie, Mali.

B

- Baba Aissa F. 1999. Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Edition: Librairie Moderne- ROUIBA. 368p.
- Baborun, T., Gressier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., ... & Pinkas, M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-forschung*, 46(11), 1086-1089.
- Balan, K. V., Prince, J., Han, Z., Dimas, K., Cladaras, M., Wyche, J. H., ... & Pantazis, P. (2007). Antiproliferative activity and induction of apoptosis in human colon cancer cells treated in vitro with constituents of a product derived from *Pistacia lentiscus* L. var. chia. *Phytomedicine*, 14(4), 263-272.

- Bammou, M., Daoudi, A., Slimani, I., Najem, M., Bouiamrine, E. H., Ibijbijen, J., & Nassiri, L. (2015). Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of applied biosciences*, 86, 7966-7975.
- Bartosz, G. (2003). Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comments on Toxicology*, 9(1), 5-21..
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., & Panovska, T. K. (2009). Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. *Comptes Rendus Chimie*, 12(12), 1259-1266.
- Benabdellah, A., & Chaabane, R. (2017). *Etude écophysiological, développement et importance des plantes médicinales du genre Mentha dans le Parc National d'El-Kala (Nord-Est Algérie)* (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- Bonnier, G., Douin, R., 1990. La grande flore en couleurs. Ed. Belin. Paris. Belin "3". Pp: 214. Belin "4". Pp: 892.
- Boughdad, A., Elkasimi, R., & Kharchafi, M. Afpp–Neuvième Conférence Internationale Sur Les Ravageurs En Agriculture Montpellier–26 Et 27 Octobre 2011 Activite Biologique Des Huiles Essentielles De Mentha Sur *Callosobruchus Maculatus* (F.)(Coleoptera, Bruchidae).
- Boukhebti, H., Chaker, A. N., Belhadj, H., Sahli, F., Ramdhani, M., Laouer, H., & Harzallah, D. (2011). Chemical composition and antibacterial activity of *Mentha pulegium* L. and *Mentha spicata* L. essential oils. *Der Pharmacia Lettre*, 3(4), 267-275.
- Boumaraf, M., Mekkiou, R., Benyahia, S., Chalchat, J. C., Chalard, P., Benayache, F., & Benayache, S. (2016). Essential oil composition of *Pulicaria undulata* (L.) DC.(Asteraceae) growing in Algeria. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res*, 8, 746-749.
- Boutonnier, J. L. Roustel, S., & (2015). Fromage fondu: technologie de fabrication et contrôle qualité.
- Boutonnier J.L, 2000. Fabrication du fromage fondu. Technique de l'ingénieur, F6310.
- Boyd B., Ford C., Koepke M.C., GaryK., Horn E., McAnalley S. et McAnalley B. 2003 : Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en

- bonne santé. *Glycoscience& Nutrition*. 4 (6):7. (cited in Mohammedi Z, 2005).
- Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M. H., Shams-Ardekani, M. R., & Rahimi, R. (2013). Five Pistacia species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): a review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *The Scientific World Journal*, 2013
 - Brown, A. C. (2018). *Understanding food: principles and preparation*. Cengage learning.
 - Brule. G, Lenoir. J et Remeuf. F, (1997), La micelle de caséine et la coagulation du lait en fromage. 3ème Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
 - Bruneton J. 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Paris.pp. 484–507. Carré, P.(1953).Précis de technologie et de chimie industrielle .Tome3.,Ed ;Ballière,JB.et fils. France .Paris. In :Bekhchi,C.(2002) .Analyse d’huile essentielle d’*Ammoides verticillata* (nunkha) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir antimicrobien .Thèse de magister
 - Burda, S., & Oleszek, W. (2001). Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(6), 2774-2779.

C

- Carole.L Et Vignola.M. (2002). Science et technologie du lait : Transformation du lait. Ed, presses internationales polyethniques, Québec Inc, 600p.
- Choisy. C, Desmazeaud. M, Gueguen. M, Lenoir. J, Schmidt. J-L et Tourneur. C, (1997) a. La biochimie de l’affinage. In « le fromage ». Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- Codex standard 283-1978, norme général pour le fromage –Lait et produit laitières, 2ème édition .p1.d’origine animale, 48p.
- Communiqué de l’Académie nationale de médecine, 6 décembre 2006 [archive].
- Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- Cronquist A.J. (1988). The evaluation and classification of flowering plants, 2nd. Edit., New York, New York Bot.Garden. P 566

D

- Dalgleishd .G., 1982. The enzymatique coagulation of milk. In developments in dairy chemistry - 1- Proteins (Coord. FOX P.F.) A.S. Publishers, 410 p.
- Dauphin,P, & J. C. Aniotbéhère,1997.- Les Galles de France (2e édition). Linn. Bordeaux, Tome 2.
- Debbabi, H., Nemri, K., & Riahi, H. (2017). Antimicrobial effects of Pistacia lentiscus L. foliar extracts on fresh turkey breast cutlets. *Journal of New Sciences*, 40, 2144-2152.
- Deuterium/hydrogen ratio analysis of thymol, carvacrol, c-terpinene and p-cymene in thyme, savory and oregano essential oils by gas chromatography–pyrolysis–isotope ratio mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1132(1–2), 219–227.
- Dfi (Département Fédéral de l’Intérieur), 2009. Ordonnance sur les denrées Alimentaires d’origine Animale, 48p.
- Djermane, N., & Gherraf, N. (2013). Extraction des métabolites secondaires des plantes médicinales. Thèse doctorat.
- Donnelly .C.W. (2014). Cheese and Microbes. ASM Press, NW, Washington, DC, 350 pages.

E

- Eck .A, Gillis J.C. (1997). Le Fromage. 3ème édition. Lavoisier. Tec et Doc.891p.
- Eck .A. (1987). Le fromage. 2ème édition. Technique et documentation. Lavoisier, paris 390p.
- Elez Garofulić, I., Kruk, V., Martić, A., Martić, I., Zorić, Z., Pedisić, S., ... & Dragović-Uzelac, V. (2020). Evaluation of polyphenolic profile and antioxidant activity of Pistacia lentiscus L. leaves and fruit extract obtained by optimized microwave-assisted extraction. *Foods*, 9(11), 1556.
- El Gharras, H. (2009). Polyphenols: food sources, properties and applications—a review. *International journal of food science & technology*, 44(12), 2512-2518.
- Emberger, L., Chadeaud, M. (1960). Traité De Botanique. Edition : Masson & Cie,

Tome

II, Paris. P 1540

- Ezoubeiri, A., Gadhi, C. A., Fdil, N., Benharref, A., Jana, M., & Vanhaelen, M. (2005). Isolation and antimicrobial activity of two phenolic compounds from *Pulicaria odora* L. *Journal of ethnopharmacology*, 99(2), 287-292.

F

- Fiorucci, S. (2006). Activités biologiques de composés de la famille des flavonoïdes: Approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. *Université de Nice*, 211.

G

- Gastaldi-Bouabid, E. (1994). *Etude de l' évolution des micelles de caséine au cours de l' acidification: mise en évidence d'un état de transition entre pH 5, 5 et pH 5, 0* (Doctoral dissertation, Montpellier 2)
- Gelais et al. (2002) ; Katz et Weaver, 2003, in: Boukabou Meriem et Khirouni Djehina *Etude de l'effet d'addition de l'ail au fromage frais sur sa qualité physico-chimique et microbiologique*. Guelma.4p
- Georgetti S.R., Casagrande R., Di Mambro V.M., Azzolini Ana ECS. Et Fonseca Maria J.V., 2003: Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the chemiluminescence method. *American Association of Pharmaceutical Scientists*. 2: 5p.
- German.L. (1976). *le traitement des eaux*. Edition Technique et Documentation. Paris, 147p.
- Guiraud. J. P, (2003), *Microbiologie alimentaire*, édition DUNOD, Tec et Doc Lavoisier, Paris, P 652.

H

- Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Noumi, E., Snoussi, M., Fallah, H., Ksouri, R., & Bakhrouf, A. (2009). Biological activities of the essential oils and methanol extract of two cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25, 2227-2238.
- Hartmann, T. (2007). From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*, 68(22-24), 2831-2846
- Hussein, S. R., Marzouk, M. M., Soltan, M. M., Ahmed, E. K., Said, M. M., & Hamed, A. R. (2017). Phenolic constituents of *Pulicaria undulata* (L.) CA Mey. sub sp. *undulata* (Asteraceae): Antioxidant protective effects and chemosystematic significances. *Journal of food and drug analysis*, 25(2), 333-339.

I

- Iauk, L., Ragusa, S., Rapisarda, A., Franco, S., & Nicolosi, V. M. (1996). In vitro antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* L. extracts: Preliminary report. *Journal of chemotherapy*, 8(3), 207-209

K

- Karumi, Y. (2004). Identification of Active Principles of *M. balsamina* (Balsam Apple) Leaf Extract Y. Karumi," PA. Onyeyili and "VO Ogugbuaja. *Journal of Medical Sciences*, 4(3), 179-182.
- Kibouaa, 1992. Qualité du fromage fondu pasteurisé fabriqué à l'unité Boudouaou Thèse d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique, 90p. l'industrie agro-alimentaire, 2ème éd, Lavoisier, Paris.
- Koutsoudaki, C., Krsek, M., & Rodger, A. (2005). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* Var. chia. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(20), 7681-7685.

L

- Lamaison, J. L., & Carnart, A. (1991). Teneurs en principaux flavonoïdes des fleurs et des feuilles de *Crataegus monogyna* Jacq. et de *Crataegus laevigata* (Poiret) DC. en fonction de la période de végétation. *Plantes médicinales et phytothérapie*, 25(1), 12-16.
- Lemordant, D., Boukef, K., Bensalem, M. (1977). Plantes utiles et toxiques de Tunisie, *Fitoterapia*, 48, p : 191-214.
- Lin, Y. T., Vattem, D., Labbe, R. G., & Shetty, K. 2005: Enhancement of antioxidant activity and inhibition of *Helicobacter pylori* by phenolic phytochemical-enriched alcoholic beverage. *Process Biochemistry*, 40(06), 2059-2065
- Luquet .1990. Lait et produits laitiers : vache, brebis chèvre. Tome II, Tech. Et Doc

M

- Manthey, J. A.,2000: Biological properties of flavonoids pertaining to inflammation. *Microcirculation*, 7(S1).
- M. Škerget, P. Kotnik, M. Hadolin, A. R. Hraš, M. Simonič, and Ž. Knez, “Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities,” *Food Chem.*, vol. 89, no. 2, 2005, doi: 10.1016/j.foodchem.2004.02.025.

N

- Nhu-Trang, T. T., Casabianca, H., & Grenier-Loustalot, M. F. (2006). Deuterium/hydrogen ratio analysis of thymol, carvacrol, γ -terpinene and p-cymene in thyme, savory and oregano essential oils by gas chromatography–pyrolysis–isotope ratio mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1132(1-2), 219-227.
- N’Guessan, K., Kadja, B., Zirihi, G., Traoré, D., & Aké-Assi, L. (2009). Screening

phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Kroubo (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6(1).

O

- Orrù, G., Demontis, C., Mameli, A., Tuveri, E., Coni, P., Pichiri, G et D'hallewin, G. (2017). The selective interaction of Pistacia lentiscus Oil vs. human Streptococci, an old functional food revisited with new tools. *Frontiers in Microbiology*. 8, 2067.
- Owen P. et Johens T., 1999. Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*. 64, 149-160.

R

- Rahman A.U., Nasim S., Baig I., Jalil S., Orhan I., Sener B. et Choudhary M.I. ,2003: Antiinflammatory isoflavonoids from rhizomes of *Iris germanica*. *Journal of Ethnopharmacology*, 86, 2-3: 177-180
- Rameau J.C., Mansion D., Dumé G., Gauberville C. (2008). Flore forestière française. Tome II, Région méditerranéenne. P 2419.
- Ramet. J. P, (1985) La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéens. Ed. Etude FAO. Production et santé animale, P 187.
- Ramet. J. P, (1987), La préparation du caillé: La présure et les enzymes coagulantes. Dans *Le fromage* (Coord. ECK A.), Ed. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, P 539
- Ramet. J. P, (1997), L'égouttage du coagulum. Dans *Le fromage* (Coord. Eck A. et Gillis J.C.). Ed. Tec & Doc, Lavoisier, P 43.
- Remila, S., Atmani-Kilani, D., Delemasure, S., Connat, J. L., Azib, L., Richard, T., & Atmani, D. (2015). Antioxidant, cytoprotective, anti-inflammatory and anticancer activities of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. *European Journal of Integrative Medicine*, 7(3), 274-286.
- Ribéreau-Gayon P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Ed: Dunod. Paris, P: 173- 201.
- Rodríguez-Pérez, C., Quirantes-Piné, R., Amessis-Ouchemoukh, N., Madani, K., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutierrez, A. (2013). A metabolite-profiling

approach 65 allows the identification of new compounds from *Pistacia lentiscus* leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*.77, 167-174.

- Roubaudi L. (2011). Compte rendu de la section botanique dans les îles d'hygères du 14 au 16 mai 2011. In *Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon*, 80 (9-10). P 227-.

S

- Samir, M., Imen, S., Mouloud, G., Laid, B., & Hacène, B. Etude phytochimique et activités biologiques d'une plante médicinale de la région de m'sila *Mentha pulegium* L.
- Szafranski, F., Bloszyk, E., & Drozd, B. (1991). Activité biologique des extraits de quelques plantes des environs de Kisangani (Zaire). *Belgian journal of botany*, 60-70.

T

- Tamert, A. (2016). *Labiées des monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel abbès): histologie et phytochimie* (Doctoral dissertation).
- Tison, J.-M. & de Foucault, B. 2014. *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope Éditions, Mèze. xx + 1196 pp.
- Touati, N., Saidani, K., Boudries, H., Hammiche, H., Ouazene, N., & Bedjou, F. (2018). Antibacterial activity of phenolic compounds of *Pulicaria odora*, wild plant in northern Algeria. *International Food Research Journal*, 25(5), 2021-2030.

W

- Weber, F. (1987), L'égouttage Du Coagulum. Dans *Le Fromage* (Coord. Eck A), 2ème Edition, P 122.
- Web references: <http://www.tela-botanica.org>.

Z

Référence bibliographique

- Zefzoufi, M., Fdil, R., Bouamama, H., Mouzdahir, A., Sraidi, K., & Abouzaid, A. (2020). Pulicaria odora essential oil: A potential source of eco-friendly antioxidants and allelochemicals. *Mediterr. J. Chem*, 10, 608-618.

Annexe 1**Présentation de l'unité**

Une partie de notre travail a été réalisé au niveau de l'unité de production du lait et les dérivés laitiers Boudouaou appartiennent à l'office régional du lait et produits laitiers du centre (OROLAC)

La laiterie fromagerie de Boudouaou est une société par action avec un capital social de deux cent millions de dinars (200 000 000), située à l'entrée de la ville de Boudouaou dans la wilaya de Boumerdès (à environ 40km d'Alger). Sa superficie est de 80.000m² .elle a comme activité principale la production et commercialisation des laits et des produits laitiers.

Elle a été créée dans les années 70 par un particulier, sous le nom société de fromage de la Mitidja «SOFROMI». Elle a été spécialisée dans la fabrication des fromages, mais après sa nationalisation en 1975 et son intégration au patrimoine de l'ONALAIT, l'unité est devenue l'unité de production laitière UPL02.

1957 : construction de l'unité de Boudouaou.

1978: entrée de production.

1987 : création des altères de poudre de laits instantanée et de fromage fondu stérilisé.

1998 : mise en service d'une station de traite des eaux.L'unité de production est constituée de quatre ateliers :

- Atelier de production de lait pasteurisé.
- Atelier de production de fromage fondu pasteurisé(en barre, en portions).
- Atelier de production de fromage stérilisé.
- Atelier de production de fromage de type EDAM.

Elle dispose aussi:

- Des magasins pour le stockage des matières premières (cheddar, poudre de lait).
- Une salle de préparation de l'emballage.
- Un laboratoire d'analyse et de contrôle de qualité.
- Chambre froide.

L'unité de laiterie et fromagerie de Boudouaou assure la production de :

-lait pasteurisé conditionné de 1L.

-lait acidifié fermenté LBEN de 1L.

-fromage fondu en portion 240g.

-fromage non cuit à patte pressé (EDAM) (boule de 1kg).

-fromage fondu stérilisé en boîte métallique de 200g.

Annexe2 :

Milieux de culture	Verreries	Réactifs	Appareils
Gélose viande de foie	Tubes à essai	Phénolphtaléine	Incubateur
Gélose désoxycholate	Flacons	Alcool iso-amylique	Bain marie
Milieu BCPL	Fioles	Acide sulfurique	Balance
Milieu PCA	micropipettes	Folin-ciocalteau	Centrifugeuse
Milieu BP	béchers	Carbonate de sodium	Dessiccateur
Milieu SFB		Chlorure d'aluminium	pH mètre
		Acide gallique	agitateur
		Quercitine	
		Ethanol	
		DPPH	

Résumé :

Dans le but d'améliorer la valeur nutritionnelle et la qualité organoleptique d'une variété de fromage par l'incorporation des plantes traditionnellement consommées (*Pulicaria odora*, *Pistacia lentiscus* et *Mentha pulegium*), on a étudiée certaines propriétés de ces plantes telles que la détermination de la teneur des polyphénols et des flavonoïdes et l'étude de leur activité antioxydante avec la méthode du piégeage des radicaux libres DPPH.

Les résultats ont montrés la présence des composés polyphénoliques chez les trois plantes avec des valeurs différents : 44,43±4,47 mg E AG/g ES pour *Pulicaria odora*, 47,79±4,48 mg E AG /g ES pour *Pistacia lentiscus* et 9,47±1,64 mgEAG/g ES pour *Mentha pulegium*. Les teneurs des flavonoïdes pour *P. odora*, *P. lentiscus* et *M. pulegium* sont 13,4 ±0,43 mg E Q/g ES ; 5,009 ±1,68 mg E Q/g ES ; 21,81±2,60 mg E q/g ES, respectivement. Tandis que l'activité antioxydante représentée par des IC50, les résultats ont montré que c'est l'extrait éthanolique des graines de *P. lentiscus* qui a donné la meilleure activité avec une IC50 de 70ug/ml suivie par l'extrait des feuille de *Mentha pulegium* avec une 100 ug/ml enfin l'extrait éthanolique des feuilles de *Pulicaria odora* avec 160 ug/ml Cependant, les résultats d'incorporation des poudres végétales dans le fromage fondu ont montrés des produits avec un gout agréable (fromage fabriqué avec : 0,2g pour *P.odora* et *P.lentiscus* et 0,4g pour *M.pulegium*) à qualités physicochimiques et microbiologiques conformes aux normes exigées.

Les mots clés : activité antioxydante, polyphénols, *Pulicaria odora*, *Pistacia lentiscus*, *Menthaplegium*

Summary:

To improve the nutritional value and organoleptic quality of a variety of cheese by incorporating traditionally consumed plants (*Pulicaria odora*, *Pistacia lentiscus* and *Mentha pulegium*), certain properties of these plants have been studied, such as determining the content of polyphenols and flavonoids and studying their antioxidant activity with the method of trapping free radicals DPPH.

The results increased the presence of polyphenolic compounds in the three plants with different values: 44.43 4.47 mg E AG/g ES for *Pulicaria odora*, 47.79 4.48 mg E AG/g ES for *Pistacia lentiscus* and 9.47 1.64 mgEAG/g ES for *Mentha pulegium*. The levels of flavonoids for *P. odora*, *P. lentiscus* and *M. pulegium* are 13.4 0.43 mg E Q/g ES; 5.009 1.68 mg E Q/g ES; 21.81 2.60 mg E q/g ES, respectively. While the antioxidant activity represented by IC50, the results showed that it is the ethanol extract of the seeds of *P. lentiscus* that gave the best activity with an IC50 of 70ug/ml followed by the extract of the leaves of *Mentha pulegium* with a 100 ug/ml finally the ethanol extract of the leaves of *Pulicaria odora* with 120 ug/ml However, the results of the incorporation of vegetable powders into the processed cheese showed products with a pleasant taste (cheese made with: 0.2g for *P.odora* and *P.lentiscus* and 0.4g for *M.pulegium*) with physicochemical and microbiological qualities in accordance with the required standards.

Keywords: antioxidant activity, polyphenols, *Pulicaria odora*, *Pistacia lentiscus*, *Menthaplegium*

ملخص :

و (Pulicaria odora) لتحسين القيمة الغذائية والجودة العضوية لمجموعة متنوعة من الجبن من خلال دمج النباتات المستهلكة تقليدياً ، تمت دراسة بعض خصائص هذه النباتات، مثل تحديد محتوى البوليفينول (*Pistacia lentiscus* و *Mentha pulegium*) والفلافونويد ودراسة نشاطها المضاد للأكسدة بطريقة احتجاز الجذور الحرة.

لـ E AG/g ES زادت النتائج من وجود المركبات متعددة الفينولات في النباتات الثلاثة ذات القيم المختلفة: 4.47 44.43 ملغ Pulicaria odora ، 47.79 4.48 ملغ E AG/g ES لـ Pistacia lentiscus و 1.64 9.47 ملغ E AG/g ES و 9.47 1.64 ملغ E AG/g ES لـ Pistacia lentiscus و 1.68 5.009 ؛ E Q/g ES 21.81 ؛ 5.009 1.68 ملغ E Q/g ES ؛ 21.81 2.60 ملغ E q/g ES ، على التوالي. في حين أن النشاط المضاد للأكسدة الذي يمثلته 2.60 E q/g ES ، أظهرت النتائج أن مستخلص الإيثانول IC50 ، على التوالي. في حين أن النشاط المضاد للأكسدة الذي يمثلته 2.60 E q/g ES من 70 ميكروغرام/مل متبوعاً باستخراج أوراق منثا بوليجيوم مع IC50 هو الذي أعطى أفضل نشاط مع *P. lentiscus* من بذور و *P.lentiscus* و *P.odora* مع 0.2 120 جرام لـ Pulicaria odora 100 ميكروغرام/مل أخيراً مستخلص الإيثانول من أوراق مع صفات فيزيائية كيميائية وميكروبيولوجية وفقاً للمعايير المطلوبة (*M.pulegium* 0.4 جرام لـ).

الكلمات الرئيسية: نشاط مضاد للأكسدة، بوليفينول، *Mentha pulegium* ، *Pulicaria odora*، *Pistacia lentiscus*