

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

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

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences alimentaires

Spécialité : Technologie agroalimentaire et control de qualité

Présenté par :

ALANE Chaima & NEBHI Yasmina

Thème

**Potentiel antioxydant d'extraits de *salvia hispanica* ,
plantago ovata et *nigella sativa***

Soutenu le : 07 / 07 /2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme HADIDI LILA

MCB

Univ. Bouira

Présidente

Mme MOUDACHE MESSAAD

MCA

Univ. Bouira

Promotrice

Mme IDER DJAMILA

MCB

Univ. Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2021/2022



Remerciement

Premièrement et avant tout, on remercie Dieu, le tout-puissant, qui nous a donné la force et le courage pour poursuivre nos études.

On exprime toute notre gratitude à notre promotrice Mme MOUDACHE pour avoir encadré ce mémoire. Sans ses orientations et suggestions les plus inestimables, ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour.

On exprime toute notre gratitude aux membres du jury pour avoir bien voulu évaluer notre travail de recherche.

On tient à remercier particulièrement tout le corps professoral du département Agro-alimentaire qui nous a fait bénéficier d'une formation pluridisciplinaire et tous ceux, qui, de près ou loin ont participé à la rédaction de ce mémoire.

Dédicace

Que ce travail témoigne de mes respects:

À mes parents : grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux, je prie le bon dieu de les bénir, de veiller sur eux en espérant qu'ils seront toujours fiers des moi.

À mes deux sœurs: Loubna et Chahrazed

Mes anges et mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse. Merci pour tous les instants de bonheur que vous m'avez offerts.

À toute ma famille

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respects et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

À tous mes amis (es)

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

À mon cher binôme <Yassmina>

CHAIMA

Dédicace

Que ce travail témoigne de mes respects:

A mes parents : grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux, je prie le bon dieu de les bénir, de veiller sur eux en espérant qu'ils seront toujours fiers des moi.

À mes deux sœurs: Soumia et Habiba

À mes Frères : Mouhamed et Oussama et Adel

Mes anges et mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse. Merci pour tous les instants de bonheur que vous m'avez offerts.

À toute ma famille

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respects et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

À tous mes amis (es)

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

A ma deuxième famille, à qui j'espère être leur fille vertueuse : le père d'Amir et la maman d'Amir, Mounia et Noureddine

Et enfin, au gardien de mes secrets et de la joie de mon cœur, à mon partenaire de vie qui m'a appris le sens de la vie, mon mari, Amir

À mon cher binôme <Chaïma>

YASMINA

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur l’emballage alimentaire

I .Emballages alimentaire.....	3
I.1.Définition	3
I.2. Les fonctions d’emballage	3
I.3. Matériaux d’emballage	3
I.3.1.Le plastique	3
I.3.2.Le verre.....	3
I.3.3.Les métaux.....	3
I.3.4.Le papier et le carton.....	4
I.4. Rôle de l’emballage alimentaire	4
I.5.Classification de l’emballage alimentaire	4
I.5.1.L’Emballage primaire.....	4
I.5.2.L’Emballage secondaire.....	4
I.5.3.L’Emballage d’expédition.....	5
I.5.4.L’Emballage de transport.....	5
II .Emballage actif.....	5
II.1. Emballages actifs antioxydants.....	6
II.2 .Emballages actifs antimicrobiens.....	6
III.L’emballage comestible.....	7
III.1.Composition des films et l’emballage comestibles.....	7

Chapitre II : Généralités sur les graines

I. La graine de <i>Salvia hispanica</i>	8
I.1.Généralité sur <i>Salvia hispanica</i> L.....	8
I.2.Description.....	8
I.3. Caractéristiques morphologiques de <i>Salvia hispanica</i>	9
I.4.Classification botanique de <i>Salvia</i>	9
I.5.Composition de graines de chia et	10
I.6. Intérêts du chia	10
I.6.1. Intérêts nutritionnels	10
I.6.2. Intérêts thérapeutique	12
II. La graine de <i>Nigella sativa</i>	12

II.1.Généralité sur <i>Nigella sativa</i>	12
II.2.Aspect botanique de <i>Nigella sativa</i> L.....	12
II.3.Composition chimique des graines de <i>nigella sativa</i>	13
II.1.Polyphénols et flavonoïdes.....	13
II.2.Alcaloïdes	14
II.4.Utilisation culinaires et dans la médecine traditionnelle	14
II.5.Toxicité de la Nigelle.....	15
III. La graine de <i>Plantago ovata</i>	15
III.1 Définition.....	15
III.2.Distribution culture et description botanique et classification	15
III.3.Constituants chimiques.....	16
III.4.Propriétés médicinales.....	17
III.4.1. Activité laxative.....	17
III.4.2 .Activité hypoglycémiant et hypocholestérolémiant.....	17
III.5.Les effets thérapeutiques.....	18

Partie expérimentale

I. Matériel et méthodes	19
I.1. Matériel végétal.....	19
I.2. Préparation du matériel végétal.....	19
I.3.Les analyses physico-chimique	19
I.4. Extraction et dosage des composés phénoliques.....	20
I.5. Activité antioxydante des extraits de chia, psyllium et nigelle.....	21
I.5.1. Pouvoir réducteur ferrique.....	22
I.5.2.Activité anti-radicalaire du DPPH.....	22
I.6.Extraction des polysaccharides	23
I.7.Développement d'un emballage biodégradable à base des polysaccharides de <i>plantago ovata</i>	24
I.1.5. Effet Antioxydant du biofilm sur la viande fraîche.....	25
I.1.5.1. Préparation et emballage de la viande.....	25
I.1.5.2. Dosage de substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARS).....	25
II. Résultats et discussion	27
II.1.Les analyses physico-chimique.....	27
II.2.Teneurs en composés phénoliques.....	27
II.2.1.Teneurs en phénols totaux solubles.....	27
II.2.2. Teneur en flavonoïdes.....	28

II.3. Activité antioxydant des extraits de chia, psyllium et nigelle.....	29
II.3.1.Pouvoir Réducteur du Fer.....	29
I.3.2.Activité anti radicalaire du DPPH	30
II.6. Discussion générale.....	33
Conclusion et perspective.....	35
Référence bibliographique	
Annexes	
Résumé	

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

CEE : Communauté économique européenne

CSAH : Le comité scientifique de l'alimentation humaine

D : Coefficient de diffusion

DPPH : 2, 2 –diphenyl-1-picrylhydrozyl

GS-MS : Chromatographie en phase gazeuse spectrométrie de masse

LDL : Lipoprotéine de basse densité

MS : Matière sèche

Mg EQ AA / mg Ms : Milligramme équivalent d'acide ascorbique par milligramme de la matière sèche

Mg EQ AG / mg Ms : Milligramme équivalent d'acide gallique par milligramme de la matière sèche

Mg EQ /mg Ms : Milligramme équivalent d'acide Quercétine par milligramme de la matière sèche

MDA : Malonaldehyde

Ng : Nigelle.

PADI: Professional Association of Diving Instructors

PH : Potentiel hydrogène

PP : Polypropylène

PTS : phénols totaux solubles

Ps : Psyllium.

SDSPAGE : Electrophorèse sur gel de polyacrylamide en présence de dodécylsulfate de sodium

T: Temps

TABARS : Thiobarbituric Acid Reactive Substances

TCA: Trichloroacetic acid

5-HT : 5-hydroxytryptamine

Liste des figures

Figure 1 : Systèmes d'emballage alimentaire et comportement relatif des substances actives.....	7
Figure 2 : Photographie grain de chia.....	8
Figure 3: Différents organes de la plante de <i>Salvia hispanica L.</i>	9
Figure 4: Boisson à base de chia : "chia fresca"	11
Figure 5 : Structure chimique des principaux alcaloïdes de <i>N. sativaL.</i>	14
Figure 6 : Photographies des graines et poudres de chia, nigelle et psyllium.....	19
Figure 7 : Photographies des étapes de l'extraction par la méthode de macération et sonication...	20
Figure 8 : Photographies des étapes de préparation les Phénols totaux solubles.....	21
Figure 9: Photographies des étapes de préparation le dosage de pouvoir reducteur.....	22
Figure 10: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalare (DPPH•) et un antioxydant (A.....	23
Figure 11: Photographiesdes étapes nécessaire pour l'extraction de polysaccharide de chia et de nigelle.....	24
Figure 12 : Photographies des étapes de préparation d'emballage alimentaire à base d'amidon (témoin).....	25
Figure 13: Echantillon de viande emballé avec du film actif.....	25
Figure 14 : Teneurs en phénols totaux solubles.....	28
Figure 15 : Teneurs en flavonoïdes.....	29
Figure 16 : Pouvoir réducteur du fer.....	30
Figure 17: Activité anti radicalaire du DPPH des extraits bruts.....	31
Figure 18 : Valeurs de TBARS de la viande fraiche emballée avec un film et conservé à 4°C.....	32
Figure 19 : Film biodégradable à base d'amidon et de polysaccharide de (<i>Plantago ovata</i> et <i>Salvia hispanica</i>).....	33

Liste des tableaux

Tableau 1 : Rôles de l’emballage.....	4
Tableau 2 : Classification botanique de <i>Salvia hispanica</i>	9
Tableau 3: Composition des graines de <i>Salvia hispanica</i>	10
Tableau 4: Composition des graines de <i>Nigellasativa</i> ,.....	13
Tableau 5 : Les résultats de l’évaluation de PH, et le taux humidité des graines de <i>Salvia hispanica</i> , <i>Plantago ovata</i> et <i>Nigella sativa</i> .	27

Introduction

Les emballages alimentaires constituent un enjeu majeur pour les industries agroalimentaires, mais également pour les industries des emballages alimentaires. Avec la prise de conscience des populations à propos des dangers d'intoxication alimentaire, accompagnée d'une certaine volonté de détenir des produits frais de qualité supérieure, ces industries n'ont cessé de se développer pour suivre d'une part les développements scientifiques et les avancées technologiques récentes, notamment en matière de conservation des aliments; et d'autre part pour répondre aux exigences croissantes du consommateur. **(Beeret al., 2022)**

Le temps où l'emballage jouait simplement le rôle de transport et de conservation du produit est révolu. Aujourd'hui, on assiste à une myriade d'emballages alimentaires qui doivent répondre à des défis de nature sanitaire, sociétale, environnementale et économique. Nous sommes en face d'une science de l'emballage, plus complexe et plus créative. De ce fait, des nouvelles techniques d'emballage plus sophistiquées ont fait leur apparition. Ces emballages sont regroupés sous l'appellation " *Smart Packaging* ". qui désigne les emballages intelligents et les emballages actifs qui communiquent directement au consommateur l'information sur les caractéristiques du produit **(Goossens, 2009)**

Les matériaux à base de polymères bio-renouvelables offrent un certain nombre d'avantages significatifs par rapport aux matériaux synthétiques traditionnels en termes de respect de l'environnement, de biodégradabilité et de disponibilité. Il existe également une demande croissante pour l'utilisation de films bio sources et biodégradables. L'utilisation de films et de revêtements comestibles dans l'industrie alimentaire et de l'emballage alimentaire peut réduire la quantité des matériaux polymères synthétiques et également prolonger la durée de conservation des produits. **(Tothetalasz, 2019)**

Au cours des dernières années, de nombreuses recherches ont été consacrées à l'étude des caractéristiques et de l'applicabilité industrielle de divers polysaccharides en tant que films comestibles. Outre les glucides amyliques et non amyliques les plus couramment utilisés tels que les dérivés de cellulose, la pectine, le chitosane et l'alginate, les gommes extraites de graines de plantes peuvent également être utilisées efficacement dans l'industrie alimentaire et de l'emballage alimentaire **(Beeret al., 2022)**

En général, le mucilage des graines est constitué d'une fraction pectique et d'une fraction hémicellulosique, qui établissent facilement des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau, puis gonflent et forment des hydrogels en milieu aqueux. En raison de l'extrême capacité de liaison à

Introduction

l'eau, le mucilage peut être utilisé comme épaississants, structurants, liants, stabilisants, et il est capable de former, ce qui en fait un matériau prometteur pour les films ou revêtements comestibles porteurs de composants actifs (**Tothetalasz, 2019**)

Le sujet de ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'une étude des propriétés anti oxydantes des extraits éthanoliques des graines de chia, psyllium et nigelle avec une application potentielles dans le domaine agroalimentaire.

Dans une première partie, nous proposons une revue bibliographique décrivant les concepts essentiels à la compréhension de notre travail.

La deuxième partie, réservée à la partie expérimentale et à la discussion des résultats, elle aborde les questions suivantes :

- Evaluation de la teneur en composés phénoliques des extraits de graines de chia, psyllium et nigelle
- Potentiel antioxydant des extraits de graines de chia, psyllium et nigelle au moyen de deux tests (DPPH et FRAP).
- L'application éventuelle dans le domaine agroalimentaire : Développement d'un emballage biodégradable à base des polysaccharides de *plantago ovata* et *Salvia hispanica*.

I. Emballages alimentaire

I.1.Définition

Un emballage est défini comme tout objet constitué de tout type de matériau destiné à contenir et protéger une marchandise donnée, des matières premières aux produits finis pour leur permettre d'être manipulés et expédiés du producteur au consommateurs ou utilisateurs et assurer leur présentation (**Tafitason ,2017**)

I.2. Les Fonctions de l'Emballage

En plus des fonctions : conteneur, marketing, sécurité alimentaire et protection physique contre les chocs mécaniques, l'emballage peut assurer un rôle primordial dans la conservation de la qualité des aliments des agents de détérioration externes (**Benslimane , 2013-2014**)

I.3. Matériaux d'Emballage

I.3.1.Plastique

Selon la directive CEE du 18 octobre 1982, "matière plastique" désigne un composé polymère organique obtenu par réaction de polymérisation et de polycondensation, Les matériaux polymères peuvent être divisés en deux catégories: les thermoplastiques (polymères linéaires thermosensibles) et polymères thermodurcissables (polymère durcit lorsqu'il est chauffé) (**Kennethmarsh et Bugusu, 2007**)

I.3.2.Verre

La production de récipients en verre implique un chauffage à haute température Un mélange de silice (excipient verre), de carbonate de sodium (flux) et de calcaire / carbonate de calcium et alumine (stabilisants) jusqu'à ce que le matériau fonde en masse liquide épaisse est ensuite versée dans le moule (**Kennethmarsh et Bugusu, 2007**).

I.3.3.Les métaux

L'utilisation des matériaux métalliques pour l'emballage des denrées alimentaires est justifiée par certaines de leurs propriétés : aptitude à la mise en forme, rigidité, solidité, imperméabilité, opacité vis-à-vis des rayons lumineux, conduction de la chaleur, etc. Ils sont essentiellement mis en œuvre dans les emballages des produits appertisés car ils sont particulièrement bien adaptés à la longue conservation. De plus, les emballages métalliques sont recyclables (**Jeantetal, 2007**).

I.3.4. Le papier et le carton

Le papier constitue le résultat d'enchevêtrement d'éléments fibreux fins disposés pour former une nappe régulière. La fabrication de la pâte à papier se fait essentiellement à partir de bois tendre auxquels on ajoute souvent des produits de récupération ou de recyclage.

Le papier est un support, renouvelable et recyclable, donnant une rigidité à l'emballage mais n'ayant pas de propriétés barrières ou de soudabilité. Il devra donc souvent être utilisé sous forme de complexes, en association avec une feuille d'aluminium et un polymère pour la soudure. On trouve également des papiers enduits de chlorure de polyvinylidène (PVDC) offrant une bonne barrière à l'eau et à l'oxygène (Jeantetal, 2007).

I.4. Rôle de l'Emballage Alimentaire

Le rôle de l'emballage est de contenir le produit et de le garder des contaminations et autoriser son transport, sa distribution, son stockage, sa présentation, son utilisation et son élimination finale. Le tableau 1 résume les différents rôles et acteurs de l'emballage alimentaire

Tableau n° 1 : Rôles de l'emballage (Benslimane, 2014)

Rôle technique	Rôle marketing	Intervenants
Contenir	Vendre	Fabricants
Préserver	Communiquer	Transformateurs
Transporter	Motiver	Détaillants/grossiste
Utiliser	Informé	Consommateurs

I.5. Classification de l'emballage alimentaire

I.5.1. L'Emballage primaire

Il est en contact direct avec le produit. Son but est de contenir et de préserver cet emballage doit être compatible avec le produit et le protéger de toute contaminants externes pouvant provoquer une dégradation indésirable.

I.5.2. L'Emballage secondaire

Souvent utilisé pour la protection ou la commodité de l'unité de produit. Un package peut contenir plusieurs packages principaux mineur, et correspond donc à des unités de vente.

I.5.3. L'Emballage d'expédition

Il comprend plusieurs emballages auxiliaires pour la manutention et la protection du conteneur pendant le transport.

I.5.4.L'Emballage Transport

Est généralement fabriqué à partir de palettes en bois ou en plastique réutilisables qui permettent le transport, le stockage et la manutention de quantités spécifiques d'unité d'expédition (**Multon et Bureau, 1998**)

II .Emballage actif

L'emballage actif est l'un des concepts innovants d'emballage alimentaire lancé en réponse aux besoins changeants des consommateurs actuels. (**Quintavalla et Vicini, 2002**). Les systèmes d'emballage alimentaire actifs sont basés sur des additifs actifs (antibactériens et/ou antioxydants) sont incorporés dans la matrice polymère dans le but d'augmenter la durée Protéger les aliments et maintenir ou améliorer les propriétés des aliments emballés (**Appendini et al., 2002**). Ainsi, les emballages alimentaires actifs peuvent fournir certaines caractéristiques qui n'existent pas dans les systèmes d'emballages traditionnels.

De même, les emballages actifs sont utilisés comme alternative aux technologies traditionnelles Agroalimentaire (traitement thermique à haute température, décapage, acidification, Déshydratation et additifs conservateurs). (**López-de-Dicastillo et al., 2011**)

Les matériaux d'emballage utilisés dans ces systèmes peuvent contenir des composants conçu pour libérer ou absorber des substances provenant des aliments (Commission européenne, 2004, 2009). (**Ribero-Santos et al., 2017**)

Afin de répondre aux besoins des consommateurs, les emballages actifs existaient à ce jour sont fabriqué à partir de matériaux d'emballage naturels, recyclables et biodégradables. (**Lopez-Rubio et al., 2004**) Les produits d'oxydation de faible poids moléculaire peuvent produire un goût désagréable, détruire les nutriments essentiels et produisent des composés toxiques. (**Jamshidian et al., 2011**). La libération contrôlée d'agents actifs dans les produits alimentaires par le biais de films d'emballage pendant un stockage et une distribution prolongés limite le développement d'arômes indésirables résultant de l'incorporation directe d'additifs dans les produits alimentaires. (**Ussel, 2015**).

Les emballages actifs à travers leurs concepts innovants et leurs interactions emballage, nourriture et environnement, résultant en une durée de conservation plus longue aliments, une meilleure protection des saveurs et de faibles niveaux d'additifs alimentaires tout en maintenant la qualité du produit. (**Jamshidian et al., 2011**).

II.1 Emballages Actifs Antioxydants

L'oxydation des lipides dans les aliments provoque non seulement rancissement, mais peut également former des aldéhydes toxiques et une perte de qualité Nutrition (**Fang *et al.*, 2017**). Pour protéger l'oxydation des lipides, des antioxydants sont traditionnellement ajoutés aux formulations alimentaires initiales. Mais leur addition est limitée en raison de leur implication dans des réactions complexes et agit occasionnellement comme pro-oxydant (**Jamshidian*et al.*, 2011**).

L'emballage actif antioxydant utilisé comme un moyen d'améliorer la qualité du produit et de prolonger la durée de vie conservation des aliments, en particulier de la viande et des produits à base de viande, en contrôlant le niveau d'oxygène auquel le produit est exposé. (**Majid *et al.*, 2016**)

Les tendances actuelles ont conduit au développement de films fonctionnels antioxydants à partir de polymères bio sources tels que la protéine de soja, les polymères à base d'amidon. (**Samsudinet *al.*, 2014**).

II.2. Emballages Actifs Antimicrobiens.

L'Emballage antimicrobien est une solution innovante au problème de contaminations et dégradation alimentaire. Cette option inhibe la croissance microbienne tout en maintenant la qualité, la fraîcheur et la sécurité des aliments. Les emballages alimentaires antimicrobiens agissent pour réduire, inhiber ou retarder la croissance des micro-organismes qui peuvent être présents dans les aliments emballés ou dans le matériau d'emballage lui-même. Si l'agent antimicrobien peut être libéré de l'emballage pendant une période prolongée. L'activité peut également être étendue aux phases de stockage, de transport et de distribution aliments. (**Kuntavaara*et al.*, 2002**)

L'utilisation d'antimicrobiens dans les emballages est une forme d'emballage actif conçu pour réduire ou inhiber la croissance microbienne dans les aliments emballés ou en eux-mêmes dans les emballages alimentaires (**Appendini*et al.*, 2002**). L'agent antimicrobien contenu dans l'emballage est fonctionnalisé par diffusion directe sur la surface des aliments ou sous forme de vapeur. (**Wilson *et al.*, 2007**).

Les agents antimicrobiens peuvent initialement être incorporés dans les matériaux d'emballage et migrer par diffusion et distribution dans les aliments (Figure 1) (**Han, 2000**).

Les substances actives volatiles peuvent être utilisées dans ces systèmes car ils peuvent migrer à travers l'espace libre entre l'emballage et nourriture (**Quintavalla*et al.*, 2002**).

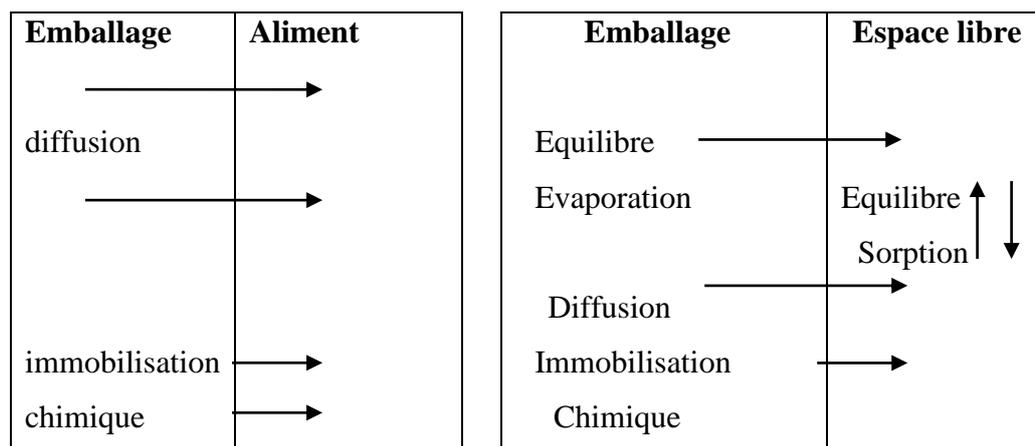


Figure 1 : Systèmes d'emballage alimentaire et comportement relatif des substances actives (Han, 2000).

III.L'Emballage comestible

Les films et emballages comestibles sont traditionnellement utilisés pour améliorer l'aspect et la conservation des aliments. Les exemples les plus courants sont :

- La cire naturelle pour l'enrobage des fruits depuis le 12^{ème} siècle,
- Mettre de la graisse sur la viande,
- Emballage de divers aliments dans des films de lipoprotéines à base de lait de soja pour améliorer son apparence et prolonger sa durée de conservation. Le papier d'emballage comestible est un film protecteur, un revêtement ou une couche mince, possède des propriétés sélectives ou actives (Guillbert et Gontard, 1992).

III.1. Composition des films et emballages comestible

Les ingrédients des films et enrobages comestibles sont variés. De plus, il n'y a pas de législation spécifique sur la composition ou l'utilisation de la couche barrière. Par conséquent, selon la direction générale de la consommation, de la concurrence et de la répression des fraudes, tous les ingrédients, additifs et auxiliaires technologiques autorisés sont possibles dans les formulations utilisables dans les emballages alimentaires (Debeaufort, 1994). Toutefois, le choix de la composition du film et du revêtement dépend essentiellement du but recherché ainsi que des limites techniques et sensorielles du produit. De nombreuses autres substances sont également utilisées comme additifs dans la formulation de films minces et de revêtements barrières pour optimiser leurs propriétés fonctionnelles, que ce soit comme solutions de facilitation, suspensions et émulsions filmogènes pour favoriser l'adhérence ou limiter l'écoulement des revêtements sur les produits annexes.

Chapitre II : Généralités sur les graines

I. La graine de *Salvia hispanica* L

I.1. Généralité sur *Salvia hispanica* L

Chia principalement identifié comme *Salvia hispanica* Lest une plante herbacée annuelle originaire du centre du Mexique et du nord du Guatemala, appartenant à la famille des Lamiacées (Abdelhalim et Hanrahan, 2021). Elle a été classée en 1753 par le botaniste suédois Carl Von Linné, qui l'a nommée *Salvia* (sauvetage ou guérison) *hispanica* (espagnol), Cette espèce n'est pas originaire d'Espagne, mais a été importée du Mexique par Cristobal Colón. (Sosa, 2016).

I.2. Description

En général, les graines de chia (Figure 2) sont petits ovales plates, d'une taille moyenne de $2,1 \times 1,3 \times 0,8$ mm et d'un poids moyen de 1,3 mg par graine. Ils sont de couleur tachetée et viennent en marron, gris, noir et blanc. Les graines sont hydrophiles et peuvent absorber jusqu'à 12 fois leur propre poids en liquide lorsqu'elles sont trempées ; elles ont développé un revêtement visqueux qui leur donne une texture semblable à un gel.

Une étude à petite échelle de trois cultivars cultivés entre les vallées andines en Équateur a produit des rendements allant jusqu'à 2300 kg/ha, montrant que des conditions de croissance favorables et des interactions entre cultivars produisaient des rendements tout aussi élevés. Le génotype avait un effet plus important sur le rendement que la teneur en protéines, la teneur en huile, la composition en acides gras ou les composés phénoliques, tandis que la température élevée diminuait la teneur en huile et l'insaturation et augmentait la teneur en protéines (Ricardo et Wayne, 2009)



Figure 2 : Photographie grain de chia (López et al., 2017).

I.3. Caractéristiques morphologiques de *Salvia hispanica* L

La *Salvia hispanica* L se caractérise par des tiges ramifiées à sections quadrangulaires et creuses (Figure 3) .Les feuilles ovales gris-vert sont opposées (Figure 3) 80-100 (mm de long, 40-60 mm de large, sur des pétioles de 40 mm de long aux bords dentelés.

Les fleurs de *S. hispanica* L. sont hermaphrodites, violettes, bleues ou blanches (**Capitani et al., 2013**),de 3-4 mm de diamètre, verticillées à l'extrémité du bourgeon, fruit rond et indéhiscent, un ensemble des grappes ovales mesuraient 1,5 à 2 mm de long et 1 à 1,2 mm de diamètre.Les graines sont douces et brillantes, gris-brun avec des taches brun foncé (parfois blanchâtres (**Di Sapio et al., 2012**), elles sont petites et légères, ainsi le poids de 1000 graines peut varier entre 0,94 et 1,29 g(**Busilacchi et al., 2013**) , *S hispanica* L. est une plante autogame et les insectes sont responsables de la pollinisation croisée, mais la propagation la plus courante se fait par graines.



Figure 3: Différents organes de la plante de *Salvia hispanica* L. A(**López et al., 2017**).

I.4. Classification botanique de *Salvia hispanica* :

Tableau 2 : Classification botanique de *Salvia hispanica* (anonyme 1)

Règne :	Plantae
Sous-règne:	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe:	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	Salvia
Espèce :	<i>Salvia hispanica</i>

I .5. Composition des graines de chia

Les graines de chia se caractérisent par de fortes concentrations d'acide linoléique (oméga-6) et d'acide alpha-linoléique (**Raimondi et al., 2017**). Ces acides gras sont des acides gras essentiels polyinsaturés que le corps humain ne peut produire et doivent donc être inclus dans l'alimentation des animaux et des humains (**Jorgensen et al., 2012**). Les graines sont constituées de protéines (15-25%), d'acides gras (30-33%), de glucides (26-41%), de fibres alimentaires (18-30%), de cendres (4-5%), de minéraux, de vitamines et de Matière sèche (90–93%), comme indiqué dans le tableau 3. Ils contiennent également des niveaux élevés d'antioxydants.

Tableau 3. Composition des graines de *Salvia hispanica* : (Norlaily et al., 2012).

Eléments	Concentration
Protéines	15-25%
Acides gras	30-33%
Carbohydrates	26-41%
Fibres alimentaires	18-30%
Cendres	4-5%
Minéraux	90-93%

Ce sont les polysaccharides contenus dans les graines qui provoquent la formation du gel qui les entoure en les mettant dans l'eau (**Paz Salgado-Cruz et al., 2013**), Ils absorbent 27 fois leur propre poids en eau et ils sont une source d'hydrocolloïdes aux propriétés de rétention d'eau, émulsifiant, épaississant, stabilisant et soluble dans l'eau chaude et froide. (**Muñoz et al., 2012**). En effet, en ingérant la graine, elle forme un gel au contact de la salive, qui a des effets bénéfiques sur la nutrition et la santé, car elle a un effet apaisant sur le tube digestif (**Capitani et al., 2012**).

I .6. Intérêts de chia

I .6.1. Intérêts Nutritionnels

Les graines de chia sont une culture oléagineuse riche en acides gras, notamment oméga-3 et oméga-6, et en fibres, principalement utilisée à des fins culinaires. Les graines, à leur tour, peuvent être consommées entières après l'extraction de l'huile, ou broyées en additifs pour d'autres ingrédients alimentaires. (**Ayerza et Coates, 2004**). Les graines de chia ont une teneur élevée en protéines et sont utilisées pour leurs propriétés nutritionnelles et médicinales, notamment pour

améliorer l'endurance des sportifs lors d'une activité physique, comme coupe-faim, comme agent amaigrissant et comme régulateur glycémique (**Martinez-Cruz et Paredes-López, 2014**).

De plus, après avoir absorbé de l'eau, les graines hydratées sécrètent du mucus, dont la production suggère de nombreuses applications comme dans les boissons appelées « aguafresca » ou « chia fresca » au Mexique, comme le (figure 4).



Figure 4:Boisson à base de chia : "chia fresca" (**Bochicchio et al., 2015**),

Il est également largement utilisé pour préparer de l'eau douce et comme concentré pour les produits de boulangerie. (**López et al., 2017**).

Selon **Ayerza et Coates . (2011)**, un adulte consommant 2700 calories aurait besoin de 22,5 à 26,5 grammes de graines ou de 6,9 à 7,9 grammes d'huile par jour pour répondre aux besoins quotidiens recommandés en acides gras oméga-3.

La teneur en protéines et la composition des graines de chia peuvent être incorporées dans l'alimentation humaine. L'huile extraite des graines de chia peut être utilisée comme assaisonnement (**Muñoz et al., 2013**) et peut également être ajoutée aux graines de chia pour les aliments fonctionnels. (**Pizarro et al 2013 et Da Silva Marineli et al., 2013 et Silveira Coelho et al., 2015**).

Les graines de chia sont sans gluten, ce qui les rend intéressantes dans le nombre croissant de régimes sans gluten. En effet, l'ajout de graines de chia à la farine sans gluten a amélioré sa qualité nutritionnelle sans affecter négativement ses propriétés organoleptiques (**Steffolani et al., 2014**).

Aux États-Unis, en Amérique latine et en Australie, les graines de chia sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire pour produire du pain, des barres, des biscuits et des produits pour le petit-déjeuner. En plus de la cuisine, les graines de chia peuvent être utilisées comme épaississant et stabilisant dans des aliments tels que les conserves, les yaourts, la mayonnaise et les sauces

(**Paz Salgado-Cruz et al., 2013**), ou comme alternative aux œufs ou à l'huile pour cuisson des aliments. (**Bochicchio et al., 2015**)

I.6.2. Intérêts Thérapeutique

L'utilisation d'aliments à valeur médicale remonte à une époque où la médecine traditionnelle jouait un rôle important dans la prévention des maladies.

La *Salvia hispanica* L est traditionnellement consommée en Amérique centrale et du Sud pour ses graines en raison de ses divers bienfaits pour la santé, en particulier pour maintenir des niveaux sains de lipides sériques. Cet effet est dû à la présence d'acides phénoliques et d'huiles oméga 3/6. (Norlaily *et al.*, 2012).

La présence d'acide chlorogénique, d'acide caféique, de myricétine, de quercétine, de kaempférol, d'acides gras insaturés bénéfiques, de protéines sans gluten, de vitamines, de minéraux et de composés phénoliques font des graines de chia non seulement une source d'antioxydants, c'est aussi un aliment au potentiel cardiaque, protection du foie, propriétés anti-âge et anticancéreuses.

Les graines de chia sont très riches en fibres alimentaires, bénéfiques pour le système digestif et le contrôle du diabète, leurs effets thérapeutiques dans le contrôle du diabète, de la dyslipidémie, de l'hypertension, comme anti-inflammatoire, antioxydant, anticoagulant sanguin, laxatif, antidépresseur, anti-anxiété, analgésie, améliorer la vision et le système immunitaire scientifiquement établi. (Ullah *et al.*, 2016). Il a également été utilisé dans des projets de recherche sur les médicaments contre les infections oculaires (Lu et Foo, 2002 et Reyes-Caudillo *et al.*, 2008).

II. Généralités sur la graine de *nigella sativa*

II.1. Généralité sur *nigella sativa*

Nigella sativa est une plante à valeur médicinale appartenant à la famille des renonculacées, cultivée dans divers pays, notamment dans le bassin méditerranéen et en Inde (Ghedira, 2006).

Les graines de *Nigella sativa* sont largement utilisées pour leurs propriétés aromatiques les épices culinaires, la préparation de sirop, la pâtisserie et la boulangerie et plus récemment l'industrie pharmaceutique (Atta, 2003). Bukhari, l'auteur de la médecine prophétique, cite le Prophète Muhammad (paix et bénédictions d'Allah sur lui) "se guérissant avec les graines de nigelle, qui est le remède à toutes les maladies sauf la mort" (Ghedira, 2006).

II.2. Aspect botanique de *Nigella sativa* L

Nigella sativa L est une plante herbacée annuelle originaire du Moyen-Orient, appartenant à la famille des Renonculacées (Guignard, 2006), haute de 30 à 60 cm. Feuilles pennées, divisées en lobes étroits, lancéolées à linéaires, griffées de nectaires, feuilles inférieures petites et pétaloïdes, feuilles supérieures plus longues. Les fleurs sont petites à blanches avec des pétales et des sépales

en forme de pétales, et présentent de nombreuses étamines insérées dans le réceptacle (**Ghedira, 2006**).

Ils peuvent être de différentes couleurs allant du bleu foncé ou bleu clair au rose en passant par le blanc. La plante est hermaphrodite, il se reproduire son fruit est en forme de capsule, soudées entre elles par 3 à 6 carpelles, attachées à la base du style persistant. Chaque capsule contient plusieurs graines blanches triangulaires qui s'ouvrent pour révéler les graines à maturité l'air les rend noirs (**Ghedira, 2006**).

II.3. Composition Chimique des graines de *Nigella Sativa*

Les graines contiennent une huile volatile jaunâtre, une huile fixes, protéines, acides aminés, sucres réducteurs, mucilage, alcaloïdes, acides organiques, tanins, résines, glucosides toxiques, alcool, butor, saponine, fibres brutes, Minéraux et vitamines. La composition générale des graines de *N. sativa* a montré une relative Glucides (33-34%), lipides (30-35%) et protéines (16-21 %). (**Nergiz et Unal, 1991**). Les valeurs approximatives de composition chimique sont données dans le tableau N°04

Tableau N°04: Composition des graines de *Nigellasativa*, d'après : (**Aljassir, 1992**).

Constituant	Quantité (%)
Lipides	30 – 35
Protéines	16 – 21
Glucides	33 – 34
Fibres alimentaires	4,5 - 6,5
Sels minéraux	3,7 – 7
Saponines	0,013

II.3 .1.Polyphénols et flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés aromatiques ils font partie de groupe des composés phénoliques. Les flavonoïdes sont généralement des substances colorées largement présentes dans les plantes. Trois flavonoïdes triglycosylés ont été isolés des graines.

Quercétine 3-glycosyl.

kæmpférol 3-glycosyl.

Quercétine 3-(6-féruloglucosyl).

Plusieurs composés phénoliques ont été isolés de l'extrait Méthanolique de *N.sativa* : Acide p-coumarique, acide férulique, acide trans-2-hydroxycinnamique, acide gallique, acide chlorogénique, acide vanillique, hydroxycinnamique, épicatechine, catéchine, quercétine, apigénine, monoflavones et flavonoïdes.

II.3.2. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances alcalines qui contiennent l'azote, le plus souvent contenu dans des hétérocycles. La plupart des alcaloïdes ont un effet physiologique et thérapeutique à faibles doses. Cependant, ils deviennent très toxiques à fortes doses.

Les principaux alcaloïdes des graines de *N.sativa* sont :

- Nigellicine et nigellidine, à noyau indazole
- Isoquinone nigellimine et ses N-oxydes
- Alcaloïdes diterpéniques Dollabllane-nigéllamine types A1, A2, B1, B2A3, A4, A5 et C (Morikawa *et al.*, 2004).

Les principaux composés sont présentés dans la Figure n°5 ;

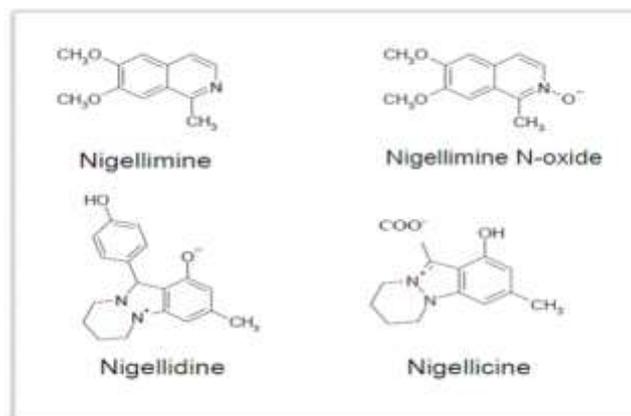


Figure N° 5 : Structure chimique des principaux alcaloïdes de *N. sativa* L., d'après (Atta *et al.*, 1985).

II.4. Utilisation culinaire et dans la médecine traditionnelle

Le Cumin noir a un goût fort, piquant et épicé. Il est utilisé dans la cuisine orientale pour saupoudrer les pains traditionnels, les nan, les pâtisseries, les confiseries, les fromages et les soupes. (Cihan, 2012). Le cumin noir est très réputé dans le monde musulman. comme la forme de thérapie la plus élevée disponible" (Aftabetal., 2013). "Sa versatilité a valu à Nigelle le titre de habbatulbarakah en arabe, qui signifie 'graine bénie'.

Les graines de nigelle sont utilisées dans la fabrication d'une huile utilisée pour traiter les problèmes de peau. Notamment en Egypte. (Ezzat et aboul., 2002). En médecine ayurvédique, le cumin noir est utilisé comme stimulant, carminatif, diurétique, laxatif, vermifuge et pour traiter la fièvre puerpérale. Les graines moulues sont utilisées pour les éruptions cutanées. (khar, 2004)

II.5. Toxicité de la nigelle

La toxicité de la Nigelle est bien connue par la plupart des herboristes. En fait, il n'est utilisé qu'à faible dose, que ce soit en interne, en externe, en fumigation ou en inhalation. Une surdose de graines de Nigelle peut être mortelle.

La plupart des études montrent que la Nigelle a un fort potentiel thérapeutique et un excellent profil de tolérance à des doses inférieures à 4 g/kg/jour de graines de Nigelle (Meziti, 2009).

III. Généralité Sur le *Plantago Ovata*

III.1 Définition

L'ispaghul, ou plantain blond (*Plantago ovata*), est une espèce de plantain, appartenant à la famille des plantains, originaire des régions désertiques d'Afrique du Nord, d'Asie du Sud-ouest et du Sud-ouest américain. Il possède des propriétés laxatives et émoullientes et il est utilisé dans la médecine traditionnelle grâce à sa richesse en fibres alimentaires qui jouent un rôle très intéressant pour la santé humaine (Brunrto, 2009).

III.2. Distribution, Culture et description Botanique et sa classification

Plantago ovata est principalement distribué en Inde, en Iran, au Pakistan et au Bangladesh. La situation géographique de la région offre un environnement idéal pour la culture de cette plante. On pense que le psyllium a été introduit dans l'Inde indivise pendant la domination moghole. Au fur et à mesure que la demande de semences augmentait, les semis ont commencé, initialement limités à Lahore et Multan, puis étendus au Bangladesh (Board, 2003).

Actuellement, l'Inde est le plus grand producteur et le principal fournisseur de graines et de coques de plantain sur le marché mondial, avec environ 90 % de la production exportée. L'analyse économique montre que les États-Unis sont un gros importateur de psyllium et de peaux, avec une consommation annuelle de 8 000 tonnes. Le plantain se classe sixième dans le commerce économique des plantes médicinales (Brasil, 2014 et Khaliqet al., 2015 et Shahriari et al., 2018).

P. ovata pousse généralement dans des climats semi-arides ou arides pendant la saison froide, de sorte qu'une certaine irrigation peut être trouvée. Cette culture a de faibles exigences en matière de fertilité du sol et peut donc être cultivée dans des lamas sableux fertiles à des sols fertiles P.

ovataest une plante herbacée annuelle à tige courte ou sans tige, de 30 à 45 cm de haut (**Dharetal., 2005**).

Les feuilles peuvent atteindre 7,5 à 25 cm de long, elles sont étroites (5 à 12,5 mm), linéaires, linéaires-lancéolées ou filiformes, à trois nervures, et couvertes de poils fins et doux.

Les racines montrent une racine primaire bien développée avec peu de racines secondaires. Les bourgeons floraux émergents de la base de la plante et les fleurs apparaissent environ 60 jours après la plantation. De plus, lorsque le psyllium mûrit, les épis floraux deviennent brun rougeâtre. A ce stade, les feuilles supérieures jaunissent et les feuilles inférieures se dessèchent. Les épis portent de 45 à 69 fleurs.

Le fruit est une petite capsule ovale (environ 8 mm de long) qui se fend à maturité. Environ 1000 graines pèsent 1,5 gramme (**Panda, 2002**). Il contient des graines dures en forme de bateau blanc-rose ou rose-brun atteignant 8 m (longueur) x 1 mm (largeur). Le tégument, qui est séparé de la graine pendant le processus de broyage, est une membrane muqueuse translucide pâteuse, inodore et insipide, d'un blanc poudreux, équivalant à environ 30 % du poids de la graine.

- Classification

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe :Magnoliopsida

Magnoliopsida : Magnoliopsida

Ordre : Plantaginales

Famille : Plantaginaceae

Genre : Plantago

Espèce :*Plantagoovata*

III.3.Constituants chimiques

De nombreux éléments ont été identifiés dans les graines, notamment les protéines, les lipides, les stérols, les triterpènes et la ptérosine. Le taux de fibre est d'environ 30 %. Le composant principal du mucilage est la fraction polysaccharidique soluble 85%, principalement du D-xylose. Le squelette du polymère est le xylane avec des liaisons 1-3 et 1-4, et leur distribution n'a pas de régularité apparente. Le mucilage des graines de psyllium contient 22,6 % d'arabinose, 74,65 % de xylose et des traces d'autres sucres, et 35 % de résidus terminaux non réducteurs (**Fischer et al., 2004**).

III.4. Propriétés médicinales

Dans l'enveloppe des graines d'ispaghul, les macromolécules de polysaccharides confèrent des propriétés médicinales et sont le plus souvent commercialisées seules. Un mucilage très peu fermentescible peut absorber de grandes quantités d'eau (jusqu'à 40 fois son poids) (**wiesner et Merz, 2013**) et former une grande quantité de gel dans le côlon

L'ispaghula pur (en d'autres termes, le tégument de *Plantago ovata* Forssk.), communément appelé plantain blond, peut être trouvé dans les pharmacies et les magasins d'aliments naturels. Le surdosage est considéré comme "impossible" par les autorités médicales. La toxicité est négligeable (**Bruneto, 2009**).

L'ingestion d'ispaghul pur doit être accompagnée d'un apport suffisant en eau (150 ml correspond à 5 grammes selon commission E Allemande).

III.4.1 Activités laxatives

Comme tous les plantains, c'est un pur laxatif mécanique ou de masse. Il n'est donc pas absorbé par les intestins. Son mucilage peut retenir l'excès d'eau pour redonner de la consistance à des selles liquides, ou en cas de constipation, pour réhydrater une masse de selles trop sèches (**Bruneto, 2009**). Ils favorisent le péristaltisme et l'élimination par les selles (**Mehmood et al., 2011**).

L'enveloppe de psyllium est largement utilisée pour traiter la constipation en raison de sa teneur en mucilage. Lorsqu'il est mélangé avec de l'eau, l'effet thérapeutique est dû au gonflement de la muqueuse, entraînant un volume et une lubrification

Contrairement à d'autres laxatifs à base de plantes tels que le séné et l'argousier, l'ispaghul ne provoque pas d'irritation des muqueuses. De plus, il forme un gel de mucus dans l'estomac, donnant une sensation naturelle de satiété ; il est donc bénéfique comme coupe-faim. Cet effet est renforcé par la réduction de l'absorption des aliments au niveau intestinal, et les effets combinés des deux sont intéressants dans le cadre des régimes amaigrissants.

III.4.2 Activité hypo glycémiant et hypocholestérolémiant

Plusieurs études récentes ont démontré l'efficacité de l'ispaghul pour abaisser le taux de cholestérol et la glycémie (**Simone et al., 2015 et Ayman et al., 2016**).

Plusieurs études ont observé la capacité de réduire les augmentations postprandiales de la glycémie (glycémie postprandiale) (**Bruneto, 2009**). Dans une étude précédente portant sur 34 sujets atteints de diabète de type 2 et d'hypercholestérolémie légère à modérée. Ont montré une réduction de 19 % des concentrations de glucose postprandiale et une (réduction de 10 % du cholestérol total et de 13 % du cholestérol LDL)

Une autre étude menée en 1989 auprès de 65 patients atteints d'hypercholestérolémie légère à modérée. A montré que les patients recevant 3,4 grammes d'ispaghul (une cuillère à café) trois fois par jour pendant 8 semaines présentaient une réduction de 4,8 % du cholestérol total et de 8,2 % du cholestérol LDL (par rapport aux patients recevant un placebo).

III.5.Effets thérapeutiques

- **Effet contre les hémorroïdes**

En plus des avantages connus du psyllium pour la constipation et les selles molles, le psyllium a également été signalé comme étant bénéfique pour le traitement des hémorroïdes. Il a été constaté qu'il apportait des améliorations significatives dans la réduction des saignements et la réduction significative des coussinets hémorroïdaires encombrés (**Perez *et al.*, 1996**)

- **Colite Ulcéreuse (maladie de Crohn)**

Les deux principaux sites de la maladie de Crohn sont l'iléon, qui est la dernière partie de l'intestin grêle (iléite, entérite régionale) et le côlon (colite de Crohn). La supplémentation en graines de psyllium (10 g deux fois par jour) dans un essai chez des patients atteints de colite ulcéreuse améliore les dommages du colon. (**Alternative ,2002**).

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal

Dans ce travail nous avons étudié trois types de graines (graine de chia, psyllium et nigelle) achetées chez un herboristerie à Sour El ghozléne (willaya de Bouira) en janvier 2022.

I.1.2. Préparation du matériel végétal

I.1.2.1. Broyage et Tamisages

Les graines ont été achetées nettoyées puis broyées avec un moulin à café.

Les graines de chia et de nigelle broyées sont ensuite tamisée (taille des particules inférieure à 0,5mm). Concernant les graines de psyllium, seul l'enveloppe a été broyé (graines très dures). Nous avons ensuite séparé l'enveloppe de la graine puis tamisé la poudre de l'enveloppe obtenu à fin d'obtenir des particules inférieure à 0,5mm



Figure 6: Photographies des graines et poudres de chia, nigelle et Psyllium.

I.1.3. Les analyses physico-chimiques

I.1.3.1. Détermination du PH

Cette méthode décrit la mesure potentiométrique du PH (acidité ionique).

Le pH est la concentration en ions hydrogène (H⁺) dans une solution : $pH = -\log [H_3O^+]$. La mesure du pH consiste à mesurer la différence de potentiel à température environnement, entre l'électrode de mesure et l'introduction à l'électrode de référence produit. C'est l'une des mesures qui doit être effectuée le plus fréquemment, et elle est liée à la teneur en ions H⁺ et l'acidité et l'alcalinité de l'échantillon.

Nous avons utilisé un homogénéisateur pour dissoudre 1 g de chaque échantillon broyé (1 g de *Sativa hispanica*, 1g de *Plantago ovata* et 1 g de *Nigella sativa*) dans un bécher de 10 ml d'eau distillée, en remuant le mélange jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène. Le pH est mesuré en y

plongeant directement l'électrode du pH-mètre. Les lectures se font directement sur le pH-mètre à 20°C.(AFNOR,1986) .

I.1.3.2.Détermination de l'humidité

Avec une balance, on mesure d'abord le poids du verre à montre, puis on tare et on met 1g d'échantillon placer dans l'étuve à température 103°C, l'abaissement du poids est suivi jusqu'à sa stabilisation,lesrésultats sont exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau}\% = \frac{(m_0 - m_1)}{m} * 100$$

m₀:masse de poids vide+ poids d'essai avant l'étuvage

m₁: masse de la prise d'essai après étuvage (en gramme).

m: masse de poids de la prise d'essai.

I.1.4. Extraction et dosage des composés phénoliques

I.1.4.1. Extraction

L'extraction (Figure. 7) a été réalisée selon la technique rapportée par (Oomah *et al.*, 2010) avec quelques modifications :

2g d'échantillons sont extraits avec 60ml de solvant (60 %,70%,80% d'éthanol) en utilisant deux méthodes : macération et Ultrason à la température ambiante (température du laboratoire). L'extrait est filtré par un papier filtre puis conservé au frigo a température 4°C.



Figure 7 : Photographies des étapes d'extraction par la méthode de macération

I.1.4.2. Dosage des composés phénoliques

I.1.4.2.1. Phénols totaux solubles

La quantité de phénols totaux solubles (Figures 8) a été déterminée par la méthode au Folin-Ciocalteu décrite par (Singleton et Rossi, 1965) rapportée par (Škerget *et al.*, 2005). Le réactif de Folin-Ciocalteu, mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀) réduit en un mélange d'oxydes bleus en présence de polyphénols et molybdène (MO₈O₂₃) et tungstène (W₈O₂₃). La couleur bleue obtenue est proportionnelle à la teneur en composés phénoliques du milieu réactionnel (Lapornik *et al.*, 2005).

Mélanger 500ul d'extrait avec 2.5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu puis additionnés 2ml de carbonate de sodium (7,5%). Après 5 minutes d'incubation au bain marie à 50°C, l'absorbance a été mesurée à 760nm.

La teneur en composés phénoliques est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme de MS d'échantillon, par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec de l'acide gallique utilisé comme standard (figure 1, annexe1).



Figures 8 : Photographies des étapes de préparation des phénols totaux solubles

I.1.4.2.2. Dosage des flavonoïdes

La détermination des flavonoïdes dans l'extrait est réalisée selon la méthode colorimétrique décrite par Lamaison et Carnat (1990). Cette méthode est basée sur la capacité des flavonoïdes à se complexer avec le chlorure d'aluminium. Il résulte de cette réaction une coloration jaunâtre avec un maximum d'absorption à 430nm.

1ml d'une solution méthanolique de chlorure d'aluminium hydraté (AlCl₃·6H₂O à 2%) sont additionnés à 1ml d'extrait brut. Les tubes sont vigoureusement secoués et laissés à l'obscurité pendant 15min à température ambiante. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à 430 nm.

La teneur en flavonoïdes a été déterminée par référence à une courbe d'étalonnage obtenu en utilisant la Quercétine comme standard (figure 2, annexe1).

Le résultat est exprimé en mg équivalent de Quercétine par gramme de matière sèche (mg EqQ/gMS).

I.1.4.2. 3. Activité antioxydante des extraits de chia, psyllium et nigelle

L'activité antioxydante est évaluée à l'aide de deux tests : Pouvoir réducteur ferrique et effet scavenger du radical DPPH.

I.1.4.2. 3.1. Pouvoir réducteur ferrique

Le pouvoir réducteur des extraits de feuille et du grignon est déterminé selon la méthode d'Oyaizu (1986). Elle repose sur la réduction du fer ferrique Fe^{3+} ($FeCl_3$) en fer ferreux Fe^{2+} ($FeCl_2$) en présence d'un agent chromogène, le ferricyanure de potassium $K_3[Fe(CN)_6]$. 200 μ l d'extrait sont mélangés avec 500 μ l de tampon phosphate (0.2 M, pH 6.6) et 500 μ l d'une solution aqueuse de ferricyanure de potassium ($[K_3Fe(CN)_6]$ à 1%). Après incubation de ce mélange (50°C pendant 20 min), 500 μ l d'une solution aqueuse d'acide trichloracétique (TCA à 10 %) sont ajoutés. Après centrifugation (à 4500 rpm pendant 10 min), 1 ml de supernatant est mélangé avec 1 ml de l'eau distillée et 200 μ l de chlorure ferrique $FeCl_3$ (0.1%, P/V). L'absorbance est lue à 700 nm.

Le pouvoir réducteur du fer est exprimé en mg équivalent d'acide ascorbique par référence à une courbe d'étalonnage (figure 3, annexe 1).



Figure 9 : Photographies des étapes de préparation du dosage de pouvoir réducteur ferrique

I.1.4.2. 3.2. Activité anti-radicalaire du DPPH

L'activité anti-radicalaire du DPPH des extraits phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par Brand-Williams *et al.* (1995). Elle est basée sur la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (non radical) en

acceptant un atome d'hydrogène. Plus la perte de couleur est élevée plus le donneur d'hydrogène est considéré comme un antioxydant fort.

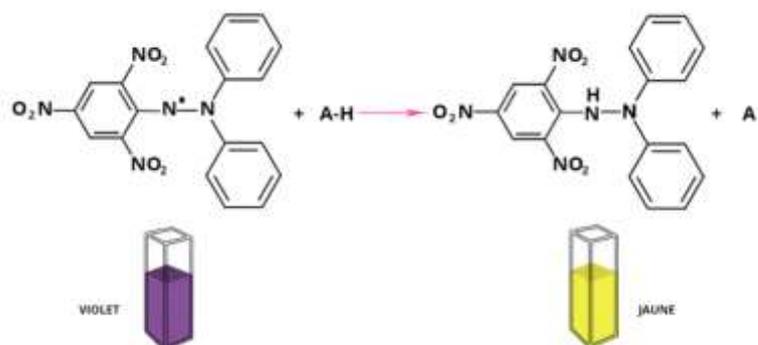


Figure 10: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire (DPPH•) et un antioxydant (AH).

Un volume de 50 µl d'extrait brut est ajouté à 1,950 ml de la solution méthanoïque du DPPH (65 µmol/l) fraîchement préparée. Après homogénéisation et incubation pendant 30 min (à l'abri de la lumière et à température ambiante), L'absorbance à 515 nm est mesurée.

Un témoin positif avec l'acide ascorbique et BHT est réalisé dans les mêmes conditions.

La capacité antioxydant de nos extraits est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH• selon l'équation suivante:

$$\% \text{Inhibition} = [(A \text{ contrôle} - A \text{ extrait}) / A \text{ contrôle}] \times 100$$

- **A contrôle** : Absorbance du milieu réactionnel (solution méthanolique du DPPH sans L'échantillon)

- **A extrait** : Absorbance de l'extrait.

I.1.5. Extraction de polysaccharide

Les polysaccharides de psyllium et chia sont extraites et purifiées selon la procédure d'**Ahmediet al. (2012)** avec quelques modifications (**Ahmediet al., 2012**). Tout d'abord, 200 ml d'eau distillé sont ajoutés à 30 g d'échantillons. Les mélanges sont agités pendant 45 minutes à 45°C puis filtrés avec une compresse.

Les polysaccharides sont précipités avec de propanol (un volume d'extrait avec deux volumes de propanol pendant 48 heures à 4°C).

Après précipitation les polysaccharides sont séchés à 45°C pendant 48 heures, puis broyés à l'aide d'un moulin à café puis gardés dans des boites fermées jusqu'à utilisation.

I.2.Résultats et discussion

I.2.1.Les analyses physico-chimiques :

I.2.1.1.Détermination du PH et l'humidité :

Les résultats de la variabilité de PH des graines de chia, enveloppe de psyllium et nigelle : sont présentés dans le tableau 5

A travers le tableau ci-dessus, on constate que la valeur de PH du chia (PH=6,06),Ps enveloppe (PH=5,8) et nigelle (PH=5,86) sont proches.

Nous avons remarqué que l'enveloppe de Psyllium est plus acide que le chia et nigelle. Cette différence de PH s'explique par la saison de récolte et la composition chimique et selon le type et la variété de la plante étudiée.

Depuis le tableau 7 on constate que le taux d'humidité de chia est (2,45 %), psyllium enveloppe (8,78%) et de nigelle (6,59%). Pour faire n'importe qu'elle analyse, l'humidité de la plante doit être inférieure à 10%, et depuis cela on réalise que notre travail est dans les normes.

Tableau 5 : Les résultats de l'évaluation de PH, et le taux humidité des graines de *Salvia hispanica*, *Plantago ovata* et *Nigella sativa*. Les résultats sont rapportés en moyenne \pm écart type.

	Humidité	PH
Chia	2.45% \pm 0.4671	6.06 \pm 0.01414
Psyllium enveloppe	8.78 % \pm 0.2618	5.8 \pm 0.01414
Nigelle	6.5995 % \pm 0.7784	5.86 \pm 0.02828

I.2.2.Teneurs en composés phénoliques

Nos différents tests analytiques mettent en évidence la présence de différentes dans chia, psyllium enveloppe et nigelle.

Les teneurs varient de 0,78 à 42,53 mg EAG/g de MS pour les PTS, 0,30 à 11,55 mg ECat/g de MS pour les flavonoïdes.

I.2.2.1.Teneurs en phénols totaux solubles

Les résultats du dosage des polyphénols totaux des extraits sont illustrés dans la figure 14. Ces résultats indiquent des variations des teneurs en polyphénols totaux solubles (PTS) dans les extraits.

La méthode à ultrason s'avère la plus efficace pour l'extraction des composés phénoliques des graines de nigelle, les valeurs varient entre 1,97 et 2,52 mg EQ AG / g de MS contre 1,29 et 2,21mg EQ AG / g pour la macération, tandis que l'enveloppes de psyllium enregistre des meilleurs valeurs par la macération. Les valeurs sont de 1,05 et 3,44 mg EQ AG /de MS(macération) et 0,78 et 2,74 mg EQ AG(sonication).

Pour la graine de chia, les valeurs varient selon le solvant utilisé, la plus forte teneur est obtenue par l'éthanol 80% (4,25 mg EQ AG/ g de MS).

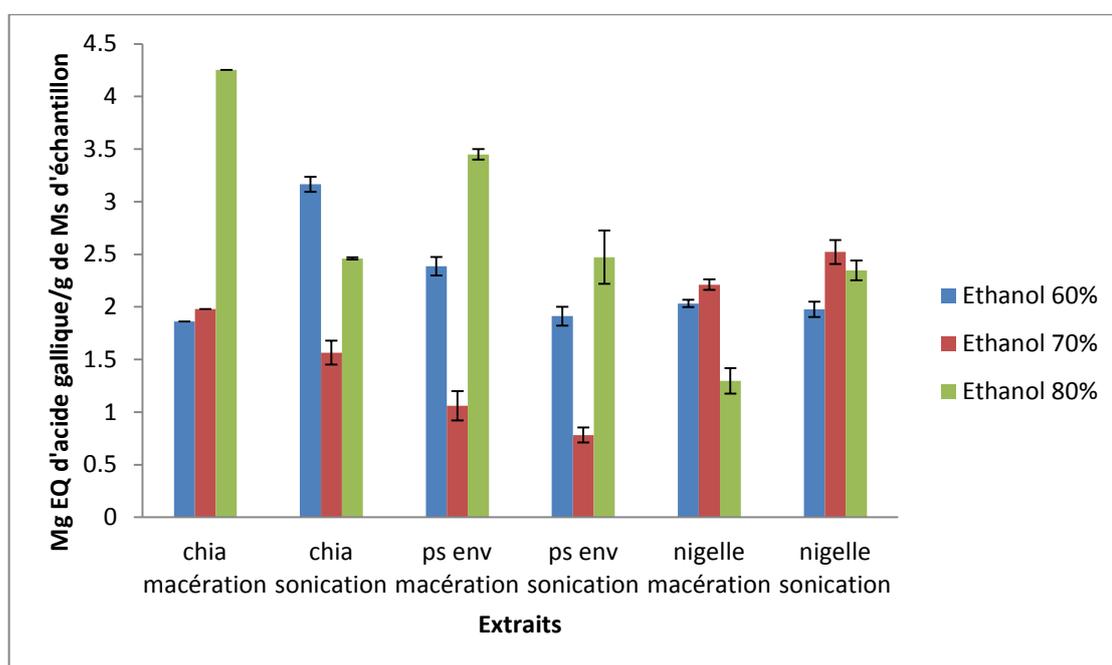


Figure 14 : Teneurs en phénols totaux solubles

La teneur la plus basse en pts est enregistrée pour l'enveloppe de psyllium avec la sonication comme méthode d'extraction (0,78 mg EQ AG / g de MS) et éthanol 70% comme solvant.

Concernant le solvant d'extraction, l'éthanol 80% s'avère le meilleur extracteur des PTS pour l'enveloppe de PS et gaines de chia, tandis que pour les graines de nigelle, l'éthanol 70% est légèrement meilleur.

I.2.2.2. Teneur en flavonoïdes

La figure 15 illustre la variabilité de teneurs en flavonoïde de nos différents extraits.

Quel que soit la graine étudiée (enveloppe de *Plantago ovata*, *Salvia hispanica* et *Nigella arvensis*), la méthode de macération s'avère la plus efficace pour l'extraction des flavonoïdes. Les valeurs sont de 1,01 à 11,55.mg EQ/g MS contre 0,30 à 6,99 mg EQ/g MS (ultrason).

Les graines de chia enregistrent des résultats les plus élevés (0,30 à 11,55), suivi des graines de nigelle (2,17 à 6,09). Tandis que l'enveloppe de psyllium enregistre les teneurs les plus faibles

La plus forte teneur en flavonoïde est notée par les extraits de chia avec l'éthanol 60% (11,55 EQ/g MS pour la macération et 6,99 mg EQ/g MS pour la sonication).

La teneur la plus faible en flavonoïdes est enregistrée pour l'extrait de chia avec la méthode ultrason (0,30 mg EQ AG / g de MS) et éthanol 70% comme solvant.

Concernant le solvant d'extraction, l'éthanol 60% s'avère le meilleur extracteur des flavonoïdes des graines de chia et psyllium, tandis que pour les graines de nigelle, l'éthanol 70% s'avère le plus efficace.

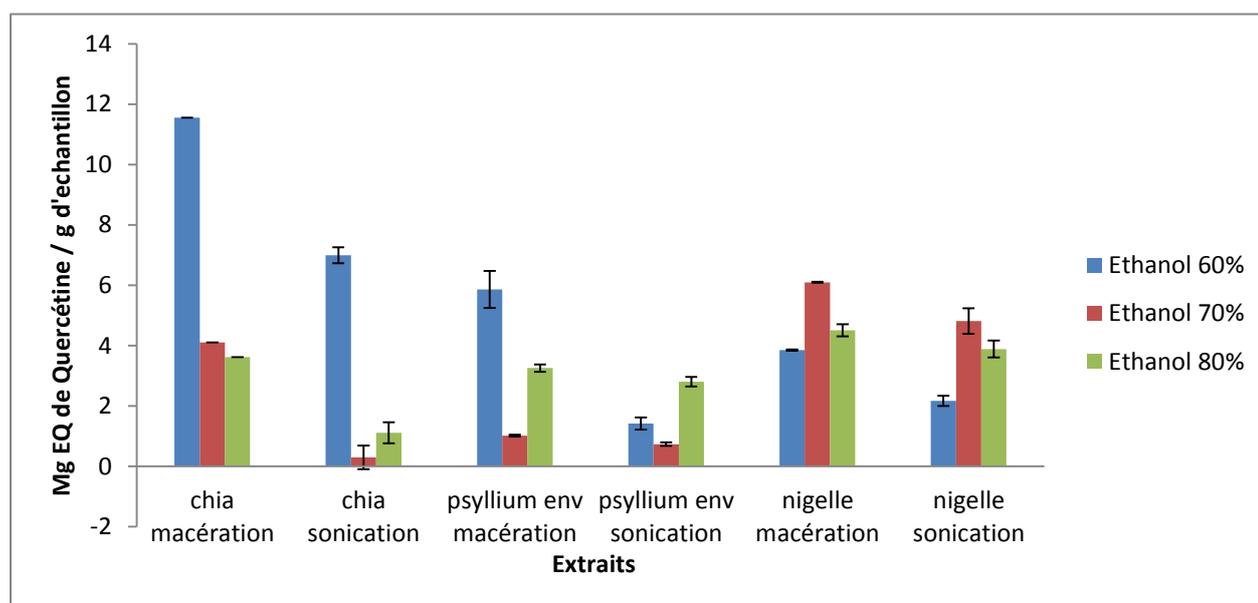


Figure 15: Teneurs en flavonoïdes

I.2.3. Activité antioxydante des extraits de chia, psyllium et nigelle

I.2.3.1. Pouvoir Réducteur du Fer

Nos données analytiques montrent que tous les extraits testés manifestent un pouvoir réducteur ferrique, la réduction du fer dépend de l'extrait utilisé figure 16.

Les valeurs enregistrées pour l'activité de réduction du fer montrent une grande variabilité.

Les extraits de graines de nigelle par macération (2,95 à 3,746 Mg EQ AA / g de MS) révèlent une meilleure activité que celles obtenues par la sonication (2,23 à 3,80 Mg EQ AA / g de MS). Tandis que les extraits de chia (2,99 à 3,62 Mg EQ AA / g de MS).et PS montrent une activité plus forte avec la sonication comme méthode d'extraction (0,83 à 3,09 Mg EQ AA / g de MS)

Concernant les graines, la nigelle (3,746 Mg EQ AA / g de MS) et chia (4 ,37 Mg EQ AA / g de MS) montrent une meilleure activité par rapport à celle de l'enveloppe de psyllium (3,09 Mg EQ AA / g de MS).

L'effet solvant montre des variations des valeurs pour les trois graines. En effet, les extraits à l'éthanol 70% révèlent une activité plus élevée pour les graines de nigelle. En revanche, les extraits de graines de chia et psyllium révèlent un meilleur pouvoir réducteur ferrique par l'éthanol 60% et l'éthanol 80% respectivement.

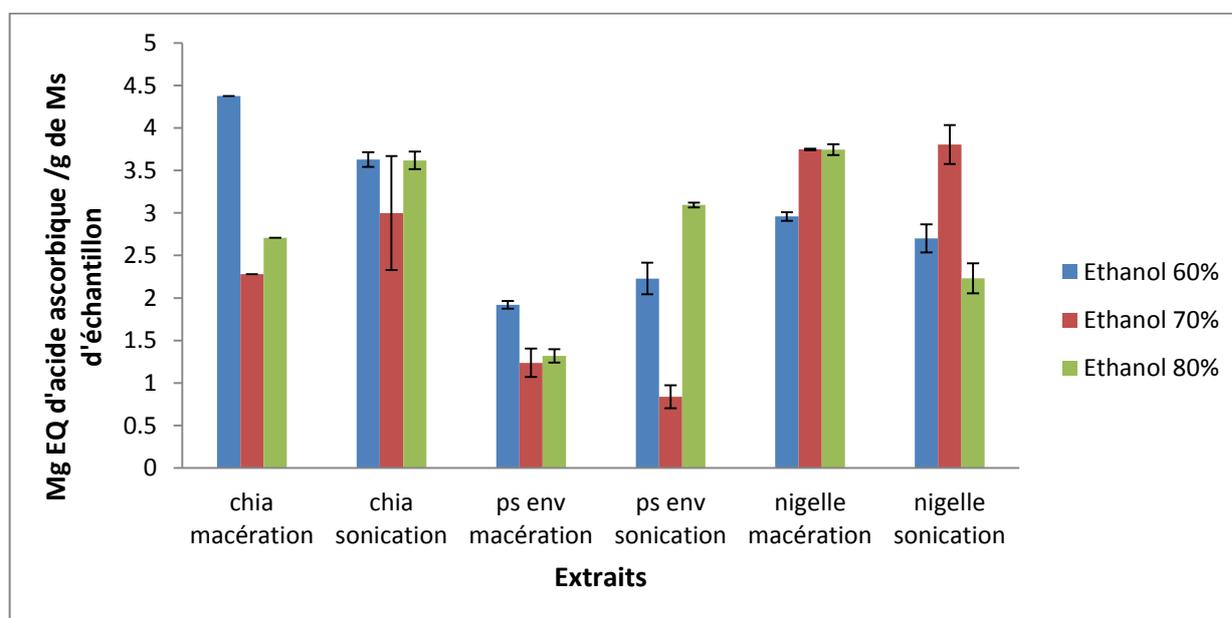


Figure 16: Pouvoir réducteur du fer

I.2.3.2. Activité anti radicalaire du DPPH

Les résultats sont illustrés dans la figure 17.

Utilisé à 25µg/ml, l'activité anti-radicalaire de l'acide ascorbique (89,51%) est supérieure à celle du BHT (79,1%).

Dans nos conditions expérimentales, l'activité des différents extraits est inférieure à celles notées pour le BHT et l'acide Ascorbique. Les du pourcentage de piégeage du radicale libre enregistrés montrent une grande variabilité. Les valeurs sont les suivantes : Les extraits de nigelle

macération présente une activité (26,48 à 70,84) plus élevée que celles des extraits de chia macération (22,79 à 56,39), de chia sonication (26,58 à 51,16), enveloppe psyllium macération (30,51 à 46,47), psyllium sonication (18 à 46,09) et nigelle sonication (26,80 à 57,67).

L'extrait éthanolique 70% de l'enveloppe de psyllium présente le plus faible pourcentage d'inhibition de DPPH(18%) avec l'ultrason comme méthode d'extraction, tandis que le meilleur potentiel scavenger est noté par l'extrait à l'éthanol 70% de graines de nigelle par la macération (70,85%) ; cette valeur est proche de celle enregistrée avec le BHT (79,1).

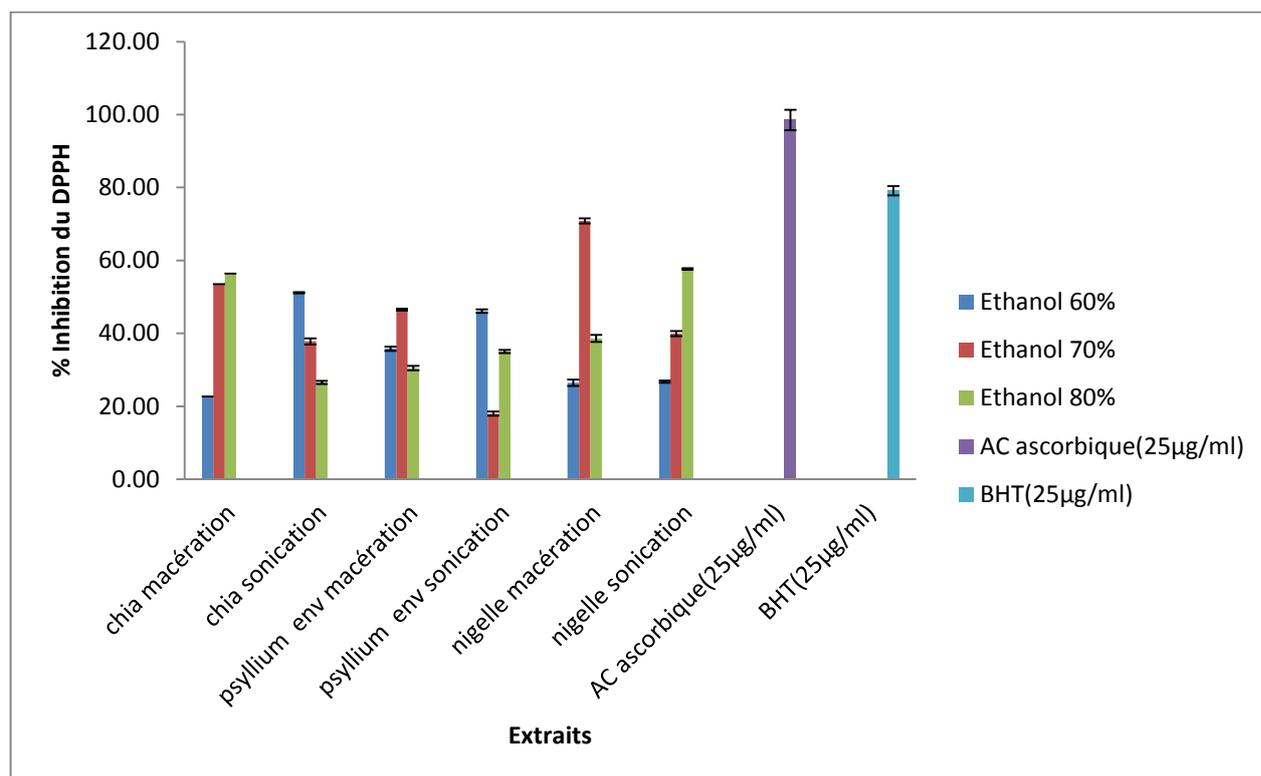


Figure 17:Activitéanti-radicalaire du DPPH des extraits bruts

I.6. Discussion générale

La mise en évidence de la présence de diverses classes de composés phénoliques (phénols totaux solubles et flavonoïdes) dans les extraits de graines de *Salvia hispanica*, *Plantago ovata* et *nigella sativa* est cohérente avec des données très variables de la littérature.

Les graines de *Salvia hispanica* présentent des teneurs en phénols totaux solubles (42,53 mgEAG /g MS) supérieur par rapport à celle rapporté par **Singleton et al.,(1999)** avec les graines de *linum usitatissimum* (7,37 mg EAG/g MS). Cependant les valeurs de PS et Ng présentent des valeurs inférieures.

Les teneurs de flavonoïdes des graines de *Salvia hispanica* (11,55 mg EQ/ g MS), *Plantago ovata* (5,86 mg EQ/ g MS) et *Nigella sativa* (6,09 mg EQ/ g MS) sont supérieures à celles enregistrées avec *linum usitatissimum* (4,017 mg EQ/g MS) rapporté par **(Ribereau-Gayan.,2012)**.

Le potentiel antioxydant révélé par le test FRAP de nos différents échantillons (1,91 mg EAA/g MS à 4,37 mg EAA/g MS) montre une activité plus élevée par rapport à celle rapportées par **Gulçinet et al.,(2012)** avec les graines de *linum usitatissimum* (0,931 mg EAA/ g MS).

Pour DPPH, les résultats rapportés **Blois, (2013)** pour les graines de *linum usitatissimum* (17,57%) sont inférieurs à nos résultats, *Salvia hispanica* (56,39 %), *Plantago ovata* (46,47%) et *Nigella sativa* (70,84%).

Conclusion et perspectives

Aujourd'hui, les plantes médicinales retrouvent leur endroit dans notre vie quotidienne et elles ont toujours occupé une place importante en médecine. Cette grande valeur des plantes médicinales fait l'objet des différentes études.

Dans le présent travail, nous avons évalué le potentiel antioxydant des graines de *Salvia hispanica*, *Plantago ovata* et *Nigella sativa* et l'utilisation de l'extrait de *Plantago ovata* et *Salvia hispanica* dans la fabrication de l'emballage alimentaire.

Cette étude est réalisée sur trois extraits obtenues par deux méthodes : Macération et sonication en utilise l'éthanol à différents concentrations (60% ,70% et 80%).

Différentes analyses sont appliquées, dosage des phénols totaux soluble et flavonoïde, aussi que l'évaluation des effets antioxydants des extraits des ces graines par deux moyens : l'activité anti radicalaire à l'égard du DPPH d'une part et le pouvoir réducteur d'autre part.

Les résultats enregistrés pour la teneur en poly phénols totaux soluble de macération et sonication montrent que la graine de *Salvia hispanica* plus riche en phénols totaux soluble suivi graine de *Plantago ovata* et *Nigella sativa*.

En revanche, la teneur en flavonoïde de macération et sonication montrent que *Salvia hispanica* plus aisés.

L'activité antioxydant des extraits par DPPH a révélé des pourcentages d'inhibition radicalaire important.

La meilleure activité antioxydante (activité antiradicalaire avec le radical DPPH et le pouvoir réducteur) DPPH est obtenue avec l'extrait de *Salvia hispanica* de sonication pour pouvoir ferrique et l'extrait de *Nigella sativa* de macération pour DPPH.

Cette forte activité est liée au composés phénoliques présents dans les extraits de *Salvia hispanica*, *Plantago ovata* et *Nigella sativa*.

En perspectives, les plantes médicinales de *Plantago ovata* et *Salvia hispanica* sont les meilleurs produits pour la fabrication de l'emballage biodégradables, car sont des composants qui améliore les propriétés antioxydants de notre emballage biodégradable en plus ils sont sains.

On doit incorporer des extraits de plantes médicinales comme *Plantago ovata* et *Salvia hispanica* dans l'emballage comestibles biodégradables, Utilisation d'extraits de plantes, comme l'extrait de chia et nigelle et psyllium pour donner une valeur ajoutée aux déchets végétaux, Etude sur l'activité antioxydant de chia, psyllium et nigelle

Incorporation des extraits actifs de plante dans les emballages comestible biodégradable,
Comparaison entre les plantes médicinales les plus riches et qui ont le plus de valeur dans
l'emballage biodégradable.

Référence bibliographique

A

- Abdelhalim, Abeer, et Jane Hanrahan. (2021). Biologically Active Compounds from Lamiaceae Family: Central Nervous System Effects. In *Studies in Natural Products Chemistry*, 68, 255-315. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819485-0.00017-7>.
- Aftab Ahmad, Asif Husain, MohdMujeeb, Shah Alam Khan, AbulKalamNajmi, Nasir Ali Siddique, Zoheir A. Damanhour, Firoz Anwar, « A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb », *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol.3, no 5, 2013, p.337-352
- AFANOR. (1986). Association française de normalisation recueil des normes français, contrôle de la qualité des produits laitiers. 3^{ème} édition. 647-651 PP.
- Ahmadi, R., KalbasiyAshtari, A., Oromiehie, A., Yarmand, M.ÿS., & Jahandideh, F. (2012). Développement et caractérisation d'un nouveau film comestible biodégradable obtenu à partir de graines de psyllium (*Plantago ovata* Forsk.). *Journal of Food Engineering.*, 109, 745–751 .
- Al-Saleh I.A., Billedo G., El-Doush I.I. (2006). Levels of selenium, DL- α -tocopherol, DL- γ -tocopherol, all-trans-retinol, thymoquinone and thymol in different brands of *Nigella sativa* seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 167-175.
- *Alternative Medicine Review* (2002) volume 7, Number 2 <http://www.thorne.com/altmedrev/fulltext/7/2/155.pdf> (cited on 20 April 2014)
- Álvarez, M. F. (2000). Revisión: Envasado activo de los alimentos/Review: Active food packaging. *Food Science and Technology International*, 6(2), 97-108
- Anderson JW, Davidson MH, Blone L et al (2000b) Long-term cholesterol-lowering effects of psyllium as an adjunct to diet therapy in the treatment of hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 71:1433–1438.
- Atta M.B. Some characteristics of *Nigella* (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. *Food Chemistry* 2003; 83: 63–68.
- Atta U.R., Malik S., Ahmed S., Choudhary M.I., Habib-ur-Rehman. (1985b). Nigellimine-N-oxide—a new isoquinoline alkaloid from the seeds of *Nigella sativa*. *Heterocycles*. 23: 935-955.
- Atta U.R., Malik S., Cun-Heng H., Clardy J. (1985a). Isolation and structure determination of nigellicine, a novel alkaloid from the seeds of *Nigella sativa*. *Tetrahedron letters*. 26: 2759-2762.

- Auras, R., Harte, B., Selke, S.; 2006, Sorption of ethyl acetate and d-limonene in poly (lactide) polymers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 86, 648–
- Ayerza R., Coates W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L). *Indust Crops Prod.* 34:1366-1371.

B

- Beer-Lech, K., Skic, A., Skic, K., Stropek, Z., & Arczewska, M. (2022). Effect of Psyllium Husk Addition on the Structural and Physical Properties of Biodegradable Thermoplastic Starch Film. *Materials*, 15(13), 4459.
- Benslimane N ; 2013-2014; mémoire de Master; « contribution à l'élaboration d'un Plan de contrôle des emballages plastique en contact avec les denrées alimentaires »; université Abou Bekr Belkaid Tlemcen
- Benslimane N., 2014. Contribution à l'élaboration d'un plan de contrôle des emballages plastiques en contact avec les denrées alimentaires. Mémoire de master en science des aliments. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen. P8-10
- Bliss DZ, Jung HJ, Savik K et al (2001) Supplementation with dietary fiber improves fecal incontinence. *Nurs Res* 50:203–213.
- Board N (2003). *Plantago ovata* Forsk.: Cultivation (Chapter 23). In: Herbs cultivation and their utilization by N. Board. Asia Pacific Business Press Inc. Delhi-India, pg 218-228.
- Blois M.S. (2013). Antioxidant determinations by the use of stable free radical, 1199-1200.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Brasil. Ministério da Saúde e Anvisa. (2014). MONOGRAFIA DA ESPÉCIE *Plantago ovata* FORSSK (Psyllium), 5, 54.
- Bresson JL., Flynn A., Heinonen M. (2009). Opinion on the safety of Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Chia seeds, as a food ingredient. *J Eur Food Safety Authority* 996:1–26.
- British Pharmacopoeia (1968) Published on the recommendation of the Medicines Commission pursuant to the Medicines Act 3rd edn. Medicines Commission, H.M. Stationery Office, Great Britain, pp 34–15
- Bruneton J (1995) *Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Techniques & documentation*, 1st edn. Lavoisier Publishers, Paris, p 915.

- Busilacchi, Héctor, Mirta Quiroga, Mirian Bueno, et Osvaldo Di Sapio. (2013). EN EL SUR DE SANTA FE (REPÚBLICA ARGENTINA), 34(4), 6.
composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydrodistillation. *Flavour & Fragrance Journal*. 22: 148-153.
Phytotherapy research. 14: 323-328.

C

- C. P. Khare, *Indian Herbal Remedies : Rational Western Therapy, Ayurvedic, and Other Traditional Usage, Botany*, Springer, 2004, 523 p. (ISBN 3-540-01026-2, lire en ligne [archive]).
- Capitani, M.I., V. Spotorno, S.M. Nolasco, et M.C. Tomás. (2012). Physicochemical and Functional Characterization of By-Products from Chia (*Salvia Hispanica* L.) Seeds of Argentina. *LWT - Food Science and Technology*, 45(1), 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>.
- Cheng Y, Ohlsson L, Duan R-D (2004) Psyllium and fat in diets differentially affect the activities and expressions of colonic sphingomyelinases and caspase in mice. *Br J Nutr* 91:715–723.
- Chow, P.A.K.S., Landhäusser, S.M.: A method for routine measurements of total sugar and starch content in woody plant tissues. *Tree Physiol*. 24, 1129–1136 (2004).
- Cihan Toparlan, A propos de *Nigella sativa* L., Thèse, Université de Lorraine, 2012.
- Coulebeau et al., 2012 www.lesplastiquesen debat.com/wp-content/uploads/2012.

D

- Da Silva Marineli R., Lenquist S.A., Moraes É.A., Maróstica Jr M.R. (2013). Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. *Food Research International*. 76(3): 666-674.
- De la Paz Salgado-Cruz M., Calderon-Domínguez G., Chanona-Pérez J., Farrera-Rebollo Reynold R., Méndez-Méndez JV., Díaz-Ramírez M. (2013). Chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage release characterisation. A microstructural and image analysis study. *Industrial Crops and Products* 51:453–462
- Debeaufort F. (1994). Etude des Transferts de Matière au Travers de Films d'emballages – Perméation de l'eau et de substances d'arôme en relation avec les propriétés physicochimiques de films comestibles. Thèse de doctorat, ENSBANA, Université de Bourgogne, France

- Del Nobile, M. A., Conte, A., Buonocore, G. G., Incoronato, A. L., Massaro, A., & Panza, O. (2009). Active packaging by extrusion processing of recyclable and biodegradable polymers. *Journal of Food Engineering*, 93(1), 1-6
- Duraffourd C., Lapraz J. C., Chemli R. La plante médicinale de la tradition à la science. 1er congrès Intercontinental. Tunis. Ed. Granche. Paris. 1997. 222 p.

E

- El-Tahir K.H, Bakeet M.D. The black seed *Nigella sativa* Linnaeus- A Mine for Multi Cures: A Plea for Urgent Clinical Evaluation of its Volatile Oil. *Medical Science* 2006;1:1-19.
- E.R., J. Goossens ; 2009; *Smart packaging* ; [en ligne] ; consulté le 28/11/2015 sur <http://infotpa.gret.org/fileadmin/bulletin/bulletin16/b16p14.htm>
- Ezzat I. Aboul-Ela, Cytogenetic studies on *Nigella sativa* seeds extract and thymoquinone on mouse cells infected with schistosomiasis using karyotyping ; *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, Volume 516, Issues 1–2, 26 April 2002, Pages 11-17.

F

- Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R. D., & Johnson, S. K. (2017). Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 60-71

G

- Galvez M, Martin CC, Lopez LM, Cortes F, Ayuso MJ (2003) Cytotoxic effect of *Plantago* spp. on cancer cell lines. *J Ethnopharma* 88:125–130.
- Ghedira K. La nigelle cultivée : *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae). *Phytothérapie* 2006 ;5: 220–226.
- Goldberg, S., Doyle, R. J., & Rosenberg, M. (1990). Mechanism of enhancement of microbial cell hydrophobicity by cationic polymers. *Journal of Bacteriology*, 172(10), 5650-5654 and practice, Second edition. CRC Press, Florida
- Guignard J. L. In: *Botanique systématique moléculaire*. 12ème Edition Masson. Paris. 2001.304.
- Guilbert S., Gontard N. (1992). Le concept de l'emballage comestible. AGORAL, 5^{ème} Rencontres Technologiques et Scientifiques des industries Alimentaires, Pont à Mousson,

- Gulçin I., Kufrevioglu O. I., Oktay M. & Buyukokuroglu ME. (2012). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *J Ethnopharmacol* 90 (2-3), 205-215.
- Ixtaina V. Y., Nolasco S. M., Tomas M. C. (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28(3): 286–293.

J

- Jamshidian, M. (2011). Inclusion et libération de molécules antioxydantes dans un emballage à base d'Acide Poly Lactique en contact alimentaire (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine).
- Jamshidian, M., Tehrany, E. A., Imran, M., Akhtar, M. J., Cleymand, F., & Desobry, S. (2012). Structural, mechanical and barrier properties of active PLA–antioxidant films. *Journal of Food Engineering*, 110(3), 380-389.
- Jeant R., Groguennec T., Schuch P., Brule G., 2007. Science des aliments ; biochimie, microbiologie, procédés produits. Lavoisier. Volume 2 technologie des produits alimentaires. Paris. P 407- 436
- Jeant R., Groguennec T., Schuch P., Brule G., 2007. Science des aliments ; biochimie, microbiologie, procédés produits. Lavoisier. Volume 2 technologie des produits alimentaires. Paris. P 407- 436
- Jørgensen H., Knudsen K.E.B., Lauridsen C. (2012). Influence of different cultivation methods on carbohydrate and lipid compositions and digestibility of energy of fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 92(14): 2876–2882.
- J. Wiesner et B. Merz, Assessment report on *Plantago ovata* Forssk., seministegumentum, European medicines agency, EMA/HMPC/199775/2012, London, 2013 (lire en ligne [archive])

K

- Kenneth Marsh Ph. D et Betty Bugusu Ph. D. (2007). Food Packaging-Roles, Materials, and Environmental Issues. *Journal of food science*; vol 72 Quintavalla, S., & Vicini, L. (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat science*, 62(3), 373-380.
- Kiassos E, Mylonaki S, Markis D. P, Kefalas P. (2009). Implementation of response surface methodology to optimize extraction of onion (*Allium cepa*) solid waste phenolics. *Innovative Food science and Emerging Technologies*. 10: 246-252.
- Khaliq, R., Tita, O., Antofie, M. M., & Sava, C. (2015). Industrial Application Of Psyllium: An Overview. *ACTA Universitatis Cibiniensis*, 67(1), 210–214 <https://doi.org/10.1515/aucts-2015-0092>

- Kumar A, Kumar N, Vij JC, Sarin SK, Anand BS (1987) Optimal dosage of ispaghula husk in patients with irritable bowel syndrome: correlation of symptom relief with whole gut transit time and stool weight. *Gut* 28:150–155.

L

- Lamaison, J. L., & Carnet, A. (1990). Teneurs en principaux flavonoides des fleurs et des feuilles de *Crataegus monogyna* Jacq. et de *Crataegus laevigata* (Poiret) DC. (Rosaceae). *Pharmaceutica Acta Helvetica*, 65, 315–320.
- Lapornik, B., Prošek, M., & GolcWondra, A. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, 71(2), 214–222.
- Liyana-Pathirana C., Shahidi F., 2005. Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry* . 93: 47-56.
- López X., Huerta A.G., De la Cruz Torrez A., Sangerman-Jarquín E., Ma.D., De RosasGuillermo O., Arriaga Martin R. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (7): 1619-1631.
- López, Andrés Xingú, Andrés González Huerta, et Orozco de Rosas. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras* Chia (*Salvia hispanica* L.) current situation and future trends , 14.
- López-de-Dicastillo, C., Catalá, R., Gavara, R., & Hernández-Muñoz, P. (2011). Food applications of active packaging EVOH films containing cyclodextrins for the preferential scavenging of undesirable compounds. *Journal of Food Engineering*, 104(3), 380-386
- Lopez-Rubio, A., Almenar, E., Hernandez-Muñoz, P., Lagarón, J. M., Catalá, R., & Gavara, R. (2004). Overview of active polymer-based packaging technologies for food applications. *Food Reviews International*, 20(4), 357-387.
- Lu Y., Foo L.Y. (2002). Polyphenolics of *Salvia*: A review. *Phytochemistry*, 59: 117-140.

M

- Majid, I., Nayik, G. A., Dar, S. M., & Nanda, V. (2016). Novel food packaging technologies: Innovations and future prospective. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*
- Marteau P et al (1994) Digestibility and bulking effect of ispaghula husks in healthy humans. *Gut* 35:1747–1752.

- Martı nez-Cruz O., Paredes-López O. (2014). Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra-high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. A*1346: 43–48.
- Mehmood MH1, Aziz N, Ghayur MN, Gilani AH., « Pharmacological basis for the medicinal use of psyllium husk (*Ispaghula*) in constipation and diarrhea. », *DigDis Sci.*, vol. 56, n° 5, 2011.
- Meziti A. 2009. Activité antioxydante des extraits des graines de *Nigella sativa*. Mémoire Mastère en biochimie appliquée. Université El-Haj Lakhdar Batna. 21-32.
- Morikawa T., Xu F., Kashima Y., Matsuda H., Ninomiya K., Yoshikawa M. (2004a) .Novel dollabellane-type diterpene alkaloids with lipid metabolism promoting activities from the seeds of *Nigella sativa*. *Organic letters*. 6: 869-872.
- Morikawa T., Xu F., Ninomiya K., Matsuda H., Yoshikawa M. (2004b). Nigellamines A3, A4, A5 and C, new dolabellane-type diterpene alkaloids, with lipid metabolism promoting activities from the Egyptian medicinal food black cumin. *Chemical & pharmaceutical bulletin*. 52: 494-497.
- Multon J-L, Bureau G,1998. L’emballage des denrées alimentaire de grande consommation. 2ème édition. Edition Technique et Documentation.
- MULTON. J. L., BUREAU G. ; 1998, L’emballage des denrées alimentaires de grande consommation ; Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires, 2è édition Revue et Augmentée, Paris, 1082p
- Muñoz A. Harries E., Contreras-Valenzuela A., Carmona L., Read N.D., Marcos J.F. (2013). Two functional motifs define the interaction, internalization and toxicity of the cell-penetrating antifungal peptide PAF26 on fungal cells..doi: 10.1371/journal.pone.0054813.
- Muñoz L. A., Aguilera J. M., Rodríguez T. L., Cobos A., Díaz O. (2012). Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. *J. Food Eng.* 111(3): 511-518.

N

- Nergiz C., Ünal K. (1991). Effect of the method of extraction on the total polyphenol and 1,2-diphenol content and stability of virgin olive oil. *J. Sci. Food Agric.* 56:79-84.
- Norlaily MA., Swee KY., Wan YH., Boon K., Sheau WT., Soon GT. (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *J Biomed Biotechnol* (171956): 1–9.

O

- Oomah, B. D., Corb??, A., & Balasubramanian, P. (2010). Antioxidant and anti-Inflammatory activities of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Hulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(14), 8225–8230.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reactions-antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307–315.

P

- Panda P(2002). Cultivation and utilization of isubgol: *Plantagoovata* (Chapter 11). In *Medicinal Plants- Cultivation and their uses* by H. Panda. Asia Pacific Business Press Inc. Delhi, India, pg 97-107.
- Perez MM, Gomez CA, Colombo LT et al (1996) Effect of fiber supplements on internal bleeding hemorrhoids. *Hepatogastroenterology* 43:1504–1507.
- Pfalzgraf, A., Frigg, M., & Steinhart, H. (1995). .alpha.-Tocopherol Contents and Lipid Oxidation in Pork Muscle and Adipose Tissue during Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(5), 1339–1342.

Q

- Qvitzau S, Matzen P, Madsen P (1988) Treatment of chronic diarrhoea: loperamide versus ispaghula husk and calcium. *Scand J Gastroenterol* 23:1237–1240.

R

- Raimondi G., Roupahel Y., Di Stasio E., Napolitano F., Clemente G., Maiello R., Giordano M., De Pascale S. (2017). Evaluation of *Salvia hispanica* performance under increasing salt stress conditions. *Acta horticulturae*, 705–706.
- Read NW (1986) Dietary fiber and bowel transit. In: Vahouny GV, Kritchevsky D (eds) *Dietary fiber basic and clinical aspects*. Plenum Press, New York, pp 91–100.
- Reyes-Caudillo E., Tecante A., Valdivia-Lopez M.A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chem.* 107(2): 656-663.
- Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., de Melo, N. R., & Sanches-Silva, A. (2017). Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends in food science & technology*, 61, 132-140.

- Ribereau G. (2012). Notions générales sur les composés phénoliques. In ‘ Les composés phénoliques des végétaux’. Ed Dunod, 1-27.
- Ricardo Ayerza (h) et Wayne Coates, « Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and α -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections », *Industrial Crops and Products*, vol. 30, n° 2, 1^{er} septembre 2009, p. 321–324 (ISSN 0926-6690, DOI 10.1016/j.indcrop.2009.03.009, lire en ligne [archive], consulté le 26 octobre 2020).

S

- Shahriari, Z., Heidari, B., & Dadkhodaie, A. (2018). Dissection of genotype \times environment interactions for mucilage and seed yield in *Plantago* species: Application of AMMI and GGE biplot analyses. *PLoS ONE* (Vol. 13). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196095>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2005). Lipid Oxidation: Measurement Methods. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, (3), 357–385.
- Silveira Coelho M., De las Mercedes., Salas-Mellado M. (2015). Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *LWT—Food Sci Technol* 60 :729–736.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Singleton, V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, in: *Methods in Enzymology*. Elsevier, pp: 152-178.
- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., & Knez, Ž. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89(2), 191–198.
- Solter H, Lorenz D (1983) Summary of clinical results with prodiem plain, a bowel regulating agent. *Today's Ther Trends* 1:45–59.
- Sosa, Anacleto. (2016). Chia Crop (*Salvia Hispanica* L.): Its History and Importance as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids Omega-3 Around the World: A Review. *JCRF*, 1(1), 1-4. <https://doi.org/10.17303/jcrf.2016.104>.
- Steffolani E., De La Hera E., Perez G., Gomez M. (2014). Effect of chia (*Salvia hispanica* L.) addition on the quality of gluten-free bread. *J. Food Qual.* 37: 309–317.

T

Références bibliographiques

- TafitasonMahefanjaka Sandrio ; 08 juin 2017 ; mémoire de Master ; « contribution a la valorisation des déchets emballages films plastique de la société jB- essai de fabrication de pave en plastique »; université d'Antananarivo ; Madagascar
- Tóth, A., &Halász, K. (2019). Characterization of edible biocomposite films directly prepared from psyllium seed husk and husk flour. *Food Packaging and Shelf Life*, 20, 100299.

V

- Voderholzer WA, Schatke W, Muhldorfer BE et al (1997) Clinical response to dietary fiber treatment of chronic constipation. *Am J Gastroenterol* 92:95–98.

W

- Wessling, C., Nielsen, T., Leufvén, A., &Jägerstad, M. (1998). Mobility of a-tocopherol and BHT in LDPE in contact with fatty food simulants.
- .
- Wilson, C. L. (2007). *Intelligent and active packaging for fruits and vegetables*. CRC Press

Y

- Yucel, U. (2015). *Intelligent Packaging*.
- Anonyme1: « Chia (plante) — Wikipédia ». [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chia_\(plante\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chia_(plante)) (consulté le juill. 15, 2021).
- Anonyme2:www.chiagrowers.com

ANNEXES

Annexe :1

Courbes d'étalonnages

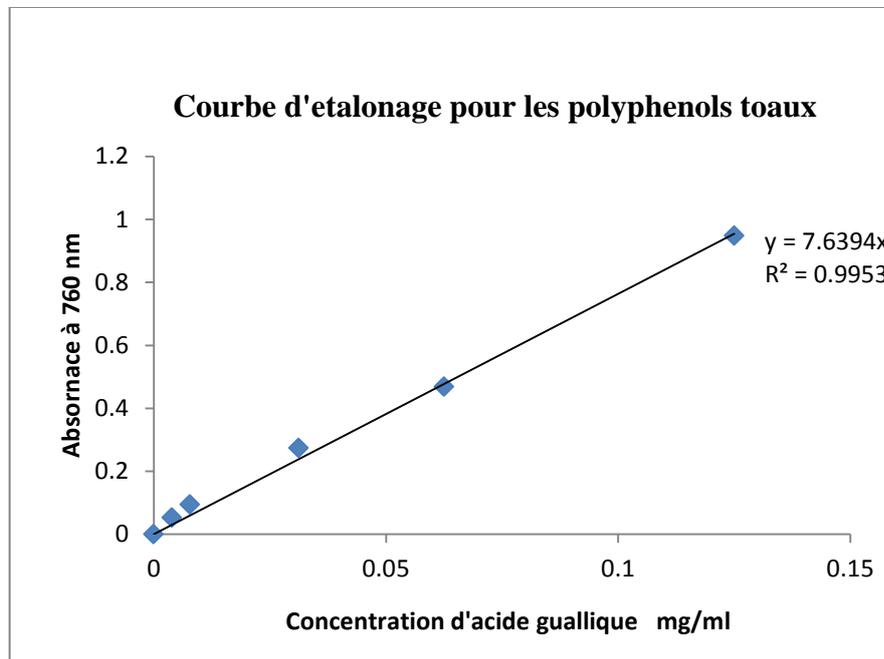


Figure 1: Dosage des phénols totaux solubles

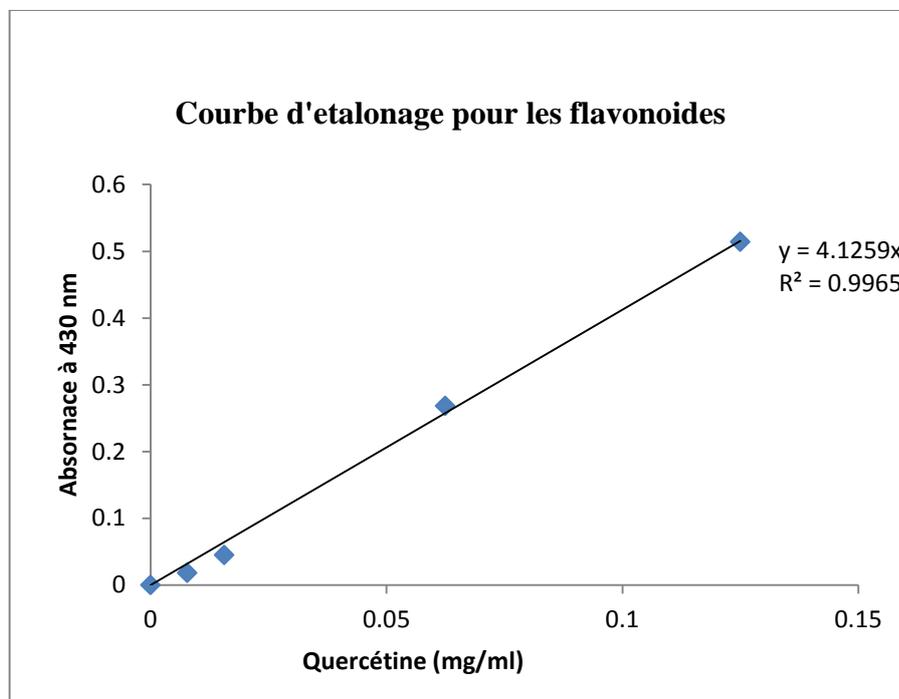


Figure 2 : Dosage des flavonoïdes

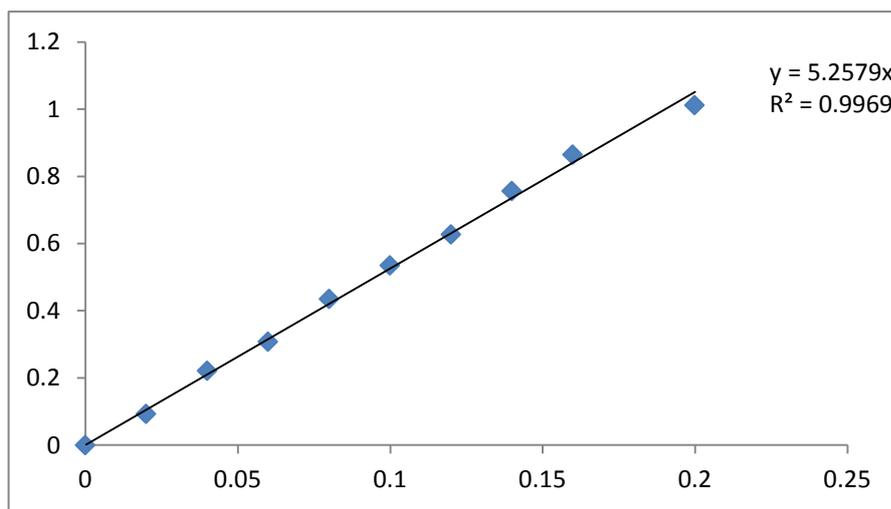


Figure 3:Acide ascorbique (pouvoir réducteur du fer)

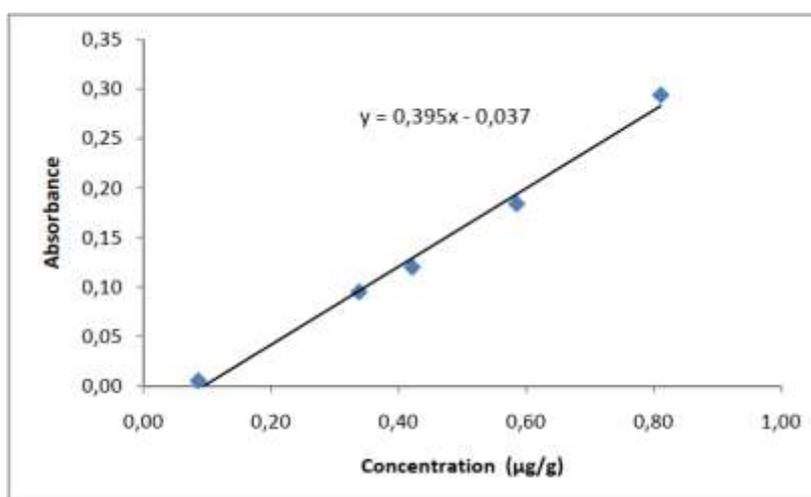


Figure 4: TBARS

Annexe 2

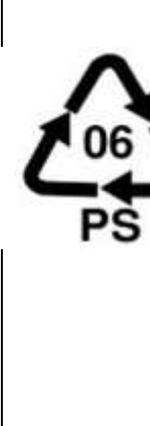
Tableau I : préparation des réactifs.

Le réactif	Leur préparation
Folin	10ml de folin concentré dans 90ml d'eau distillé.
carbonate de sodium(Na₂CO₃)	7,5g de(Na ₂ CO ₃) dans 100ml d'eau distillé
Chlorure d'aluminium(AlCl₃)	2g de chlorure d'aluminium dans 100ml de méthanol.
Acide trichloracétique(TCA)	10g de TCA dans 100ml d'eau distillé.
Tampon phosphate	0,68g de kh ₂ po ₄ dans 100ml d'eau distillé (3 minutes dans l'agitateur)
Ferricyanure de potassium	1g de ferucyanure poudre dans 100ml d'eau distillé
Chlorure ferrique(FeCl₃)	20µl HCL dans 235ml d'eau distillé (solution 1) ,après en prend 0,38 de fecl ₃ dans solution 1
DPPH	0,0024g de DPPH dans 100ml de méthanol.

Annexe 3 :

Tableau 2 - Nomenclature et champ d'application des plastiques (Coulebeau et al., 2012)

<p>The image shows a standard recycling symbol consisting of three chasing arrows forming a triangle. Inside the triangle is the number '01' and below it, the letters 'PET'.</p>	<p>Polyéthylène téréphtalate (PETE) : Souvent utilisé pour les bouteilles de boisson gazeuse, d'huile de cuisine, etc. En film, il est surtout utilisé pour ses propriétés de scellage à n'importe quel autre matériau d'emballage, et comme film moulant. C'est actuellement le plastique le plus recyclé. Pour les micro-ondes et les fours, l'industrie utilise le PET qui résiste à des températures plus élevées.</p>
	<p>Polyéthylène haute densité : Souvent utilisé pour les bouteilles de détergent, jus de fruits, contenants pour congélation, chaudières, barils et bouchons. Il représente 50 % du marché des bouteilles en plastique.</p>

 <p>02 PE-HD</p>	<p>En film, il est souvent utilisé pour des doublures pour baril et boîtes en industrie alimentaire. Coût bas et bonne barrière à l'oxygène.</p>
 <p>03 PVC</p>	<p>Polychlorure de vinyle (PVC) : C'est le 2e plastique le plus utilisé dans le monde (20 % de l'ensemble des plastiques) après les polyéthylènes (32 %). Utilisé pour des bouteilles et pots de miel, confiture et mayonnaise avec une excellente transparence. En film, il est utilisé aussi pour les manchons thermo rétractables et sceaux de sécurité. N. B. : Peut susciter la controverse à cause de sa teneur en chlore.</p>
 <p>4 LDPE</p>	<p>Polyéthylène basse densité : Généralement utilisé pour certains sacs ou emballages plastiques (bouteilles comprimables, bouchons ou capsules).</p> <p>En film, il est utilisé pour stabiliser les caisses ou palettes (étirable, ou thermorétractable). Coût bas et barrière moyenne à l'oxygène.</p>
 <p>05 PP</p>	<p>Polypropylène (PP): Utilisé pour certaines tasses pour enfants, gourdes souples réutilisables pour sportifs, récipients alimentaires réutilisables, pots de yogourt, de lait et de margarine. Il est surtout le plus utilisé pour le remplissage à chaud et les couvercles. Coût bas et barrière à l'humidité.</p>
 <p>06 PS</p>	<p>Polystyrène (PS) : Utilisé principalement pour les gobelets et contenants thermoformés ou par injection. En alimentaire, surtout présent dans les barquettes et contenants en styromousse pour les produits frais et emballage de protection. Le PS expansé est surtout utilisé comme support pour rouleau d'étiquettes. Ne jamais chauffer les aliments dans des récipients en polystyrène (peut représenter des risques pour la santé).</p>



Autres plastiques, comme le Polycarbonate : Utilisé pour les biberons
Et certaines tasses pour bébé en polycarbonate translucide et rigide,
tout comme les bonbonnes d'eau de 20 litres et certaines de 3,5 litres.

Résumé

Les plantes médicinales ont toujours eu une place importante dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité. A travers cette étude, nous avons tenté d'une part de caractériser et d'identifier différents composés phénoliques des graines de *salvia hispanica*, de *Plantago ovata* et de *Nigella sativa*. Et évaluer la capacité antioxydante des extraits. D'autre part l'utilisation de l'extrait de *Plantago ovata* se retrouve dans la fabrication d'emballages alimentaires.

Les résultats obtenus permettent de déduire que *salvia hispanica*, *Plantago ovata* et *Nigella sativa* sont relativement riches en métabolites secondaires tel que : les flavonoïdes et les phénols totaux. Les extraits phénoliques ont été évaluée pour leur activité antioxydants. Les extraits de *nigella sativa* manifestent une plus forte activité antioxydante que *salvia hispanica* et *Plantago ovata* pour l'inhibition du DPPH (26,48 à 70,84%). Et l'extrait de *salvia hispanica* c'est le teneur le plus fort pour le pouvoir réducteur du fer (36,27 mg EAA/g de Ms).

En peu conclure que, nous avons pu fabriquer un emballage alimentaire à partir d'extrait de *Plantago ovata*, ce qui est un moyen prometteur pour prolonger la durée de conservation.

Les mots clé : Emballage, composés phénoliques, *Nigella sativa*, *Plantago ovata*, *salvia hispanica*

Abstract

Medicinal plants have always had an important place in the therapeutic arsenal of humanity. Through this study, we tried on the one hand to characterize and identify different phenolic compounds of the seeds of *salvia hispanica*, *Plantago ovata* and *Nigella sativa*. And evaluate the antioxidant capacity of the extracts. On the other hand the use of *Plantago ovata* extract is found in the manufacture of food packaging.

The results obtained make it possible to deduce that *salvia hispanica*, *Plantago ovata* and *Nigella sativa* are relatively rich in secondary metabolites such as: flavonoids and total phenols. The phenolic extracts were evaluated for their antioxidant activity. *Nigella sativa* extracts show stronger antioxidant activity than *salvia hispanica* and *Plantago ovata* for DPPH inhibition (26.48-70.84%). And the extract of *salvia hispanica* is the strongest content for the reducing power of iron (36.27 mg EAA/g of Ms).

In short, we were able to make food packaging from *Plantago ovata* extract, which is a promising way to extend shelf life.

The Key words: Packaging, phenolic compounds, *Nigella sativa*, *Plantago ovata*, *salvia hispanica*

ملخص

لطالما كان للنباتات الطبية مكانة مهمة في الترسانة العلاجية للبشرية. من خلال هذه الدراسة، حاولنا من ناحية توصيف وتحديد المركبات الفينولية المختلفة لسالفيا هيسبانيكا وبلانتاغو اوفاتا وبذور نيجيلا ساتيفا. وتقييم سعة مضادات الأكسدة للمستخلصات. من ناحية أخرى، يوجد استخدام مستخلص *Plantago ovata* في تصنيع عبوات الطعام.

تشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن *salvia hispanica* و *Plantago ovata* و *Nigella sativa* غنية نسبيًا بالمستقلبات الثانوية مثل: الفلافونويد والفينولات الكلية. تم تقييم المستخلصات الفينولية لنشاطها المضاد للأكسدة. تظهر مستخلصات *Nigella sativa* نشاطًا مضادًا للأكسدة أعلى من *salvia hispanica* و *Plantago ovata* لتثبيط DPPH (إلى 70.84%).

ومستخلص سالفيا هيسبانيكا هو أقوى محتوى للقوة الاختزالية للحديد (36.27 ملغ. EAA/g Ms). باختصار، استطعنا تصنيع عبوات غذائية من مستخلص *Plantago ovata*، وهي طريقة واعدة لإطالة العمر الافتراضي.

الكلمات الرئيسية: التغليف، المركبات الفينولية، *Nigella sativa*، *Plantago ovata*، *salvia hispanica*