



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Biochimie et Biologie cellulaire et
Moléculaire

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم: البيوكيمياء والبيولوجيا الخلوية والجزيئية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : biochimie appliquée

Intitulé :

Valorisation de l'espèce *Salvia hispanica L* (Chia) : Etude Théorique

Présenté et soutenu par :

Le : 11/07/2021

- KIHAL Fatima Zohra
- MOKHTARI Mariem

Jury d'évaluation :

- **Président** : Mr BOUANIMBA Nour (MCA- UFM Constantine).
- **Rapporteur** : Mr KITOUNI Rachid (MCB- UFM Constantine).
- **Examineurs** : Mr Zeghilet Noureddine (MCB- UFM Constantine).

Année universitaire
2020 – 2021.

Remerciement

Avant tout, nous tenons à remercier Allah le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier, et suivre le chemin de la science.

Tout aussi, nous tenons à remercier notre encadreur M. KITOUNI Rachid, maître de conférences B à l'université des frères Mentouri, Constantine-1, pour nous avoir fait confiance, pour sa patience, ses encouragements et ses conseils, sa disponibilité, mais aussi pour nous avoir orienté avec justesse tout au long de notre cheminement. Nous soulignons particulièrement son sens de la pédagogie et son humanisme.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Mr BOUANIMBA Nour, maître de conférences A à l'université des frères Mentouri, Constantine-1, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de la soutenance.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mr. ZEGHILET Noureddine, maître de conférences B à l'université des frères Mentouri, Constantine-1, pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous tenons également à remercier tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie d'Université des frères Mentouri Constantine-1, notamment les enseignants qui ont contribué à notre formation en BIOCHIMIE.

Nos remerciements vont également à tous les membres des Laboratoires de biochimie.

Très grande merci à tous les étudiants de notre section BIOCHIMIE Appliquée.

Dédicaces

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire bout de rêve et de bonheur de lever mes mains Vers le ciel et de dire "yaKayoum".

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère FounasRoKaia.

A mon père Kihal Toufik, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A.M Kitouni Rachid, qu'il a fait preuve d'une patience et a été un grand apport pour la réalisation de ce travail ses conseils ses orientation ainsi que son soutien moral et scientifique. Son encadrement était de plus exemplaire.

Et aussi M. MoutezAnan pour son suivi et ses conseils. Aussi pour son soutien, son attention, ses qualités humaines.

À tout le membre de ma famille grande et petite. A mes très chers amis : Meriem Mokhtari (binôme). À tous mes proches Redjimi Imen ,Tebani Hanen , BendekKoum Romeisa, mes camarades de promotion.

Dédicaces

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire bout de rêve et de bonheur de lever mes mains Vers le ciel et de dire "yaKayoum".

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère SAADAFARIDA

A mon père MOHAMED SALAH MOKHTARI qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A.M Kitouni Rachid, qu'il a fait preuve d'une patience et a été un grand apport pour la réalisation de ce travail ses conseils ses orientation ainsi que son soutien moral et scientifique. Son encadrement était de plus exemplaire.

Je remercie également mon fiancé CHOVAIB ZOUIHAR et ma cousine KHAOULA et ma soeur ROUKAIA pour leur soutien et m'aider dans les moments les plus difficiles Merci beaucoup pour tout

*À tout le membre de ma famille grande et petite. À mes très chers amis
fatima zohra:(binôme).*

Table des matières

I. Introduction Générale.....

Chapitre I : Généralité

<u> </u>	I.LE STRESS OXYDATIF	20
1.	Définition	20
2.	Les radicaux libres et anti oxydantes	22
3.	Stress oxydatif et vieillissement	23
4.	Graines de chia, contre le vieillissement des cellules	25
<u> </u>	II.PRESENTATION BOTANIQUES	25
1.	Les synonymes	26
2.	Classification botanique de <i>Salviahispanica</i>	27
3.	Description botanique de la plante	27
<u> </u>	III.VALEUR NUTRITIONNELLE DES GRAINS DE CHIA	28
<u> </u>	IV.HABITAT NATUREL DE LA PLANTE	32
<u> </u>	V.LE CHIA EN PLEIN EXPANSION	32
<u> </u>	VI.POSITION DE CHIA	32
<u> </u>	VII.LES PROPRIETES THERAPEUTIQUES DE LA PLANTE DECRITES DANS LA LITTERATURE	33

Chapitre II: La composition chimique de l'espèce *salvia hispanica* (Chia)

	I.LES COMPOSITIONS CHIMIQUES	36
<u> </u>	II.LES VERTUS	40

1.	Favorise le sommeil	40
2.	Posologie	40
III.	EFFETS SECONDAIRES ET CONTRE-INDICATIONS	40

Chapitres III: les activités biologiques de l'espèces

I.	Activité anti-oxydante	43
1.	Introduction	43
2.	Détermination de l'activité anti radicalaire	43
3.	Mise en évidence de l'activité anti-radicalaire	44
	Méthode du DPPH	46
4.	Réaction entre le radical libre DPPH• et l'antioxydant	46
5.	Piégeage de l'ABTS (2,2'-azinobis-[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid])	48

Conclusion

Résumé.....

Abstract.....

ملخص.....

Les références bibliographiques.....

Liste des abréviations

- ❖ % : pourcentage
- ❖ **AGPI** : acide gras polyinsaturé
- ❖ **ADN** : acide désoxyribonucléique
- ❖ **ABTS^{o+}** : L'acide 2,2'-azino-bis
- ❖ **5-ACQ** : Acide chlorogénique
- ❖ **CI50** : La concentration inhibitrice médiane
- ❖ **DPPH** : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle
- ❖ **DCS** : graines de chia dégraissées
- ❖ **ERO** : Espèces réactives de l'oxygène
- ❖ **Fe²⁺** : Fer ferreux
- ❖ **g** : gramme
- ❖ **GR** : globule rouge
- ❖ **Ha** : L'hectare
- ❖ **H₂O₂** : peroxyde d'hydrogène
- ❖ **H₂O** : monoxyde de dihydrogène (eau)
- ❖ **K₂S₂O₈** : peroxodisulfate de potassium
- ❖ **mmol** : Milli mol
- ❖ **ml/l** : millilitre par litre
- ❖ **mg** : milligramme
- ❖ **m** : Mètre
- ❖ **mm** : Millimètre
- ❖ **mM** : Micromètre
- ❖ **nm** : Nanomètre
- ❖ **NaCl** : chlorure de sodium
- ❖ **O²⁻** : Anions super oxydes
- ❖ **ORAC** : capacités antioxydants dans les échantillons biologiques

- ❖ **SOD** : super oxyde dismutase
- ❖ **TPTZ** : 2,4,6-Tripyridyl-s-triazine
- ❖ **UV** : ultraviolet

Liste des figures

Figure	Titre	Pages
Figure 1	Les plantes médicinales	15
Figure 2	Préparation des médicaments a partir des plantes médicamenteuses	16
Figure 3	<i>Salvia hispanica</i> (chia)	19
Figure 4	Le stress oxydatif	21
Figure 5	Les espèces réactives oxygénées	22
Figure 6	Le stress oxydant et défenses antioxydant en biologie	23
Figure 7	Le stress oxydatif et le vieillissement	25
Figure 8	Fleur de <i>salvia hispanica L</i>	26
Figure 9	Plante et fleur de chia	28
Figure 10	Oméga 3	29

Figure 11	Les légumes et fruits riches en fibre alimentaires	31
Figure 12	Les bénéfices de la grain de chia	31
Figure 13	La position de <i>salvia hispanica</i>	33
Figure 14	Teneur polyphénol en haut et activité antioxydant	41
Figure 15	Variation de la CI et Nm et CL des extraits méthanoliques de chia en fonction du traitement salin	43
Figure 16	Fréquence d'utilisation des méthodes d'évaluations in vitro de l'activité antioxydant	46
Figure17	Transformation du radical DPPH° EN DPPHH	47

Liste des tableaux

N°	Tableaux	Pages
Tableau 1	Classification botanique de <i>Salvia hispanica</i>	27
Tableau 2	Valeur nutritive de chia	29
Tableau 3	Les composés chimiques	36
Tableau 4	Les composés actifs de <i>salvia hispanica</i>	37

Introduction générale

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes, trouvées dans la nature, pour traiter et soigner différentes maladies.

Ceci-dit, l'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne, cependant, elle connaît actuellement un large intérêt au près du public. Selon l'organisation mondiale de la santé, environ 65- 80% de la population mondiale a recours au médecine traditionnelle, pour contenter ses besoins en soins de santé primaire, en raison de pauvreté et à défaut d'accès à la médecine moderne.

Les plantes médicinales sont d'une grande importance pour la recherche pharmacologique et l'élaboration de différents médicaments, non seulement de par leurs teneurs en principes actifs utilisés directement comme agent thérapeutique, mais aussi du fait qu'ils peuvent être utilisées comme matière première pour la synthèse de médicaments, ou encore comme modèle pour les composés pharmacologiques actifs.

Ces plantes médicinales (figure1) renferment de nombreux principes actifs où certains sont issus du métabolisme secondaire.



Figure 1 : les plantes médicinales [1].

Les plantes produisent déjà 70% de nos médicaments (figure 2) , environ 170 000 molécules bioactives ont été identifiées à partir de plantes.

Introduction

Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité, plus particulièrement pour la majorité des communautés démunies, des pays en voie de développement, qui en dépendent, pour assurer leurs soucis de santé primaires, Utilisent la plupart des espèces végétales, tant ligneuses qu'herbacées [2].



Figure 2 : Préparation des médicaments à partir des plantes médicinales [3].

Par exemple : *Salvia hispanica* L, ou plus communément : Chia, est une pseudo-céréale dépourvue de gluten .Ce dernier peut induire la maladie cœliaque ,une maladie chronique et auto-immune de l'intestin enclenchée par l'ingestion de la dite substance, dont l'incidence au sein de la population mondiale ne cesse d'augmenter. Cette plante s'inscrit dans le cadre de différentes études récentes, visant à valoriser ou à vérifier les réponses aux conditions de stress, vu son importance et sa richesse [4].

La *Salvia hispanica*, appartenant au genre *Salvia*, le plus abondant parmi la famille des lamiacées, est originaire du nord du Guatemala et du sud du Mexique. Ce genre compte, en effet, environ 900 espèces, réparties sur l'ensemble du territoire de plusieurs régions du monde, y compris l'Afrique australe, l'Afrique centrale, l'Afrique de l'est et l'Afrique de l'ouest, ainsi que l'Amérique du nord, l'Amérique du Sud et l'Asie du sud-est [4].

Des recherches entreprises récemment ont exposé les vertus de cette plante notamment la tolérance au stress salin sur les paramètres biologiques et physiologiques de cette dernière. D'autres études ont porté sur sa composition chimique [4], ses propriétés biologiques [4] et les applications possibles des différentes parties de la plante, pouvant être des sources de composés naturels, prometteurs sur le plan économique, dans la mesure où ils peuvent être utilisés dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques [4].

Introduction

Dans ce travail et dans ce contexte, nous nous sommes intéressées à la valorisation des activités biologiques de l'espèce *Salvia hispanica*, en regroupant et traitant de multiples études portant sur cette plante.

Notre travail est réparti sur trois chapitres :

Chapitre I : comprend des généralités sur la *Salvia hispanica*, le stress oxydatif, les différentes sources des radicaux libres et antioxydants, la description et la classification botanique de la plante, ses utilisations dans la médecine traditionnelle, et l'habitat naturel.

Chapitre II : concerne la composition chimique de l'espèce *Salvia hispanica*, une investigation bibliographique sur la consistance en substances chimiques de la plante, notamment les flavonoïdes, les terpènes et les polyphénols.

Chapitres III: comprend des études prospectives sur les différentes activités biologiques de l'espèce, les activités antioxydantes telles que les DPPH, ABTS.

Chapitre I

Généralités

Depuis quelques années, les graines de Chia (figure 3) font la tendance dans le domaine de la diététique et sont, de par leurs faibles contenances en gluten et richesse en fibres, fortement suggérées par les nutritionnelles dans différents programmes amincissants entre autres.

La *Salvia hispanica* est une plante herbacée originaire du sud du Mexique et du nord de Guatemala. Ces graines présentent une excellente composition en acides gras polyinsaturés (AGPI) et de composés phénoliques.



Figure 3 : *Salvia hispanica* (chia).[5]

Les principaux acides gras polyinsaturés présents dans les graines de Chia sont l'acide linoléique- α 65 suivi de l'acide linoléique .Tandis que la consistance en composés phénoliques est principalement liée à la myricétine, à la quercétine, au kaempférol, à l'acide chlorogénique et au 3,4-dihydroxyphényléthanol ; acide linoléique dialdéhyde (3,4-DHPEA-EDA).

Les graines de Chia constituent une bonne source d'antioxydants naturels, dont les tocophérols, les phytostérols, les caroténoïdes ainsi que les composés phénoliques, comme l'acide chlorogénique, l'acide caféique, la myricétine, la quercétine et le kaempférol.

De récentes études ont indiqué des activités antioxydants plus élevées dans les graines de Chia dégraissées (DCS), en raison de la nature hydrophile des composés phénoliques présents. L'extraction de composés phénoliques à partir de DCS, à l'aide de solvants organiques, assistée par ultrason, pourrait augmenter considérablement la valeur nutritionnelle des produits alimentaires, en diminuant l'oxydation lipidique, ainsi prévenir les consommateurs contre les maladies cardiovasculaires et certains types de cancer.

Les méthodes conventionnelles, utilisées pour l'évaluation des antioxydants, présentent plusieurs inconvénients tels que les quantités importantes de réactifs, d'étalons et d'échantillons. L'utilisation d'outils de chimométrie de l'analyse multi variée peut être d'une grande valeur dans l'interprétation des résultats [4].

I. Le stress oxydatif

1. Définition

Le stress oxydant, appelé aussi stress oxydatif (anglicisme) ou pression oxydative, est un type d'agression des constituants de la cellule (figure 4) , est une circonstance anormale que traversent parfois nos cellules ou un de nos tissus, lorsqu'ils sont soumis à une production endogène ou exogène, de radicaux libres oxygénés qui dépasse leurs capacités anti-oxydantes [6].

L'excès de radicaux libres non neutralisés par les défenses est très dommageable pour les macromolécules essentielles de nos cellules, entraînant des anomalies d'expression des gènes et des récepteurs membranaires, prolifération ou mort cellulaire, troubles immunitaires, mutagenèse, dépôts de protéines ou de lipofuschine dans les tissus. De nombreuses infections humaines ou animales incluent donc un stress oxydant, local ou général, dans leur pathogenèse au même titre que l'inflammation à laquelle il est souvent associé. Dans plusieurs maladies graves, notamment celles liées au vieillissement, le stress oxydant est le facteur déclenchant originel. C'est le cas des cancers, des pathologies oculaires (cataracte et dégénérescence maculaire), des maladies neurodégénératives (ataxies, sclérose latérale, maladie d'Alzheimer). La sclérose latérale amyotrophique familiale est l'exemple le plus démonstratif, car cette maladie génétique est due à un défaut survenant sur le gène de l'enzyme antioxydant super oxyde dismutase [7].

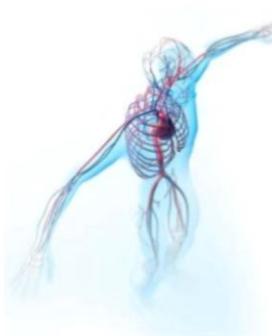
Dans de nombreuses autres maladies, le stress oxydant est secondaire à l'établissement de la pathologie, mais participe à ses complications immunitaires ou vasculaires. C'est le cas de maladies infectieuses comme le sida ou le choc septique, le diabète, la maladie de Parkinson ou l'insuffisance rénale. Il semble donc important de tester l'effet thérapeutique des molécules anti-oxydantes naturelles ou de synthèse pouvant agir sur la prévention des maladies dégénératives ; à la condition d'être apportées très tôt avant l'apparition de mécanismes induits irréversibles, et à doses modérées car la production basale de radicaux libres est indispensable à de nombreuses fonctions et ne doit pas être supprimée [6].

Le stress oxydatif apparait quand des espèces réactives oxygénées (ou radicaux libres) et/ou des espèces réactives oxygénées et azotées pénètrent la cellule ou s'y forment. Ces molécules sont instables et très cytotoxiques car elles oxydent d'autres molécules, en leur soustrayant un électron ce qui les rend à leur tour instables. Ces espèces peuvent être ou non des radicaux.

Les trois les plus connues sont l'anion super oxyde (O_2^-), le radical hydroxyle (HO^\bullet) et le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (figure 5) ; le peroxyde d'hydrogène naturellement produit par le métabolisme cellulaire, en présence de fer (sous forme ionique, fer ferreux Fe^{2+}) ; produit des radicaux hydroxyle (réaction de Fenton) intracellulaires très toxiques, mais dans une cellule saine il est neutralisé presque en temps réel par du glutathion (qui le transforme en eau appelées aussi espèces réactives de O_2 ou dérivés réactifs de l'oxygène [7]).

Le Stress Oxydatif

(Un assassin silencieux)



- **La principale raison de la détérioration des cellules**
- **Déclenche ou aggrave la majorité des maladies chroniques**
- **Déclenche le vieillissement prématuré**

Contact pour la France : contact@hebedesandes.com tel: +33.(0)6.87.80.01.43



Figure 4 : le stress oxydatif [8].

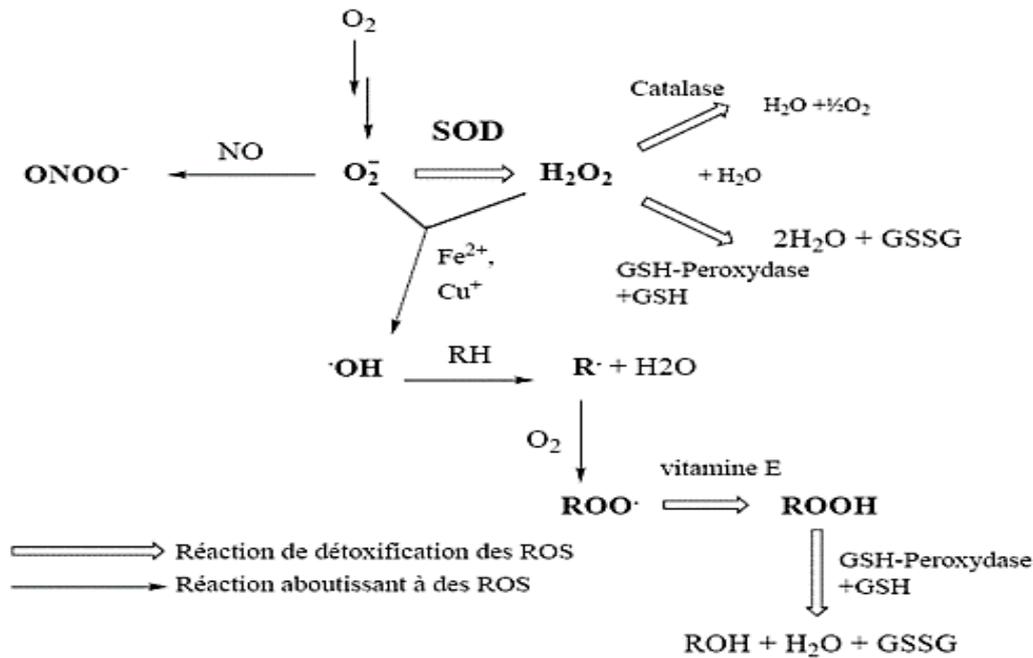


Figure 5 : Les espèces réactives oxygénées [7].

Le stress oxydatif fut défini par Favier (2003), comme étant le résultat d'un déséquilibre entre la production des radicaux libres et leur destruction par les systèmes de défense antioxydants [9].

Des facteurs exogènes comme les polluants environnementaux, les radiations, les solvants organiques, le tabac ainsi que les agents pathogènes, sont incriminés dans la production des espèces réactives de l'oxygène (ERO) [10].

Ce qui se traduit par des dommages oxydatifs de l'ensemble des constituants cellulaires : les lipides avec altération des membranes cellulaires, les protéines avec l'altération des récepteurs et des enzymes, les acides nucléiques avec un risque de mutation et cancérisation [11].

II. Les radicaux libres et antioxydantes

Les radicaux libres sont produits en permanence par l'organisme, à partir d'oxygène, dans la cellule, notamment au niveau de la mitochondrie, dans la chaîne respiratoire, ce sont des espèces chimiques, atomes, ou molécules dont l'orbitale contient un ou plusieurs électrons non appariés [12]. Ils sont extrêmement instables et s'accouplent de force avec le premier électron compatible rencontré, soit en arrachant un électron (se comportant comme un oxydant) soit en cédant un électron (agissant alors comme un réducteur). L'électron chassé devient à son tour un radical libre et peut causer la destruction de longues chaînes de molécules assortie de dégradation cellulaire en cascade. C'est ce qu'on appelle le stress oxydatif [12].

Les ERO sont des substances réactives et très toxiques. Le stress oxydatif est causé par un déséquilibre entre les radicaux libres pro-oxydants et les antioxydants [13].

En biologie, les radicaux libres sont des dérivés réactifs de l'oxygène. Ils sont produits naturellement par notre organisme, principalement par nos cellules, lors de la transformation des nutriments en énergie (métabolisme), mais ils peuvent aussi provenir de sources extérieures comme le tabac, l'exposition aux UV, la pollution, le stress, etc. Très instables et très réactifs (leur durée de vie est de l'ordre du milliardième de seconde), les radicaux libres cherchent à retrouver une stabilité en attirant les électrons de particules voisines, transformant celles-ci en radicaux libres à leur tour dans une réaction en chaîne. Ainsi, pour récupérer l'électron qui leur manque, ils agressent tout ce qu'ils trouvent sur leur chemin : cellules, globules, protéines, microbes, etc [13].

Ces fameux radicaux libres agressent nos cellules en se combinant à elles. A plus grande échelle, ils attaquent notre peau, nos organes et notre et seraient responsables du vieillissement de notre organisme, de l'affaiblissement de notre système immunitaire et d'un certain nombre de maladies graves.



Figure 6 : stress oxydant et défenses antioxydant en biologie [8].

III. Stress oxydatif et vieillissement

Le stress oxydant est un facteur d'inflammation et de mutagenèse, mais il est aussi considéré comme une des principales causes de cancer et jouerait un rôle dans la maladie d'Alzheimer, comme dans plusieurs infections plus courantes telles que les maladies cardiovasculaires, les accidents cérébraux-vasculaires, l'arthrite rhumatoïde ou les cataractes [14].

Les antioxydants bien dosés pourraient théoriquement diminuer ces dégâts mais cela reste à démontrer. Par ailleurs, les macrophages produisent, à l'aide de l'enzyme myélo peroxydase, des ions hypochlorite ClO^- qui causent l'élimination des bactéries pathogènes en provoquant une situation de stress oxydant au sein de celles-ci [15].

La racine d'Astragale est utilisée pour les déficits neurologiques associés aux phénomènes oxydatifs du vieillissement (figure 7) . Selon une étude, l'astragale protège les mitochondries en piégeant les espèces réactives de l'oxygène, en inhibant la perméabilité mitochondriale et en augmentant les activités des anti-oxydases [15].

Le vieillissement est un processus qui continue à préoccuper les biologistes de tous horizons, soit qu'ils s'intéressent à l'évolution, à la génétique, à la signalisation ou à la toxicité. Il s'accompagne d'une augmentation progressive du stress oxydant. Cette augmentation, due physiologiquement à une production accrue de radicaux libres, est aggravée par une diminution des apports nutritionnels en antioxydants chez le sujet âgé [16].

De nombreuses théories, parfois contradictoires, sont proposées pour comprendre les mécanismes du vieillissement, perçus par certains comme le résultat d'un programme inéluctable, par d'autres comme le fruit d'une suite d'agressions qui pourraient être évitées ou réparées. L'hypothèse radicalaire du vieillissement met, au premier plan, l'accumulation d'agressions oxydantes, provoquées par les radicaux libres, provenant principalement du métabolisme de l'oxygène et de l'azote. Cette hypothèse, proposée il y a une cinquantaine d'années, demeure l'une des plus populaires chez les spécialistes, même si certaines de ses prédictions n'ont pas été vérifiées de manière satisfaisante [14] . Des travaux présentent les fondements de cette hypothèse, ses relations avec les autres théories, mitochondriales, métaboliques et génétiques, et la confronte à la réalité têtue des observations expérimentales, pour proposer une vision plus intégrée des relations entre vieillissement et stress cellulaires [14].

Lorsque les ERO s'accumulent dans la cellule, ils peuvent être neutralisés par des molécules antioxydantes, comme les vitamines E et C, ou des enzymes, comme la SOD. La production élevée de radicaux libres peut être liée à l'inflammation, au tabagisme, à une alimentation trop riche en graisses, à l'alcool... L'accumulation des agressions par les radicaux libres favoriserait le vieillissement [14].

IV. Graines de chia contre le vieillissement des cellules

Les antioxydants présents naturellement dans la graine de Chia jouent un rôle essentiel pour le maintien en bonne santé. Ils neutralisent les radicaux libres en excès dans notre organisme et empêchent ainsi un stress oxydatif [15].



Figure 7 : le stress oxydatif et le vieillissement [17].

V. Présentation botanique

La chia ou *Salvia hispanica* est une plante annuelle (figure 8) d'environ un mètre d'hauteur, composée de tiges quadrangulaires. Les feuilles, portées par un pétiole de 40 mm de long, sont opposées, ovales à oblongues, et couvertes d'une pubescence blanchâtre. Elles font 40-60 × 80-100 mm et ont des marges serretées. L'inflorescence porte sur ses rameaux des verticilles de fleurs blanches ou mauves. Les graines, groupées par quatre, sont lisses, brillantes, d'un aspect grisâtre dû à un fond blanc avec des marbrures brunes plus ou moins importantes. Elles sont petites, allongées (de 2 mm de long sur 1,5 mm de large) [18].



Figure 8 : Fleurs de *Salvia hispanica* L[19].

1. Les synonymes

Il existe d'autres noms et classification scientifiques de la *Salvia hispanica* (tableau 1) :

- *Kiosmina hispanica* (L.) Raf.
- *Salvia chia* Colla.
- *Salvia chia* Sessé et Moc.
- *Salvia hispanica* var.
- *Chionocalyx* Fernald.
- *Salvia schiedeana* Stapf.
- *Salvia neo hispanica* Briq.

Salvia tetragona Moench et le nom plus utilisé Chia, sauge Chia.

2. Classification botanique de *Salvia hispanica*

Tableau 1 : Classification botanique de *Salvia hispanica* [20].

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

3. Description botanique de la plante

La *Salvia hispanica* L est une plante herbacée annuelle de la famille des lamiacées. Sa hauteur peut atteindre de 1 à 1,5 mètres, avec des tiges ramifiées de section quadrangulaire et creuse, à feuilles opposées aux bords sciés de 80 à 100 mm de longueur et 40 à 60 mm de largeur [20].

Les fleurs de La *Salvia hispanica* L sont hermaphrodites, de couleur violette, bleue ou blanche, habituellement à fruits indéhiscent en groupes de quatre clous monospermes ovales de 1,5 à 2 mm de long et de 1 à 1,2 mm de diamètre .

Les graines sont molles et brillantes, de couleur gris-brun avec des taches brunes foncé, qui peuvent parfois être blanches, elles sont petites et légères ainsi le poids des 1 000 graines peut varier de 0,94 et 1,29 g.

La *Salvia hispanica* L est une plante autogame, les insectes sont responsables de la pollinisation croisée, mais la reproduction la plus couramment rencontrée et accomplie grâce aux semences. C'est une plante de courte journée sensible à la photopériode, présentant une réponse favorable à la floraison les jours courts.



Figure 9 : plante et fleurs de chia [21].

VI. Valeur nutritionnelle des graines de Chia

Les graines de Chia, comme les graines de sésame, sont relativement petites. Elles sont généralement brunes, plus ou moins foncées, mais certaines variétés sont blanches, beiges ou grisâtres. La couleur du grain n'a pas d'influence sur sa valeur nutritive (tableau 2), mais peut présenter un intérêt pour la coloration de la préparation culinaire. Le Chia pâle (ou blanc) a un goût plutôt neutre. Celui des graines brunes (ou noires) est un peu plus prononcé, tout en restant agréable. On peut les manger telles quelles; on peut aussi les mouliner pour les incorporer à des recettes ou les saupoudrer. Après environ 30 minutes dans de l'eau ou du jus, le Chia, comme le psyllium, forme un mucilage (liquide visqueux). Les graines craquent moins sous la dent que lorsqu'elles sont sèches : leur texture rappelle alors un peu celle des graines de pavot dans les gâteaux [22].

Tableau 2 : la valeur nutritive de Chia [4].

Éléments nutritifs (1 c. à table – 15 ml)	Lin	Chia	Salba®
Oméga-3 (AAL)	2,48 g	1,86 g	2,45 g
Fibres	2,99 g	4 g	3,69 g
Calcium	35,74 mg	66,89 mg	82,39 mg
Fer	0,54 mg	0,89 mg	0,85 mg
Vitamine C	0,51 mg	0,57 mg	0,58 mg



Figure 10 : l'oméga-3 [23].

1. Les graines de chia sont excellentes pour le cœur permettent de lutter efficacement contre les maladies cardio-vasculaires. De nombreuses études ont en effet montré que ces petites graines pouvaient faire chuter la pression artérielle, diminuer le taux de cholestérol dans le sang et éviter ainsi l'obstruction des vaisseaux sanguins. Riches en acides gras oméga-3 (figure 10), en magnésium et en potassium, les graines de Chia contribuent donc à une meilleure santé cardio-vasculaire [24].

2. Les graines de Chia facilitent le transit. Les graines de chia sont riches en fibres (figure 11), elles sont donc très utiles pour avoir un bon transit. Les fibres facilitent en effet la digestion et

permettent de diminuer l'acidité dans l'estomac. Vous êtes constipé ? La solution est peut-être là [24].

3. Les graines de Chia renforcent les os et les dents parce qu'elles sont très riches en calcium. Vous souhaitez diminuer votre consommation de produits laitiers ? Incorporez 100 grammes de graines de Chia dans votre alimentation quotidienne et vous répondrez à 20 % de vos besoins journaliers en calcium. Vous lutterez également plus efficacement contre le risque d'ostéoporose [24].

4. Les graines de Chia hydratent la peau. Les graines de chia permettent de nourrir profondément la peau. Les protéines présentes dans les graines de Chia permettent en effet à la peau de se régénérer en réparant les tissus. Grâce aux oméga-3, les protéines assouplissent la peau et lui donnent une meilleure élasticité. Vous souffrez d'irritations cutanées ? Les graines de Chia peuvent être d'un excellent secours [24].

5. Les graines de Chia aident à perdre du poids. Une alimentation à base de graines de chia vous permettra d'avoir moins faim, car elles ont un impact sur l'appétit. Elles ont des vertus rassasiantes et peuvent s'avérer utiles pour les personnes qui souffrent de troubles alimentaires. Mais avant de vous lancer dans un régime à base de graines de chia, prenez conseil auprès de votre médecin traitant [24].

6. Les graines de chia favorisent le sommeil. Les graines de Chia sont riches en tryptophane, un acide aminé capable de produire la sérotonine et la mélatonine. Ces deux hormones vous permettront de vous détendre, de réguler votre humeur et de mieux dormir. Elles seront aussi efficaces pour lutter contre le stress [24].

7. Les graines de Chia permettent de prévenir certains cancers. Les graines de Chia sont aussi riches en antioxydants. En manger régulièrement permet donc de prévenir le vieillissement cellulaire et l'apparition de certains cancers. En revanche, les autorités sanitaires déconseillent les graines de Chia aux personnes souffrant d'un cancer de la prostate ou à risque, car elles contiennent des niveaux élevés d'acide alpha-linolénique [24].

8. Les graines de Chia sont excellentes pour le cerveau .C'est encore parce qu'elles sont composées à 20 % d'acides gras oméga-3 que les graines de Chia sont utiles au bon fonctionnement cérébral. Elles permettent en effet de protéger les artères du cerveau et une

meilleure communication entre les cellules. Elles favorisent donc dans un même temps la mémoire et la concentration [24].

9. Les graines de Chia permettent de prévenir le diabète Les graines de chia permettent aussi une meilleure régulation des niveaux de glucose dans le sang, en ralentissant la vitesse à laquelle les glucides sont digérés. Elles sont donc recommandées pour prévenir le diabète, mais aussi pour les personnes atteintes de diabète. Pour cela, il suffit de de manger 1 à 2 cuillères à soupe de graines de Chia par jour [24].

10. Les graines de chia apportent une meilleure endurance. Les graines de chia étaient utilisées par les Aztèques parce ce qu'elles sont sources d'énergie et d'endurance. Elles permettent de mieux assimiler les protéines dans l'organisme et de rester en forme toute la journée [24].



Figure 11 : les légumes et fruits riches en fibre alimentaires [25].

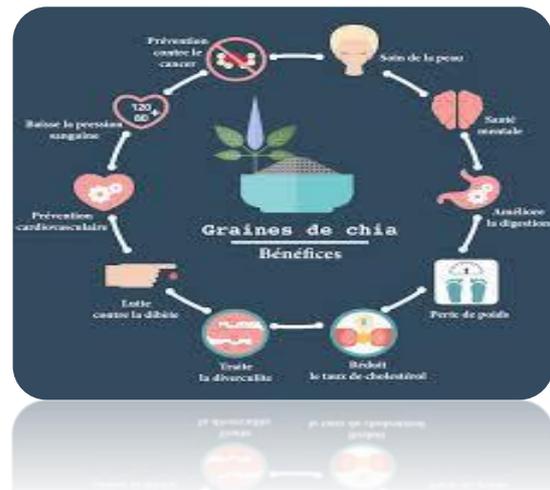


Figure 12 : les bénéfices de la grain de chia [26].

VII. Habitat naturel de la plante

La plante de Chia, est une plante originaire d'Amérique centrale, zone à climat tropical chaud, des régions montagneuses de l'ouest et du centre du Mexique, ainsi que du Guatemala . Elle pousse naturellement dans les zones de forêts de chênes ou de pins, où les températures sont généralement basses. Elle est répartie dans les milieux semi-chauds et tempérés de l'axe néo volcanique transversal de la Sierra Madre Occidental et du Chiapas méridional, à des altitudes allant de 1 400 à 2 200 M.

VIII. Le chia en pleine expansion

Augmentation des superficies cultivées (Sosa et al., 2016)

- 1994: 500 Ha (seulement au Mexique)

- 2014: 370 000 Ha (13 pays)

Développement de nouvelles lignées fleurissant sous une photopériode longue [27].

IX. Position de Chia

Dans la figure 13 sont représentées :

La zone ombrée en bleu marquant la zone traditionnelle de culture du chia du nord du Mexique au Guatemala.

Une deuxième zone en vert indiquant des cultures apparemment précolombiennes connues dans le sud du Honduras et au Nicaragua.

Les zones ombrées en jaune présentant les zones dans lesquelles les lignées de Chia traditionnelles peuvent être cultivées aux Etats-Unis (avec irrigation)

La zone en rouge exposant les zones ou les nouveaux génotypes de Chia à floraison précoce pourraient être cultivés pour la production de graines [27].



Figure 11 : la position de *Salvia hispanica* [28].

X. Les propriétés thérapeutiques de la plante décrites dans la littérature

L'utilisation d'aliments à intérêts médicaux date de la nuit des temps où la médecine traditionnelle jouait un rôle important en prévention des maladies.

La *Salvia hispanica* L a été consommée traditionnellement en Amérique centrale et méridionale à cause des avantages variés de ces graines pour la santé. En effet, elles contribuent à maintenir un taux sain en lipides sériques sain. Cet effet est dû à la présence d'acide phénolique et d'huile oméga 3 et 6.

La présence d'acide chlorogénique (5-ACQ), d'acide caféique, de myricétine, de quercétine kaempférol, 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 mais aussi un aliment à de potentielles propriétés cardiaques, hépatiques protectrices, anti-âge et anti cancérigènes [29].

Dans l'ancien empire aztèque, les graines de Chia étaient un aliment de base. Grillées, puis grossièrement moulues pour former le traditionnel pinole, elles entraient dans la composition de nombreux plats. L'arrivée des Espagnols au XV^e siècle mit abruptement fin à la civilisation aztèque et à la culture du Chia. Les Chumash, des Amérindiens qui vivaient dans le sud de la Californie, avant l'arrivée de Christophe Colomb, auraient, quant à eux, consommé des graines de Chia afin d'améliorer leurs performances physiques [30].

Au cours des années 1990, le Chia a été remis à l'ordre du jour. En effet, un brevet a été accordé à une entreprise américaine (Core Naturals LLC) pour un cultivar de Chia, sélectionné en

fonction de la teneur accrue de ses graines en oméga-3. Cette entreprise produit le Chia au Pérou et le commercialise partout dans le monde. Elle s'est également établie en Ontario sous le nom de Salba Nutritional Solutions Inc. Elle y finance des recherches cliniques sur les effets bénéfiques du produit, à l'Université de Toronto. Le Chia de marque Salba® aurait été sélectionné à partir de variétés de Chia à graines blanches, auparavant cultivé en Argentine, le cultivar, est aujourd'hui produit exclusivement au Pérou [30].

Selon l'Ayurveda, les graines de Chia peuvent aider à nourrir le sang et à favoriser la régularité, grâce à leur capacité à absorber l'eau dans le tractus gastro-intestinal, formant une substance semblable à un gel. Les graines de Chia peuvent également réduire l'inflammation, améliorer la santé des reins et favorisé une bonne hydratation [30].

La *Salvia hispanica* connue de nos ancêtres, a prouvé son efficacité et ses vertus depuis ses premières utilisations. Des études contemporaines prononcées, sur les graines de cette plante, ont démontré et accentué les bienfaits de celle-ci, détaillant ces différents principes actifs et leurs rôles dans la lutte contre certaines maladies et dysfonctionnements au sein de l'organisme humain. Dans ce qui suit, des détails sur la composition chimique du Chia ainsi que les différentes activités biologiques seront approfondies [30].

Chapitre II
Les compositions chimiques
De l'espèce *Salvia hispanica*
(Chia)

I. Les compositions chimiques

Les graines de chia sont caractérisées par des concentrations élevées d'acides linoléiques (oméga-6) et α -linoléiques [31].

Ces acides gras (tableau 3) polyinsaturés sont essentiels ; ne pouvant pas être produits par le corps humain, ils doivent donc être intégrés à l'alimentation des personnes, mais aussi à celle des animaux [32].

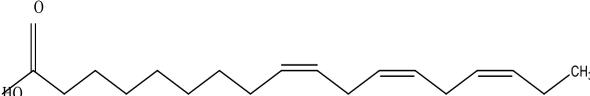
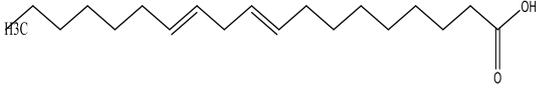
Tableau 3 : la composition chimique du Chia [4].

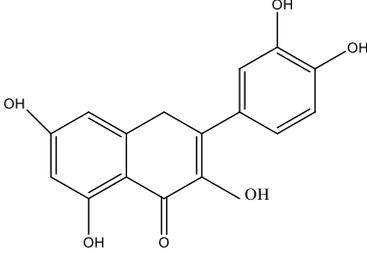
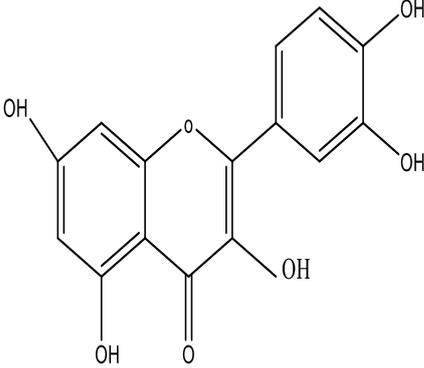
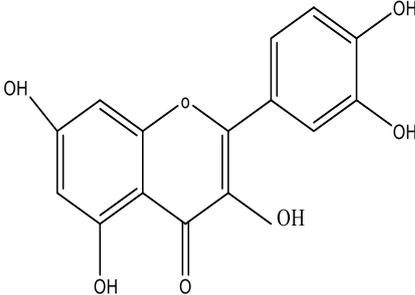
Éléments	Concentration
Protéines	15–25%
Acides gras	30–33%
Carbohydrates	26–41%
Fibres alimentaires	18–30%
Cendre	4-5%
Minéraux	90–93%
Vitamines	Disponible
Matière sèche	Disponible

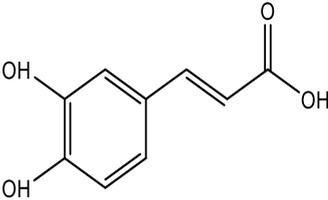
En ce qui concerne le contenu phénolique, les graines de Chia sèches en contiennent 8,8%. De plus, des niveaux élevés d'acide caféique, d'acide chlorogénique, de quercétine, d'acide rosmarinique, de gallique, de cinnamique, de myricétine, de kaempférol ont également été notés. Aussi, des isoflavones, tels que la daidzéine, l'aglycine et la génistéine, s'y trouvent en petites quantités. On a rapporté que l'acide rosmarinique et la daidzéine sont les principaux composants des graines de Chia, avec l'acide caféique, la myricétine, la quercétine. En outre, et dans la même étude, les vitamines A, B1, B2 et B3 ont été identifiées dans les graines de Chia, pour la

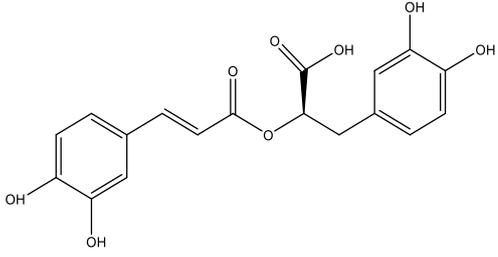
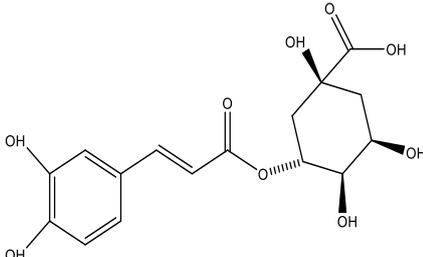
première fois. Ils ont également déclaré que les graines de Chia sont une excellente source d'antioxydants avec une large gamme de composés antioxydants. Il a été prouvé que les flavonoïdes quercétine, acide chlorogénique et acide caféique ont des effets anti cancérigènes, antihypertenseurs et protecteurs neuronaux. Martinez-Cruz et Paredes-Lopez ont opéré un dosage des contenus phénoliques totaux, sur les graines de Chia, l'activité antioxydant et la qualification des acides phénoliques et des isoflavones, en utilisant la chromatographie liquide à ultra haute performance (UHPLC). Par cette méthode, les principaux composés phénoliques ont été quantifiés : l'acide rosmarinique, l'acide caféique et la daidzéine [33]. Tous les composés actifs de la *Slavia hispanica* sont présentés dans le (tableau 4) :

Tableau 4 : les composés actifs dans les graines de *salvia hispanica* l [33].

Composés actifs dans les graines de <i>salvia hispanica</i>	Structure chimique	Activité biologique
Acide gras oméga -3 Acide gras ω-3 ω-3 ALA		Anti inflammatoire Antidiabétique Anti cancer
Acide gras oméga -6 Acide gras ω-6 ω-6Ala		Anti inflammatoire Anti cancer
Flavonoïdes		

<p>Monocertin</p>		<p>Antioxydant</p>
<p>Quercétine</p>		<p>Antioxydant Anti cancérigène Anti hypertension</p>
<p>Kaempférol</p>		<p>Antioxydant</p>

<p>Acide caféique</p>		<p>Antioxydant Anticancérigène Anti hypertension</p>
-----------------------	--	--

Acide rosmarinique		Antioxydant
Acide chlorogénique		Antioxydant Anticancérigène Antihypertension
Les Vitamines	A	Pour la peau saine
	B1	Pour synthétiser l'ATP
	B2	Pour le fonctionnement normal des GR

	B3	Pour la fonctionnement du système nerveux
--	----	---

II. Les vertus

1. Favorise le sommeil

Les protéines des graines de Chia sont très riches en tryptophane, un acide aminé précurseur de la sérotonine et de la mélatonine, deux composés qui permettent de réguler l'humeur et de favoriser la détente et le sommeil. Les personnes sujettes aux troubles du sommeil ont donc tout intérêt à mettre cette petite graine soporifique au menu du soir ! [34].

2. Posologie

Pour son action sur la perte de poids, sur le cholestérol ou le diabète, on préconise deux à trois cuillères à soupe de graines de Chia par jour, saupoudrées sur les préparations (salades, légumes ...), intégrées dans des recettes (pain, porridge ...), ou ajoutées à des laitages ou compotes. A noter qu'il est encore plus efficace de mouliner les graines de chia afin d'améliorer leur biodisponibilité et d'en favoriser l'absorption et l'assimilation [35].

III. Effets secondaires et contre-indications

Une consommation régulière et importante de graines de Chia peut occasionner un inconfort digestif (ballonnements, gaz, spasmes intestinaux ...) chez les personnes aux intestins fragiles. D'après l'organisme européen comité pour les nouveaux aliments et procédés, les graines de Chia présentent un potentiel allergène pas encore clairement déterminé. Les personnes allergiques aux autres graines oléagineuses (sésame, lin, pavot ...) devront être prudentes au risque qu'il puisse y avoir une allergie croisée. La teneur importante des graines de Chia en acide alpha-linolénique les rendent déconseillées aux hommes atteints de cancer de la prostate, ou présentant un risque héréditaire de contracter ce cancer [35].

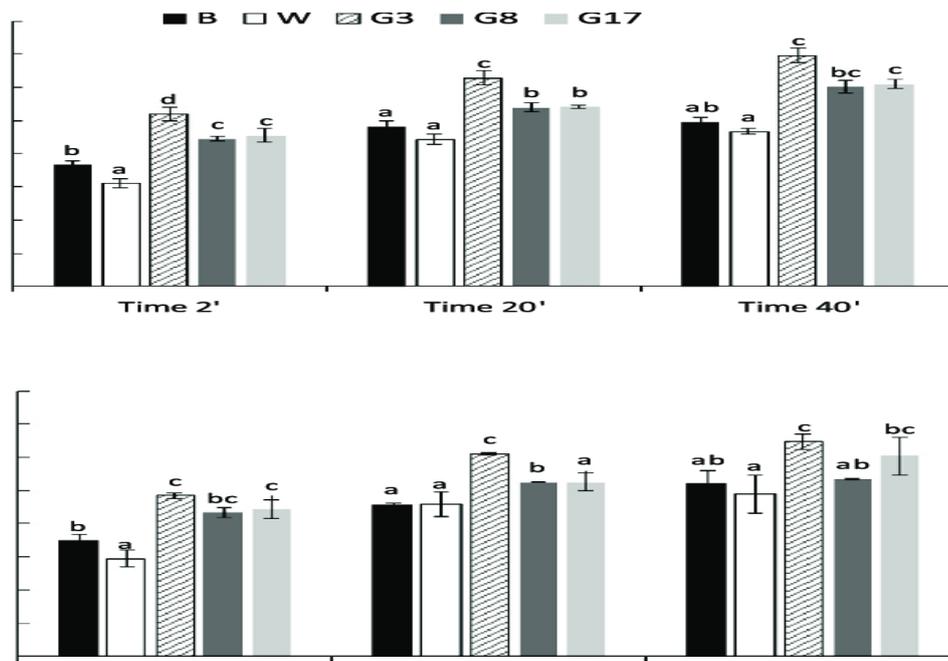


Figure 12 : Teneur en polyphénols totaux (en haut) et activité antioxydante (en bas) des graines de chia dégraissées (*Salvia hispanica* L.)

mesurées après 2, 20, 40 min, B : Chia noir ; W, Chia blanc ; G3, G8 et G17, génotypes mutants. Des lettres différentes indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) au test de Tukey post hoc [36].

B : Chia noir

W : Chia blanc

Chapitre III

Les différentes activités biologiques de l'espèce

I. Activité anti-oxydante

1. Introduction

Ces dernières années, l'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec leurs propriétés thérapeutiques, a augmenté considérablement. Des recherches scientifiques, dans diverses spécialités, ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés, à partir de plusieurs substances naturelles, à savoir les plantes médicinales et les produits agroalimentaires [37]

2. Détermination de l'activité anti radicalaire

Les extraits méthanoliques des plantules de chia soumises à différentes concentrations de sel, ont été soumis à un dépistage de leurs potentielles activités anti oxydantes. Le DPPH, un radical libre stable avec une absorption caractéristique à 517 nm, a été utilisé pour étudier le pouvoir anti radicalaire des extraits. La CI50 est un paramètre représentant la concentration en extraits, capable d'inhiber 50 % des radicaux DPPH [38].

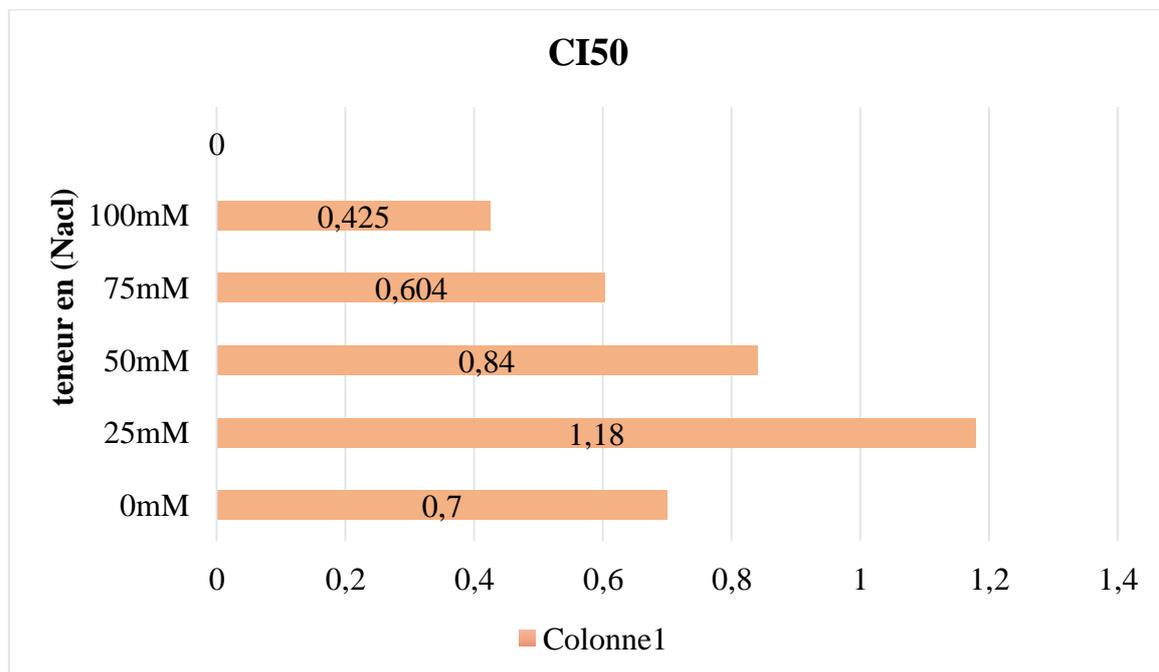


Figure 13 :Variation de la CI50 des extraits méthanoliques de chia en fonction du traitement salin [4].

Le pouvoir de piégeage des radicaux DPPH, des extraits de méthanol de la Chia semble être assez significatif, comparé à la citronnelle (*Melissa officinalis*) et la menthe (*Menthapiperita*). D'après la figure 15, la salinité semble stimuler l'activité antioxydante de la plante de chia, à

partir de la concentration de 50 mM. La variation de la CI50, des extraits méthanoliques de Chia, est en fonction du traitement salin, affectées au début de l'application de stress. Pour une concentration saline de 25 mM et 50 mM, la CI50 augmente de 1,6 fois et 1,26 fois respectivement. Mais, au-delà de cette dose en Na Cl, la concentration est capable d'inhiber 50% de la quantité de DPPH utilisée, témoigne d'une diminution de 0,87 et 0,63 fois pour les concentrations de 75 et 100 Mm respectivement, et pour atteindre au final une CI50 de 0,41 ml/L. La *Salvia hispanica* semble avoir donc une activité antioxydante, pour lutter contre un éventuel stress oxydatif ou dégâts pouvant être causés par la contrainte. L'induction de systèmes antioxydants joue un rôle important dans la stratégie de défense cellulaire, contre le stress oxydatif, généré par la contrainte saline. En effet, de nombreux systèmes efficaces de protection existent chez les plantes leur permettant de percevoir, de réagir et de s'adapter aux différents signaux de stress. Ces préceptes ont tendance à intervenir dans l'activation de systèmes antioxydants et antiradicalaires par la synthèse de métabolites secondaires tels que les polyphénols et les flavonoïdes. Comme chez la plupart des plantes, ces résultats ont présenté une augmentation de l'activité antioxydante par le piégeage du DPPH en réponse au stress salin, grâce aux molécules bioactives synthétisées [39].

3. Mise en évidence de l'activité anti-radicalaire

Les radicaux libres sont produits par notre organisme sous l'action de facteurs déclenchant externes (UV, radiations ionisantes, métaux de transition, fumées de combustion, poussières d'amiante et de silice, antiseptiques, médicaments, pesticides, solvants...), mais également dans le cadre de phénomènes biologiques importants, comme la respiration cellulaire. Certaines cellules immunitaires (leucocytes, macrophages) utilisent quant à elles les radicaux libres pour la destruction de microorganismes infectieux dans leurs lysosomes. Parmi les radicaux libres auxquels notre organisme est exposé, on retrouve les espèces réactives de l'oxygène tels que les radicaux superoxydes (O_2^-), hydroxyle (OH.) et peroxydes (ROO^\bullet), ainsi que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et l'oxygène singulet (1O_2). La production permanente de ces molécules réactives dans notre corps est généralement contrôlée par l'action de systèmes enzymatiques (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase, catalase...) ou d'antioxydants (vitamine E, β -carotène, ...). Lorsque cet équilibre précaire est rompu en faveur des radicaux libres, il se produit un stress oxydatif, entraînant une peroxydation des lipides et l'attaque des bases azotées et des acides aminés. Par les dommages ainsi causés à nos cellules, ces différents mécanismes semblent jouer un rôle prépondérant dans les phénomènes du vieillissement et engendrer des pathologies tels que des cancers et des troubles neuraux-dégénératifs, comme la maladie

d'Alzheimer ou de Parkinson. L'apport exogène d'antioxydants (alimentation, médicaments...) pourrait donc ralentir, voire prévenir, ces désordres physiologiques [40].

De nombreuses méthodes ont été mises au point pour déterminer l'activité antioxydante d'aliments, d'extraits ou de composés individuels. Ces tests peuvent mesurer le transfert d'électrons ou d'hydrogène vers un radical coloré stable, facile à détecter (DPPH, TEAC) et ce, faisant intervenir une compétition (ORAC, décoloration de β -carotène et de crocine) entre l'antioxydant et une cible à protéger (pigments, lipides). D'après une étude récente 19 méthodes sont utilisées actuellement pour l'estimation *in vitro* du pouvoir antioxydant d'un échantillon. La méthode au DPPH représente le test le plus souvent adopté. Il est important de sélectionner et d'employer des méthodes fiables et rapides, dans le but d'évaluer cette activité.

Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que d'autres antioxydants tels les composés phénoliques. Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer, *in vitro* et *in vivo*, l'activité antioxydante par piégeage des différents radicaux, comme les peroxydes ROOR• ; par les méthodes ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) et TRAP (Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter) ; les ions ferriques par la méthode FRAP (Ferric ion Reducing Antioxidant Parameter) ou les radicaux ABTS• (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique); ainsi que la méthode utilisant le radical libre DPPH• (diphényl-picrylhydrazyle). Compte tenu de la complexité des processus d'oxydation et la nature diversifiée des antioxydants, avec des composants à la fois hydrophiles et hydrophobes, il n'y a pas une méthode universelle par laquelle l'activité antioxydante peut être mesurée quantitativement d'une façon bien précise. Le plus souvent, il faut combiner les réponses de différents tests complémentaires pour avoir une indication sur la capacité antioxydante de l'échantillon à tester [41].

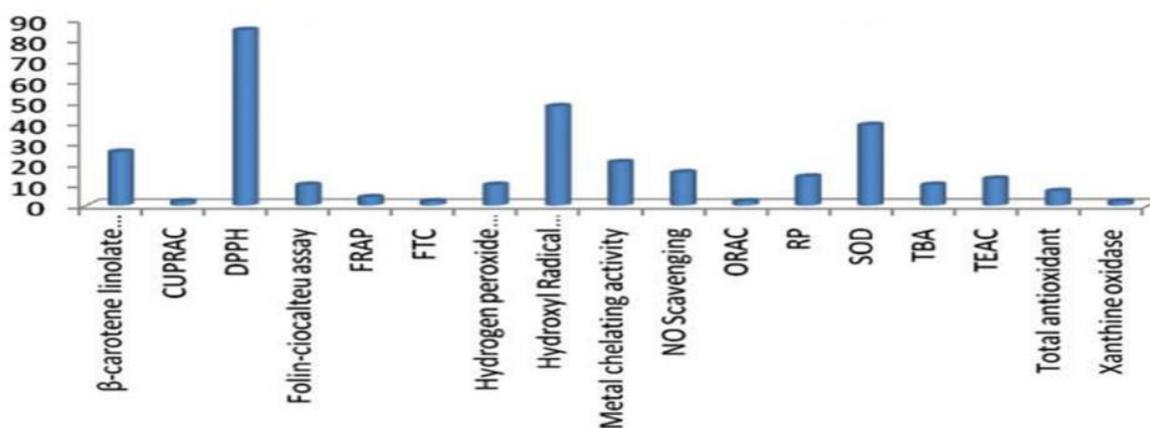


Figure 14 : Fréquence d'utilisation des méthodes d'évaluation in vitro de l'activité antioxydante [45].

II. Méthode du DPPH

D'un point de vue méthodologique, le test au radical libre DPPH• est recommandé pour des composés contenant, SH-, NH- et OH- ; Il s'effectue à température ambiante, permettant d'éliminer tout risque de dégradation thermique des molécules thermolabiles. Ce test est largement utilisé au niveau de l'évolution des extraits hydrophiles en provenance de thé vert, des jus de fruits, pépins et pulpes, très riches en composés phénoliques [42].

1. Réaction entre le radical libre DPPH• et l'antioxydant

Le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est, en solution, un radical stable de couleur violette [43]. Lorsqu'il est réduit en présence d'une substance réductrice (par un mécanisme combinant le transfert d'un atome d'hydrogène et le transfert d'électrons), la couleur de la solution devient jaune. Plus la substance est antioxydante, plus la coloration violette initiale va disparaître. On discerne ce changement de couleur grâce à un enregistrement à la longueur 540 nm (à l'aide d'un spectrophotomètre [42]).

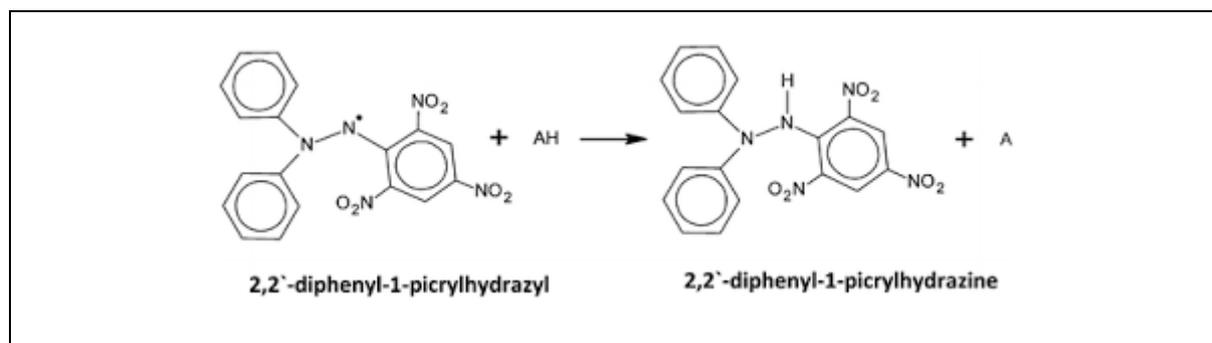
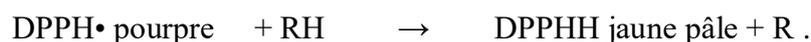
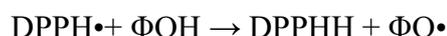
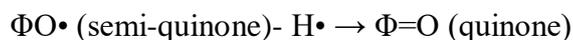
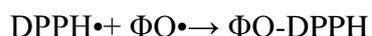
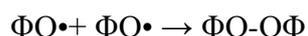


Figure 15 : Transformation du radical DPPH• en DPPHH [44].

Le piégeage des radicaux libres, par des antioxydants, est tributaire de deux types des mécanismes: la libération de l'atome d'hydrogène du groupement hydroxyle (cinétique rapide de certains acides et dérivés phénoliques), ou la libération d'un électron (cinétique lente des dérivés glycosylés et des anthocyanes). Dans le cas des composés phénoliques (Φ -OH), le mécanisme principal d'action, est le piégeage des radicaux libres par le transfert de l'atome d'hydrogène sur le DPPH•, transformé en une molécule stable DPPHH [42].



Plusieurs voies réactionnelles sont alors possibles formant des structures plus au moins stables:



La capacité anti-radicalaire (capacité à fixer des radicaux libres, donc à arrêter la propagation de la réaction en chaîne) ne peut être mesurée directement, mais par contrôle de l'effet de la réactivité. Plusieurs facteurs influent sur le potentiel antioxydant et la cinétique de réduction, notamment les conditions de la réaction (temps, rapport Antioxydant/DPPH•, type de solvants, pH) et le profil phénolique en particulier [42].

2. Piégeage de l'ABTS (2,2'-azinobis-[3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonic acid])

Dans la méthode TEAC (Trolox qui valent antioxidant capacity), l'activité antioxydante totale, d'une molécule, est déduite de sa capacité à inhiber le radical $ABTS^{\bullet+}$, obtenu à partir de l'ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)), comparativement à un antioxydant de référence : le Trolox (acide 6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchroman-2-carboxylique), dont la structure moléculaire cyclique est similaire à celle de la vitamine E. L'obtention du radical cation résulte du contact de l'ABTS avec une enzyme de peroxydation (peroxydase métmyo globine ou horse radish peroxidase) en présence de H_2O_2 ou d'autres oxydants (dioxyde de manganèse) ou persulfate de potassium). Le radical $ABTS^{\bullet+}$, en contact avec un donneur de H^* conduit à l' $ABTS^+$ et à la décoloration à 734 nm de la solution. Par ailleurs, on peut utiliser l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique), ou ABTS, à la place du sel d'ammonium et analyser l'inhibition du radical $ABTS^{\bullet+}$, produit par un initiateur de radicaux thermo labiles, l'ABAP (2,2'-azobis-(2-amidinopropane) HCl). La cinétique de réaction de l'antioxydant étudié doit être examinée préalablement pour déterminer la fin de réaction. La capacité anti-oxydante en équivalent Trolox (TEAC) correspond à la concentration (mmole/lou mg/l) de Trolox, ayant la même activité qu'une même concentration unitaire de substance à tester, jus de fruit par exemple [42].

Conclusion

Conclusion

La Chia, (*Salvia hispanica* L.), est une espèce végétale utilisée depuis l'antiquité à des fins diététiques et médicales. Cette plante produit de petites graines sèches de couleur blanches ou foncées.

Récemment, de nombreuses études discutent l'utilisation de ces graines et leurs bienfaits sur la santé. Les graines de Chia incluent une teneur élevée en matières grasses, mais aussi des glucides, des fibres alimentaires, des protéines, des vitamines (A, B1, B2 et B3), des minéraux et des antioxydants. De plus, les graines de Chia contiennent les flavonoïdes quercétine, de l'acide chlorogénique et caféique, qui ont des effets anti-cancérogènes, anti-hypertenseurs et sont protecteurs des neurones. Aussi, ces graines constituent une source très riche en nutriments tels que les acides gras polyinsaturés oméga-3 qui protègent de l'inflammation, améliorent les performances cognitives et abaissent le taux de cholestérol. Encore, elles contiennent des composés antioxydants pouvant réduire le risque de maladies chroniques (cancer et crise cardiaque) et offrent une protection contre certains troubles tels que le diabète, la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson. La quantité élevée de fibres qu'elles renferment, diminue le risque de maladie coronarienne, le risque de diabète de type 2 et plusieurs types de cancer.

La plante est également utilisée en industrie cosmétique. Les produits à base d'extraits de graines de Chia apportent plusieurs bienfaits à la peau et contribuent à son amélioration.

Résumé

Les herbes médicinales sont des plantes ou parties de plantes, contenant des substances naturelles, utilisées pour leurs bienfaits médicaux. Les nutraceutiques, un terme plus récent et plus global, désigne un large groupe de substances naturelles et certains produits inclus dans certaines herbes. Parmi ces matières, on trouve : les margarines hypocholestérolémiantes et des produits enrichis de psyllium, qui sont utilisés comme suppléments nutritionnels et classés comme aliments.

Avant d'aborder les bienfaits de la plante de chia ou plutôt de ces graines, il est important de se rapporter à ces origines. La Chia, de la famille des sauges (dans le dialecte levantin), est une plante, dont le nom scientifique est (*Salvia Hispanica*), originaire du Guatemala et du Mexique. Autrefois, ces graines constituaient une importante source de nourriture, parfois moulues et utilisées pour préparer des boissons. Le mot Chia est dérivé du mot (Chian) qui signifie huile.

Le stress oxydatif est un déséquilibre pouvant survenir entre la production des radicaux libres et leur destruction par les systèmes de défense. Ainsi, il existe différentes cibles des radicaux libres et des ERO dans notre organisme. Pour lutter contre le stress oxydatif, les antioxydants, pouvant avoir différentes sources, jouent un rôle primordial.

Dans notre étude, nous avons ciblé les vertus, encore peu explorés, de l'espèce (*Salvia Hispanica*). Les extraits de cette plante peuvent présenter d'importantes activités biologiques telles l'activité anti-radicalaire, permettant l'élimination des radicaux libres au sein l'organisme.

Mots clés : Chia ,*Salviahispanica* ,Stress oxydatif, Radicaux libres , Anti -radicalaire ,Anti –oxydants..

Abstract

Medicinal herbs are plants or parts of plants, containing natural substances, used for their medicinal benefits. Nutraceuticals, a newer and more general term, refers to a large group of natural substances and certain products included in certain herbs. These materials include: cholesterol lowering margarines and products fortified with psyllium, which are used as nutritional supplements and classified as foods.

Before discussing the benefits of the chia plant or rather these seeds, it is important to refer to these origins. Chia, from the sage family (in the Levantine dialect), is a plant, whose scientific name is (*Salvia Hispanica*), native to Guatemala and Mexico. In the past, these seeds were an important source of food, sometimes ground and used to prepare drinks. The word Chia is derived from the word (Chian) which means oil.

Oxidative stress is an imbalance that can occur between the production of free radicals and their destruction by defense systems. Thus, there are different targets of free radicals and ROS in our body. To fight against oxidative stress, antioxidants, which can have different sources, play an essential role.

In our study, we targeted the virtues, still little explored, of the species (*Salvia Hispanica*). The extracts of this plant can exhibit important biological activities such as anti-radical activity, allowing the elimination of free radicals within the body.

Keywords : Chia, *Salvia hispanica*, Oxidative stress, Free radicals, Anti-radical, Anti-oxidants..

ملخص

الأعشاب الطبية هي أجزاء من النباتات ، تؤخذ أحياناً من الأرض أو يتم تحضيرها أو تحضيرها بطريقة أخرى ، والتي وهو مصطلح أحدث وأكثر عمومية ، هو مجموعة من المواد الطبيعية التي Nutraceuticals. تستخدم لفوائدها الطبية تشمل بعض الأعشاب والمنتجات ، مثل السمن النباتي الخافض للكوليسترول والمنتجات المدعمة بالسيلليوم ، والتي تستخدم كمكملات غذائية وتصنف كأطعمة أيضاً.

قبل أن نتحدث عن نبات الشيا وفوائد بذور الشيا ، دعنا نتحدث عنه قليلاً. شيا أو في اللهجة الشامية (حكيم) هو نبات اسمه العلمي (سالفيا هيسبانيكا) موطنه جواتيمالا والمكسيك ، وفي الماضي ، كانت بذور الشيا تُطحن وتُستخدم لصنع المشروبات وكانت مصدرًا مهمًا للغذاء ، و كلمة chia مشتقة من كلمة (Chian) والتي تعني النفط..

الإجهاد التأكسدي هو خلل يمكن أن يحدث أثناء إنتاج الجذور الحرة وتدميرها بواسطة أنظمة الدفاع المضادة للأكسدة. وبالتالي ، هناك أهداف مختلفة للجذور الحرة و ROS. لمحاربة الإجهاد التأكسدي ، تلعب مضادات الأكسدة دورًا مهمًا ولها مصادر مختلفة.

في دراستنا ، استهدفنا الأنواع *salviahispanica* التي لم يتم استكشاف فوائدها بعد. قد تظهر أنشطة بيولوجية مهمة مثل النشاط المضاد للتطرف الذي يسمح بالقضاء على الجذور الحرة في الجسم

الكلمات المفتاحية:

Chia, salviahispanica ، الإجهاد التأكسدي ، الجذور الحرة ، مضادات الجذور ، مضادات الأكسدة

Référence

- [1] « Plante médicinale : Guide complet des Plantes Médicinales | Conservation Nature ». Consulté le: juill. 13, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.conservation-nature.fr/phytotherapie/plantes-medicinales/>
- [2] « Toscano LT, da Silva CS, Toscano LT, de Almeida AE, Santos Ada C, Silva AS. Chia FlourSupp ».
- [3] « Guide des plantes médicinales - Encyclopédie de phytothérapie - Doctissimo ». <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/guide-phyto.htm> (consulté le juill. 13, 2021).
- [4] A. BEJAOU, « Réponses biochimiques de *Salvia hispanica* cultivée en conditions de salinité et valeur nutritionnelle de ses graines ».
- [5] « Graines de chia - Toutes les vertus et Indications ». https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=chia_salba_ps (consulté le juin 30, 2021).
- [6] thierry.berna, « Qu'est-ce que le stress oxydatif? », *S.O.S Stress Oxydatif Solutions*. <https://stress-oxydatif-solutions.com/info/quest-ce-que-le-stress-oxydatif/> (consulté le juin 29, 2021).
- [7] « Stress oxydant », *Wikipédia*. mars 09, 2021. Consulté le: juin 29, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Stress_oxydant&oldid=180711217
- [8] ghilaine charrade, « Le stress oxydatif: un assassin silencieux », 20:41:47 UTC. Consulté le: juill. 15, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.slideshare.net/ghilainecharrade/le-stress-oxydatif-un-assassin-silencieux>
- [9] B. Garait, « LE STRESS OXYDANT INDUIT PAR VOIE METABOLIQUE (REGIMES ALIMENTAIRES) OU PAR VOIE GAZEUSE (HYPEROXIE) ET EFFET DE LA GLISODIN® », p. 197.
- [10] « BENBRINIS Soumia.pdf ». Consulté le: juin 30, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://mmagister.univ-setif.dz/images/facultes/SNV/2012/BENBRINIS%20Soumia.pdf>
- [11] « Stress oxydant », *Wikipédia*. mars 09, 2021. Consulté le: juill. 15, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Stress_oxydant&oldid=180711217
- [12] « Les radicaux libres, qu'est-ce que c'est ? », *Les radicaux libres, qu'est-ce que c'est ? / Penser Santé*. <https://www.pensersante.fr/les-radicaux-libres-quest-ce-que-cest> (consulté le juin 30, 2021).
- [13] « Radicaux libres et antioxydants ». <https://www.sport-passion.fr/sante/radicaux-libres-et-antioxydants.php> (consulté le juill. 15, 2021).
- [14] R. Barouki, « Stress oxydant et vieillissement », *médecine/sciences*, vol. 22, n° 3, Art. n° 3, mars 2006, doi: 10.1051/medsci/2006223266.

- [15] « Antioxydant Naturel : Quels sont les Aliments à Privilégier ? », *Soriavie*, août 11, 2020. <https://soriavie.fr/les-antioxydants-naturels> (consulté le juill. 15, 2021).
- [16] R. Barouki, « Stress oxydant et vieillissement », *médecine/sciences*, vol. 22, n° 3, Art. n° 3, mars 2006, doi: 10.1051/medsci/2006223266
- [17] « Tout savoir sur les radicaux libres et leurs effets sur le vieillissement - Vie Healthy ». <https://viehealthy.com/radicaux-libres-vieillessement/> (consulté le juill. 15, 2021).
- [18] « Chia (plante) — Wikipédia ». [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chia_\(plante\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chia_(plante)) (consulté le juill. 15, 2021).
- [19] « Chia (plante) », *Wikipédia*. juin 20, 2021. Consulté le: juill. 15, 2021. [En ligne]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Chia_\(plante\)&oldid=183958863](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Chia_(plante)&oldid=183958863)
- [20] « Chia (plante) — Wikipédia ». [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chia_\(plante\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chia_(plante)) (consulté le juill. 15, 2021).
- [21] « Graines de Salvia hispanica L., Chia | La Boîte à graines ». <https://laboiteagraines.com/produit/13-graines-semences-fleurs/29-graines-fleurs-annuelles/salvia-hispanica-chia/> (consulté le juill. 15, 2021).
- [22] « La graine de chia par Nadia | Question santé PasseportSante », <https://www.passeportsante.net/>. <https://www.passeportsante.net/fr/Communaute/ReponsesExpert/Question/la-graine-de-chia-784> (consulté le juill. 15, 2021).
- [23] « Omega 3 6 9 : à quoi servent ces acides gras ? », *Toutelanutrition*. <https://www.toutelanutrition.com/wikifit/nutrition/complements/omega-3-6-9-a-quoi-servent-ces-acides-gras> (consulté le juill. 15, 2021).
- [24] « Les 10 bienfaits des graines de chia », <https://www.passeportsante.net/>, avr. 03, 2017. <https://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=bienfaits-graines-chia-sante-cerveau-coeur> (consulté le juill. 01, 2021).
- [25] « Quels sont les aliments qui contiennent des fibres alimentaires ? », *Qilibri mag'*, mai 07, 2020. <https://mag.qilibri.fr/les-aliments-riches-en-fibres/> (consulté le juill. 16, 2021).
- [26] « Graines de chia | Celnat ». <https://www.celnat.fr/ref/graines-chia> (consulté le juill. 16, 2021).
- [27] « Boisclair et al. - Le chia Une nouvelle culture pour la production .pdf ». Consulté le: juill. 16, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/LavalLanaudiere/Chia_LaurenceJochems-Tremblay.pdf
- [28] « Boisclair et al. - Le chia Une nouvelle culture pour la production .pdf ». Consulté le: juill. 16, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/LavalLanaudiere/Chia_LaurenceJochems-Tremblay.pdf

- [29] « Graine de Chia – Achat et guide complet - ». <http://mesgrainesdechia.com/fr/> (consulté le juill. 16, 2021).
- [30] « C'est quoi, l'ingrédient chia? [Archives] - Au Paradis des Canaris ». <http://www.apdcanari.com/forum/archive/index.php/t-74645.html> (consulté le juill. 16, 2021).
- [31] « (Raimondi et al. 2017). »
- [32] « (Jorgensen et al., 2012 ; Raimondi et al., 2017). »
- [33] « Memoire de Fin D'Etude: Theme | Polyphénol | Produits chimiques », *Scribd*. <https://fr.scribd.com/document/461378648/572-01092> (consulté le juill. 16, 2021).
- [34] « Les graines de chia: Propriétés, bienfaits et utilisations », nov. 06, 2020. <https://cuisine.nessma.tv/fr/article/nutrition-et-sante/les-graines-de-chia-proprietes-bienfaits-et-utilisations/919> (consulté le juill. 16, 2021).
- [35] « Graines de Chia - Bienfaits, Origines, Propriétés, Vertus - Nutrimea ». <https://www.nutrimea.com/fr/223-graines-de-chia> (consulté le juill. 16, 2021).
- [36] « Dosage Des Phénols Et Des Flavonoïdes Totaux | Concentration molaire | L'absorbance », *Scribd*. <https://fr.scribd.com/doc/95037174/Dosage-des-Phenols-et-des-Flavonoides-Totaux> (consulté le juill. 17, 2021).
- [37] « doc_num.pdf ». Consulté le: juill. 17, 2021. [En ligne]. Disponible sur: http://bibfac.univ-tlemcen.dz/snvstu/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2137
- [38] C. Popovici, I. Saykova, et B. Tylkowski, « Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH », *Rev. Génie Ind.*, vol. 4, p. 25-39, janv. 2009.
- [39] « Bougandoura et Bendimerad - 2013 - Evaluation de l'activité antioxydante des extraits.pdf ». Consulté le: juill. 17, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue_09_art_b_03.pdf
- [40] « Memoire Online - Méthodes d'études d'activité des antioxydants des plantes médicinales - Ouafa MEDJOUJDA ». <https://www.memoireonline.com/03/15/8988/Methodes-d-etudes-d-activite-des-antioxydants-des-plantes-medicinales.html> (consulté le juill. 01, 2021).
- [41] N. Bougandoura et N. Bendimerad, « Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq.* », . *B*, p. 6, 2013.
- [42] « Bensouici.pdf ». Consulté le: juill. 17, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.umc.edu.dz/lost/images/equipe1/doctorat/Bensouici.pdf>
- [43] « Memoire Online - Méthodes d'études d'activité des antioxydants des plantes médicinales - Ouafa MEDJOUJDA ». <https://www.memoireonline.com/03/15/8988/Methodes-d-etudes-d-activite-des-antioxydants-des-plantes-medicinales.html> (consulté le juill. 01, 2021).

- [44] « Application of free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) to estimate the antioxidant capacity of food samples - Analytical Methods (RSC Publishing) ». <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/ay/c3ay40367j#!divAbstract> (consulté le juill. 17, 2021).

Présenté et soutenu par : kihal fatima zohra

Mokhtari mariem

Année universitaire : 2020/2021

Titre : Valorisation de l'espèce *Salvia hispanica L* (Chia) Etude Théorique

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en biochimie Appliquée

Résumé

Les herbes médicinales sont des plantes ou parties de plantes, contenant des substances naturelles, utilisées pour leurs bienfaits médicinaux.

Les nutraceutiques, un terme plus récent et plus global, désigne un large groupe de substances naturelles et certains produits inclus dans certaines herbes. Parmi ces matières, on trouve : les margarines hypocholestérolémiantes et des produits enrichis de psyllium, qui sont utilisés comme suppléments nutritionnels et classés comme aliments. Avant d'aborder les bienfaits de la plante de Chia ou plutôt de ces graines, il est important de se rapporter à ces origines.

La Chia, de la famille des sauges (dans le dialecte levantin), est une plante, dont le nom scientifique est (*Salvia Hispanica*), originaire du Guatemala et du Mexique. Autrefois, ces graines constituaient une importante source de nourriture, parfois moulues et utilisées pour préparer des boissons. Le mot Chia est dérivé du mot (Chian) qui signifie huile. Le stress oxydatif est un déséquilibre pouvant survenir entre la production des radicaux libres et leur destruction par les systèmes de défense. Ainsi, il existe différentes cibles des radicaux libres et des ERO dans notre organisme. Pour lutter contre le stress oxydatif, les antioxydants, pouvant avoir différentes sources, jouent un rôle primordial.

Dans notre étude, nous avons ciblé les vertus, encore peu explorés, de l'espèce (*Salvia Hispanica*).

Les extraits de cette plante peuvent présenter d'importantes activités biologiques telles l'activité anti-radicalaire, permettant l'élimination des radicaux libres au sein l'organisme.

Mots clés : Chia ,*Salvia hispanica* ,Stress oxydatif, Radicaux libres , Anti -radicalaire ,Anti -oxydants.

Jury d'évaluation :

- **Président :** Mr BOUANIMBA Nour (MCA- UFM Constantine).
- **Rapporteur :** Mr KITOUNI Rachid (MCB- UFM Constantine).
- **Examineurs :** Mr Zeghilet Noureddine (MCB- UFM Constantine).

11/07/2021