



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2021

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :
Rahmani Lamia

Le: dimanche 27 juin 2021

Propriétés thérapeutiques des extraits de Salvia hispanica

Jury:

Dr.	HEBAL Hakim	MAA	Université de Biskra	Président
Dr.	BENABDALLAH Fatima Zohra	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	BELLOUCIF Nasser	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2020 - 2021

شكر

الشكر والحمد أولا وآخر الله سبحانه وتعالى الذي بنعمته وتوفيق منه أتممت إنجاز هذه المذكرة
ووصلت إلى نهاية مسيرتي الدراسية

وأخص بالشكر الأستاذة التي تفضلت بإشرافها على هذه المذكرة " بن عبد الله فاطمة الزهرة" على
توجيهاتها ونصائحها لي أثناء إنجازها وحرصها المستمر على إتمامي لكل جزء على ما هو
عليه الآن

جزاك الله من كل خير

الشكر لكل من ساهم من قريب او بعيد ومد يد العون ولم يبخل بالتشجيع والدعم والدعاء بالتيسير
والتوفيق طوال مشواري التعليمي عامة ولإنجاز هذه المذكرة خاصة

وأسأل الله أن يعود هذا العمل بالفائدة على غيري

إهداء

إلى أعر الناس إلى قلبى؁ إلى والدى حفظهما الله من كل سوء؁ اللذان كانا عوناً وسنداً لى؁ وحرصاً على توفير كل ما أحتاجه فى سبيل النجاح

إلى كل أفراد العائلة الذين حرصوا على تفقى والءاء لى وعرضهم لمختلف المساعدات لإتمام هذا العمل

إلى رفىقات المشوار وصديقات الدراسة؁ مارىة؁ صبرىنة؁ سلمى؁ نور؁ نور الهدى؁ سارة؁ شىماء وشىماء؁ اللاتى تقاسمت معهن كل صعب وهىن؁ كل حزن وفرح؁ واللاتى تلقىت منهن الدعم والتشجىع والمساعدة طوال السنوات الخمس وحتى آخر لحظة من مشوارنا الدراسى

أدام الله صحبتنا

SOMMAIRE

Remercîment

Dédicace

Liste des tableaux I

Liste des figures II

Liste des abréviations III

Introduction 1

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

Partie 01 : Présentation de *Salvia hispanica*..... 5

1-1 *Salvia hispanica* 5

1-2 Historique de *Salvia hispanica* 6

1-3 Classification de *Salvia hispanica* 7

1-4 *Salvia hispanica* en Algérie 7

Partie 02 : Propriétés nutritionnelles de *Salvia hispanica*..... 8

2-1 Lipides 8

2-2 Protéines 8

2-3 Fibres 9

2-4 Vitamines et minéraux 9

2-5 Antioxydants 9

Partie 03 : Propriétés thérapeutiques de *Salvia hispanica*..... 10

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

1-1 Echantillonnage et lieu de récolte de matériel végétal 13

1-1-1 Graines 13

1-1-2 Parties aériennes (tiges et feuilles) 13

1-2 Méthodes d'extraction d'huile essentielle	13
1-2-1 A partir de la partie aérienne de la plante	13
1-2-2 A partir des graines	13
1-2-2-1 Par pressage	13
1-2-2-2 Par solvant	14
1-2-2-3 Par l'extraction par fluide supercritique (SC-CO ₂)	14
1-3 Méthodes du travail expérimental	15
1-3-1 Activité antimicrobienne : antifongique et antibactérienne (<i>in vitro</i>)	15
1-3-2 Activité anti-inflammatoire (<i>in vivo</i>)	16
1-3-3 Activité antioxydante (<i>in vitro</i>)	18
1-3-3-1 Test (FRAP) du pouvoir antioxydant	20
Chapitre 03 : Résultats et discussions	
2-1 Rendement d'extraction	22
2-1-1 A partir des parties aériennes de la plante	22
2-1-2 A partir des graines	22
2-2 Activité antimicrobienne : antifongique et antibactérienne (<i>in vitro</i>)	23
2-3 Activité anti-inflammatoire (<i>in vivo</i>)	25
2-4 Activité antioxydante (<i>in vitro</i>)	27
Conclusion	31
Articles analysés	33
Références bibliographiques	38

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les valeurs des éléments nutritionnels dans les graines de <i>Salvia hispanica</i> ...	8
Tableau 02 : Les isolats microbiennes (fongique et bactériennes).....	15
Tableau 03 : Les méthodes d'extraction et leur rendement en huile essentielle de graines de <i>Salvia hispanica</i>	22
Tableau 04 : Activité antifongique de l'huile essentielle de <i>Salvia hispanica</i> contre certains champignons phytopathogènes.....	23
Tableau 05 : Activité antibactérien de l'huile essentielle de <i>Salvia hispanica</i> contre certains bactéries phytopathogènes.....	24

Liste des figures

Figure 01 : La plante de <i>Salvia hispanica</i>	5
Figure 02 : Les graines de <i>Salvia hispanica</i>	6
Figure 03 : Division des groupes de rats et distribution des régimes alimentaires pour (11) semaines	18
Figure 04 : Division des groupes de rats et distribution des régimes alimentaires pour (12) semaines	19
Figure 05 : Volume d'inflammation et pourcentage d'inhibition	26
Figure 06 : les poids des rats	27
Figure 07 : Dosage du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) dans le plasma ...	28
Figure 08 : Dosage du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) dans le foie	28

Liste des abréviations

AIN: American Institute of Nutrition.

CMA: Corn Meal Agar.

FRAP: Ferric Reducing Antioxidant Power.

HFF: High-Fat and high-Fructose diet.

HFSD: High-Fat and High-Sucrose diet

KB: King B

NA: Nutrient Agar

PDA: Potato Dextrose Agar

SC-CO₂: Supercritical CO₂

SFE: Supercritical Fluid Extraction

TPTZ: 2, 4, 6-tris (2-pyridyl) -s-triazine

Introduction

Depuis l'existence de l'homme sur la terre, la consommation des différents nutriments était nécessaire pour une croissance de façon idéale.

Au fil des années et des siècles de consommation de différentes plantes comme source de nourriture, les gens ont découvert que chaque plante a des valeurs nutritionnelles qu'elle peut fournir au corps humain, en raison des nutriments qu'elle contient tels que : les protéines, les lipides, les glucides, les vitamines et les minéraux, ... etc.

Aussi chaque plante a un ou plusieurs effets spécifiques dans le côté thérapeutique, c'est ce qui a conduit les gens en général et les guérisseurs en particulier à les utiliser pour traiter des différents problèmes de santé.

Lauvergne (2017) a montré que : « L'accès à plus de nourriture a entraîné un boom démographique. ». Par conséquent, il est devenu nécessaire de fournir la nourriture en permanence et en plus grande quantité. Pour arriver à ce résultat, il était nécessaire de changer ou de développer les méthodes et les stratégies utilisées. C'est pour ça les divers domaines de la science (chimie, physique, biologie, ...etc.) ont été exploités et employés en agriculture, comme une stratégie qui vise à contribuer à répondre aux besoins nutritionnels de ce grand nombre de consommateurs. Par exemple par l'utilisation des additifs et des conservateurs et même par modification génétiques.

Malheureusement, à l'heure actuelle, le développement et les changements adoptés dans le domaine de l'alimentation dans le but d'améliorer le produit alimentaire (que ce soit pour le goût, la forme, la taille, ...etc.) ont atteint le point où l'aliment n'a pas de valeur nutritionnelle suffisante, et peut être la cause de différentes maladies.

Les gens ont changé leur régime alimentaire riche en protéines passant de la viande et du poisson, à des aliments du marché riche en graisses, et glucides. Ce changement a augmenté les risques de développer le diabète de type 2 et l'obésité dans le monde (Reeds *et al.*, 2016).

À partir des données instrumentales et cliniques, nous déduisons l'effet de la nutrition sur le système immunitaire, l'absence ou la carence en vitamines telles que : A, B6, B12, C, D et E, en minéraux tel que : zinc, fer, sélénium, magnésium et cuivre, et des acides gras tel que : les acides gras oméga-3, acide eicosapentaénoïque et acide docosahexaénoïque, Il entraîne une diminution de la résistance de l'organisme et alors une augmentation de la maladie (Calder *et al.*, 2020).

Dans les cas de manque des vitamines, la plupart des gens essaient de compenser la carence en utilisant des « multivitamines » comme suppléments nutritionnels, tel que les antioxydants (vitamine E) et l'acide ascorbique (vitamine C) qui peuvent provoquer le cancer et les maladies cardiovasculaires suite à une utilisation incontrôlée (Hamishehkar *et al.*, 2016).

Calder *et al.* (2020) a dit que : « Les infections respiratoires aiguës, par exemple, étaient responsables d'environ 2,38 millions de décès dans le monde en 2016 ». Et compte tenu de la situation actuelle du monde en raison de l'épidémie due au Coronavirus (COVID 19), il est peut-être nécessaire de prêter attention à notre nutrition, comme une prévention de l'infection par ce virus ou d'autre microbe qui peut causer des problèmes de santé.

Dans le but de traiter ou de prévenir les maladies susmentionnées ou d'autres basées sur l'idée d'améliorer l'alimentation de l'individu et de la société d'âges différents, nous avons pensé à revoir les aliments à grande valeur nutritionnelle sans additifs et exhausteurs et à encourager les gens à les incorporer dans leur alimentation. Comme la plante de chai ou *Salvia hispanica*.

Salvia hispanica est une plante herbacée ne dépassant pas 1 mètre de hauteur et d'origine mexicaine. Ses graines sont la partie la plus utilisée par les hommes depuis 5500 ans, en raison de leur richesse en nutriments essentiels pour le corps humain, ce qui les rend d'une grande valeur nutritionnelle et ont ainsi des propriétés thérapeutiques (Marcinek et Krejpcio, 2017).

Notre but essentiel c'était de mettre en évidence les propriétés thérapeutiques de *Salvia hispanica* et indiquer sa composition chimique et sa valeur nutritionnelle qui garantissent son pouvoir de guérison.

Le présent travail est le résultat d'une analyse d'articles de journaux et de revues scientifiques, qui s'intéressent sur les huiles essentielles des graines et des parties aériennes (feuilles et tiges) de l'espèce végétale *Salvia hispanica* et nous nous sommes concentrés sur les méthodes d'exaction de ses huiles essentielles et l'évaluation de leurs capacités antimicrobiennes, anti-inflammatoires, et antioxydantes, réalisées par différents tests.

En raison de l'épidémie provoquée par le corona virus (COVID 19), ce travail a été fait sans pratique.

Chapitre 01

Synthèse bibliographique

Au fil des années, les humains ont découvert que la nourriture, en particulier les plantes, n'est pas seulement une source de besoins nutritionnels et d'énergie, mais plutôt une matière utilisée soit pour prévenir ou traiter diverses maladies, blessures et infections, ou bien même pour soulager l'intensité des symptômes d'une maladie.

Une alimentation équilibrée (c'est à dire, une collection équilibrée des légumes et fruits) peut fournir au corps la prévention dont il a besoin, tant qu'elle est considérée comme un des trois base d'un sain style de vie, à coté de sommeil et l'exercice sportive bien sûr (Amadi et Mgbahurike, 2017).

Maintenant, l'identification des compositions de cette alimentation équilibrée est notre défi (Cao *et al.*, 2020). Parce que plusieurs des gens à l'heure actuelle, consomment des aliments malsains en grande quantité et ne se soucient pas de ses composants nutritionnels, en raison de l'absence d'une culture du « mode de vie sain », et du fait que la majorité d'entre eux ne comprennent pas l'importance et la contribution d'une alimentation saine et équilibrée pour maintenir la santé du corps (Pace et Crowe, 2016). Par conséquent, il est préférable pour les spécialistes de l'alimentation et les médecins d'éduquer les gens en général et leurs patients en particulier, qu'adapter leur alimentation en termes de quantité et de type de substance consommée est un moyen de préoccupation pour la santé, et de les informer de la possibilité de utiliser la nourriture comme un « traitement complémentaire » qui assure la prévention et peut également jouer un rôle dans le soulagement des symptômes de certaines maladies (métaboliques, cardiovasculaires, ostéoporose, ...etc.) (Alkhatib *et al.*, 2017 ; Portincasa *et al.*, 2019).

En plus des légumes et des fruits en tant qu'aliment à base de plantes, il existe des graines qui sont mieux consommées dans ou avec vos repas quotidiens. En raison de leur capacité à fournir plus de protéines, de graisses insaturées, de fibres, ...etc., et plus de calories pour les aliments (Mohammed et Qoronfleh, 2020), ils peuvent augmenter la valeur nutritionnelle des repas consommés et donc (avec une forte probabilité) les valeurs thérapeutiques, comme l'anis ou le cumin doux (genre: *Pimpinella*), le lin ou les graines de lin (genre: *Linum*), ou les légumineuses comme les pois (genre: *Pisum*), le pois chiche (genre: *Cicer*), les lentilles (genre: *Lens*), le soja (genre: *Glycine*), ainsi que des graines de citrouille (genre: *Gourde*), et des graines de chia (genre: *Salvia*) (Mohammed et Qoronfleh, 2020), dont nous parlerons dans cette étude et de ce qu'elles peuvent apporter à l'organisme.

Partie 01 : Présentation de *Salvia hispanica*

1-1 *Salvia hispanica*

La plante de chai ou *Salvia hispanica* (Figure 01) est une plante herbacée annuelle, d'origine de l'Amérique, exactement de sud Mexique à nord du Guatemala, une plante de genre qui se compose d'environ 900 espèces. *Salvia hispanica* est une plante sensible à la lumière du jour, sa hauteur maximale est de 1 mètre. Elle a des feuilles pétiolées, dentelées et opposées de 4 à 8 cm de longueur et de 3 à 6 cm de largeur. Les fleurs sont hermaphrodites de couleur violettes ou blanches d'une taille de 3 à 4 mm, regroupées verticalement au-dessus des pousses (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019 ; Knez Hrnčić *et al.*, 2019).



Figure 01 : La plante de *Salvia hispanica*. (Site web 1).

Les graines de chia (Figure 02) sont marbrés, (marron, gris, noir et blanc), de forme ovales, et sont de petite taille avec une longueur de 2 mm, largeur de 1 à 1,5 mm, et d'épaisseur de 1 mm (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019 ; Knez Hrnčić *et al.*, 2019).



Figure 02 : Les graines de *Salvia hispanica*. (Grancieri *et al.*, 2019).

Salvia hispanica nécessite des conditions favorables pour croître de façon optimale, elle nécessite un climat chaud et des fortes précipitations avec une température qui doit être de 15 à 30 °C (Marcinek et Krejpcio, 2017).

C'est connu que le Mexique est la source et le grand producteur de chia, mais il a également récemment cultivé en Australie, Bolivie, Colombie, Pérou et en Argentine (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019 ; Knez Hrcic *et al.*, 2019). La plus part des opérations de plantation des graines de *Salvia hispanica* est effectuée dans les régions montagneuses à partir des zones tempérées jusqu'à les zones subtropicales (Grancieri *et al.*, 2019).

1-2 Historique de *Salvia hispanica*

Marcinek et Krejpcio (2017) ont mentionné que : « Le mot (chia) dérive du Nahuatl mot (Chian), qui signifie (huileux). L'autre partie du nom de *Salvia hispanica* a été donné à la plante par Carl Linnaeus (1707-1778) », qui l'a confondu avec une plante originaire d'Espagne.

Les populations qui vivent dans l'Amérique (la zone où le chia est cultivée) au 16ème siècle, ils ont utilisé cette plante et leurs graines comme une source d'énergie, et pour l'endurance (Grancieri *et al.*, 2019). Il apparaît dans les archives historiques que les anciennes cultures mésoaméricaines (Maya et Aztèques) ont utilisé la plante *Salvia hispanica* (les grains spécifiquement) comme nourriture et ont été mélangée à des médicaments, même dans les

cosmétiques et lors de rituels religieux (Grancieri *et al.*, 2019 ; Knez Hrcic *et al.*, 2019), ou pour le paiement des taxes, et les autres parties de la plante, utilisées contre les infections respiratoires (Grancieri *et al.*, 2019).

1-3 Classification de *Salvia hispanica*

La plante de *Salvia hispanica* est classée sous l'ordre des *Lamiales*, la famille de la menthe *Labiata* ou *Lamiaceae*, la sous-famille des *Nepetoideae* et du genre *Salvia* qui est considéré le plus nombreux genre de cette famille (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019 ; Knez Hrcic *et al.*, 2019).

1-4 *Salvia hispanica* en Algérie

L'Algérie a un climat qui diffère entre le climat méditerranéen au nord, semi-aride au milieu et désertique au sud. Cependant, sa présence dans la région nord-africaine, et donc dans la région subtropicale lui permet d'avoir le bon climat pour planter le chia ou *Salvia hispanica*, qui est le climat chaud comme il est mentionné précédemment. En ce qui concerne les précipitations, elles sont variables, et elles diminuent du nord au sud (Site web 2).

Mais, généralement cela peut être géré manuellement par les agriculteurs en fournissant les quantités d'eau nécessaires comme ils le font lors de la plantation dans les serres et lors de la plantation dans les zones désertiques.

La conclusion est que la possibilité de cultiver *Salvia hispanica* dans l'Algérie est très probable car elle offre les conditions favorables à une bonne croissance de la plante, et ainsi la fournit donc en Algérie, ou généralement dans les pays de nord d'Afrique. Ce qui confirme cette probabilité, c'est Elshafie *et al.* (2018) qu'ils ont mentionné que la culture de *Salvia hispanica* déjà été essayée en Afrique, ainsi qu'en Europe, en Australie et en Asie. Bien qu'il n'ait pas mentionné comment l'expérience s'est terminée par un succès ou un échec.

Partie 02 : Propriétés nutritionnelles de *Salvia hispanica*

Les propriétés nutritionnelles de *Salvia hispanica* sont élevés, spécifiquement de ses graines, qui contiennent des graisses, des glucides, des fibres, et des protéines, en addition des divers vitamines, minéraux et antioxydants. Elles peuvent fournir une valeur énergétique de 459 à 495 kcal / 100 g des graines (Marcinek et Krejpcio, 2017; Knez Hrcic *et al.*, 2019).

Selon différentes références, les pourcentages de ces éléments nutritifs changent comme il est indiqué dans le tableau (01) :

Tableau 01 : Les valeurs des éléments nutritionnels dans les graines de *Salvia hispanica*.

L'élément nutritionnel	(Marcinek et Krejpcio, 2017)	(Knez Hrcic <i>et al.</i> , 2019)	(Grancieri <i>et al.</i> , 2019)	(Ullah <i>et al.</i> , 2015)
Protéines	16-26 %	15-25 %	18,9 %	15-25 %
Lipides	31-34 %	30-33 %	31,2 %	30-33 %
Glucides	31-34 %	26-41 %	3,4 %	41 %
Fibres	23-35 %	18-30 %	non mentionné	18-30 %

Ces valeurs peuvent influencés par l'écosystèmes du milieu de culture de *Salvia hispanica*, à cause des facteurs génétiques (Marcinek et Krejpcio, 2017), la méthode d'extraction (Knez Hrcic *et al.*, 2019), l'effet des conditions climatiques, l'éléments nutritifs dans le sol, ...etc. (Grancieri *et al.*, 2019).

2-1 Lipides

Les graines de *Salvia hispanica* sont riches en des acides gras de forme polyinsaturés tels que l'acide ω -3 alpha-linolénique (19.5 %) et l'acide ω -6 alpha-linolénique (5.2 %), qui le corps humain peut pas synthétiser à cause de l'absence des enzymes spécifiques pour cette réaction (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019 ; Knez Hrcic *et al.*, 2019).

2-2 Protéines

Concernant les protéines, elles forment d'environ 17 % de composition des graines. Dans 100 gram des protéines brutes des graines on peut trouver de 538 g de prolamines, 230 g de glutélines, 70 g de globulines, et 39 g d'albumines. En plus de 18 acide aminés, parmi leur, les 7 acides aminés exogènes et certains acides aminés endogènes (glutamique avec la plus

grande concentration). Elles peuvent fournir plus protéines que d'autre graines tel que le riz, le maïs, ou l'orge (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Knez Hrcic *et al.*, 2019).

2-3 Fibres

Les fibres trouvées en grandes concentrations dans *Salvia hispanica* selon Grancieri *et al.* (2019) sont : la lignine, la cellulose, l'hémicellulose et surtout le mucilage. La plante peut fournir d'environ le double de la quantité de fibres que le son, et au moins de 4 fois plus que les amandes, le soja, et de quinoa (Marcinek et Krejpcio, 2017).

2-4 Vitamines et minéraux

Les vitamines et les minéraux sont indispensables pour l'organisme, et *Salvia hispanica* est une source riche de ces deux. C'est une source des vitamines A (54 µg), B1 (0,62 mg), B2 (0,17 mg), B3 (8,83 mg), et B9 (49 mg), C (1.6 mg), E (0.5 mg) par 100 g des graines. Il y a aussi des traces des vitamines K et D. Et aussi bien que de grandes concentrations de calcium (455 mg), de phosphore (585mg), de magnésium (340 mg), de potassium (585mg), de fer (8,54 mg) et de zinc (3,70 mg) par 100 g des graines (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019 ; Knez Hrcic *et al.*, 2019).

Elles contiennent plus de calcium (6 fois), de phosphore (11 fois), de potassium (4 fois) que le lait et plus de fer que le foie (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019).

2-5 Antioxydants

Les antioxydants détectées dans les extraits des graines de *Salvia hispanica* sont : polyphénols (0.51- 0.97 mg), acide chlorogénique (0.0459 - 0.235 mg) par 1 g des graines. Et acide caféique (27 µg), quercétine (0.17 µg), kaempférol (0.013 µg) (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Knez Hrcic *et al.*, 2019), et l'acide gallique (0,012 mg) par 100 g des graines (Grancieri *et al.*, 2019).

Par conséquent, si ces graines sont riches en tous ces nutriments, il est préférable de les fournir pour l'organisme dans les repas journaliers. À condition de consommer seulement une quantité de 48 g / jour au maximum (Knez Hrcic *et al.*, 2019).

Ce qui concerne les parties aériennes de la plantes (exactement les tiges et feuilles), elles peuvent fournir des hydrocarbures sesquiterpéniques et oxygénés, des caryophyllènes, des composés phénoliques, des composés oxygénés, ... etc. (Elshafie *et al.*, 2018).

Partie 03 : Propriétés thérapeutiques de *Salvia hispanica*

Les graines de *Salvia hispanica* ont des effets cardio-protecteurs, grâce à l'haute concentration des acides gras oméga-3 qui contrôlent l'hypertension et améliorent le fonctionnement de cœur et la fréquence cardiaque (Ullah *et al.*, 2015 ; Grancieri *et al.*, 2019). Elles ont aussi la capacité de diminuer le taux de cholestérol total, grâce à des protéines qui peuvent bloquer la synthèse du cholestérol, et aident à la réduction de la coagulation sanguine. D'autre coté, elles peuvent diminuer la concentration des triglycérides (Ullah *et al.*, 2015 ; Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019).

Elles réduisent le risque de développer un diabète, par diminuer la concentration de glucose dans le sang, et la résistance à l'insuline (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019).

Grâce à les fibres alimentaires et les faibles concentrations en glucides dans les graines de *Salvia hispanica*, elles peuvent aider à réduire l'appétit ainsi la perte de poids (Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri *et al.*, 2019).

Elles ont aussi une capacité antioxydant, elles ont la capacité de protéger l'organisme des effets néfastes des molécules oxygénées, qui peuvent limiter les inflammations et l'évolution de cancer, aussi elle est efficace contre les maladies neurologiques et d'immunodéficience et les différentes maladies de cerveau (Grancieri *et al.*, 2019).

Les graines de *Salvia hispanica* ont une capacité curative et des avantages de cicatrisation des plaies, augmentation de taux de collagène dans la peau (Ullah *et al.*, 2015 ; Zinder *et al.*, 2019), et ont un rôle dans l'améliorations de la vision, et dans la différenciation et la croissance des cellules (Diab et Krebs, 2018), grâce à la vitamine A qu'elles contiennent. Elles assistent à l'absorption du fer, et la biosynthèse du tissu conjonctif grâce à la vitamine C, et elles peuvent protègent le corps des dommages cellulaires dus aux radicaux libres, ainsi l'apparition des cellules cancéreuses grâce à la vitamine E (Diab et Krebs, 2018).

Elles contiennent des vitamines B, qui peuvent assurer le fonctionnement optimal du système nerveux et des cellules T, et peuvent participer à la synthèse des acides gras et réparation génomique pendant les divisions cellulaires, aussi contribuer de nombreuses réactions métaboliques, ainsi protègent le corps de l'anémie, les inflammations, la confusion mentale, la schizophrénie, la réponse immunitaire altérée, la maladie d'Alzheimer, et les dépressions, des malformations congénitales du fœtus. (Mikkelsen et Apostolopoulos, 2018).

Elles ont d'autres gains thérapeutiques grâce à les minéraux qui entrent dans leur composition, tels que : Le calcium qui abaisse la tension artérielle, prévient l'ostéoporose et les adénomes chez les jeunes, et soulage les femmes enceintes des problèmes de tension artérielle et de cholestérol (Cormick et Belizán, 2019). Le potassium qui contenant dans les graines de *Salvia hispanica* peuvent empêcher les risques des maladies cardiovasculaires, la progression de l'insuffisance rénale chronique, et les accidents vasculaires cérébral (Clegg *et al.*, 2020). Le phosphate qu'est essentiel pour la transduction du signal intracellulaire et dans les réactions de libération d'énergie, la structure extracellulaire du squelette et des dents. Il a un effet de tampon pour garder le pH total de corps (Chande et Bergwitz, 2018). Le Fer qui porte et transporte l'oxygène vers tous les tissus du corps, par ce qu'il entre dans la formation des hématies. Et le Zinc qui est essentiel pour la division, la différenciation des cellules T et le développement des organes, la digestion, la cicatrisation des plaies et le fonctionnement du système nerveux central, la minéralisation osseuse. Il peut aussi influencer la fonction des hormones, tel que l'hormone de croissance, l'insuline, la testostérone. Ces deux minéraux (Fe et Zn) réagissent comme des antioxydants et anti-inflammatoires, et aident au développement du fœtus (Grzeszczak *et al.*, 2020). Le magnésium et la vitamine D protègent le corps des déformations du squelette, et les maladies cardiovasculaires (Uwitonze et Razzaque, 2018).

Les graines de *Salvia hispanica* peuvent fournir les protéines nécessaires, tel que: l'albumine qui est responsable de transporter des molécules dans le sang (tel que les cations, les acides gras, les hormones et les médicaments, ...etc.) (Eljaiek *et al.*, 2017 ; He *et al.*, 2017), et a la capacité de protéger les gens des plusieurs maladies cardiovasculaires et de des accidents vasculaires cérébraux, grâce à ses propriétés anti-inflammatoires, anticoagulantes et antioxydants aussi (Arques, 2018). Et tel que le globuline (gamma globuline spécifiquement) qui a une importance dans l'immunité, où il peut traiter l'immunodéficiences et protéger le corps des diverses infections (He *et al.*, 2017 ; Perez *et al.*, 2017). D'autre mot, ces graines ont la capacité d'augmentent le taux d'IgE dans le sang, ce qui indique à l'amélioration d'immunité de corps (Ullah *et al.*, 2015).

L'utilisation des graines de chia comme un antimicrobien est encore sous l'étude, mais rien prouvé jusqu'à maintenant (Fernandes *et al.*, 2021). Alors que l'extrait de leur parties aériennes a un effet inhibiteur sur certains champignons et bactéries (Elshafie *et al.*, 2018).

Chapitre 02

Matériel et méthodes

Ce travail est basé sur une analyse des documents qui concerne l'espèce *Salvia hispanica*, et quelques propriétés thérapeutiques (antimicrobien, anti-inflammatoire, antioxydant) des huiles essentielles des ses graines et de ses parties aériennes (feuilles et tiges).

1-1 Echantillonnage et lieu de récolte de matériel végétal

1-1-1 Graines

Les graines de *Salvia hispanica* choisies dans cette étude sont commerciales. Elles sont valables dans les marchés locaux (Le Caire, Egypte ; Olsztyn, Pologne), capable d'être emballées dans des sacs en plastiques, pour le but de faciliter le stockage, et/ou pour maintenir avec leur humidité. (Marineli *et al.*, 2015 ; Dąbrowski *et al.*, 2016 ; Mohamed *et al.*, 2020).

1-1-2 Parties aériennes (tiges et feuilles)

Elshafie *et al.* (2018) a obtenu un type spécifique de la plante de chia pour ses études, un type mutant à floraison à long terme, de la région de Basilicate (sud de l'Italie).

1-2 Méthodes d'extraction d'huile essentielle

1-2-1 A partir de la partie aérienne de la plante

Les différentes méthodes d'extraction mentionnées, sont basées sur les expériences décrites dans les études de Elshafie *et al.* (2018) ; Oussou *et al.* (2004) et Mahboubi et Kazempour (2015).

La plante de *Salvia hispanica* peut être utilisée fraîche ou séchée. Selon ce qui est décrit dans la Pharmacopée Européenne, ils ont d'abord broyés avec un mélangeur, puis soumis à un processus de distillation d'eau à l'aide d'un appareil (Clevenger), pendant une durée allant d'environ 3 à 4 heures.

Ensuite, l'huile est séparée, filtrée et séchée, puis stockée à des températures très basses, qui peuvent varier de (+ 4) à (-8) °C, jusqu'au moment de l'utilisation.

1-2-2 A partir des graines

1-2-2-1 Par pressage

La méthode la plus utilisée est la pression à froid, ce qui signifie que la température des graines est égale à la température ambiante. Le processus de compression est réalisé à l'aide d'une presse à vis de laboratoire (KOMET) ou une presse hydraulique (CARVER). (Ixtaina *et*

al., 2011 ; Martínez *et al.*, 2012 ; Rombaut *et al.*, 2014 ; Dąbrowski *et al.*, 2016 ; Bodoira *et al.* 2017 ; Mohamed *et al.*, 2020 ; Enes *et al.*, 2020).

Après extraction de l'huile essentielle, celle-ci est placée dans une centrifugeuse (10 000 tr / min, 10 minutes) probablement pour assurer l'élimination de tous les résidus indésirables. Puis stockée à une température allant jusqu'à (-20) °C, à éviter l'oxydation lipidique, jusqu'au moment de l'utilisation. (Enes *et al.*, 2020)

Dans le cas de la pression à chaud, avant pressage, les graines ont été préparées pendant une heure à (+110) °C. (Dąbrowski *et al.*, 2016)

1-2-2-2 Par solvant

Une autre méthode adoptée par Ixtaina *et al.* (2011), Dąbrowski *et al.* (2016), Guindani *et al.* (2016), El Hachimi *et al.* (2017), Novidzro *et al.* (2019) et Ishak *et al.* (2021), pour extraire l'huile essentielle des graines consiste à utiliser le dispositif Soxhlet. Les graines ont été broyées pour obtenir de petites particules, puis l'échantillon de la poudre obtenue a été placé dans le Soxhlet avec un solvant d'extraction (soit: n-hexane, acétone ou éther de pétrole) pendant une période allant de 10 à 18 heures.

Une fois la période spécifiée écoulée, le solvant est évaporé avec un vaporisateur rotatif de type (Büchi), à une température de (+40) à (+60) °C, sous pression réduite.

Enfin, l'huile essentielle est collectée dans une bouteille en verre fumé et stockée à basse température (+4) à (-4) °C.

1-2-2-3 Par l'extraction par fluide supercritique (SC-CO₂)

Avant l'extraction, les graines ont été broyées.

Un protocole suivi de Rombaut *et al.* (2014), Dąbrowski *et al.* (2016) et Guindani *et al.* (2016), pour extraire l'huile essentielle des graines. À l'aide d'un extracteur SFE (JASCO International Co., ou SEPAREX), elle est extraite par une pression de 28 à 70 MP, de la température (+70) à (+150) °C, et du débit de gaz CO₂ de 25 kg / heure.

Alors qu'il a été déclaré que le rendement maximal en huile essentielle est extrait après 5 heures d'exposition des graines à une pression différente entre 200 et 400 bar, et une température et un débit de CO₂ constants (+40 °C ; 4 ml / min). (Ishak *et al.*, 2021).

Marineli *et al.* (2015) a mentionné que l'huile essentielle de *Salvia hispanica* qu'il utilisait était une huile commerciale.

1-3 Méthodes du travail expérimental

1-3-1 Activité antimicrobienne : antifongique et antibactérienne (*in vitro*)

Selon Elshafie *et al.* (2018), cette expérience a été faite *in vitro*, pour tester le potentiel antimicrobien de l'huile essentielle de graines de *Salvia hispanica*. Il a sélectionné 10 champignons phytopathogènes comme des isolats fongiques, et 10 souches bactériennes comme des isolats bactériens, 4 souches de gram positif (G+), et les autres 6 de gram négative (G-). Pour tester leur activité contre l'huile essentielle de *Salvia hispanica*, qui sont représentés dans le tableau (02) des isolats microbiennes (fongique et bactériennes) :

Tableau 02 : Les isolats microbiennes (fongique et bactériennes).

Les champignons	Les bactéries	
	Gram -	Gram +
<i>Monilinia laxa</i> (Aderh. Et Ruhland)		
<i>M. fructicola</i> (G.Winter) Honey	<i>Xanthomonas campestris</i> Pammel	<i>Bacillus megaterium</i> de Bary ITM100
<i>M. fructigena</i> (Aderh. Et Ruhland)	<i>X. vesicatoria</i> Doidge	<i>B. megaterium</i>
<i>Aspergillus flavus</i> Link ex Gray	<i>Escherichia coli</i> Migula.	<i>B. mojavensis</i> Roberts
<i>A. niger</i> van Tieghem	<i>P. savastanoi</i> Janse	<i>Clavibacter michiganensis</i> Smith.
<i>A. fumigatus</i> Fresenius	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Phaseolicola</i> Van Hall	
<i>Penicillium digitatum</i> Sacc.	<i>Burkholderia gladiolili</i> pv. <i>Agaricola</i> Yabuuchi	
<i>P. expansum</i> Link		
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Lib. de Bary		
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.		

Le protocole approuvé par Elshafie *et al.* (2018) est le suivant:

Pour les fongis

3 concentrations différentes (40, 20 et 10 %) (v/v) d'huile essentielle extraite à partir des parties aériennes de la plante de *Salvia hispanica* ont été combinées avec du milieu (PDA) à (+45) °C, puis un disque (0,5 cm de taille, cultivar 96 h) contenant l'isolat fongique, est placé au centre de chaque boîte de Pétri.

Ensuite, toutes les boîtes sont incubées à (+22) °C, pendant 96 heures.

Après incubation, le diamètre des colonies résultant de la croissance des champignons mycorhiziens est mesuré (en mm), dans des conditions d'obscurité.

Les plaques PDA de contrôle ne sont pas traitées avec l'huile essentielle, seulement les disques fongiques.

Pour les bactéries

L'expérience a été réalisée en utilisant 3 milieux nutritifs différents: King B (KB), gélose nutritive (NA) et gélose à la semoule de maïs (CMA). Et des suspensions bactériennes de chaque souche, préparées avec l'eau distillée stérile ajustée à 10⁸ CFU / ml (DO = 0,2 nm).

Puis, il a préparé 0,7 % d'agar mou avec (9: 1; v / v) de suspension bactérienne. Et il l'a ajouté dans tous les boîtes de pétri (90 mm de diamètre), 4 ml sur chacun, contenant déjà 10 ml d'un milieu nutritif.

En fin, Des disques vierges (6 mm) -OXOID ont été placés, puis 15 µl d'huile essentielle hydratée dans l'eau, à des concentrations de 50 % et 25 %, ont été ajoutés sur les disques, avec Tween 20 (0,2 %) pour améliorer la solubilité dans l'huile, ont été appliqués sur les disques.

Après, l'activité antibactérienne est mesurée (en mm) par le diamètre de la zone hyaline d'inhibition autour de chaque disque traité au l'huile essentielle par rapport au témoin.

Dans les boîtes de pétri de contrôle, Tween 20 a été utilisé comme contrôle négatif.

1-3-2 Activité anti-inflammatoire (*in vivo*)

Selon Mohamed *et al.* (2020) cette expérience a été faite pour tester le potentiel anti-inflammatoire de l'huile essentielle de graines de *Salvia hispanica*.

Les animaux qui ont été utilisés dans cette expérience sont des rats, et ils ont été divisés en groupes, et pendant la durée de l'étude (11 semaines), la moitié des groupes ont été nourris avec une alimentation équilibrée et l'autre moitié, une alimentation riche en graisses et en saccharose (HFSD), et ceux dont le poids a augmenté de 10 % étaient considérés comme obèses.

Pour l'étude des conditions arthritiques, l'inflammation a été induite en injectant 0,3 ml de Freund complet (adjuvant / rat), sous la plante de la patte droite d'un rat.

Les groupes étaient divisés comme suit :

Groupe 1 : rats témoins, non obèses, pas d'arthrite.

Groupe 2 : rats non obèses, souffrant d'arthrite. Ils ont été injectés le premier jour de la neuvième semaine avec l'adjuvant complet de Freund.

Groupe 3 : Rats non obèses, atteints d'arthrite, traités avec de l'huile essentielle. Ils ont reçu une injection le premier jour de la neuvième semaine de l'adjuvant complet de Freund, et nourris une dose quotidienne (300 mg d'huile essentielle de graines de *S. hispanica* / kg de poids corporel de rat) à partir du premier jour de la neuvième semaine et pendant 21 jours.

Groupe 4 : rats témoins obèses, pas d'arthrite.

Groupe 5 : rats obèses, souffrant d'arthrite. Ils ont été injectés le premier jour de la neuvième semaine avec l'adjuvant complet de Freund.

Groupe 6 : rats obèses, atteints d'arthrite, traités à l'huile essentielle. Ils ont reçu une injection d'adjuvant de Freund complet le premier jour de la neuvième semaine et une dose quotidienne (300 mg d'huile essentielle de graines de *S. hispanica* / kg de poids corporel de rat) à partir du premier jour de la neuvième semaine pendant 21 jours.

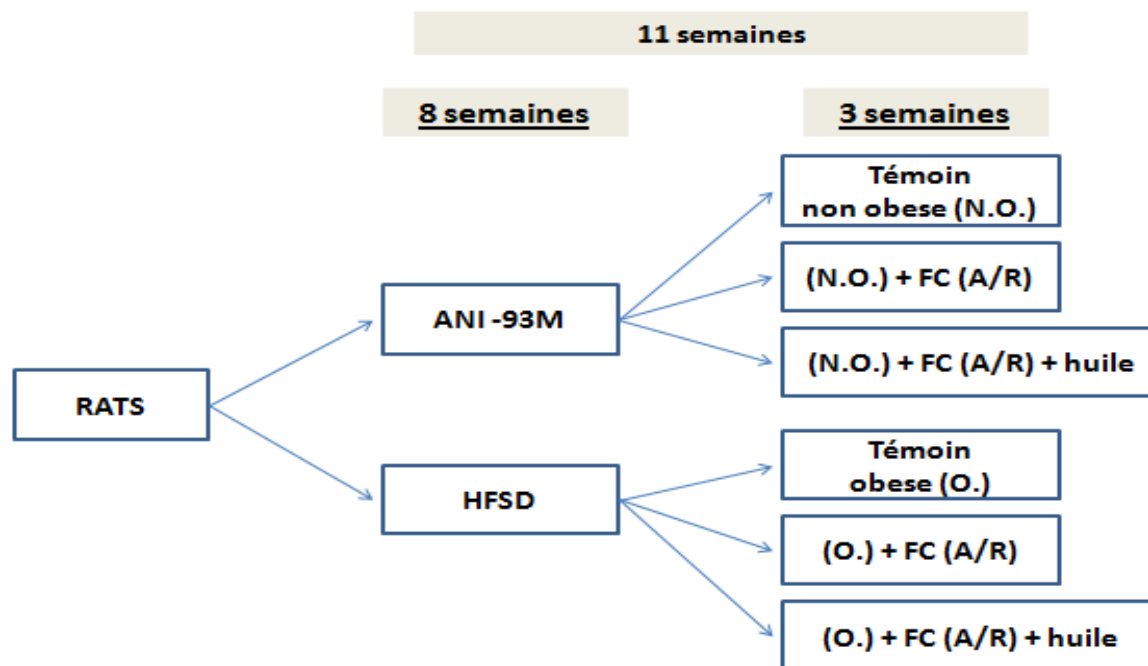


Figure 03 : Division des groupes de rats et distribution des régimes alimentaires pour (11) semaines.

Pour tous les rats arthritiques, un pied à coulisse a été utilisé pour mesurer les volumes des pattes enflammées aux jours 0, 3, 7, 11, 15, 18 et 21 de l'injection complète d'adjuvant de Freund.

Le volume de l'inflammation a été calculé en soustrayant le volume du pied au début de l'expérience (0 fois) de son volume à la fin de l'expérience (jour 21).

1-3-3 Activité antioxydante (*in vitro*)

Selon Marineli *et al.* (2015) cette expérience a été faite pour tester le potentiel antioxydant de l'huile essentielle et des graines de *Salvia hispanica*.

36 rats (Wistar) ont été élevés pendant 4 semaines dans des conditions contrôlées (22 ± 1 °C; 60 à 70 % d'humidité ; 12 h de cycle lumière /obscurité).

Les 36 rats ont été divisés en 6 groupes (6 rats / groupe), un groupe a été nourri avec un régime de l'American Institute of Nutrition (AIN-93M), contenant une concentration de (12 %) de protéines. Les autres groupes ont reçu un régime riche en graisses et en fructose (HFF) contenant (4 %) d'huile de soja, (31 %) de saindoux et (20 %) de fructose (en poids de chaque rat).

Les poids des rats ont été mesurés chaque semaine.

Les rats ont reçu deux traitements: (4 %) d'huile essentielle de *S. hispanica*, et (13,3 %) de graines de *S. hispanica*, pendant deux périodes (traitement court = 6 semaines, et traitement long = 12 semaines).

Traitement long : HFF avec l'huile essentielle ou graines de *S. hispanica* pendant 12 semaines.

Traitement court : HFF seulement pendant 6 semaines, puis HFF avec de l'huile essentielle ou graines de *S. hispanica* pendant encore 6 semaines.

La répartition des groupes était la suivante :

Groupe 1 : rats témoins, régime (AIN-93M).

Groupe 2 : rats témoins, régime HFF uniquement.

Groupe 3 : Régime HFF + Graines de *S. hispanica* pendant 12 semaines.

Groupe 4 : Régime HFF + Graines de *S. hispanica* pendant 6 semaines.

Groupe 5 : Régime HFF + Huile essentielle de *S. hispanica* pendant 12 semaines.

Groupe 6 : Régime HFF + Huile essentielle de *S. hispanica* pendant 6 semaines.

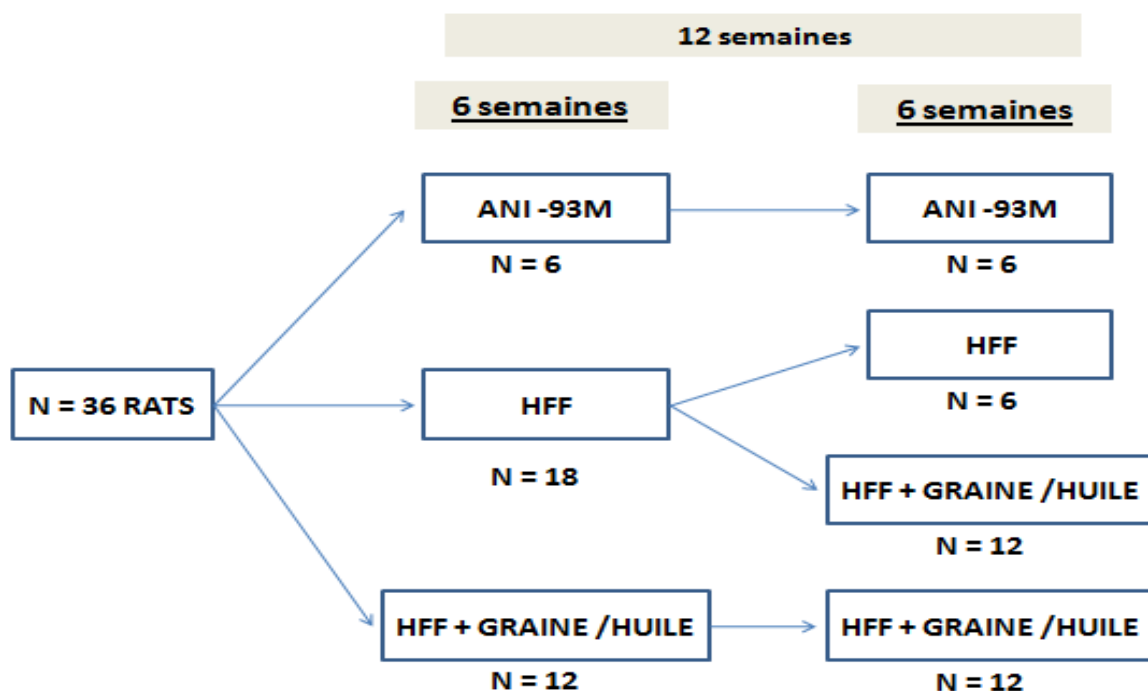


Figure 04 : Division des groupes de rats et distribution des régimes alimentaires pour (12) semaines.

N : nombre des rats

À la fin de la période expérimentale, des échantillons sont prélevés du sang des rats pour obtenir du plasma, et des échantillons de leur foie après les avoir tués, pour être utilisés dans le test suivant.

1-3-3-1 Test (FRAP) du pouvoir antioxydant

FRAP ou pouvoir antioxydant réducteur ferrique, un test décrit par Marineli *et al.* (2015) pour détecter le pouvoir antioxydant chez les rats après l'ajoute de *S. hispanica* dans leurs régimes.

Afin d'appliquer le test FRAP, des échantillons de plasma et des homogénats de foie ont été traités avec l'éthanol.

Les échantillons, l'eau ultrapure et le réactif de test FRAP (1:3:30) ont été mélangés, puis placés dans un bain-marie (30 min; 37 °C). Ensuite, lisez-le à 595 nm.

Les homogénats de foie : tampon phosphate (1 ml ;50 mmol/L ; pH 7,4) + tissu hépatique (100 mg).

Réactif de FRAP : (dans l'obscurité), (1:1:10) de TPTZ (10 mmol/L), FeCl₃ (20 mmol/L) et une solution d'acétate pH 3,6 (300 mmol/L) sont mélangés dans l'ordre.

Chapitre 03

Résultats et discussions

2-1 Rendement d'extraction

2-1-1 A partir des parties aériennes de la plante

Le rendement obtenu par Elshafie *et al.* (2018) à partir des parties aériennes (feuilles et tiges) de *S. hispanica* égale à 0,05 % l'huile essentielle est d'une couleur jaune clair.

2-1-2 A partir des graines

Tableau 03 : Les méthodes d'extraction et leur rendement en huile essentielle de graines de *Salvia hispanica*. (Dąbrowski *et al.*, 2016).

Méthode	Soxhlet		SC-CO2		Pressage	
	n-Hexane	Acétone	70 °C	90 °C	A froide	A chaude
Huile extraite (%)	91,8 ± 1,2	94,8 ± 1,1	87,1 ± 0,7	69,6 ± 5,4	70,1 ± 0,3	76,4 ± 3,7

SC-CO2 : CO2 supercritique

Les résultats de tableau (03) montrent que la méthode la plus efficace pour obtenir de l'huile essentielle de graines de *Salvia hispanica* est la méthode d'extraction par le solvant acétone. Où environ 95 % de la graisse disponible a été extraite. Ceci dépasse d'environ 3 % la proportion du produit d'extraction avec le solvant n-hexane. Ishak *et al.* (2021) a également montré que le rendement de cette méthode est plus important (35,5 %) par rapport à la méthode SFE qui a produit 30,7 %, confirmant ainsi que l'extraction par le solvant est vraiment la plus efficace. En revanche, le rendement obtenu par Novidzro *et al.* (2019) de l'extraction par le solvant n'était que d'environ 28,40 ± 1,20 %.

Dąbrowski *et al.* (2016) a également indiqué que la récupération d'huile essentielle à l'aide de SFE dépend de la pression et de la température. Donc le rendement d'extraction avec SFE à une pression constante de 28 MPa et une température de (+70) °C était de 87,1 %, tandis que le rendement à la même pression et à une température de (+90) °C était de 69,6 %. Ces résultats sont interprétés par Dąbrowski *et al.* (2016) aussi, que l'effet de la température sur le rendement (par l'augmentation), apparaît lors de l'extraction à un niveau de pression supérieur à 28 MPa, proche de 41 à 54 MPa. La validité de cette interprétation a été confirmée dans les résultats de Knez Hrnčić *et al.* (2019) en élevant le niveau de pression. L'extraction à

25 MPa à (+40) °C, donne un rendement de 82 %. Alors qu'en augmentant la pression à 45 MPa à (+60) °C, la production a augmenté à 97 %. Même que Ishak *et al.* (2021) confirme également, avec des résultats similaires, que « la pression est le principale coefficient d'extraction » comme ils l'ont dit. Une pression accrue signifie une productivité accrue.

Quant à la méthode d'extraction de l'huile essentielle par pression à froid, elle est revenue avec un rendement de 70,1 % (Dąbrowski *et al.*, 2016). Alors que le rendement d'extraction, selon Mohamed *et al.* (2020) n'était que de 33 %. Presque le même que celui obtenu par Martínez *et al.* (2012) (31,7 %), alors que le rendement d'extraction pour Ixtaina *et al.* (2011) était inférieur à ce qui avait été mentionné précédemment (20 à 28 %).

Les résultats de Dąbrowski *et al.* (2016) pour l'extraction d'huile essentielle par pressage à chaud ont montré que la préparation des graines en élevant leur température avant pressage affecte la quantité d'huile extraite en augmentant la valeur à 76,4 % par rapport au résultat de la pression à froid.

Lorsque l'on compare les résultats d'extraction entre le rendement en huile des graines et les parties aériennes (feuilles et tiges) de la plante Chia ou *Salvia hispanica*, il nous apparaît que les graines sont la source la plus riche en huiles essentielles, car elles ont été produites à partir de 20 % à environ 95 %, par différents moyens et méthodes d'extraction. Alors que le rendement des parties aériennes n'était que de 0,05 %. Ainsi la méthode utilisé pour l'extraction a un effet sur le rendement d'huile obtenu non moins important que les facteurs naturels tel que les conditions météorologiques, facteurs génétiques ...etc.

2-2 Activité antimicrobienne : antifongique et antibactérienne (*in vitro*)

Tableau 04 : Activité antifongique de l'huile essentielle de *Salvia hispanica* contre certains champignons phytopathogènes. (Elshafie *et al.*, 2018).

HE %	Inhibition de la croissance du mycélium des champignons testés (%)									
	<i>M. lax</i>	<i>M. fcola</i>	<i>M. fgena</i>	<i>P. dig</i>	<i>P. exp</i>	<i>A. nig</i>	<i>A. flv</i>	<i>A. fum</i>	<i>F. oxy</i>	<i>S. scl</i>
40 %	80.0 ± 3	72.2 ± 4.7	78.9 ± 1.6	71.1 ± 6.3	84.4 ± 3	51.1 ± 6.3	47.8 ± 4.7	88.9 ± 3	42.2 ± 6.3	0.0
20 %	55.6 ± 5	58.9 ± 3.8	60.0 ± 2.6	50.0 ± 3.8	70.0 ± 3.8	21.1 ± 1.3	24.4 ± 2.6	71.1 ± 2.6	20.0 ± 2.6	0.0

10 %	41.1 ± 3.8	42.2 ± 2.6	40.0 ± 5.1	31.1 ±10.3	0.0	0.0	13.3 ± 2.6	56.7 ± 3.8	18.9 ± 3.8	0.0
PDA témoin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

M. lax: *Monilinia laxa*; *M. fcola*: *M. fructicola*; *M. fgena*: *M. fructigena*; *P. dig*: *Penicillium digitatum*; *P. exp*: *P. expansum*; *A. nig*: *Aspergillus niger*; *A. flv*: *A. flavus*; *A. fum*: *A. fumigatus*; *F. oxy*: *Fusarium oxysporum*; *S. scl*: *Sclerotinia sclerotiorum*.

HE : huile essentielle ; PDA: Potato Dextrose Agar

Les résultats de tableau (04) montrent que l'huile essentielle de *Salvia hispanica* utilisée avait un effet positif, car elle inhibait la croissance des champignons testés. Lorsqu'il s'appuyait sur la concentration de 40 % comme référence, les résultats étaient que le pourcentage d'inhibition de *A. fumigatus*, *P. expansum*, *M. laxa* et *M. fructigena* était clair et élevé. Puis *M. fructicola* et *P. digitatum* dans un rapport moyen, de sorte que le produit était 5 sur 10 espèces de champignons traités à l'huile essentielle, faibles vis-à-vis de l'huile essentielle. Ainsi, des résultats comme celui-ci confèrent à l'huile essentielle de graines de *Salvia hispanica* une capacité antifongique.

Tableau 05 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Salvia hispanica* contre certains bactéries phytopathogènes. (Elshafie *et al.*, 2018).

Milieu de cultur	HE %	Inhibition de la croissance bactérienne (%)									
		Gram positif				Gram négatif					
		<i>B. meg Act</i>	<i>B. meg 100</i>	<i>B. moj</i>	<i>C. mich</i>	<i>X. cam</i>	<i>X. ves</i>	<i>P. sav</i>	<i>P. s. pv. ph</i>	<i>E. coli</i>	<i>B. agar</i>
KB	50	63.3 ± 4.7	36.7 ± 4.7	40.0 ± 3.1	66.7 ± 6.3	31.1 ± 3.1	32.2 ± 1.6	57.8 ± 3	35.6 ± 3.1	0.0	0.0
	25	44.4 ± 2.6	24.4 ± 2.6	25.6 ± 3.8	42.2 ± 2.6	21.1 ± 1.3	18.9 ± 3.8	0.0	24.4 ± 2.6	0.0	0.0
NA	50	31.1 ± 2.6	50.0 ± 3.8	45.6 ± 3.8	66.7 ± 5.1	33.3 ± 2.6	50.0 ± 3.8	47.8 ± 3.8	23.3 ± 3.8	0.0	0.0
	25	27.8 ± 3.8	34.4 ± 3.8	30.0 ± 1.3	30.0 ± 3.8	20.0 ± 2.6	24.4 ± 2.6	31.1 ± 2.6	14.4 ± 1.3	0.0	0.0
CMA	50	46.7 ± 2.6	22.2 ± 2.6	22.2 ± 3.8	58.9 ± 3.8	53.3 ± 2.6	67.8 ± 3.8	35.6 ± 2.6	66.7 ± 2.6	0.0	0.0
	25	21.1 ± 1.3	31.1 ± 2.6	25.6 ± 3.8	28.9 ± 2.6	44.4 ± 2.6	47.8 ± 1.3	24.4 ± 2.6	48.9 ± 2.6	0.0	0.0

B. meg Act., *Bacillus megaterium Actinidia*; *B. meg 100*, *B. megaterium from ITM collection*; *B. moj*, *B. mojavensis*; *C. mich*, *Clavibacter michiganensis*; *X. cam*, *Xanthomonas campestris*; *X. ves*, *X. vesicatoria*; *P. sav*, *Pseudomonas savastanoi*; *P. syr*, *P. syringae pv. phaseolicola*; *E. col*, *Escherichia coli*, *B. agar*; *Burkholderia gladioli pv. Agaricicola*

HE: huile essentielle; KB: King B; NA: Nutrient agar; CMA: Corn meal agar.

Le tableau (05) également montre cet effet positif sur les bactéries testées, en particulier les bactéries Gram positives (G+).

En utilisant la concentration de 50 % comme référence, une inhibition a été observée en milieu KB sur *C. michiganensis*, *B. megaterium (Act.)* et *P. savastanoi*, et en milieu NA, sur *B. megaterium ITM100*, *B. mojavensis* et *C. michiganensis* aussi. Tandis qu'au milieu CMA, sur *X. campestris*, *X. vesicatoria* et *P. syringae pv. Phaseolicola*. Par conséquent, l'huile essentielle de *Salvia hispanica* a également une activité antibactérienne.

Cette activité antimicrobienne, qu'elle soit antibactérienne ou antifongique, est justifiée par la présence d'une proportion de caryophyllènes parmi les composants de l'huile essentielle de *Salvia hispanica*. Kim *et al.* (2008) et Dorman et Dean (2000) ont montré que caryophyllène possède des propriétés antimicrobiennes contre certaines des souches bactériennes et fongiques. Et ce sont les mêmes propriétés que Mohamed *et al.* (2017) a évoquées dans les résultats de son étude, pour confirmer son rôle dans les résultats de l'expérience précitée.

2-3 Activité anti-inflammatoire (*in vivo*)

Les résultats de l'expérience visant à tester l'activité anti-inflammatoire (Figure 05) montrent que l'huile essentielle de *S. hispanica* est capable d'inhiber l'inflammation chez les rats, obèses ou non. L'huile essentielle a provoqué une diminution continue de la taille des pattes des rats tout au long de la période de traitement avec l'huile (21 jours). Ceci est soutenu par Vuksan *et al.* (2007). Les résultats de Calder (2015), Veselinovic *et al.* (2017) et Calder *et al.* (2020) ont également confirmé le rôle des acides oméga-3 présents parmi les composants de l'huile essentielle de *S. hispanica* dans la réduction de l'inflammation, en plus des polyphénols connus comme des antioxydants, ils ont également un rôle anti-inflammatoire (Knez Hrnčić *et al.*, 2019). En revanche, Nieman *et al.* (2009) son étude n'a pas montré de réduction significative de l'inflammation avec l'huile essentielle de *S. hispanica*.

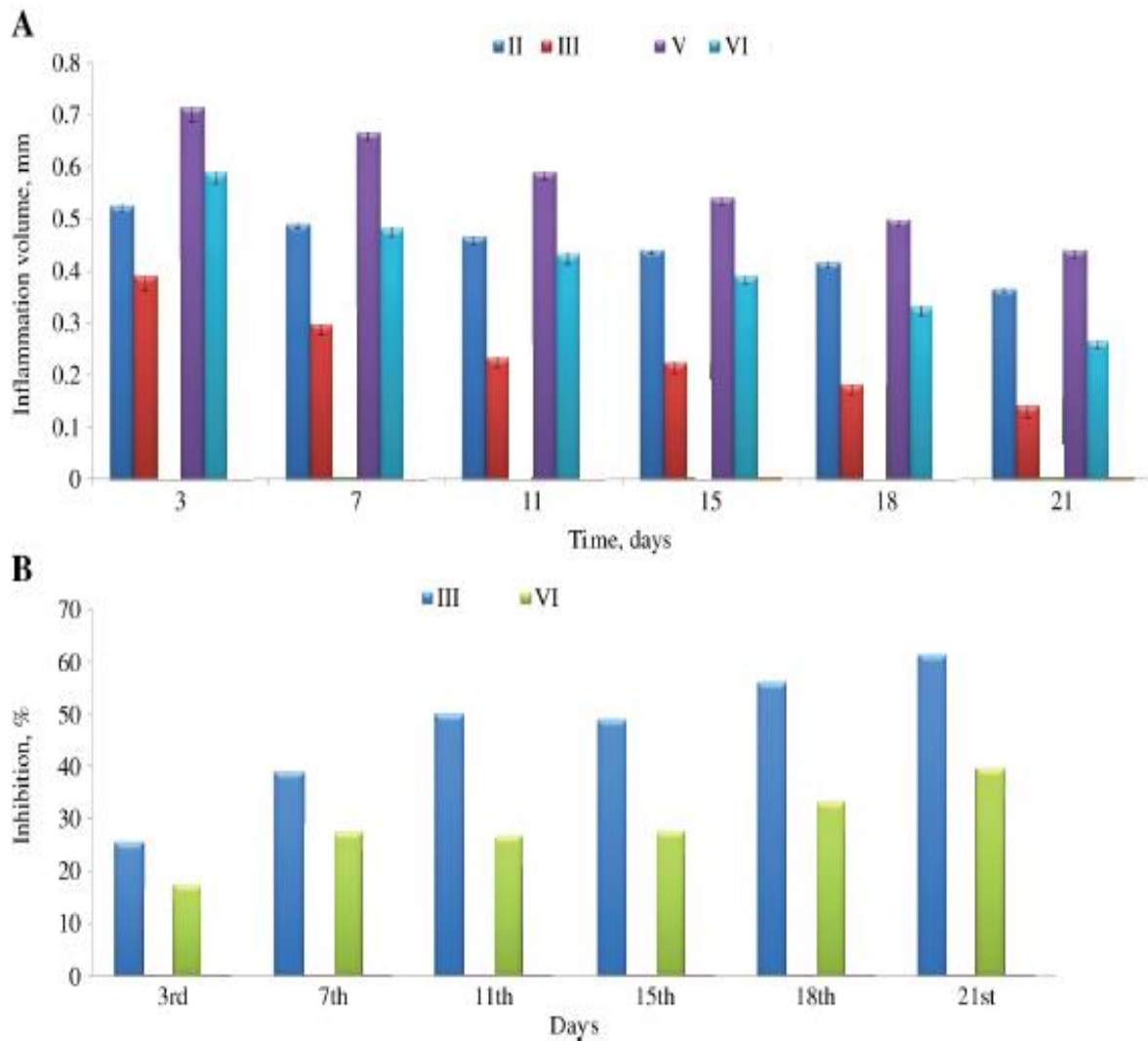


Figure 05 : Volume d'inflammation et pourcentage d'inhibition. (Mohamed *et al.*, 2020).

A : Le volume moyen d'inflammation des pattes des rats (mm) parmi les groupes arthritiques (2, 3, 5, 6).

B : le pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle des graines de chia chez les rats arthritiques non obèses (3) ou obèses (6).

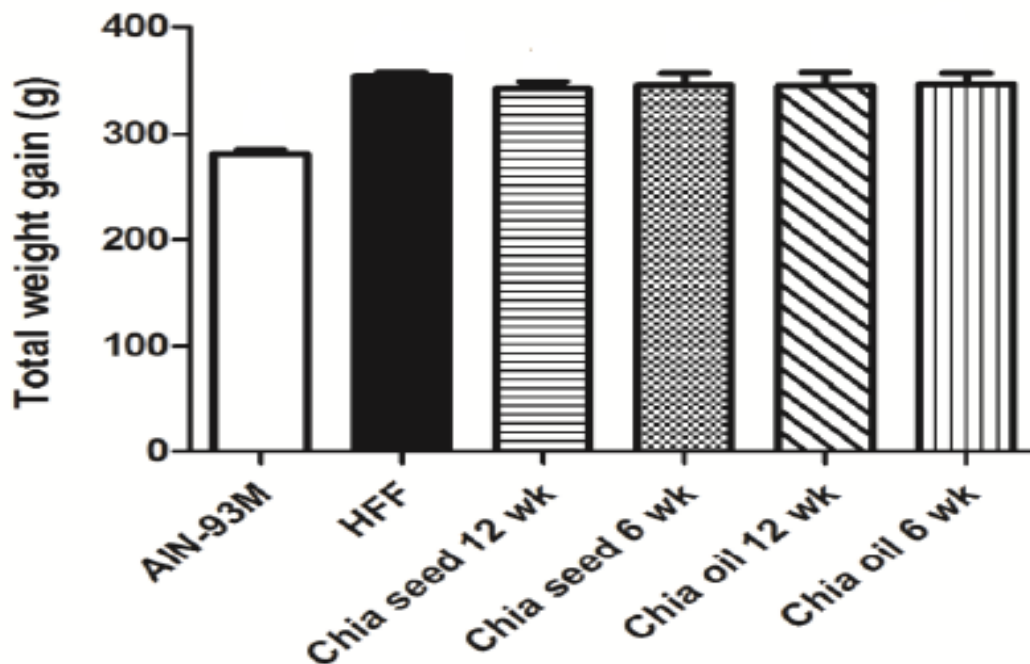
2-4 Activité antioxydante (*in vitro*)

Figure 06 : les poids des rats. (Marineli *et al.*, 2015).

La figure (06) montre le poids des rats des groupes 2, 3, 4, 5 et 6 qui a été augmenté par le régime HFF par rapport au groupe 1. Il montre également que l'huile essentielle et les graines de *S. hispanica* n'ont eu aucun effet sur la diminution du poids des rats tout au long de leur consommation. De plus, dans les études de Nieman *et al.* (2009), les personnes qui consommaient graines de *S. hispanica* n'avaient pas perdu de poids. Tandis que Tavares Toscano *et al.* (2015) a confirmé exactement le contraire dans les résultats de ses études, et Vuksan *et al.* (2016) a soutenu ces résultats, et il a clarifié que graines de *S. hispanica* contient un pourcentage élevé de fibres alimentaires et est pauvre en glucides, par conséquent, le consommateur se sent plus rassasié et moins envie de manger, et perd ainsi du poids.

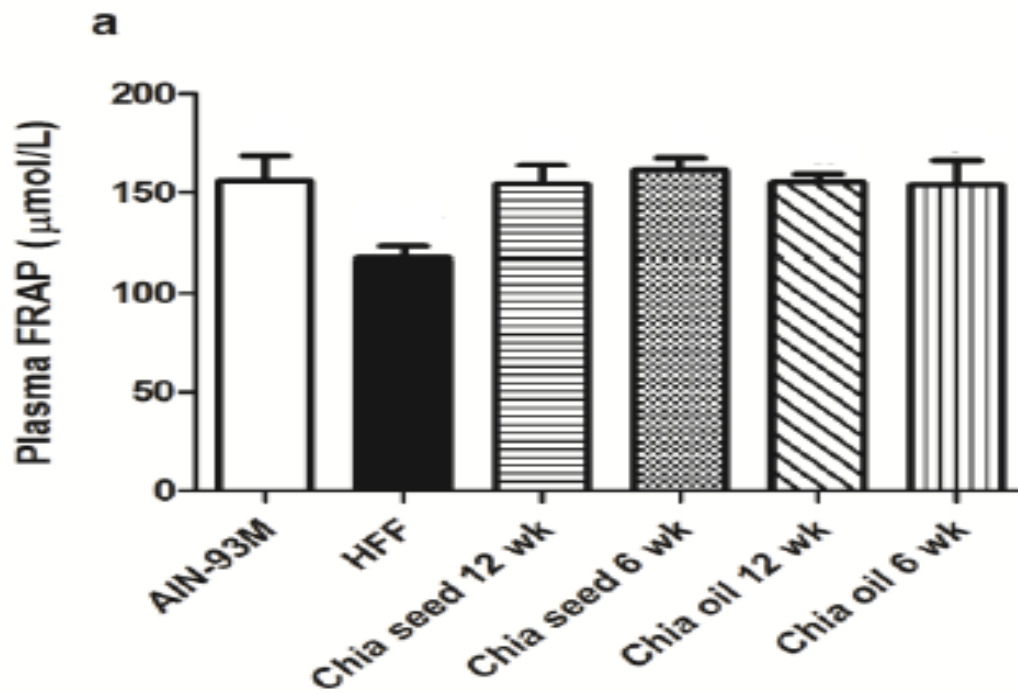


Figure 07 : Dosage du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) dans le plasma.
(Marineli *et al.*, 2015).

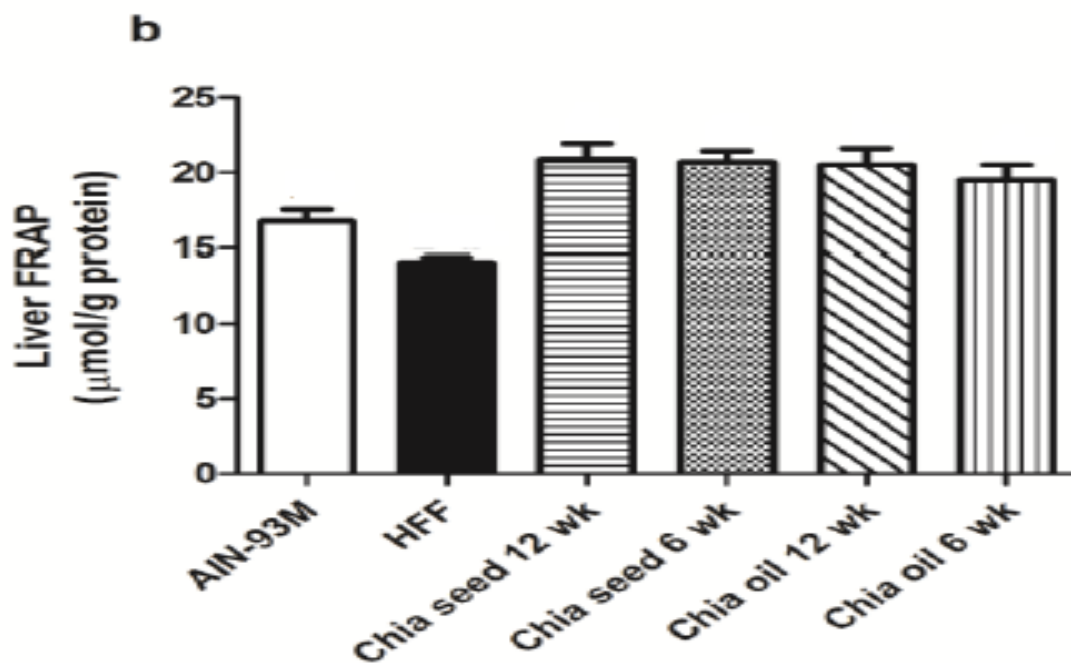


Figure 08 : Dosage du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) dans le foie.
(Marineli *et al.*, 2015).

Les figures (07) et (08) résumant les résultats de test antioxydant FRAP, qui montrent que l'huile essentielle de *S. hispanica* et les graines de *S. hispanica* ont la capacité d'augmenter l'activité antioxydant dans le plasma et le foie. Les résultats du test FRAP (*in vitro*) ont été positifs, dans les groupes ayant consommé du *S. hispanica* (huile essentielle ou graines), car la valeur plasmatique de FRAP (Figure 07) a augmenté d'environ 35 % et la valeur FRAP du foie (Figure 08) d'environ 47 % par rapport au groupe HFF. Cette augmentation de l'activité antioxydant est due à la quantité élevée de composés phénoliques dans *S. hispanica*, et cela a été confirmé par Marcinek et Krejpcio (2017) et Knez Hrnčić *et al.* (2019), car elle est connue pour sa capacité à contrôler les radicaux libres, protégeant ainsi contre le cancer, les crises cardiaques et d'autres maladies associées à la diminution de l'activité antioxydant. Ulbricht *et al.* (2009) a indiqué que la capacité de l'huile essentielle de *S. hispanica* à augmenter l'activité antioxydant ainsi qu'anticoagulante et même antivirale. Des analyses menées par Grancieri *et al.* (2019) ont également montré que le *S. hispanica* a une capacité antioxydant en plus de sa capacité à abaisser la tension artérielle et le cholestérol.

Conclusion

Le fait que la nutrition joue un rôle prépondérant et reconnu dans la prévention et le maintien de la santé, encourage une alimentation équilibrée dès le départ, pour protéger l'organisme des maladies avant l'infection et pour le traiter après l'infection.

La plante Chia ou *Salvia hispanica* est une plante qui était utilisée par les Mayas et les Aztèques comme aliment, médicament et même en cosmétique en raison de ses bienfaits.

Cette étude a montré que le chia est une riche source de protéines, fibres, acides gras, vitamines et minéraux nécessaires au fonctionnement normal et optimal du corps humain. Le chia apporte beaucoup de calories (plus de 450 calories/100g de graines). L'huile essentielle de chia contient également du caryophyllène, des acides gras insaturés et des composés phénoliques, qui sont des composants aux propriétés cicatrisantes.

A la base de ces résultats, on conclut que le chia compense toute carence en nutriments nécessaires dans les repas et améliore leur valeur nutritionnelle en suivant un régime contenant de chia. Et on conclut que l'huile essentielle de chia est une alternative naturelle aux traitements chimiques pour réduire la croissance de certains microbes. C'est un remède naturel contre l'arthrite ou l'inflammation en général, et le traitement des maladies cardiovasculaires, de la tension artérielle et du cholestérol. Il est capable d'améliorer et augmente l'effet antioxydant et prévient le cancer. Pour en profiter, il faut l'extraire avec le solvant acétone pour obtenir la plus grande quantité d'huile disponible.

Compte tenu des conditions agricoles dont la plante a besoin pour sa croissance, on peut dire que la région d'Afrique du Nord est convenable à la culture du chia, car il s'agit d'une région méditerranéenne (avec des conditions climatiques convenables pour sa culture). Ainsi, il devient facile de fournir du chia aux consommateurs des pays d'Afrique du Nord, y compris l'Algérie.

Étudier profondément le chia et de ses propriétés plus en détail, notamment dans le côté clinique, peut permettre son utilisation au sein de médicaments pharmaceutiques, ou l'utiliser seul comme un médicament, fournir leurs composants aux patients séparément en fonction de ce dont ils ont besoin uniquement, sous forme des doses ou des comprimés. En outre, son effet ou sa capacité à traiter les maladies du système nerveux, l'immunodéficience, les maladies du cerveau et les maladies respiratoires, car ce sont des maladies d'époque.

Articles analysés

- Bodoira R. M., Penci M. C., Ribotta P. D., Martínez M. L. 2017. Chia (*Salvia hispanica L.*) oil stability: Study of the effect of natural antioxidants. *LWT - Food Science and Technology* 75:107-113.
- Calder P. C. 2015. Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) -Molecular and Cell Biology of Lipids* 1851(4):469–484.
- Calder P. C., Carr A. C., Gombart A. F., Eggersdorfer M. 2020. Optimal Nutritional Status for a Well-Functioning Immune System Is an Important Factor to Protect against Viral Infections. *Nutrients* 12(4).
- Dąbrowski G., Konopka I., Czaplicki S., Tańska M. 2016. Composition and oxidative stability of oil from *Salvia hispanica L.* seeds in relation to extraction method. *European Journal of Lipid Science and Technology* 119(5).
- Dorman H. J. D., and Deans S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88(2).
- El Hachimi F., Alfaiz C., Bendriss A., Cherrah Y., Alaoui K. 2017. Activité anti-inflammatoire de l'huile des graines de *Zizyphus lotus (L.)* Desf. *Phytothérapie* 15(3):147–154.
- Elshafie H. S., Aliberti L., Amato M., De Feo V., Camele I. 2018. Chemical composition and antimicrobial activity of chia (*Salvia hispanica L.*) essential oil. *European Food Research and Technology* 244(9):1675–1682.
- Enes B. N., Moreira L. P., Toledo R. C., Moraes É. A., Moreira M. E., Hermsdorff H. H. M., Norattod G., Mertens-Talcott S. U., Talcott S. 2020. Effect of different fractions of chia (*Salvia hispanica L.*) on glucose metabolism, *in vivo* and *in vitro*. *Journal of Functional Foods* 71.
- Grancieri M., Martino H. S., Gonzalez de Mejia E. 2019. Chia Seed (*Salvia hispanica L.*) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- Guindani C., Podestá R., Block J. M., Rossi M. J., Mezzomo N., Ferreira S. R. 2016. Valorization of chia (*Salvia hispanica*) seed cake by means of supercritical fluid extraction. *The Journal of Supercritical Fluids* 112:67–75.

- Ishak I., Hussain N., Coorey R., Abd Ghani M. 2021. Optimization and characterization of chia seed (*Salvia hispanica L.*) oil extraction using supercritical carbon dioxide. *Journal of CO2 Utilization* 45.
- Ixtaina V. Y., Martínez M. L., Spotorno V., Mateo C. M., Maestri D. M., Diehl B. W. K., Nolasco S. M., Tomas M. C. 2011. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis* 24(2):166–174.
- Kim Y. S., Park S. J., Lee E. J., Cerbo R. M., Lee S. M., Ryu C. H., KIM G. S., KIM J. O., HA Y. L. 2008. Antibacterial Compounds from Rose Bengal-Sensitized Photooxidation of β -Caryophyllene. *Journal of Food Science* 37(7).
- Knez Hrnčič M., Ivanovski M., Cör D., Knez Ž. 2019. Chia Seeds (*Salvia hispanica L.*): An Overview-Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules* 25(1).
- Mahboubi M., and Kazempour N. 2015. Activité antifongique de l'huile essentielle de *Artemisia* de différentes localités en Iran contre des dermatophytes. *Journal de Mycologie Médicale* 25(2):65-71.
- Marcinek K. and Krejpcio Z. 2017. Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – A REVIEW. *Rocz Panstw Zakl Hig* 68(2):123-129.
- Marineli R. D., Lenquiste S. A., Moraes É. A., Maróstica M. R. 2015. Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica L.*) in diet-induced obese rats. *Food Research International* 76:666–674.
- Martínez M. L., Marín M. A., Salgado Faller C. M., Revol J., Penci M. C., Ribotta P. D. 2012. Chia (*Salvia hispanica L.*) oil extraction: Study of processing parameters. *LWT - Food Science and Technology* 47(1):78–82.
- Mohamed D. A., Mohamed R. S., Fouda K. 2020. Anti-inflammatory potential of chia seeds oil and mucilage against adjuvant induced arthritis in obese and non-obese rats. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*.
- Mohamed T. A., Hegazy M. E., Abd El Aty A. A., Ghabbour H. A., Alsaïd M. S., Shahat A. A., Paré P. W. 2017. Antimicrobial sesquiterpene lactones from *Artemisia sieberi*. *Journal of Asian Natural Products Research* 19(11):1093–1101.

Nieman D. C., Cayea E. J., Austin M. D., Henson D. A., McAnulty S. R., Jin F. 2009. Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults. *Nutrition Research* 29(6):414–418.

Novidzro K. M., Wokpor K., Amoussou Fagla B., Koudouvo K., Dotse K., Osseyi E., Koumaglo K. H. 2019. Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. *International journal of Biological and Chemical Sciences* 13(4):2360-2373.

Oussou K. R., Kanko C., Guessend N., Yolou S., Dosso M., N'Guessan Y. T., Figueredo G., Chalchat J. C., Koukoua G. 2004. Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire. *Comptes Rendus Chimie* 7:1081-1086.

Rombaut N., Savoie R., Thomasset B., Bélliard T., Castello J., Van Hecke E., Lanoisellé J. L. 2014. Grape seed oil extraction: Interest of supercritical fluid extraction and gas-assisted mechanical extraction for enhancing polyphenol co-extraction in oil. *Comptes Rendus Chimie* 17(3):284-292.

Tavares Toscano L., Tavares Toscano L., Tavares R. L., Oliveira da Silva C. S., Silva A. S. 2015. Chia induces clinically discrete weight loss and improves lipid profile only in altered previous values. *Nutr Hosp* 31(3):1176-1182.

Ulbricht C., Chao W., Nummy K., Rusie E., Tanguay-Colucci S., Iannuzzi C. M., Plammoottil J. B., Varghese M., Weissner W. 2009. Chia (*Salvia hispanica*): A Systematic Review by the Natural Standard Research Collaboration. *Reviews on Recent Clinical Trials* 4:168-174.

Veselinovic M., Vasiljevic D., Vucic V., Arsic A., Petrovic S., Tomic-Lucic A., Savic M., Zivanovic S., Stojic V., Jakovljevic V. 2017. Clinical Benefits of n-3 PUFA and α -Linolenic Acid in Patients with Rheumatoid Arthritis. *Nutrients* 9(4).

Vuksan V., Choleva L., Jovanovski E., Jenkins A. L., Au-Yeung F., Dias A. G., Ho H. V. T., Zurbau A., Duvnjak L. 2016. Comparison of flax (*Linum usitatissimum*) and Salba-chia (*Salvia hispanica L.*) seeds on postprandial glycemia and satiety in healthy individuals: a randomized, controlled, crossover study. *European Journal of Clinical Nutrition* 71(2):234–238.

Vuksan V., Whitham D., Sievenpiper J. L., Jenkins A. L., Rogovik A. L., Bazinet R. P., Vidgen E., Hanna A. 2007. Supplementation of Conventional Therapy With the Novel Grain Salba (*Salvia hispanica L.*) Improves Major and Emerging Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes . DIABETES CARE 30(11).

Références bibliographiques

- Alkhatib A., Tsang C., Tiss A., Bahorun T., Arefanian H., Barake R., Khadir A., Tuomilehto J. 2017. Functional Foods and Lifestyle Approaches for Diabetes Prevention and Management. *Nutrients* 9(12).
- Amadi C. N. and Mgbahurike A. A. 2017. Selected Food/Herb–Drug Interactions. *American Journal of Therapeutics* 1:1–11.
- Arques S. 2018. Human serum albumin in cardiovascular diseases. *European Journal of Internal Medicine* 52:8–12.
- Bodoira R. M., Penci M. C., Ribotta P. D., Martínez M. L. 2017. Chia (*Salvia hispanica L.*) oil stability: Study of the effect of natural antioxidants. *LWT - Food Science and Technology* 75:107-113.
- Calder P. C. 2015. Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) -Molecular and Cell Biology of Lipids* 1851(4):469–484.
- Calder P. C., Carr A. C., Gombart A. F., Eggersdorfer M. 2020. Optimal Nutritional Status for a Well-Functioning Immune System Is an Important Factor to Protect against Viral Infections. *Nutrients* 12(4).
- Cao C., Xiao Z., Wu Y., Ge C. 2020. Diet and Skin Aging—From the Perspective of Food Nutrition. *Nutrients* 12(3).
- Chande S., and Bergwitz C. 2018. Role of phosphate sensing in bone and mineral metabolism. *Nature Reviews Endocrinology* 14:637-655.
- Clegg D. J., Headley S. A., Germain M. J. 2020. Impact of Dietary Potassium Restrictions in CKD on Clinical Outcomes: Benefits of a Plant-Based Diet. *Kidney Medicine* 2(4):476-487.
- Cormick G., and Belizán J. M. 2019. Calcium Intake and Health. *Nutrients* 11(7).
- Dąbrowski G., Konopka I., Czaplicki S., Tańska M. 2016. Composition and oxidative stability of oil from *Salvia hispanica L.* seeds in relation to extraction method. *European Journal of Lipid Science and Technology* 119(5).
- Diab L., and Krebs N. F. 2018. Vitamin Excess and Deficiency. *Pediatrics in Review* 39(4):161–179.

- Dorman H. J., and Deans S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88(2).
- El Hachimi F., Alfaiz C., Bendriss A., Cherrah Y., Alaoui K. 2017. Activité anti-inflammatoire de l'huile des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Desf. *Phytothérapie* 15(3):147–154.
- Eljaiek R., Heylbroeck C., Dubois M. J. 2017. Albumin administration for fluid resuscitation in burn patients: A systematic review and meta-analysis. *Burns* 43(1):17–24.
- Elshafie H. S., Aliberti L., Amato M., De Feo V., Camele I. 2018. Chemical composition and antimicrobial activity of chia (*Salvia hispanica* L.) essential oil. *European Food Research and Technology* 244(9):1675–1682.
- Enes B. N., Moreira L. P., Toledo R. C., Moraes É. A., Moreira M. E., Hermsdorff H. H. M., Norattod G., Mertens-Talcott S. U., Talcott S. 2020. Effect of different fractions of chia (*Salvia hispanica* L.) on glucose metabolism, in vivo and in vitro. *Journal of Functional Foods* 71.
- Fernandes S. S., Prentice C., Salas-Mellado M. M. 2021. *Oilseeds: Health Attributes and Food Applications*. 1^{er} edition, Springer.
- Grancieri M., Martino H. S., Gonzalez de Mejia E. 2019. Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- Grzeszczak K., Kwiatkowski S., Kosik-Bogacka D. 2020. The Role of Fe, Zn, and Cu in Pregnancy. *Biomolecules* 10(8).
- Guindani C., Podestá R., Block J. M., Rossi M. J., Mezzomo N., Ferreira S. R. 2016. Valorization of chia (*Salvia hispanica*) seed cake by means of supercritical fluid extraction. *The Journal of Supercritical Fluids* 112:67–75.
- Hamishehkar H., Ranjdoost F., Asgharian P., Mahmoodpoor A., Sanaie S. 2016. Vitamins, Are They Safe ? *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 6(4):467–477.
- He J., Pan H., Liang W., Xiao D., Chen X., Guo M., He J. 2017. Prognostic Effect of Albumin-to-Globulin Ratio in Patients with solid tumors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Cancer* 8(19):4002–4010.

- Ishak I., Hussain N., Coorey R., Abd Ghani M. 2021. Optimization and characterization of chia seed (*Salvia hispanica L.*) oil extraction using supercritical carbon dioxide. *Journal of CO2 Utilization* 45.
- Ixtaina V. Y., Martínez M. L., Spotorno V., Mateo C. M., Maestri D. M., Diehl B. W. K., Nolasco S. M., Tomas M. C. 2011. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis* 24(2):166–174.
- Kim Y. S., Park S. J., Lee E. J., Cerbo R. M., Lee S. M., Ryu C. H., KIM G. S., KIM J. O., HA Y. L. 2008. Antibacterial Compounds from Rose Bengal-Sensitized Photooxidation of β -Caryophyllene. *Journal of Food Science* 37(7).
- Knez Hrnčič M., Ivanovski M., Cör D., Knez Ž. 2019. Chia Seeds (*Salvia Hispanica L.*): An Overview—Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules* 25(1).
- Lauvergne J. J. 2017. Revolutionary leaps in the development of agriculture. *Journal Animal Breeding & Genetics* 134(5):351–352.
- Mahboubi M., Kazempour N. 2015. Activité antifongique de l'huile essentielle de *Artemisia* de différentes localités en Iran contre des dermatophytes. *Journal de Mycologie Médicale* 25(2):65-71.
- Marcinek K., Krejpcio Z. 2017. Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – A REVIEW. *Rocz Panstw Zakl Hig* 68(2):123-129.
- Marineli R. d., Lenquiste S. A., Moraes É. A., Maróstica M. R. 2015. Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica L.*) in diet-induced obese rats. *Food Research International* 76:666–674.
- Martínez M. L., Marín M. A., Salgado Faller C. M., Revol J., Penci M. C., Ribotta P. D. 2012. Chia (*Salvia hispanica L.*) oil extraction: Study of processing parameters. *LWT - Food Science and Technology* 47(1):78–82.
- Mété Algérie.* (s.d.). Récupéré sur Office National de la Météorologie (site web 2): <https://www.meteo.dz/climat.html>
- Mikkelsen, K., & Apostolopoulos, V. (2018). B Vitamins and Ageing. *Biochemistry and Cell Biology of Ageing: Part I Biomedical Science*. Springer .

- Mohamed D. A., Mohamed R. S., Fouda K. 2020. Anti-inflammatory potential of chia seeds oil and mucilage against adjuvant induced arthritis in obese and non-obese rats. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*.
- Mohamed T. A., Hegazy M. E., Abd El Aty A. A., Ghabbour H. A., Alsaïd M. S., Shahat A. A., Paré P. W. 2017. Antimicrobial sesquiterpene lactones from *Artemisia sieberi*. *Journal of Asian Natural Products Research* 19(11):1093–1101.
- Mohammed S. G., and Qoronfleh M. W. 2020. *Personalized Food Intervention and Therapy for Autism Spectrum Disorder Management: seeds*. Springer.
- Nieman D. C., Cayea E. J., Austin M. D., Henson D. A., McAnulty S. R., Jin F. 2009. Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults. *Nutrition Research* 29(6):414–418.
- Novidzro K. M., Wokpor K., Amoussou Fagla B., Koudouvo K., Dotse K., Osseyi E., Koumaglo K. H. 2019. Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. *International journal of Biological and Chemical Sciences* 13(4):2360-2373.
- Oussou K. R., Kanko C., Guessend N., Yolou S., Dosso M., N'Guessan Y. T., Figueredo G., Chalchat J. C., Koukoua G. 2004. Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire. *Comptes Rendus Chimie* 7:1081-1086.
- Pace L. A., and Crowe S. E. 2016. Complex Relationships Between Food, Diet, and the Microbiome. *Gastroenterology Clinics of North America* 45(2):253–265.
- Perez E. E., Orange J. S., Bonilla F., Chinen J., Chinn I. K., Dorsey M., El-Gamal Y., Harville T. O., Hossny E., Mazer B., Nelson R., Secord E., Jordan S. C., Stiehm E. R., Vo A. A., Ballow M. 2017. Update on the use of immunoglobulin in human disease: A review of evidence. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 139(3).
- Portincasa P., De Angelis M., Lammert F., Stokes C. S. 2019. Medicinal Diets: From Molecules to Nutrients to Foods: Basic and Clinical Implications. *Current Medicinal Chemistry* 26(19):3372–3375.

- Reeds J., Mansuri S., Mamakeesick M., Harris S. B., Zinman B., Gittelsohn J., Wolever T. M. S., Connelly P. W., Hanley A. 2016. Dietary Patterns and Type 2 Diabetes Mellitus in a First Nations Community. *Canadian Journal of Diabetes* 40(4):304–310.
- Rombaut N., Savoie R., Thomasset B., Bélliard T., Castello J., Van Hecke E., Lanoisellé J. L. 2014. Grape seed oil extraction: Interest of supercritical fluid extraction and gas-assisted mechanical extraction for enhancing polyphenol co-extraction in oil. *Comptes Rendus Chimie* 17(3):284-292.
- Sheehan L. 2020. Natural Living Ideas. Récupéré sur (Site Web 1): <https://www.naturallivingideas.com/grow-chia-seeds/>
- Tavares Toscano L., Tavares Toscano L., Tavares R. L., Oliveira da Silva C. S., Silva A. S. 2015. Chia induces clinically discrete weight loss and improves lipid profile only in altered previous values. *Nutr Hosp* 31(3):1176-1182.
- Ulbricht C., Chao W., Nummy K., Rusie E., Tanguay-Colucci S., Iannuzzi C. M., Plammoottil J. B., Varghese M., Weissner W. 2009. Chia (*Salvia hispanica*): A Systematic Review by the Natural Standard Research Collaboration. *Reviews on Recent Clinical Trials* 4:168-174.
- Ullah R., Nadeem M., Khalique A., Imran M., Mehmood S., Javid A., Hussain J. 2015. Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica L.*): a review. *Journal of Food Scientists & Technologists* 53(4):1750–1758.
- Uwitonze A. M., and Razzaque M. S. 2018. Role of Magnesium in Vitamin D Activation and Function. *The Journal of the American Osteopathic Association* 118(3):181-189.
- Veselinovic M., Vasiljevic D., Vucic V., Arsic A., Petrovic S., Tomic-Lucic A., Savic M., Zivanovic S., Stojic V., Jakovljevic V. 2017. Clinical Benefits of n-3 PUFA and α -Linolenic Acid in Patients with Rheumatoid Arthritis. *Nutrients* 9(4).
- Vuksan V., Choleva L., Jovanovski E., Jenkins A. L., Au-Yeung F., Dias A. G., Ho H. V. T., Zurbau A., Duvnjak L. 2016. Comparison of flax (*Linum usitatissimum*) and Salba-chia (*Salvia hispanica L.*) seeds on postprandial glycemia and satiety in healthy individuals: a randomized, controlled, crossover study. *European Journal of Clinical Nutrition* 71(2):234–238.

Vuksan V., Whitham D., Sievenpiper J. L., Jenkins A. L., Rogovik A. L., Bazinet R. P., Vidgen E., Hanna A. 2007. Supplementation of Conventional Therapy With the Novel Grain Salba (*Salvia hispanica L.*) Improves Major and Emerging Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes . DIABETES CARE 30(11).

Zinder R., Cooley R., Vlad L. G., Molnar J. A. 2019. Vitamin A and Wound Healing. Nutrition in Clinical Practice 34(6):839–849.

Résumé

ملخص

أظهرت الدراسات السابقة أن نبات الشيا أو سالفيا هيسبانيكا له قيمة غذائية كبيرة لاحتوائه على مستويات عالية من البروتين والدهون والألياف الغذائية والفيتامينات والمعادن ... إلخ. وقد أدى ذلك إلى تحسين قدراته العلاجية في علاج أمراض القلب والأوعية الدموية والسكري وتسهيل عمل الجهاز الهضمي وزيادة قوة العظام ... إلخ. في هذا البحث تم استخلاص زيت الشيا (بذور وأجزاء هوائية) بالضغط والاستخلاص بالمذيبات وباستخدام السوائل فوق الحرجة، للكشف عن قدرة الشيا على زيادة النشاط المضاد للميكروبات وللتهابات والمضاد للأكسدة، وكذلك تأثيرها على الوزن. أظهرت النتائج أن الطريقة الأفضل والأكثر فاعلية لاستخراج زيت الشيا هي استخدام المذيبات، وذلك بسبب مردوده العالي. كما أظهر أن الشيا قادرة على مقاومة الميكروبات بفضل ثرائها بالكاريوفيلين، وتقليل الالتهاب بفضل أحماض أوميغا 3، وزيادة النشاط المضاد للأكسدة بفضل المركبات الفينولية. بينما لم يكن لها تأثير على الوزن.

الكلمات المفتاحية: سالفيا هيسبانيكا، زيت الشيا، خصائص علاجية، مضاد للأكسدة، مضاد للميكروب، مضاد للالتهاب.

Résumé

Des études antérieures ont montré que Chia ou *Salvia hispanica* a une grande valeur nutritionnelle car elle contient des niveaux élevés de protéines, de graisses, de fibres alimentaires, de vitamines, de minéraux, ... etc. Cela a amélioré ses capacités thérapeutiques dans le traitement des maladies cardiovasculaires et du diabète, facilitant le travail du système digestif, augmentant la solidité des os ... etc. Dans cette étude, l'huile de chia (graines et parties aériennes) a été extraite par pression, extraction par solvant et à l'aide de fluides supercritiques, pour révéler la capacité du chia à augmenter l'activité antimicrobienne, anti-inflammatoire et antioxydante, ainsi que son effet sur le poids. Les résultats ont montré que le meilleur et le plus efficace moyen d'extraire l'huile de chia est d'utiliser un solvant (l'acétone), en raison de son rendement élevé. Elles ont également montré que le chia est capable de résister aux microbes grâce à sa richesse en caryophyllène, de réduire l'inflammation grâce aux acides oméga-3, et d'augmenter l'activité antioxydant grâce aux composés phénoliques. Alors qu'il n'avait aucun effet sur le poids.

Mots clés: *Salvia hispanica*, huile de chia, propriétés thérapeutiques, antioxydant, antimicrobien, anti-inflammatoire.

Abstract:

Previous studies have shown that the chia or *Salvia hispanica* has great nutritional value because it contains high levels of proteins, fats, dietary fibers, vitamins, minerals...etc. This has improved its therapeutic capabilities in treating cardiovascular diseases, diabetes, facilitating the work of the digestive system, increasing bone strength ... etc. In this research, chia oil (seeds and pneumatic parts) was extracted by pressure, solvent extraction, and the use of supercritical fluids, to reveal the ability of chia to increase antimicrobial, anti-inflammatory and antioxidant activity, as well as its effect on weight. The results showed that the best and most effective way to extract chia oil is to use a solvent, due to its high yield. It also showed that Chia is able to fight microbes thanks to caryophyllin, reduce inflammation thanks to omega-3 acids, and increase antioxidant activity thanks to phenolic compounds. While it had no effect on weight.

Key words: *Salvia hispanica*, chia oil, therapeutic properties, antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory.