الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

FARHAT ABBAS UNIVERSITY SETIF 1

FACULTY OF NATUR AND

LIFE SCIENCES

جامعة فرحات عباس سطيف 1

كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

N°……. /SNV/2025

MASTER'S THESIS

Presented by :

Djoudi Yassemine

Harzallaoui Sofia

Rais Abderrezak

For obtaining the diploma of

MASTER DEGREE

Field: **Biology**

Specialty: **Applied Biochemistry**

Theme

Proximate Composition of Chia Seeds, Functional, and Antioxidant Properties of Their Mucilage.

Presented in: 22/06/2025

JURY:

Chair:	**ZEARGUI Fatima**	**Pr. UFA Sétif 1**
Supervise:	**RIGHI Nadjat**	**MCB. UFA Sétif 1**
Examiner:	**GHERAIBIAI Sara**	**MCB. UFA Sétif 1**

Academic year 2024/2025

Acknowledgments

We would first like to express our gratitude to God Almighty, the Strong and Merciful, for the strength, courage, health, and patience that enabled us to complete this thesis.

We extend our heartfelt thanks to our supervisor,**Dr. Righi Nadjat**, for accepting to supervise and guide this work, for her scientific rigour essential for its proper execution, and for the trust she bestowed upon us.

We express our gratitude to **Dr. Zearegui Fatima**, for honouring us by chairing the discussion committee, and also **Dr. Gheraibia sara**, for accepting to review this work.

We also extend our heartfelt thanks to our parents and family who eagerly awaited our success, and who have been our support, encouragement, and motivation throughout this journey.

We also extend our gratitude to all our professors at Ferhat Abbas Setif 1 University who contributed to our academic formation over these five years.

Finally, we warmly thank everyone, near or far, relatives and friends, and all those who contributed in one way or another to the completion of this work.

الاهداء

الحمد لله حبًا وشكرًا وامتنانا على البدء والختام

((وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ))

اهدي ثمرة جهدي لنفسي أولاً بعد مسيرة دراسية دامت سنوات حملت في طياتها الكثير من الصعوبات والمشقة والتعب، ها أنا اليوم أقف على عتبة تخرجي اقطف ثمار تعبي وأرفع قبعتي بكل فخر.

الى ذلك الرجل العظيم سندي الأول مصدر قوتي بعد الله إلى من أحمل اسمه بكل فخر إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم إلى من شجعني دائمًا للوصول إلى طموحاتي إلى من انتظر نجاحاتي **"بابا الغالي".**

إلى المرأة التي صنعت مني فتاة قوية، قدوتي الأولى إلى القلب الحنون صاحبة الدعاء الصادق إلى من علمتني أن الحياة صبر واصرار **"أمي حبيبتي".**

إلى الكتف والسند الذي لا يميل **"اخي سيدود"** لقد كنت دائمًا العون الذي ألتجئ إليه، والصوت الذي يرفع معنوياتي حين تثقلني الأيام. شكرًا لك على وجودك الدائم، ودعمك الصادق، وكونك الأخ الذي أفتخر به دائما.

إلي ضلعي الثابت وأمان ايامي إلى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع أرتوي منها، إلى خيرة أيامي وصفوتها **"اخواتي نور الهدى وشيماء"**

إلى من سرت معها خطوات حتى ختمنا الطريق سوياً، إلى من كانت لي في لحظة صديقة وأختاً وحبيبة العمر إلى من تحلو بها مصاعب الطريق لمن كنت محظوظة بها إلى من شاركتني أحلامي ولحظات تعبي وفرحي من لازمتني مسيرتي كأنها جزء مني لصديقتي وشريكتي في هذا العمل **"صوفية"**

إلى رفاق الخطوة الأولى والخطوة قبل الأخيرة، إلى من كانوا غيثًا في أعوام الجدب، أنا ممتنة. وإلى كل من كان دعمًا وعونًا في هذا الطريق، أشكركم جميعًا. لما كنتُ لأصل إلى هذا دون فضلكم، بعد الله.

وأخيرًا **من قال أنا لها "نالها" وأنا لها إن أبت رغما عنها أتيتُ بها.**

"ياسمين"

الاهداء

ما سلكنا البداية الا بتسييره وما بلغنا النهاية الا بتوفيقه وما حققنا الغايات الا بفضله فالحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

اهدي تخرجي الى نفس الطموح التي لم تخذلني أبدا

الى من جعل جنه تحت اقدامها وسهلت لي شدائد بدعائها الى انسانه عظيمه التي لطالما تمنت ان تقر عينها في يوم كهذا **"أمي الغالية"**

الى النور الذي انار دربي والسراج الذي ينطفئ نوره بقلبي من بذل الغالي والنفيس، الى قوتي واعتزازي وفخري

"ابي الغالي"

وإلى من شددتُ عضدي بهم، فكانوا لي السند وقت الحاجة، والنبض حين يضيق الصدر،

إلى من كانوا دائمًا خلفي بدعائهم، وبجانب قلبي بمحبتهم،

...ينابيع أمل، ومصدر راحتي وفخري

إخوتي الأعزاء **"نور الدين، أيمن، ومريم"**

إلى من رحلت جسدًا، وبقيت أثرًا في قلبي لا يزول إلى من كانت دعواتها تحرسني، وابتسامتها تطمئنني، وحنانها يسكن تفاصيل أيامي، **جَدَّتي** رحمكِ الله، وجعل الجنة دارك، والنور مزارك، والرضا لباسك

الى ما كانت اخت الضيق ورفيقه في الطريق الى من تقاسمت معها لحظات التعب وضحكات الامل وصاحبه العزيمة التي لا تلين وشركتي في هذا العمل **"ياسمين"**

ها انا اليوم اكملت واتممت مسيرتي بفضل الله تعالى قلت انا لها وان ابت رغما عنها اتيت بها فالحمد لله شكرا وحبا وامتنانا على البدء والختام واخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين

"صوفية"

Table of content

List of figures

List of tables

List of annexes

ملخص

Abstract

Résumé

Introduction 1

1. Salvia hispanica 3

1.1. Description of salvia hispanica «chia» 3

1.2. botanical classification 4

1.3.Chia seeds 5

1.3.1. *Salvia hispanica* seeds description 5

1.3.2. chia seeds nutritional composition and chemical properties 5

2. Chia seeds mucilage 7

3.Chia seeds oils 9

4. Applications of chia in food industry 9

4.1. Applications of whole chia seeds 10

4.2. Applications of chia seeds oil 10

4. 3. Applications of Chia mucilage 11

2.Material and methods 13

1. Material 13

1.1. Plant material 13

1.2. Chemicals 13

2. Methodes 14

2.1. Proximal composition of chia seeds 14

2.2. Preparation of Chia Seed Mucilage 15

2.3. Determination of phenolic compounds and the antioxidant activity 15

2.3.1. Total polyphenolic content 15

2.3.2. Antioxidant activity of chia seeds mucilage 16

2.3.2.1. Total antioxidant capacity (TAC) 16

2.3.2.2. DPPH scavenging activity 16

2.3.2.3. Reducing power assay....16
2.3.2.4. Iron chelating activity....17
2.4. Functional properties....17
2.4.1. Water-holding capacity (WHC) and oil-binding capacity (OBC)....17
2.4.2. Swelling index....18
2.4.3. Solubility....18
2.4.4. Emulsion forming capacity (EC) and emulsion stability (ES)....18
2.4.5. Foam capacity (FC) and foam stability (FS)....19
2.4.6. Creaming index....19
3. Results and discussion....20
3.1. Proximate composition of chia seeds....20
3.2 Chia Seed Mucilage Extraction yield....21
3.3. Phenolic compounds and the antioxidant activity....22
3.3.1. Total polyphenolic compounds....22
3.3.2. Antioxidant activity of chia seeds mucilage....22
3.3.2.1. Total antioxidant capacity (TAC) and reducing power activity....22
3.3.2.2. DPPH scavenging activity....24
3.3.2.4. Iron chelating activity....25
3.4 Functional properties....26
3.4.1 Ph and conductivity....27
3.4.2. Water-holding capacity (WHC) and oil-binding capacity (OBC)....27
3.4.3. Swelling index....28
3.4.4. Solubility....28
3.4.5. Foam capacity (FS) and foam stability (FS)....29
3.4.6. Emulsion capacity (EC) and emulsion stability (ES)....30
3.4.7.Creaming index (CI)....31
Conclusion and perspectives....33
List of References....35

List of figures

Figure 1: Salvia hispanica L plant with large leaves and purple flower 4

Figure 2: Salvia hispanica seeds “chia seeds” 5

Figure 3: dried and water-soaked chia seeds 9

Figure 4: Different forms of chia seeds (Salvia hispanica) are used in products food products O : oil/W : water 10

Figure 5: Packaging of the chia seeds purchased from Amoseeds. 13

Figure 6: Chia seeds (Salvia hispanica L.) In natura (a); after 30 min of hydration (b); and mchs after purification and drying (c) 22

Figure 7: The total antioxidant activity and reducing power of chia seed mucilage. 24

Figure 8: Scavenging of DDPH free radical by chia seed mucilage compared to Trolox. 25

Figure 9: Iron chelation activity of chia seed mucilage 26

Figure 10: The emulsion before and after centrifugation. 31

Figure 11: Evaluation of Creaming Index During Storage Period. 32

List of tables

Table 1: Proximate composition of chia seeds 6

Table 2: Proximate composition of chia seeds. 21

List of annexes

Annexe-1: The calibration curve of gallic acid. 34

Annexe-2: functional properties of chia seeds mucilage. 34

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى تقييم التركيبة الغذائية لبذور الشيا، الخصائص المضادات للأكسدة، والخصائص الوظيفية للهلام المستخرج من بذور الشيا *(Salvia Hispanica)*، مع التأكيد على إمكانياته كمكون متعدد الوظائف لصناعة الأغذية والصناعات ذات الصلة .لتقييم التركيبة الغذائية تم استعمال طرق الرابطة الدولية للكيمائيين التحليليين الرسميين، لقياس النشاط المضاد للاكسدة تم استعمال كسح الجذر الحر DPPH، القوة الارجاعية والقدرة على استخلاب الحديد عند تركيزات مختلفة من الهلام. بينما تم اعتماد طرق وزنية وحجمية لقياس قدرة الاحتفاظ بالماء، قدرة ربط الزيت، مؤشر الانتفاخ، الذوبانية، قدرة الاستحلاب، والرغوة. أظهرت التحليلات الكيميائية الأولية لبذور الشيا تركيبة غذائية متوازنة، حيث كانت نسبة الرطوبة (10.09 ± 0.11%)، الرماد (4.25 ± 0.06%)، البروتينات (20.95%)، الدهون (24.70 ± 5.96%)، الألياف الكلية (22.79 ± 2.31%)، والسكريات (17.23%).أظهر المخاط المستخرج درجة حموضة متعادلة (7.56 ± 0.04) وتوصيلية متوسطة (1.298 ± 0.11 م.س/سم$^{-1}$)، مما يشير إلى توافق جيد مع مجموعة من التركيبات الغذائية او الدوائية. كشفت الخصائص الوظيفية عن القدرة العالية على الاحتفاظ بالماء 97.62 ± 3.40غرامH_2O /غرام، قدرة ملحوظة على ربط الزيت (9.56 ± 0.72 غرام زيت/غرام)، ومؤشر انتفاخ كبير قدر ب (5.88 ± 19.94)جرام/H_2O جرام)، مما يشير الى ملائمته للترطيب وتعزيز القوام في أنظمة الغذاء. تحسنت القابلية للذوبان مع زيادة درجة الحرارة، حيث تراوحت من 78.83% عند 30 درجة مئوية إلى 90.00% عند 80 درجة مئوية. أظهر هلام بذور الشيا أيضًا قدرة ممتازة على تشكيل مستحلب (97.5 ± 3.54%)، على الرغم من أن استقرار المستحلب كان معتدلاً (38.42 ± 2.23%). كانت قدرته على تشكيل رغوة منخفضة نسبيًا (3.67 ± 1.53% عند تركيز1%)، ومع ذلك ظلت مستقرة لمدة طويلة (95.83 ± 8.84%)، مما يشير إلى إمكانية استخدامه في تركيبات معينة. أظهرت اختبارات مضادات الأكسدة نشاطًا قويًا، حيث زادت نسبة التخلص من الجذور الحرة من 58.56% إلى 79.59% في التراكيز0.375 إلى 3 ملغ/مل. بينما قدرة استخلاب الحديد فارتفعت من 53.70% إلى 98.05%. بشكل عام، تسلط هذه النتائج الضوء على إمكانيات صمغ الشيا كمواد هيدروكوليدية طبيعية ذات خصائص وظيفية ومضادة للأكسدة قيمة، مما يدعم استخدامها في التطبيقات الغذائية والصيدلانية والتجميلية.

الكلمات المفتاحية: النشاط المضاد للأكسدة,الخصائص الوظيفية,هلام ,التركيب الغذائي, بذور الشيا.

Abstract

This study aims to evaluate the nutritional composition of chia seeds *(Salvia hispanica*), along with the antioxidant and functional properties of their extracted mucilage, with a focus on its potential as a multifunctional ingredient for the food and related industries. To assess the nutritional profile, the association of official analytical chemists methods were used. Antioxidant activity was measured using DPPH radical scavenging, reducing power, and iron chelation capacity at various mucilage concentrations. Functional properties such as water holding capacity, oil binding capacity, swelling index, solubility, emulsifying capacity, and foam behavior were determined using gravimetric and volumetric methods. Preliminary chemical analyses showed that chia seeds possess a balanced nutritional profile, with moisture content at 10.09 ± 0.11%, ash at 4.25 ± 0.06%, protein at 20.95%, fat at 24.70 ± 5.96%, total fiber at 22.79 ± 2.31%, and carbohydrates at 17.23%. The extracted mucilage exhibited a neutral pH (7.56 ± 0.04) and moderate electrical conductivity (1.298 ± 0.11 mS/cm). Functionally, the mucilage demonstrated a high-water holding capacity (97.62 ± 3.40 g H_2O/g), a notable oil binding capacity (9.56 ± 0.72 g oil/g), and a significant swelling index (19.94 ± 5.88 g H_2O/g), indicating its suitability for moisture retention and texture enhancement in food systems. Solubility improved with temperature, increasing from 78.83% at 30°C to 90.00% at 80°C. Chia seed mucilage also showed an excellent emulsifying capacity (97.5 ± 3.54%), though emulsion stability was moderate (38.42 ± 2.23%). Its foaming capacity was relatively low (3.67 ± 1.53% at 1% concentration), but highly stable over time (95.83 ± 8.84%), making it useful in select formulations. Antioxidant testing revealed strong activity, with DPPH radical scavenging increasing from 58.56% to 79.59% between 0.375 and 3 mg/mL, and iron chelation capacity rising from 53.70% to 98.05%. Overall, these findings highlight the potential of chia seed mucilage as a natural hydrocolloid with valuable functional and antioxidant properties, supporting its use in food, pharmaceutical, and cosmetic applications.

Keywords: Antioxidant activity, Functional properties, Mucilage, Proximate composition, *Salvia hispanica* seeds.

Résumé

Cette étude vise à évaluer la composition nutritionnelle des graines de chia (*Salvia hispanica*), ainsi que les propriétés antioxydantes et fonctionnelles de l'extrait de mucilage, en mettant l'accent sur son potentiel en tant qu'ingrédient multifonctionnel dans les industries agroalimentaires et connexes. Pour l'analyse nutritionnelle, les méthodes officielles de l'association internationale des chimistes analytiques officiels sont utilisées. L'activité antioxydante est évaluée par le test de piégeage du radical DPPH, la capacité réductrice, ainsi que la capacité de chélation du fer, à différentes concentrations du mucilage. Les propriétés fonctionnelles telles que la capacité de rétention d'eau, la capacité de rétention d'huile, l'indice de gonflement, la solubilité, la capacité émulsifiante et le comportement moussant sont déterminées par des méthodes gravimétriques et volumétriques. Les analyses chimiques préliminaires révèlent que les graines de chia possèdent un profil nutritionnel équilibré : humidité (10,09 ± 0,11 %), cendres (4,25 ± 0,06 %), protéines (20,95 %), lipides (24,70 ± 5,96 %), fibres totales (22,79 ± 2,31 %) et glucides (17,23 %). L'extrait de mucilage présente un pH neutre (7,56 ± 0,04) et une conductivité électrique modérée (1,298 ± 0,11 mS/cm), indiquant une bonne compatibilité avec diverses formulations alimentaires ou pharmaceutiques. Sur le plan fonctionnel, le mucilage montre une grande capacité de rétention d'eau (97,62 ± 3,40 g H_2O/g), une capacité notable à lier l'huile (9,56 ± 0,72 g huile/g) et un indice de gonflement significatif (19,94 ± 5,88 g H_2O/g), indiquant son aptitude à retenir l'humidité et à améliorer la texture dans les systèmes alimentaires. La solubilité augmente avec la température, passant de 78,83 % à 30 °C à 90,00 % à 80 °C. Le mucilage de chia présente également une excellente capacité émulsifiante (97,5 ± 3,54 %), bien que la stabilité de l'émulsion soit modérée (38,42 ± 2,23 %). Sa capacité moussante est relativement faible (3,67 ± 1,53 % à une concentration de 1 %), mais la stabilité de la mousse se révèle très élevée (95,83 ± 8,84 %), ce qui suggère un potentiel d'utilisation dans certaines formulations. Les tests antioxydants montrent une activité significative, avec une capacité de piégeage du radical DPPH qui augmente de 58,56 % à 79,59 % entre 0,375 et 3 mg/mL, et une capacité de chélation du fer allant de 53,70 % à 98,05 %. En résumé, ces résultats mettent en évidence le potentiel du mucilage de graines de chia comme hydrocolloïde naturel, doté de propriétés fonctionnelles et antioxydantes intéressantes, soutenant ainsi son utilisation dans les domaines alimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

Mots-clés : Activité antioxydante, Composition proximale, Graines de *Salvia hispanica* , Mucilage , Propriétés fonctionnelles.