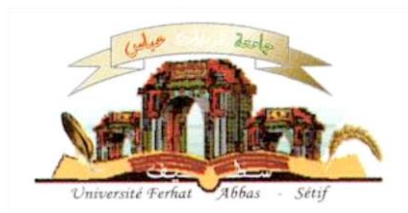


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة فرحات عباس سطيف 1
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE

N°_____/SNV/2025

MÉMOIRE

Présenté par
Gasmia Kaouther
Haddad Imén
Helit Aya

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Biologie

Spécialité : Microbiologie Appliquée

THÈME

Evaluation de l'activité antibactérienne et antifongique des extraits de *Syzygium aromaticum L*

Soutenue publiquement le 25 juin 2025

Devant le jury :

Président :	Pr. Bousoualim Naoual	MCA FSNV, UFA Sétif 1
Promoteur :	Dr. BELKHIRI Farida	MCB FSNV, UFA Sétif 1
Examineur :	Dr. KRACHE Imane	MCA FSNV, UFA Sétif 1

REMERCIEMENTS

Tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour achever ce travail, et tous eux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier à:

*Notre encadreur Mm **BELKHIRI FARIDA**, pour avoir accepté de nous encadrer, et qui a proposé le thème de ce mémoire, et pour ses conseils qui ont amélioré la réalisation de ce mémoire.*

Nous remercions également les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, tout particulièrement :

*Pr. **BOUSOUALIM NAOUAL** Professeur à l'Université de Sétif, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.*

*Mm. **KRACH IMEN** Docteur à l'Université de Sétif, qui a bien voulu examiner ce travail.*

*Nous voudrions ensuite adresser un remerciement particulier à : **Baghiani Abderrahmane**, professeure a université du Sétif, de m'avoir permis de travailler au laboratoire de biochimie*

Enfin nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à moi-même...

À cette fille que j'ai toujours été : forte, déterminée, fidèle à ses rêves. Celle qui a résisté aux tempêtes, affronté les épreuves en silence, et avancé malgré les doutes, la fatigue et les chutes. Merci à moi d'avoir cru, persévéré, et transformé chaque douleur en force. Ce travail est le fruit de cette lutte intérieure, et avant tout, il m'appartient.

À toi, mon père "Haddad Salem"

Toi qui as été là dans l'ombre, toujours présent. Par ta confiance, par tes sacrifices, tu m'as offert les moyens d'avancer. Tu es cette base solide sur laquelle je me suis construite. Du fond du cœur, merci Papa.

À ma mère, qui me manque chaque jour "Barhoum Naoual "

Que Dieu t'accorde Sa paix. Ton absence est une blessure silencieuse, mais ton amour continue de m'accompagner. Et si je suis arrivée jusqu'ici, c'est aussi grâce à la force que tu m'as laissée. Ce jour, Ce diplôme est une promesse tenue, celle que je t'avais faite, en silence.

À ma chère tante, " Barhoum Hadjer "

Celle qui a toujours été mon premier soutien. Tu as été là, par tes mots, et par tes prières silencieuses. Merci d'avoir été bien plus qu'une tante tu as été un peu de mère.

À ma chère amie, "Douadi Noussaiba "

Merci d'avoir marché à mes côtés, pas après pas, Ton amitié a été un cadeau dans ce parcours... et elle le restera pour la vie.

Imén

Dédicace

To Allah

Who has always aligned the paths before me, sending not only means and reasons but hearts and hands to guide me...

To the One whose protection I have felt time and again, whose quiet compensations have lit my darkest hours, reminding me that after every trial comes relief, and after every fall, a stronger rise.

To myself

The soul I have shaped through years of effort and reflection... to the woman I have become, with a heart full of pride and peace.

To my mother

My compass and constant — the rock upon which I've leaned, and to my father, my support

To my sister

*Imane, my only one, my soft place... and to my brothers, **Yassine** and **Chouaib**, my strength.*

To Maria

*My kindred spirit and dearest companion through the journey of life, and to my aunt **Mounira**, my second mother.*

To my children

My little students whom I have trained and learned from over the years... who have been a source of inspiration, serenity, and pure innocence to me. Through your teaching, I, too, have matured.

And to every soul who, even briefly, left a light in my life or a kindness in my heart, I dedicate this humble work, with gratitude and grace.

Aya

Dédicace

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم إني سعبت وإنك احسنت لي الجزاء فالحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، الحمد لله عدد خلقه وزنة عرشه

لقد كان الطريق طويلا وعلى قدر المشقة كان الوصول مهيبا

شكرا لنفسي الطموحة التي سجدت تعباً وقامت اصراراً، شكراً لأنك لم تخذليني

الى من احمل اسمه بكل فخر، من كّل العرق جبينه

“ ابي ”

الى من جعل الله الجنة تحت اقدمها، من سهلت لي الشدائد بدعائها

“امي”

الى من كانت نبعا يمدني بالحب والقوة والثقة، التي كانت ولا زالت العون والسند لأشق طريقي نحو النجاح

“جدتي الغالية ”

الى ضلعي الثابت، سندي الدائم، أمانى وخيرة ايامي "اخوتي " والى كتاكيت العائلة "عبد الودود ومحمد"

وآخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين

فالحمد لله الذي يسّر البدايات وأكمل النهايات وبلغنا الغايات، الحمد لله الذي ما تم جهد إلا بعونه ومشيتته.

Kaouthar

ملخص

يُعد القرنفل (*Syzygium aromaticum*) من بين النباتات الطبية التي أثارت اهتمامًا واسعًا في الأوساط العلمية، في هذه الدراسة، تم تقييم النشاط المضاد للميكروبات لأربعة مستخلصات مختلفة من القرنفل: المستخلص الميثانولي، والمائي، ومستخلص ثنائي كلوروميثان، وخلات الإيثيل. تم تقدير محتوى المستخلصات من المركبات الفينولية الكلية والفلافونويدات باستخدام طريقتي فولين-سيوكالتيه وكلوريد الالمنيوم على التوالي. وقد أظهرت النتائج أن المستخلص المائي يحتوي على أعلى نسبة من المركبات الفينولية حيث بلغت قيمته 418 ± 2 ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك / ملغ من المستخلص، في حين أن المستخلص الميثانولي كان الأغنى بالفلافونويدات، بقيمة وصلت إلى 12.29 ± 1.45 ميكروغرام مكافئ كيرسيتين / ملغ من المستخلص. كما تم دراسة تأثير المستخلصات الأربعة ضد إحدى عشر سلالة بكتيرية مختلفة وسبعة أنواع فطرية باستخدام تقنية الانتشار على الوسط الصلب (Diffusion sur gélose) بوجه عام لوحظ تثبيط ملحوظ في نمو معظم السلالات البكتيرية والفطرية حيث أظهرت النتائج أن أقطار مناطق التثبيط تراوحت بين 10 و22 ملم، مما يدل على فعالية مستخلصات القرنفل. فيما يتعلق بالنشاط المضاد للفطريات، كان مستخلص خلات الإيثيل هو الأكثر فعالية. أما بالنسبة للنشاط المضاد للبكتيريا، فقد سجلت المكورات العنقودية أعلى حساسية مع المستخلص الميثانولي، في المقابل، كانت السالمونيلا الأقل تأثرًا بنفس المستخلص. أما المستخلصات الأخرى، كالمستخلص المائي ومستخلص ثنائي كلوروميثان، فقد أظهرت تأثيرات متفاوتة. كما تم تحديد الحد الأدنى للتركيز المثبط (CMI)، حيث بلغ أدناه 0.025 ملغ/مل ضد الإشريكية القولونية، وأعلاه 12.5 ملغ/مل ضد العقديّة. وفي الختام تمتلك مستخلصات القرنفل نشاطا مضادا للبكتيريا والفطريات بشكل كبير بسبب غناها بالمركبات الفينولية.

الكلمات المفتاحية: القرنفل، مستخلصات نباتية، النشاط المضاد للميكروبات، النشاط المضاد للفطريات، المركبات الفينولية، الفلافونويدات، الحد الأدنى لتركيز التثبيط.

Résumé

Le clou de girofle (*Syzygium aromaticum* L) fait partie des plantes médicinales qui suscitent un vif intérêt dans les milieux scientifiques. Dans cette étude, l'activité antimicrobienne de quatre extraits différents de clou de girofle, a été évaluée : méthanolique, aqueux, dichlorométhane et acétate d'éthyle. Les teneurs totales en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits ont été déterminées respectivement par les méthodes de Folin-Ciocalteu et au chlorure d'aluminium. Les résultats ont montré que l'extrait aqueux contenait le pourcentage le plus élevé de composés phénoliques, atteignant 418 ± 2 µg équivalents acide gallique/mg d'extrait, tandis que l'extrait méthanolique était le plus riche en flavonoïdes, atteignant $12,29 \pm 1,45$ µg équivalents quercétine/mg d'extrait. L'effet des quatre extraits sur onze souches bactériennes différentes et sept espèces fongiques a également été étudié par la technique de diffusion sur gélose. En général, une inhibition significative de la croissance de la plupart des souches bactériennes et fongiques a été observée. Les résultats ont montré que les diamètres des zones d'inhibition variaient entre 10 et 22 mm, indiquant l'efficacité des extraits de clou de girofle. En ce qui concerne l'activité antifongique, l'extrait d'acétate d'éthyle était le plus efficace. En ce qui concerne l'activité antibactérienne, *Staphylococcus aureus* a montré la plus grande sensibilité à l'extrait méthanolique, tandis que *Salmonella sp* a été le moins affectée par le même extrait. D'autres extraits, tels que l'extrait aqueux et l'extrait au dichlorométhane, ont montré des effets variables. La concentration minimale inhibitrice (CMI) a également été déterminée, avec un minimum de 0,025 mg/ml contre *Escherichia coli* et un maximum de 12,5 mg/ml contre *Streptococcus aureus*. En conclusion, les extraits de clou de girofle possèdent une activité antibactérienne et antifongique significative en raison de leur richesse en composés phénoliques.

Mots-clés : *Syzygium aromaticum* L., extraits de plantes, activité antimicrobienne, activité antifongique, composés phénoliques, flavonoïdes, concentration minimale inhibitrice (CMI).

Abstract

Clove (*Syzygium aromaticum* L) is one of the medicinal plants that has attracted considerable scientific interest. In this study, the antimicrobial activity of four different clove extracts was evaluated: methanolic, aqueous, dichloromethane, and ethyl acetate. The total phenolic and flavonoid contents of the extracts were determined by the Folin-Ciocalteu and aluminum chloride methods, respectively. The results showed that the aqueous extract contained the highest percentage of phenolic compounds, reaching 418 ± 2 μg gallic acid equivalents/mg of extract, while the methanolic extract was the richest in flavonoids, reaching 12.29 ± 1.45 μg quercetin equivalents/mg of extract. The effect of the four extracts on eleven different bacterial strains and seven fungal species was also studied using the agar diffusion technique. In general, significant inhibition of the growth of most bacterial and fungal strains was observed. The results showed that the diameters of the inhibition zones ranged between 10 and 22 mm, indicating the effectiveness of the clove extracts. Regarding antifungal activity, the ethyl acetate extract was the most effective. Regarding antibacterial activity, *Staphylococcus aureus* showed the greatest sensitivity to the methanolic extract, while *Salmonella* sp was the least affected by the same extract. Other extracts, such as the aqueous extract and the dichloromethane extract, showed variable effects. The minimum inhibitory concentration (MIC) was also determined, with a minimum of 0.025 mg/ml against *Escherichia coli* and a maximum of 12.5 mg/ml against *Streptococcus aureus*. In conclusion, clove extracts possess significant antibacterial and antifungal activity due to their high content of phenolic compounds.

Keywords: *Syzygium aromaticum*, plant extracts, antimicrobial activity, antifungal activity, phenolic compounds, flavonoids, minimum inhibitory concentration (MIC)