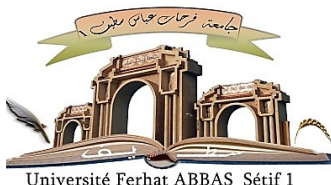


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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 و الحياة

DEPARTEMENT : BIOCHIMIE

N° /SNV/2025

Mémoire

Présenté par

BOUKARI SARRA

KOUSSA SAMAR

MAIZA DJOUHAINA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : BIOLOGIE

Spécialité : IMMUNOLOGIE

Thème

**Effets anti-inflammatoires et immuno-
modulateurs du pollen**

Soutenue publiquement le 23/06/2025

DEVANT LE JURY

Président

KADA SEOUSSEN

MCB.UFA Sétif 1

Promoteur

BENBRINIS SOUMIA

MCB.UFA Sétif 1

Examineur

HOUCHI SELMA

MCA.UFA Sétif 1

Année universitaire : 2024/2025



وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ
وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿68﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ
ذُلًّا يَخْرُجُ مِن بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ
فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿69﴾

سورة النحل



Remerciements

Nos remerciements s'adressent premièrement et avant tout au Bon Dieu tout-puissant, qui nous a donné la santé, le courage et beaucoup de patience pour réaliser ce travail.

Sans Allah en premier et les prières de nos parents, nous n'avons pas pu arriver là où nous sommes aujourd'hui.

En deuxième lieu, nous tenons spécialement à adresser toute notre gratitude à notre encadrant, Dr Benbrinis, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils durant toute la période du travail, ainsi que son encadrement bienveillant.

Sa fatigue ne suffit pas, Nous demandons à Dieu de la protéger.

Nous tenons également à gratifier les membres du jury, Dr S.Kada et S. Houchi, pour avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.

Nous les remercions vivement, ainsi que toute personne qui nous aide de près ou de loin, par un geste, une parole ou un conseil.



Dédicace

Avant toute chose, je remercie Dieu, qui m'a accordé patience, courage et la force pour accomplir ce modeste travail. Louange à Lui, que Sa grâce m'accompagne toujours.

À la femme la plus douce du monde, qui m'a donné la vie, qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse dès le premier jour de mon existence et pour me donner une meilleure éducation, qui a réussie depuis toujours à être la maman et le papa. Ma chère adorable mère Sabrina, qui a attendu avec impatience le jour où j'aurais mon diplôme.

À feu mes grands-parents, dont la sagesse et les valeurs continuent de m'accompagner chaque jour. Même en votre absence, votre souvenir reste vivant en moi, et vos enseignements m'inspirent à donner le meilleur de moi-même. Vous me manquez énormément... Que Dieu vous accorde Sa miséricorde.

À mon oncle Fayçal, pour ses précieux conseils et son soutien tout au long de ce parcours. Ta présence a été une véritable bénédiction, et tes encouragements ont souvent fait la différence.

À mon frère Mohamed, Merci d'avoir toujours été là, pour ton soutien, ta patience et ta confiance.

À ma cher tante et ses filles :Safa et Aya.

À mes meilleures amies, celles avec qui j'ai partagé le stress et de nombreux moments heureux : Yasmine, Nedjla, Rawene, Rouaida, Aziza, Djouhaina, Dila.

À mon groupe de travail Djouhaina et Samar : merci pour votre collaboration, votre amitié, et pour tous les moments partagés.

Avec tout mon amour Sarra

الاهداء

الحمد لله حبا وامتناناً، ماكنت لأفعل هذا لولا فضل الله، فالحمد لله على البدء، وعلى الختام.

(وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين)
من قال أنا لها، "نالها، وإن أبت، رغماً عنها أتيتُ بها. نلتها وعانقت اليوم مجداً عظيماً فعلتها بعد أن كانت مستحيلة، كانت دروباً قاسية وطرقاً خسرت بها الكثير، ولكني "وصلت".
ها أنا اليوم أختتم مذكرة تخرجي بكل همة ونشاط، فالحمد لله اللهم لا تجعله آخر عهدي من العلم، واجعله خير بداية لطريق أعظم، اللهم بارك لنا في عملنا، وانفعنا بما علمتنا.
إلى من لا يتفصل اسمه عن إسمي، ذلك الرجل العظيم، إلى من علمني أن الدنيا كفاح و سلاحها العلم والمعرفة، إلى من غرس في روحي مكارم الاخلاق، داعمي الاول وسندي، إلى من سعى لأجل راحتي ونجاحي إلى أعظم رجل في الكون إلى فخري واعتزازي أبي الغالي " ابراهيم"
إلى انيسة العمر وحببية الروح وأعظم نعم الله علي، إلى التي ضمت اسمي بدعواتها في ليلها ونهارها وأضاءت بالحب دربي، وأنارت باللود واللفظ طريقتي وكانت لي سحاباً ماطرًا بالحب والعطاء إل من كانت ملجأً ويدي اليمين في هذه الرحلة أُمي الغالية "نورة"
إلى السند والكتف الثابت الذين اذا مالت الدنيا لا يميلون، ملهمي نجاحي، إلى من شددت عضدي بهن فكانوا لي ينباع أرتوي منها، إلى خيرة أيامي وصفوتها، إلى قرّة عيني، القلب الدافئ والابتسامة الصادقة أول الداعمات: هديل، حنان، ميساء، أمينة
إلى ملهمي، الذي كان وجوده معي في كل خطوة ، كانت القوة التي احتجتها شكراً على دعمك لي ووقوفك بجانبني ولن أنسى أبداً محبتك إلى أخي الوحيد: حسام الدين
إلى توأم الروح وبهجة الايام، إلى من كانت السند في وقت الضعف، الى من كانت تذكرني بقدرتي واستطاعتي التي لا تحبطني وتؤمن بشجاعتي مهما

ضعفت إلى أختي التي لم تلدها أُمي ورفيقة قلبي "ايناس"
وأحب أن أختتم هذا الاهداء الى من وقفوا بجانبني كلما أوشكت ان اتعثّر، إلى من هونوا تعب الطريق وشجعوني على المثابرة واكمل المسيرة الى محطتي الامنة " بشرى، نسيمه، نجاة، ايمان، منال الى رفيقتاي في انجاز المذكرة جهيّنة وسارة أشكركما على عملكما، وعلى صداقتكما أهديكم هذا الانجاز وثمرة نجاحي الذي لطالما تمنيتّه، ها أنا اليوم أتممت أول ثمراته بفضل من الله عزو وجل

فالحمد لله على ما وهبني وأن يعينني. ويجعلني مباركا اينما كنت. الى نفسي الطموحة التي سقطت ثم نهضت لاكمال الرحلة، التي لم تهزم بسبب العثرات ولم تغتر بوجود المغريات لسهولتها، بل تألمت وتعلمت بالصعوبات لقوتها
وبعد كل تعب وسهر جاء اليسر بفضل الله ودعمكم، هذا النجاح ليس لي وحدي بل لكم جميعاً فقد كنتم سنداً لي، شكراً من القلب، وأتمنى أن أكون مصدر فخركم كما كنتم مصدر قوتي.

سمر

الاهداء

إلى من كلل العرقُ جبينه، ومن علّمني أنَّ النجاحَ لا يأتي إلا بالصبرِ والإصرار
إلى النورِ الذي أنارَ دربي، وسراجٍ لا ينطفئُ نورهُ بقلبي، بذلتَ من أجلي الغالي والنفيس
...واستمددتُ منك قوتي واعتازي وفخري

والدي العزيز

إلى نور عيني، وضوء دربي، ومهجة حياتي
إلى التي وهبتني الحياة والأمل، واحتضنتني قلبًا ودعاء
...إلى من سهّلت لي الشدائد بصلاتها

والدتي الحبيبة

إلى ضلعي الثابت، وأمان أيامي
إلى من ساندني، ووقف بجانبي، وقدم لي الدعم لمواصلة طريقي

أخي الغالي حسام

إلى من شددت بهن أزري، وشاركتهم في أمري
إلى من استقمت بدعمهم واهتديت بنصحتهم

أخواتي أمانى وخولة

إلى كلّ من كانَ عونًا وسندًا في هذا الطريق، من صديقاتي مريضاتي إلى كلّ من منحني كلمةً، أو
ابتسامةً، أو دعوةً. صادقة

ها أنا اليوم أقفُ بقلبي المملوء امتنانًا، أتممُ هذا المشوارَ بفرحٍ، فالحمد لله

الحمد لله رب العالمين

جهينة

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

الملخص

Résumé

Abstract

Introduction..... 1

Chapitre 1 : Généralités sur le pollen

1.1 Définition du pollen 3

1.2 Caractères microscopiques 3

1.2.1 Taille 3

1.2.3. Structure 3

1.3 Membrane pollinique et sa structure 4

1.3.1 Apertures 4

1.3.2 Morphogenèse du pollen 5

1.3.3 Libération des grains de pollen 5

1.4 Composition chimique du pollen..... 5

1.4.1. Protéines et acides aminés essentiels 6

1.4.2. Glucides..... 6

1.4.3. Lipides et acides gras essentiels..... 6

1.4.4. Composés phénoliques 6

1.4.4.1. Acides phénoliques..... 7

1.4.5. Flavonoides..... 7

1.4.6. Composés triterpéniques..... 8

1.4.7. Vitamines et bioéléments..... 8

Chapitre 02 : Effets biologiques du pollen

2.1 Antioxydant..... 11

2.2 Anti-angiogénique..... 11

2.3 Organo-protecteur et anti-carcinogénique 12

2.3.1 Organo-protecteur 12

2.3.2 Anti-carcinogénique..... 12

2.4 Antiviral et antibactérien..... 13

2.5 Anti-mutagénique..... 14

2.6 Anti-ostéoporose	14
2.7 Probiotique	14
2.8 Anti-âge.....	15
2.9 Anti-asthénique	15
2.10 Anti-athérogène et protecteur cardiovasculaire	15
2.11 Anti-dépresseur	15

Chapitre 03 Effets anti-inflammatoires et immuno-modulateurs du pollen

3. 1 Réponse immunitaire	17
3.1.1 Système immunitaire non spécifique	17
3.1.1.2 Définition et importance de l'inflammation	17
3.1.1.2.1 Etapes de la réaction inflammatoire.....	17
3.1.1.2.2 Cellules impliquées dans la réaction inflammatoire	19
3.1.1.2.3 Rôle des cytokines dans l'inflammation.....	21
3.1.2 Le système immunitaire adaptatif.....	21
3.1.2.1 Rôle des lymphocytes dans l'immunité adaptative.....	22
3.1.2.2 Lymphocytes B et réponse humorale.....	22
3.1.2.3 Lymphocytes T et réponse cellulaire	22
3.2 Effets anti-inflammatoires du pollen.....	23
3.3 Effets immunomodulateurs du pollen	25

Chapitre 4 Cure de pollen

4.1 Formes commercialisées du pollen	31
4.1.1. Pollen frais congelé	31
4.1.2. Pollen sec	31
4.1.3. Formules thérapeutiques à base d'extrait de pollen.....	32
4.2 Posologie et mode d'administration	33
4.3 Limites de consommation du pollen	34
Conclusion	36
Références bibliographiques	38

Liste des abréviations

AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens

Caco-2 : Cellules intestinales humaines dérivées d'un adénocarcinome du colon

CAT : Catalase

CD : Cellules dendritiques

coQ10 : Coenzyme Q10.

COX-1 / COX-2 : Cyclooxygénase-1 / Cyclooxygénase-2

DOX : Doxorubicine

DSS : Dextran Sulfate de Sodium

E : Diamètre équatorial

GABA: Acide Gamma-Aminobutyrique

G-CSF: Facteur stimulant des colonies de granulocytes

GM-CSF: Facteur stimulant des colonies de granulocytes et de macrophages

HBP : Hypertrophie Bénigne de la Prostate

HLA-DR: Antigène leucocytaire humain – isotype DR

HO-1: Hème oxygénase-1

HUVEC: Cellules endothéliales de veine ombilicale humaine

MAPK : Protéine kinase activée par les mitogènes

MCP-1 : Protéine chimiotactique des monocytes-1

MDA : Malondialdéhyde

MTT : Test colorimétrique de viabilité cellulaire

NF-κB: Facteur nucléaire kappa **NLRP3**: Protéine contenant un domaine pyrine, LRR et NOD (NLRP3)

NO: Oxyde nitrique

Nrf2: Facteur nucléaire erythroïde 2 lié au facteur 2

PUFA: Acides gras polyinsaturés

RAW264.7 : Lignée cellulaire de macrophages murins

ROS: Espèces réactives de l'oxygène

Sirt1: Sirtuine 1

SOPK : Syndrome des ovaires polykystiques

TLR4: Récepteur de type Toll 4

TNF-α: Facteur de nécrose tumorale alpha

VEGF : Facteur de croissance de l'endothélium vasculaire

Liste des figures

Figure 1. Structure du grain de pollen	4
Figure 2. Composition moyenne des pelotes de pollen	6
Figure 3. Structures de base des acides phénoliques	7
Figure 4. Structure de base des flavonoïdes	8
Figure 5. Structure chimique de Quercetin 3- β -D-glucoside et de kaempférol-3-O-glucoside	8
Figure 6. Propriétés biologiques du pollen	13
Figure 7. Initiation de l'inflammation	18
Figure 8. Pollen frais	31
Figure 9. Pollen sec	32

Liste des tableaux

Tableau 1. Différents leucocytes intervenant au cours de la réponse inflammatoire...	20
Tableau 2. les médiateurs cellulaires de l'inflammation	21