Algerian Journal of Pharmacy. Vol. 06 Num. 01 (2026) 2602-975X

Disponible en ligne sur

ASJP

https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/436

ARTICLE ORIGINAL

Screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antimicrobienne de la propolis

Phytochemical screening and evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activity of propolis

Amina BAHLOUL[a,*], Bachir NABTI[a,b], Djamel BOUKHALFA [c]

[a] Laboratoire de pharmacognosie, Faculté de pharmacie, université de science de santé, Alger

[b] Centre National de Pharmacovigilance et de Matériovigilance

[c] Laboratoire de pharmacognosie, Faculté de médecine de Blida

MOTS CLÉS

Propolis ;

Phytochimie ;

Polyphénols ;

Activité antioxydante ;

Anti-inflammatoire.

Résumé

Introduction : La propolis est un produit apicole naturel largement utilisé en médecine traditionnelle pour ses propriétés biologiques, attribuées à sa richesse en métabolites secondaires. L'objectif de cette étude est d'évaluer la composition phytochimique et les activités antioxydante, anti-inflammatoire et antimicrobienne de la propolis collectée dans les régions de Batna et Sétif (Algérie).

Matériel et méthodes : Des extraits alcooliques et aqueux de propolis ont été préparés par macération. Le screening phytochimique qualitatif a été réalisé selon des méthodes classiques. Les polyphénols totaux et les flavonoïdes ont été dosés par spectrophotométrie en utilisant respectivement le réactif de Folin-Ciocalteu et le chlorure d'aluminium. L'activité antioxydante a été évaluée par le test DPPH. L'activité anti-inflammatoire a été réalisée in vivo chez les souris. L'activité antibactérienne a été testée par la méthode de diffusion sur gélose contre Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa et Staphylococcus aureus.

Résultats : Le screening phytochimique a révélé une forte présence de flavonoïdes, de triterpènes et d'hétérosides cardiotoniques. Les dosages ont montré une teneur élevée en polyphénols et flavonoïdes, corrélée à une activité antioxydante significative. L'extrait de propolis a réduit l'indice d'activité de la maladie chez les souris, avec des observations histologiques suggérant une inflammation modérée. En revanche, aucune activité antibactérienne n'a été observée dans les conditions de l'essai.

Discussion : Les résultats confirment le potentiel antioxydant et anti-inflammatoire de la propolis, probablement lié à sa richesse en composés phénoliques.

Conclusion : La propolis étudiée présente un intérêt thérapeutique prometteur, notamment comme agent antioxydant et anti-inflammatoire, malgré une activité antimicrobienne limitée.

© 2026 Journal Algérien de Pharmacie. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Propolis;

Phytochemistry;

Polyphenols;

Antioxidant activity;

Anti-inflammatory activity.

Abstract

Introduction: Propolis is a natural bee product widely used in traditional medicine due to its biological properties, mainly attributed to its richness in secondary metabolites. The aim of this study was to investigate the phytochemical composition and the antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial activities of propolis collected from the Batna and Sétif regions (Algeria).

Materials and Methods: Alcoholic and aqueous extracts of propolis were prepared by maceration. Qualitative phytochemical screening was performed using standard methods. Total phenolic and flavonoid contents were determined by spectrophotometric assays using the Folin–Ciocalteu reagent and aluminum chloride method, respectively. Antioxidant activity was evaluated using the DPPH radical scavenging assay. Anti-inflammatory activity was evaluated in vivo using mice. Antimicrobial activity was tested by the agar diffusion method against Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, and Staphylococcus aureus reference strains.

Results: Phytochemical screening revealed a high presence of flavonoids, triterpenes, and cardiotonic heterosides, indicating a richness in bioactive compounds. Quantitative analyses showed high levels of total phenolics and flavonoids, which were associated with a significant antioxidant activity in a concentration-dependent manner. Propolis treatment markedly reduced the disease activity index in mice, supported by histopathological findings showing moderate inflammatory infiltration, suggesting an immunomodulatory effect. However, no antibacterial activity was detected under the experimental conditions.

Discussion: The observed antioxidant and anti-inflammatory effects are likely related to the high phenolic content of propolis, while the lack of antimicrobial activity may be influenced by extraction conditions and diffusion limitations.

Conclusion: The studied propolis exhibits promising antioxidant and anti-inflammatory properties, supporting its potential therapeutic value, despite limited antimicrobial activity.

© 2026 Algerian Journal of Pharmacy. All rights reserved.

* Amina Bahloul :
Adresse e-mail : aminabhl44@mail.com (A. Bahloul)

Introduction

La propolis est un produit apicole naturel d'une grande complexité, élaboré par les abeilles (Apis mellifera) à partir de résines végétales qu'elles collectent sur diverses essences d'arbres et qu'elles mélangent à de la cire et des sécrétions salivaires. Ce matériau joue un rôle fondamental dans la survie de la colonie, agissant comme un bouclier antiseptique et un isolant structurel au sein de la ruche. Depuis plusieurs décennies, la recherche pharmacologique mondiale s'intéresse de près à cette substance en raison de son large spectre d'activités biologiques, incluant des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et immunomodulatrices [1].

La richesse thérapeutique de la propolis est intrinsèquement liée à son profil métabolique, qui constitue un véritable reflet de la biodiversité florale entourant le rucher [2]. Elle se caractérise par une forte concentration en composés phénoliques, notamment les flavonoïdes et les acides phénoliques, qui sont les principaux vecteurs de ses capacités à neutraliser les radicaux libres et à réguler le stress oxydatif cellulaire [3]. Des études récentes menées en 2024 ont confirmé que la propolis issue des régions d'Algérie orientale présente une densité moléculaire particulièrement élevée en polyphénols, comparable aux standards internationaux les plus performants [4].

Au-delà de son pouvoir antioxydant, la propolis se distingue par un potentiel anti-inflammatoire majeur. Les avancées scientifiques de 2025 précisent que ses mécanismes d'action reposent sur la modulation des médiateurs de l'inflammation, offrant des perspectives prometteuses pour le traitement des pathologies inflammatoires chroniques [1]. En Algérie, les

zones montagneuses de Batna et de Sétif offrent une flore diversifiée qui laisse présager des caractéristiques biochimiques uniques pour la propolis locale. La valorisation de ce patrimoine naturel nécessite toutefois une caractérisation précise de ses constituants et une validation expérimentale de ses effets biologiques pour justifier son intégration dans les industries pharmaceutique et cosmétique [5].

L'étude présente s'inscrit dans cette dynamique de valorisation. Elle vise à explorer le potentiel phytochimique et les capacités biologiques de la propolis récoltée dans ces terroirs d'altitude, afin de mieux comprendre l'interaction entre l'origine géographique et l'efficacité thérapeutique des produits de la ruche en Algérie [6].

Matériel et méthodes

Matériel végétal :
L'échantillon étudié est une propolis brute sous forme de poudre, collectée localement auprès d'apiculteurs de la région de Batna et Sétif. La propolis a été conservée à température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité, jusqu'à son utilisation.

Préparation des extraits :
L'extrait alcoolique de propolis a été obtenu par macération de 10 g de poudre dans 100 mL d'éthanol 70° pendant 72 heures, sous agitation discontinue. Après filtration, le solvant a été évaporé à l'étuve (40 °C) afin d'obtenir un extrait sec concentré, utilisé pour les analyses phytochimiques.
Pour les activités biologiques on a utilisé des extraits aqueux préparés de la même méthode que les extraits alcooliques.

Screening phytochimique :
L'étude qualitative des constituants chimiques a été réalisée selon les méthodes classiques décrites par Harborne (1998) et Trease & Evans (2002).
Les tests suivants ont été effectués :
- Alcaloïdes : test de Dragendorff et Mayer ;
- Flavonoïdes : réaction avec les alcalis et test de la cyanidine ;
- Composés phénoliques et tanins : réaction au $FeCl_3$ et à la gélatine ;
- Anthraquinones, coumarines, mucilages et saponosides : tests spécifiques de caractérisation ;
- Triterpènes et stéroïdes : réaction de Liebermann–Burchard.
Les résultats ont été exprimés qualitativement (+, ++, +++).

Activité antioxydante et dosage des composés phénoliques et flavonoïdes :

Terrain : laboratoire de chimie-Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (E.N.S.A) -EL Harrach-Alger. **Date :** 24/06/2025

Dosage des polyphénols totaux :
Principe :
Les polyphénols sont des métabolites secondaires, présentes des cycles aromatiques à groupement hydroxyle libre ou liés aux glucides.
Le dosage est décrit la première fois en 1965 (Singleton V.L. et Rossi J.A, 1965), basé sur l'utilisation de réactif de FOLIN-CIOCALTEU, un mélange d'acide phosphotungstique (H3PW12O40) et d'acide phosphomolybdique (H3PMo12O40) à coloration jaune, qui en présence de phénols, il est réduit en tungstène et de molybdène à coloration bleue (Ribéreau-Gayon, 1968).
L'absorbance par spectrophotomètre est comprise entre 725nm et 765nm, et la concentration en polyphénols dans chaque extrait est exprimée en mg équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mgEAG/g d'extrait).
Mode opératoire :
Dans des tubes à essais 0.25ml d'extrait brut à différentes dilutions, 0n ajoute 1.25 ml de réactif de FOLIN-CIOCALTEU dilué à 1/10, et 1ml de carbonate de sodium (Na2CO3)7,5%, sont mélangés, et incubés à l'obscurité et à température ambiante, pendant 30min. La lecture est faite à 765nm.
Témoin : effectuer l'essai à blanc sans ajouter l'échantillon (1.25 ml du réactif de folin +0.25ml de solvant+ 1ml de carbonate de sodium).
Une gamme d'étalon d'acide gallique est préparée dans les mêmes conditions, avec trois répétitions pour chaque essai.

Dosage des flavonoïdes :
Principe :
Les flavonoïdes forment une classe de la famille des polyphénols. La présence, en position 5, de groupement hydroxyle (OH) libre, forme un complexe jaunâtre avec le chlorure d'aluminium (AlCl3), par chélation des métaux « Fer (Fe2+) aluminium (Al2+) » (Ribereau -Gayon J., 1972). En effet, l'aluminium perd ces deux électrons pour capter deux atomes d'oxygène de flavonoïde (Ribéreau-Gayon, 1968).
Le dosage des flavonoïdes totaux est réalisé selon la méthode décrite par (Zhishen J., Mengcheng T. et Jianming W, 1999) et (Kim D., Chun O., Kim Y., Moon H. et Lee C, 2003), et la teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent Quercitaine par gramme d'extrait (mgEQ/ g d'extrait).
Mode opératoire :
Dans des tubes à essais, 1000 µl d'extrait à différentes dilutions, en ajoute 1000µl de chlorure d'aluminium a 2% (AlCl3), puis incuber pendant 1h à l'obscurité. La lecture se fait à 510 nm.

Témoin : effectuer l'essai à blanc sans ajouter l'échantillon (1 ml d'AlCl3 +1 ml de solvant).
Une gamme d'étalon de Quercitaine est réalisée dans les mêmes conditions, avec trois répétitions de chaque essai.

Etude de l'activité antioxydante :
Test DPPH (Pouvoir de piégeage des radicaux libres) :
Ce test consiste à déterminer le pouvoir anti radicalaire, d'une molécule présente dans un extrait, par colorimétrie. Le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est initialement bleu-violet, possédant un électron non apparié sur le pont d'azote. En présence d'un composé à pouvoir antioxydant, généralement les polyphénols, il sera réduit en DPPH-H à coloration jaune (Fig 1). L'efficacité d'un antioxydant est mesurée en suivant la cinétique de la réaction d'inhibition, traduite par le virage de couleur du bleu au jaune, par spectrophotométrie, à une longueur d'onde entre 515-518 nm (Molyneux P., 2004)
Le test est réalisé selon la méthode de (Burits M. et Bucar F, 2000) dans des conditions standards, à température ambiante, afin d'éviter les dégradations thermiques.
La méthode est reconnue par son efficacité, sa rapidité et sa simplicité (Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A. et Igic R, 2008). Cependant, elle est limitée, du fait que, certains antioxydants restent inertes face au DPPH ou réagissent plus lentement (Huang D., Ou B. et Prior R.L, 2005), certaines réactions sont réversibles, et qui peuvent mener à une sous-estimation du potentiel antioxydant du produit testé. De même, des surestimations peuvent être considérées, en vue de la présence de certains composés absorbant à la même longueur d'onde que celle de DPPH, tels que les caroténoïdes (TOLBA I., 2016).
Mode opératoire :
L'absorbance (A0) de1000 µl de la solution éthanolique de DPPH (0,0024%) est mesurée à T0, à 517nm, et est versée sur 25.6µl d'extrait à différentes dilutions, dans des tubes à essais. L'absorbance (A1) est mesurée après incubation de 30 min, à l'obscurité, une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits bruts (Singleton V.L. et Rossi J.A, 1965), Trois essais sont réalisés.

Etude de l'activité anti-inflammatoire :
Terrain : Centre de Recherche et de Développement (CRD) SAIDAL de Gué de Constantine
-Laboratoire d'Animalerie –
Durée : du 1er Juin 2025 AU 10 Juin 2025
Mode opératoire :
1-Identification des souris :
Sexe : masculin
Etat : à jeun
Poids : [23-41g]
2- Répartition :
10 souris par lot : il y a quatre lots
3-Etiquetage :
On a: Lot Temoin -; Lot Temoin +; Lot Référence; Lot Echantillon

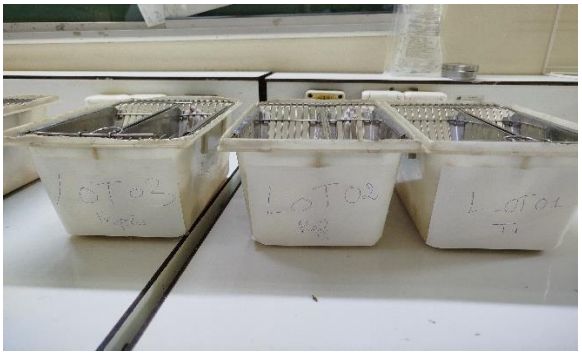


Figure 1. Répartition des lots des souris au laboratoire.
4-Phase d'induction anesthésique :
En recherche scientifique, L'expérimentation animale doit respecter les principes éthiques et la règle des 3R (Remplacement, Réduction, Raffinement) afin de garantir une utilisation justifiée, limitée et la moins souffrante possible pour les animaux (Russell & Burch,1959 ; Directive 2010/63/EU).
Injection de XYLAZINE à 2% pour toutes les souris.
5-Phase d'administration :
LOT Témoin- : Eau distillée par voie orale
LOT Témoin+ : Acide Acétique 5% par voie intra rectale(100-200µL).
LOT Référence : SULFASALAZINE 500mg par voie orale (100-200µL).
LOT Echantillon : Extrait de Propolis par voie orale (100-200µL).
6-Analyse des résultats :
Calcul de plusieurs scores après observation (J2 ; J3 ; J4) et leur somme pour obtenir un score final (IAM)

Etude anatomo-pathologique des intestins des souris :
Après l'activité anti inflammatoire on a sacrifié les souris vivantes et on a fait une étude histologique des intestins au service d'anatomie-pathologique Hussein Dey (EX-PARNET)

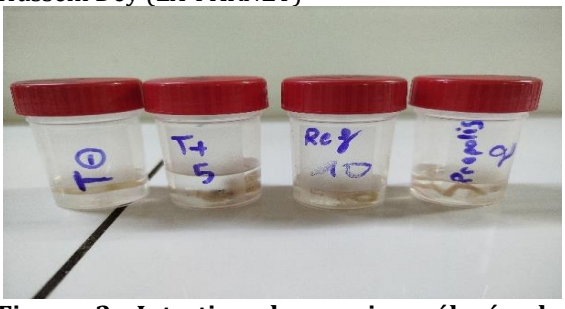


Figure 2. Intestins de souris prélevés des différents lots expérimentaux et fixés dans le formol.

Activité antibactérienne :

Pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits on a utilisé la méthode de diffusion en milieu solide (Sacchetti et al. 2005 ; Celiktas et al. 2007). Méthode simple qui donne des résultats, mais il est difficile d'utiliser cette méthode avec des quantités importantes d'échantillons car le disque est petit et le papier filtre utilisé ne permet pas d'imprégner une grande quantité au risque de déborder l'échantillon étudié (la quantité maximale imprégnée est de 25 à 30µl). En réalité, ce test n'est qu'un criblage des activités antimicrobiennes des extraits, il nous permet de sélectionner pour chaque souche l'extrait qui présente le plus d'activité antimicrobienne. a. Préparation des extraits : Les solutions sont stérilisées dans l'autoclave à 121°C pendant 15 min. b. Préparation des suspensions microbiennes : Les souches microbiennes utilisées sont : trois espèces bactériennes de référence (Staphylococcus aureus ATCC 25923, Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853, Escherichia coli ATCC 25922), Une suspension microbienne d'une densité optique de 0,5McFarlend a été préparée pour chaque souche. c. Mise en test Le test s'est déroulé en deux jours : Pendant le premier jour, La suspension a été étalée sur gélose Mueller Hinton (MH) pour les souches bactériennes ; Des disques blancs de 6 mm de diamètre ont été imprégnés de 20µl de l'extrait préparé et placés dans des boites de Pétri. Chaque boite a reçu 3 disques. Un contrôle positif a été fait avec des disques standards d'antibiotique. L'ensemble est incubé A 37° (24 h). Après 24h d'incubation, des zones ou des halos clairs (es) présent (es) autour des disques témoignent d'une inhibition de la croissance microbienne par l'extrait. Les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés en millimètre en utilisant un pied à coulisse.

Résultats

Résultat du screening phytochimique :

Tableau 1. Récapitulatif du screening phytochimique

Classe chimique	Extrait	Résultat
Alcaloïdes	Macérât en milieu acide	–
Composés polyphénoliques	Infusé à 20%	**+**
Flavonoïdes	Ethanolique	Réaction avec les alcalis **+++**
		Réaction à l'AlCl3 **+++**
		Réaction de la cyanidine **+++**
Tanins	Infusé à 20%	Réaction au FeCl3 **+**
		Réaction à la gélatine **-**
		Réaction de Stiasny **-**
Anthocyanes	Infusé à 20%	**-**
Coumarines	Ethanolique	**-**
Anthraquinones	Teinture à 3%	**-**
Saponosides	Décocté à 1%	**-**
Hétérosides cardiotoniques	Chloroformique	**+++**
Triterpènes et stéroïdes	Chloroformique	**+++**
Gommes et mucilages	Décocté à 10%	**-**
Acides aminés et protéines	Aqueux	–

Les flavonoïdes, triterpènes et hétérosides cardiotoniques ont été fortement présents, indiquant une richesse de la propolis en molécules bioactives.

Résultat du dosage des polyphénols :

La courbe d'étalonnage de l'extrait de propolis montre une corrélation linéaire positive entre l'absorbance et la concentration, témoignant d'une forte densité en composés phénoliques réagissant au réactif de Folin-Ciocalteu.

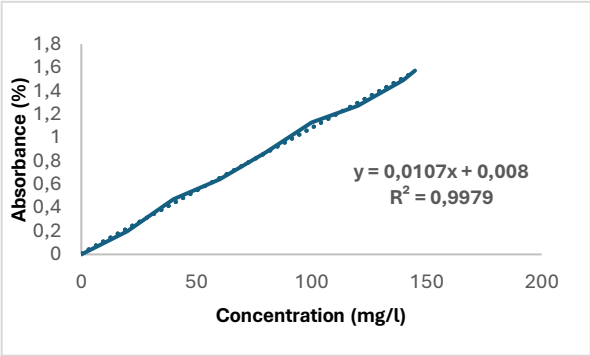


Figure 3. Absorbance en fonction de la concentration de la propolis

Résultat du dosage des flavonoïdes :
L'augmentation proportionnelle de l'absorbance en fonction de la concentration confirme la richesse de l'échantillon en flavonoïdes totaux, validée par la formation du complexe coloré avec le chlorure d'aluminium.

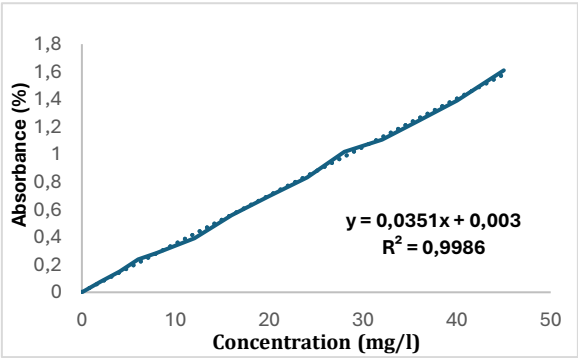


Figure 4. Absorbance en fonction de la concentration de la propolis

Résultat de l'activité antioxydante :
L'analyse du test DPPH révèle une diminution de l'absorbance corrélée à l'augmentation de la concentration de l'extrait, illustrant un pouvoir de piégeage des radicaux libres efficace par réduction du DPPH en DPPH-H.

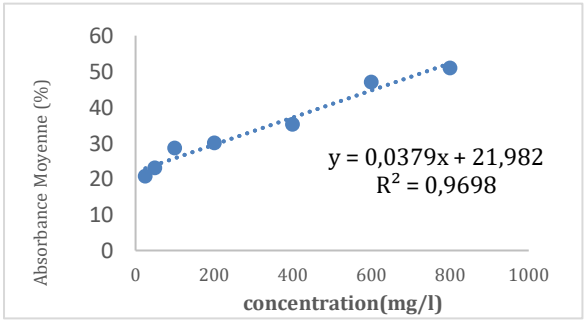


Figure 5. Absorbance moyenne en fonction de la concentration de la propolis

Résultat de l'activité anti-inflammatoire :
Lot 1 Témoin + :
Tableau 2. Évaluation de l'indice d'activité de la maladie (DIA) ou (IAM)

Jour	N° souris	Score de perte du poids	Score Hémorragie	Score consistance des selles	Somme des 3 scores	Score IAM
J_2	1	1	0	4	5	Installée
	2	2	4	4	10	Installée
	3	3	0	3	6	Installée
	4	0	0	2	2	Faible
	5	0	0	0	0	Absente
	6	0	0	2	2	Faible
	7	4	0	2	6	Installée
	8	0	0	4	4	Installée
	9	3	0	3	6	Installée
	10	0	0	0	0	Absente
J_3	1	3	1	3	7	Installée
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	4	0	2	4	6	Installée
	5	0	0	4	4	Installée
	6	-	-	-	-	-
	7	4	0	4	8	Installée
	8	0	0	3	3	Faible
	9	-	-	-	-	-
	10	0	0	3	3	Faible
J_4	1	2	0	1	3	Faible
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
	5	0	0	3	3	Faible
	6	-	-	-	-	-
	7	4	0	2	6	Installée
	8	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-
	10	0	1	3	4	Installée

Score de l'IAM
0-1: Absence de la pathologie
2-3: faible installation de la pathologie
4-5: installation de la pathologie
/ : mort de la souris

Le groupe témoin positif affiche une installation rapide et sévère de la pathologie dès le deuxième jour, marquée par des scores d'hémorragie et de consistance des selles élevés, confirmant l'efficacité de l'induction inflammatoire par l'acide acétique.

Lot 2 Référence :

Tableau 3. Évaluation de l'indice d'activité de la maladie (DIA) ou (IAM)

Jour	N° souris	Score perte de poids	Score Hémorragie	Score consistance des selles	Somme des 3 scores	Score IAM
J_2	1	-	-	-	-	-
	2	1	0	2	3	Faible
	3	0	0	3	3	Faible
	4	1	0	3	4	Installée
	5	-	-	-	-	-
	6	2	0	4	6	Installée
	7	0	0	2	2	Faible
	8	3	0	3	6	Installée
	9	2	2	4	8	Installée
	10	1	0	3	4	Installée
J_3	1	-	-	-	-	-
	2	1	1	2	4	Installée
	3	0	0	0	0	Absente
	4	1	0	2	3	Faible
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
	7	0	2	0	2	Faible
	8	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-
	10	0	0	0	0	Absente
J_4	1	-	-	-	-	-
	2	0	0	1	1	Absente
	3	0	0	1	1	Absente
	4	1	0	1	2	Faible
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-
	10	0	0	1	1	Absente

Score de l'IAM
0-1: Absence de la pathologie
2-3: faible installation de la pathologie
4-5: installation de la pathologie
/ : mort de la souris

Les souris traitées par la Sulfasalazine présentent une diminution progressive des scores de l'IAM entre J2 et J4, illustrant le retour à un état physiologique normal et validant la sensibilité du modèle expérimental au traitement de référence.

Lot 3 Echantillon (PROPOLIS) :

Tableau 4. Évaluation de l'indice d'activité de la maladie (DIA) ou (IAM)

Jour	N° souris	Score perte de poids	Score Hémorragie	Score consistance des selles	Somme des 3 scores	Score IAM
J_2	1	0	0	1	1	Absente
	2	0	0	2	2	Faible
	3	0	0	2	2	Faible
	4	0	0	3	3	Faible
	5	-	-	-	-	-
	6	0	0	4	4	Installée
	7	0	0	1	1	Absente
	8	0	0	2	2	Faible
	9	0	1	4	5	Installée
	10	2	0	3	5	Installée
J_3	1	0	0	0	0	Absente
	2	0	0	0	0	Absente
	3	0	1	2	3	Faible
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
	7	0	0	1	1	Absente
	8	0	2	2	4	Installée
	9	-	-	-	-	-
	10	2	0	2	4	Installée
J_4	1	0	0	2	2	Faible
	2	0	0	0	0	Absente
	3	0	0	1	1	Absente
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
	7	0	0	0	0	Absente
	8	0	0	2	2	Faible
	9	-	-	-	-	-
	10	1	0	2	3	Faible

Score de l'IAM
0-1: Absence de la pathologie
2-3: faible installation de la pathologie
4-5: installation de la pathologie
/ : mort de la souris

Le traitement à la propolis montre une réduction significative de la sévérité des symptômes au fil des jours, avec une majorité de scores évoluant vers une absence de pathologie à J4, suggérant un effet protecteur et cicatrisant sur la muqueuse intestinale.

Résultat de l'étude anatomo-pathologique des intestins :

Intestin de souris du lot Témoin- :
Aspects histologiques normaux.
Villosités bien formées :
Présence de structures digitiformes orientées vers la lumière. Tapissées d'un épithélium simple prismatique (entérocytes).
Cellules caliciformes :
Réparties régulièrement entre les entérocytes.
Lamina propria :
Composée de tissu conjonctif lâche, avec quelques cellules immunitaires (normales).

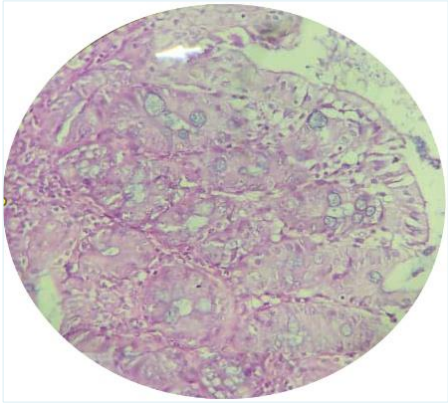


Figure 6. Coupe histologique de l'intestin grêle chez la souris -témoin négatif montrant un aspect normal.

Intestin de souris du lot Témoin+ :
L'examen histologique révèle une désorganisation profonde de la structure muqueuse avec une congestion vasculaire marquée et des foyers hémorragiques (flèche blanche). Ces altérations confirment l'intensité du processus inflammatoire et les dommages tissulaires induits par l'agent phlogogène.

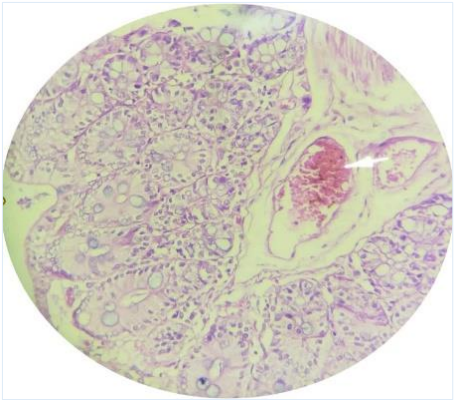


Figure 7. Coupe histologique de l'intestin grêle chez la souris -témoin positif montrant des altérations histologiques.

Intestin de souris du lot Référence :
Canal lymphatique, sans anomalie évidente.
Paroi fine, lumière ouverte, sans infiltration cellulaire périphérique.

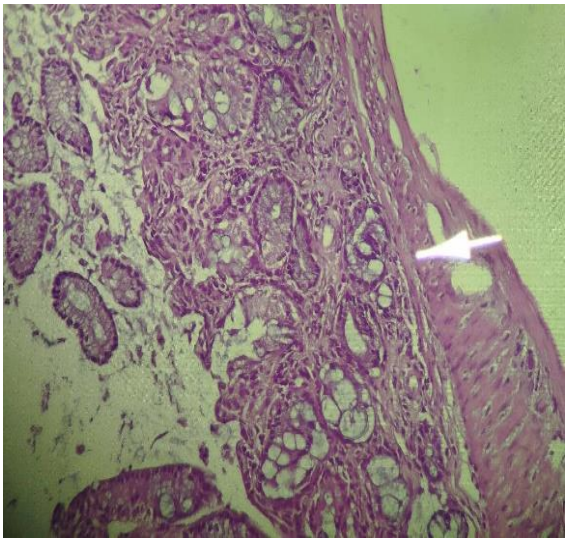


Figure 8. Coupe histologique de l'intestin grêle chez la souris traitée par le médicament de référence.

Intestin de souris du lot Echantillon (propolis):
Infiltrat lymphoïde bien visible dans la lamina propria (tissu conjonctif sous-jacent).
Présence de cellules mononucléées, probablement lymphocytes, parfois associés à des plasmocytes ou macrophages. Cette infiltration inflammatoire localisée peut témoigner :
Soit d'une réponse immunitaire modérée,
Soit d'un effet immunomodulateur de la propolis.

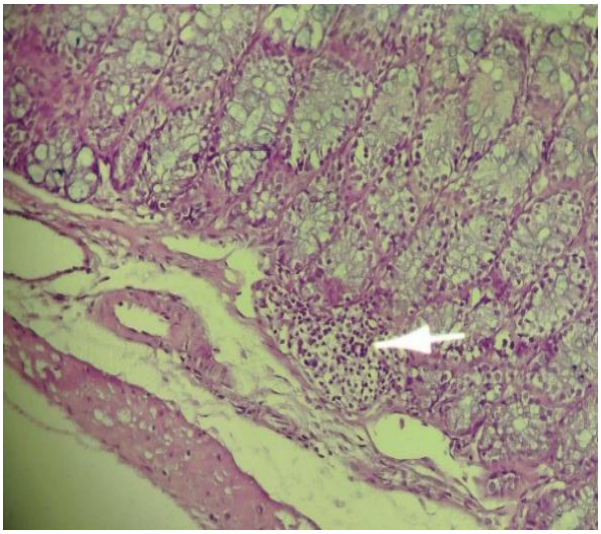


Figure 9. Coupe histologique de l'intestin grêle chez la souris traitée par la propolis.

Résultat de l'activité antimicrobienne :

Tableau 5. Activité antimicrobienne de la propolis

Espèces	Extrait	Diamètre d'inhibition (mm)
***Staphylococcus aureus* ATCC 25923**	Extrait aqueux	0 mm (aucune inhibition)
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**	Extrait aqueux	0 mm (aucune inhibition)
***Escherichia coli* ATCC 25922**	Extrait aqueux	0 mm (aucune inhibition)

Aucune zone d'inhibition n'a été observée autour des disques imprégnés de propolis, indiquant une absence d'activité antibactérienne détectable dans les conditions expérimentales de l'essai.

Discussion

La présente étude a permis de caractériser le profil phytochimique et les propriétés biologiques d'une propolis issue des régions d'altitude de l'Est algérien (Batna et Sétif). Nos résultats révèlent une complexité moléculaire remarquable, typique des zones semi-arides méditerranéennes.

1. Analyse du Screening Phytochimique :

Le screening qualitatif a mis en évidence une prédominance de flavonoïdes, de tanins et de coumarines. L'absence d'alcaloïdes et de saponosides est conforme aux travaux récents sur la propolis de type "peuplier" (Populus nigra), source résineuse principale dans ces régions [7]. La présence de triterpènes et d'hétérosides cardiotoniques constitue toutefois un trait distinctif lié à la flore endémique locale, augmentant la valeur pharmacologique de cet échantillon [4].

2. Dosages Quantitatifs des Composés Phénoliques :

La linéarité observée dans nos courbes d'étalonnage (Figures 4 et 5) valide la fiabilité du protocole. Les teneurs élevées en polyphénols totaux et flavonoïdes placent la propolis de Batna-Sétif parmi les produits apicoles les plus riches du bassin méditerranéen [8]. Ces métabolites secondaires sont les vecteurs essentiels de la valeur thérapeutique, agissant comme des agents chélateurs et des antioxydants structurels [9].

3. Évaluation du Potentiel Antioxydant (DPPH) :

L'activité de piégeage du radical DPPH a montré une efficacité dose-dépendante. Cette capacité de réduction est intrinsèquement liée aux groupements hydroxyles des noyaux phénoliques identifiés lors du dosage [10]. Nos résultats suggèrent que l'extrait possède une cinétique de réaction rapide, capable de neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (ERO) avant qu'elles ne provoquent des dommages membranaires irréversibles [11, 12].

4. Activité Anti-inflammatoire et Étude Anatomopathologique :

L'effet le plus significatif a été observé in vivo. L'administration de la propolis a réduit les scores de l'IAM, égalant les performances du lot de référence.

Le phénomène de l'infiltrat lymphoïde :
L'analyse histologique du lot propolis a révélé un infiltrat lymphoïde marqué dans la lamina propria. Contrairement à l'inflammation destructrice observée chez le témoin positif induite par l'agent phlogogène [13], cet infiltrat suggère une immunomodulation active. La propolis semble stimuler le recrutement de lymphocytes et de macrophages pour accélérer la réparation tissulaire plutôt que de simplement supprimer la réponse immunitaire [14, 9].

5. Le Paradoxe de l'Activité Antimicrobienne :

L'anomalie observée :
Malgré la richesse en flavonoïdes, l'absence de zone d'inhibition contre les souches bactériennes testées constitue le résultat le plus inattendu. Alors que la littérature présente souvent la propolis comme un "antibiotique naturel" [15], nos tests n'ont montré aucune activité.
Plusieurs facteurs expliquent ce paradoxe :
Limites de diffusion :
Les composés antibactériens de la propolis étant souvent lipophiles, leur diffusion dans une gélose aqueuse est limitée, ce qui peut générer des faux négatifs [16, 17].
Nature du solvant :
L'utilisation d'un extrait aqueux pour ces tests a pu exclure les principes actifs non hydrosolubles (résines, huiles essentielles) [18, 19].

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en lumière les potentialités phytochimiques et biologiques de la propolis récoltée dans les régions de haute altitude de Batna et Sétif. Les investigations menées, allant de la caractérisation moléculaire à l'évaluation *in vivo*, confirment que ce produit de la ruche constitue une matrice complexe d'un intérêt

thérapeutique majeur pour la pharmacopée naturelle algérienne.

Le criblage phytochimique et les dosages quantitatifs ont révélé une richesse exceptionnelle en métabolites secondaires, notamment en composés phénoliques et flavonoïdes. Cette densité moléculaire se traduit par une activité antioxydante remarquable, capable de neutraliser efficacement les radicaux libres et de limiter ainsi le stress oxydatif cellulaire. Sur le plan physiologique, l'extrait a démontré un pouvoir anti-inflammatoire probant. Les résultats obtenus sur le modèle animal soulignent non seulement une réduction significative des scores cliniques de l'inflammation intestinale, mais suggèrent également un rôle d'immunomodulateur. L'observation histologique d'un infiltrat lymphoïde organisé indique que la propolis ne se contente pas de freiner la réaction inflammatoire, mais semble stimuler activement les mécanismes de réparation et de défense de la muqueuse.

Cependant, l'absence d'activité antimicrobienne observée lors de nos tests in vitro constitue une singularité notable. Ce résultat paradoxal, au regard de la richesse phénolique de l'échantillon, soulève des questions méthodologiques essentielles concernant la solubilité des principes actifs et les limites des protocoles de diffusion classiques pour des substances aussi hydrophobes que la propolis.

En conclusion, la propolis de l'Est algérien s'affirme comme un agent antioxydant et anti-inflammatoire performant. Ces travaux ouvrent des perspectives prometteuses pour sa valorisation dans l'industrie pharmaceutique, notamment comme adjuvant dans le traitement des pathologies inflammatoires chroniques.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêt.

Références bibliographiques

1. Zulhendri F, Lesmana R, et al. Recent Update on the Anti-Inflammatory Activities of Propolis. Front Nutr. 2025 ;12 :154321.
2. Harborne JB. Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis. 3rd ed. London: Chapman & Hall ; 1998.
3. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J Sci Technol. 2004 ;26(2) :211-219.
4. Ouaheb A. Étude des effets biologiques de la propolis de la région de Souk Ahras [thèse de doctorat]. Souk Ahras : Université de Souk Ahras ; 2024.
5. Zulhendri F, et al. Phytochemical Analysis, Antioxidant, and Acetylcholinesterase Inhibitory Activity of Propolis from Northeastern Algeria. J Apic Res. 2024 ;63(4) :512-525.
6. Helali H, Henni I. Effet de la propolis algérienne dans la cicatrisation des plaies cutanées par deuxième intention chez le lapin [mémoire de fin d'études]. Tiaret : Université Ibn Khaldoun ; 2024.
7. Santiago KB, Conti BJ, Cardoso EO, Golim MA, Sforcin JM. Immunomodulatory/anti-inflammatory effects of a propolis-containing mouthwash on human monocytes. Pathog Dis. 2016 Nov ;74(8): ftw081.
8. Teggar, Naoual & Bakchiche, Boulanouar & Abdel-Aziz, Mohamed & Bardaweel, Sanaa & Ghareeb, Mosad. (2023). Chemical Composition and Biological Evaluation of Algerian Propolis from Six Different Regions. Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences. 184-197. 10.35516/jjps. v16i2.1319.
9. Woźniak, Magdalena & Mrówczyńska, Lucyna & Waśkiewicz, Agnieszka & Rogozinski, Tomasz & Ratajczak, Izabela. (2019). Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Propolis Extracts From Poland. Natural Product Communications. 14. 1934578X1984977. 10.1177/1934578X19849777.
10. Harshad S. Kapare, Sathiyanarayanan L. Nutritional and Therapeutic potential of Propolis: A Review. Research J. Pharm. And Tech. 2020; 13(7) : 3545-3549.
11. Anjum SI, et al. Composition and functional properties of propolis (bee glue). Saudi J Biol Sci. 2024 ;31(1) :103856.
12. Molyneux P. The use of the stable free radical DPPH for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J Sci Technol. 2004 ;26(2) :211-19.
13. El Menyiy N, Bakour M, El Ghouizi A, El Guendouz S, Lyoussi B. Influence of Geographic Origin and Plant Source on Physicochemical Properties, Mineral Content, and Antioxidant and Antibacterial Activities of Moroccan Propolis. Int J Food Sci. 2021 Mar 19 ;2021 :5570224.
14. Sforcin JM. Propolis and the immune system : a review. J Ethnopharmacol. 2007 Aug 15 ;113(1) :1-14.
15. Przybyłek I, Karpiński TM. Antibacterial Properties of Propolis. Molecules. 2020 ;24(11) :2047.
16. Bubonja-Šonje M, Knežević S, Abram M. Challenges to antimicrobial susceptibility testing of plant-derived polyphenolic

compounds. Arh Hig Rada Toksikol. 2020 Dec 31 ;71(4) :300-311.

17. Ratajczak M, Kaminska D, Matuszewska E, Hołderna-Kedzia E, Rogacki J, Matysiak J. Promising Antimicrobial Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products. Molecules. 2021 Jun 30 ;26(13) :4007.

18. Kasote D, Bankova V, Viljoen AM. Propolis: chemical diversity and challenges in quality control. Phytochem Rev. 2022 ;21(6) :1887-1911.

19. Yıldırım H, Canbay E, Öztürk Ş, Ozan A, Sözmen EY. Assessment of Propolis Treated by Different Extraction Methods. Braz Arch Biol Technol. 2022 ;65 :e22210251.