Machine Translated by Google

TYPE Recherche originale
PUBLIÉ LE 25 AOÛT 2025
DOI 10.3389/fmed.2025.1664265

Propriétés antimicrobiennes et antioxydantes de la résine de Boswellia sacra : extraction, évaluation et formulation en crème topique pour applications dermatologiques

ACCÈS OUVERT

ÉDITÉ PAR
Kyu-Ho Yi,
Clinique You & I, République de Corée

REVU PAR
Wong Ka Fai,
Gaddiel Medical Group Limited, Hong
RAS de Kong, Chine
Isabella Rosellini,
Université d'État de Malang, Indonésie

*CORRESPONDANCE
Abdulhakim Al-Saban
abdulhakimalsaban@gmail.com

REÇU LE 23 JUILLET 2025
ACCEPTÉ LE 11 AOÛT 2025
PUBLIÉ LE 25 AOÛT 2025

CITATION
Al-Saban A, Maad AH, Al-Sham AS et Saad HM (2025) Propriétés antimicrobiennes et antioxydantes de la résine de Boswellia sacra : extraction, évaluation et formulation en une crème topique pour applications dermatologiques.

Front. Med. 12:1664265.
est ce que je: 10.3389/fmed.2025.1664265

DROITS D'AUTEUR
© 2025 Al-Saban, Maad, Al-Sham et Saad.
Cet article est en libre accès et distribué selon les termes de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). L'utilisation, la diffusion ou la reproduction dans d'autres contextes sont autorisées, à condition que l'auteur ou les auteurs originaux et le ou les titulaires des droits d'auteur soient mentionnés et que la publication originale dans cette revue soit citée, conformément aux usages académiques. Toute utilisation, diffusion ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

Abdulhakim Al-Saban1 *, Abdullah H. Maad2 , Ali Salman Al-Sham1,3 et Hammood Mohamed Saad1

[1]Département de pharmacie, Université Jiblah des sciences médicales et de la santé, Ibb, Yémen, 2Département de pharmacie galénique, Faculté de pharmacie, Université Al-Ameed, Karbala, Irak, 3Département de Pharmacologie, Faculté de médecine, Université de Sanaa, Sanaa, Yémen

Contexte : La résine d'encens (Boswellia sacra) est utilisée en médecine traditionnelle depuis des millénaires pour ses propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et cicatrisantes. Des recherches récentes ont confirmé son potentiel thérapeutique, notamment contre les souches bactériennes résistantes et le stress oxydatif.
Objectif : Cette étude vise à évaluer les propriétés antimicrobiennes et antioxydantes de la résine de Boswellia sacra , extraite à l'éthanol, et à formuler une crème topique à usage dermatologique, ciblant spécifiquement les infections cutanées et les affections inflammatoires telles que l'acné.

Méthodes : Deux techniques ont été utilisées pour extraire la résine d'encens : la macération et l'extraction Soxhlet. La méthode de diffusion en puits a permis d'évaluer l'activité antibactérienne contre Escherichia coli, Bacillus cereus, Pseudomonas aeruginosa et Staphylococcus aureus. Le test de piégeage du radical DPPH a été utilisé pour déterminer l'activité antioxydante. Nous avons élaboré et évalué les caractéristiques physiques d'une crème contenant de l'extrait de Boswellia sacra , telles que sa texture, son homogénéité et son étalement.

Résultats : L'extrait éthanolique de Boswellia sacra a démontré une efficacité antibactérienne remarquable, notamment contre Staphylococcus aureus, avec une zone d'inhibition de 15 mm à une concentration de 100 mg/mL. L'activité antioxydante était dose-dépendante, l'extraction Soxhlet présentant une activité de piégeage des radicaux libres supérieure (84,66 %) à celle obtenue par macération. La crème développée présentait d'excellentes caractéristiques organoleptiques, telles qu'homogénéité, onctuosité et facilité d'application, suggérant son aptitude à un usage topique.

Conclusion : Les résultats confirment les propriétés antibactériennes et antioxydantes remarquables de la résine de Boswellia sacra . La crème formulée constitue une option intéressante pour le traitement des infections cutanées et des affections inflammatoires, alliant les applications traditionnelles aux compositions pharmacologiques modernes.

MOTS-CLÉS
résine d'encens , activité antibactérienne, formulation en crème, antioxydant, plantes médicinales

Machine Translated by Google

Introduction

Historiquement, l'ethnomédecine a largement utilisé toutes les parties de la plante, y compris l'écorce, le fruit, les feuilles, la tige et les racines, qui possèdent toutes des vertus thérapeutiques. L'usage des plantes médicinales et des extraits botaniques est reconnu comme une alternative aux médicaments de synthèse ou pharmaceutiques, souvent en raison de leurs effets secondaires réduits. Il apparaît que le recours aux techniques de la phytothérapie s'inscrit dans un regain d'intérêt pour les remèdes naturels, généralement dépourvus ou présentant peu d'effets secondaires. La littérature védique décrit abondamment l'utilisation de la phytothérapie pour le traitement de diverses maladies (1, 2). L'encens, également appelé oliban, est une substance extraite de l'écorce des arbres du genre Boswellia, en particulier de Boswellia sacra et Boswellia serrata.

Elle constitue un élément essentiel de la médecine traditionnelle et de diverses pratiques culturelles depuis plus de 5 000 ans. Ses propriétés thérapeutiques, notamment anti-inflammatoires, antimicrobiennes et antioxydantes, sont très appréciées. Elle a été employée pour traiter diverses affections, telles que l'arthrite, l'asthme, les infections cutanées et même la prévention du cancer, dans des régions comme l'Inde, l'Afrique et le Moyen-Orient (3, 4). Son utilisation est largement décrite dans la littérature védique pour le traitement de diverses maladies (5).

Des recherches récentes, menées selon des méthodologies scientifiques rigoureuses, ont confirmé ces applications conventionnelles. Par exemple, Al-Harrasi et al. (3) ont souligné l'activité antimicrobienne à large spectre de Boswellia sacra, particulièrement efficace contre les bactéries résistantes aux médicaments, telles que le SARM. Dans le même ordre d'idées, Di Stefano et al. (6) ont démontré que l'encens

Des huiles provenant de diverses régions ont démontré d'importantes propriétés antibactériennes. Leurs recherches ont indiqué que la composition chimique des huiles d'encens dépend de leur origine géographique, ce qui peut influencer leur efficacité contre différents agents pathogènes. De plus, (7) ont démontré que les résines des espèces de Boswellia possèdent d'importantes propriétés antibactériennes et antifongiques, notamment lorsqu'elles sont extraites à l'éthanol.

L'encens présente une activité antioxydante prometteuse, en plus de ses propriétés antimicrobiennes. Shen et al. (4) ont vérifié que les extraits d'encens, notamment ceux riches en composés phénoliques, possèdent une forte capacité à piéger les radicaux libres. Ces propriétés sont responsables de leurs effets protecteurs contre le stress oxydatif et les lésions cellulaires. Ces résultats concordent avec des recherches antérieures suggérant la présence d'antioxydants, dont les flavonoïdes et les acides boswelliques, reconnus pour leurs fonctions protectrices pour la santé de la peau et leurs propriétés anti-inflammatoires (12). De plus en plus de preuves soulignent le potentiel de l'encens comme agent médicinal et comme ingrédient dans les formulations de soins de la peau, favorisant ainsi le développement de produits thérapeutiques naturels. L'incorporation d'extraits d'encens dans les formulations topiques, en particulier pour des affections telles que l'acné, la dermatite et d'autres troubles cutanés inflammatoires, est motivée par la demande croissante de cosmétiques naturels. Zhang et al. (8) ont souligné l'efficacité des crèmes hydratantes à base d'encens dans le traitement de l'acné, en citant leur capacité à favoriser la cicatrisation et à réduire l'inflammation. L'objectif du développement de ces formulations est de tirer parti de la double fonction de l'encens en tant qu'ingrédient cosmétique et thérapeutique, offrant ainsi une solution naturelle

Alternative aux traitements synthétiques, les soins naturels sont de plus en plus demandés, et les extraits de plantes aux vertus cosmétiques et thérapeutiques sont intégrés aux applications topiques. L'encens, ingrédient essentiel des préparations phytothérapeutiques contemporaines, est reconnu pour sa composition bioactive et son profil aromatique.

Selon Rahman et al. (9), les crèmes hydratantes contenant des extraits de Boswellia favorisent la cicatrisation et réduisent l'inflammation, ce qui concorde avec des observations ethnobotaniques antérieures. L'utilisation de phytocosmétiques exploitant les propriétés antioxydantes et antimicrobiennes de ces substances est en plein essor, offrant des alternatives plus sûres et plus efficaces aux produits de synthèse (10). Cette étude approfondit ces découvertes en analysant l'extraction de Boswellia sacra

L'objectif est de transformer la résine d'encens en un produit à usage dermatologique, en évaluant ses propriétés antioxydantes et antimicrobiennes . Il s'agit de proposer une méthode moderne et scientifiquement validée d'utilisation de l'encens dans le traitement des infections et affections cutanées inflammatoires, conformément aux dernières avancées en médecine naturelle et en cosmétique.

Méthodologie

Préparation de l'échantillon

Préparation des échantillons

La résine d'encens utilisée dans cette étude provient de Boswellia sacra, une espèce indigène des régions arides et montagneuses du Yémen. Cette résine a été achetée sur les marchés locaux de Sanaa, au Yémen, où Boswellia sacra est traditionnellement récoltée. Son identification et son authentification ont été réalisées grâce à ses caractéristiques morphologiques, conformes aux descriptions de Boswellia sacra disponibles dans la littérature (3). Les échantillons de résine ont été obtenus auprès de vendeurs locaux qui récoltent et commercialisent l'encens dans la région depuis de nombreuses années. L'espèce a été vérifiée par inspection visuelle et grâce à l'expertise locale concernant la plante. Après la récolte, la résine a été nettoyée afin d'éliminer les impuretés et les matières étrangères, puis séchée à l'ombre pour préserver ses composés bioactifs. La résine séchée a ensuite été broyée en une poudre grossière à l'aide d'un mortier et d'un pilon, préparant ainsi la matière première pour l'extraction.

Extraction de résine d'encens

L'extraction à l'éthanol a été réalisée en utilisant deux techniques différentes : la macération et l'extraction Soxhlet, afin de comparer l' efficacité de chaque méthode pour extraire les composés bioactifs de la résine d'encens.

Méthode de macération

- La résine d'encens séchée (200 g) a été finement réduite en poudre et mélangée avec 300 mL d'éthanol à 96 % dans un récipient en verre.
- Le mélange a été laissé à température ambiante pendant 72 h, avec une agitation intermittente toutes les 12 h pour assurer une extraction efficace des composés actifs de la résine.

Machine Translated by Google

• Après la période d'extraction, la solution a été filtrée à travers du papier filtre Whatman n° 1 pour éliminer tout débris solide, et l' extrait d'éthanol résultant a été recueilli et stocké pour une utilisation ultérieure.

méthode d'extraction Soxhlet

• Dans cette méthode, 50 g de résine d'encens en poudre ont été placés dans la chambre d'extraction de l'appareil Soxhlet, et 300 mL d'éthanol à 96 % ont été ajoutés au flacon de solvant.

L'extraction a été réalisée à une température d'environ 80 °C, avec des cycles de solvant pendant 6 h. Cette méthode assure une extraction plus complète des composés actifs de la résine.

• Une fois l'extraction terminée, l'extrait d'éthanol a été recueilli et filtré pour éliminer toute particule solide, et la solution résultante a été conservée à température ambiante pour une analyse ultérieure.

Analyse phytochimique

Nous avons réalisé un criblage phytochimique afin de déterminer la présence de plusieurs composés bioactifs dans la résine d'encens. Nous avons utilisé les méthodes suivantes pour analyser les extraits :

1. Test de dépistage des stéroïdes : Nous avons utilisé les tests de Salkowski et de Liebermann.

   Des tests de Burchard sont utilisés pour détecter la présence de stéroïdes dans les extraits. Lors du test de Salkowski, l'ajout de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré à l'extrait révèle la présence de stéroïdes par l'apparition d'une coloration rouge-violette. Dans le test de Liebermann-Burchard, l'extrait est chauffé après l'ajout d'anhydride acétique et d'acide sulfurique ; la présence de stéroïdes est confirmée par un changement de couleur, devenant vert ou bleu.

2. Test des triterpénoïdes : Les triterpénoïdes ont été détectés à l'aide des tests de Salkowski et de Liebermann-Burchard, similaires à ceux utilisés pour les stéroïdes, où un changement de couleur indiquait leur présence.
3. Recherche de saponines : Les saponines ont été détectées par le test de la mousse. Une quantité minimale d'extrait a été agitée avec de l'eau ; la formation d'une mousse stable a indiqué la présence de saponines.
4. Recherche d'alcaloïdes : La présence d'alcaloïdes a été recherchée à l'aide des réactifs de Dragendorff et de Mayer. La formation d'un précipité orange avec le réactif de Dragendorff et d'un précipité blanc avec le réactif de Mayer a indiqué une réaction favorable.
5. Test des flavonoïdes : Les flavonoïdes ont été identifiés par le test au réactif alcalin. Une coloration jaune qui s'incolore à l'acidification indique la présence de flavonoïdes.
6. Test des tanins : La présence de tanins a été recherchée par l'ajout de quelques gouttes d'une solution d'acétate de plomb à 10 % à l'extrait. La formation d'un précipité blanc a confirmé leur présence.
7. Recherche de glycosides : Le test de Keller-Killiani a été utilisé pour identifier les glycosides. Une coloration brun-rougeâtre à l'interface entre l' extrait et l'acide sulfurique indiquait la présence de glycosides.
8. Test des glucides : La présence de glucides a été confirmée à l'aide de la solution de Fehling, qui a produit un précipité rouge brique en présence de sucres réducteurs.
9. Test des protéines et des acides aminés : Le test du biuret, qui devient violet ou pourpre en présence de liaisons peptidiques, a été utilisé pour identifier les protéines et les acides aminés.

Tests d'activité antimicrobienne

Préparation de suspensions microbiennes

Les souches microbiennes ont été incubées dans un bouillon nutritif (pour les bactéries) et un bouillon Sabouraud dextrose (pour les champignons) pendant une nuit à 37 °C. Les suspensions microbiennes ont été calibrées à une concentration d'environ 1 × 10 UFC/mL à l'aide d'un spectrophotomètre, garantissant des concentrations bactériennes et fongiques constantes dans tous les essais.

méthode de diffusion en puits d'agar

1. Préparation des plaques d'agar : des plaques d'agar Muller-Hinton (MHA) ont été préparées et inoculées avec 100 µL de la suspension microbienne standardisée, répartie uniformément à l'aide d'une tige de verre stérile.
2. Préparation des extraits : Les extraits éthanoliques obtenus par macération et extraction Soxhlet ont été dilués à quatre concentrations : 100, 75, 50 et 25 mg/mL, en utilisant le diméthylsulfoxyde (DMSO) comme solvant. Un disque de ciprofloxacine (10 µg) a servi de témoin positif, tandis que le DMSO a servi de témoin négatif.
3. Inoculation des plaques : À l'aide d'un emporte-pièce stérile, des puits de 6 mm de diamètre ont été créés sur les plaques de gélose, puis remplis de 100 µL de chaque extrait à différentes concentrations.
4. Incubation : Les boîtes de Petri inoculées ont été incubées à 37 °C pendant 24 h (bactéries) et 48 h (champignons).
5. Évaluation des résultats : Après incubation, le diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque puits a été mesuré en millimètres.

   La zone d'inhibition était indicative de l'efficacité antimicrobienne de l'extrait. Plus la zone d'inhibition était grande, plus l' activité antimicrobienne était importante.

Tests d'activité antioxydante

La capacité antioxydante des extraits éthanoliques obtenus par macération et extraction Soxhlet a été évaluée à l'aide du test de piégeage du radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), une technique standard pour évaluer le potentiel antioxydant des extraits végétaux.

Test de piégeage des radicaux DPPH

1. Préparation de la solution de DPPH : Une solution de DPPH à 90 µM dans le méthanol a été préparée. Le radical DPPH est un radical libre stable présentant une forte absorbance à 517 nm.
2. Préparation des extraits : L'extrait éthanolique d'encens
   La résine a été diluée à des concentrations finales de 100, 75, 50, 25, 12,5 et 6,25 mg/mL en utilisant du méthanol.
3. Réaction : 1 mL de chaque échantillon a été combiné avec 1 mL de solution de DPPH, et le mélange réactionnel a été incubé à température ambiante pendant 30 min en l'absence de lumière.
4. Mesure de l'absorbance : L'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.
   L'acide ascorbique (vitamine C) a été utilisé comme témoin positif.
5. Calcul du pourcentage d'inhibition : L'activité antioxydante a été exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH.

   calculé à l'aide de la formule suivante : $_{JE\%} = \frac{AA^{\circ} -}{^{\circ}_{UN}} \times 100.$

   Où A est l'absorbance du contrôle DPPH et A est l'absorbance de la solution échantillon.

Machine Translated by Google

6. Détermination de l'IC50 : La valeur IC50, qui est la concentration requise pour piéger 50 % des radicaux DPPH, a été déterminée en traçant le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration.

Formulation d' une crème à base de résine d'encens

Afin d'explorer l'application pratique de la résine de Boswellia sacra en tant que produit topique, une formulation de crème a été développée incorporant l'extrait d'éthanol.

Ingrédients utilisés

Phase huileuse :

- Beurre de karité : 45 g
- Huile de coco : 2,5 g
- Huile de jojoba : 2,5 g
- Alcool acétylique : 5 g
- Extrait de Boswellia sacra (par extraction Soxhlet) : 2 g

Phase aqueuse :

- Cétrimide : 1 g
- Eau distillée : 45 g

processus de préparation de la crème

1. Préparation de la phase huileuse : 45 g de beurre de karité ont été chauffés au bain-marie à 70–75 °C jusqu'à fusion. Les huiles restantes… huile de coco (2,5 g), huile de jojoba (2,5 g) et alcool acétylique (5 g) — ont été ajoutés au beurre de karité fondu et mélangés jusqu'à homogénéité.

2. Préparation de la phase aqueuse : Le cétrimide (1 g) a été dissous dans de l'eau distillée (45 g) et chauffé à la même température (70–75 °C).

3. Émulsification : La phase huileuse a été ajoutée progressivement à la phase aqueuse sous agitation continue à l'aide d'une tige de verre. Le mélange a été remué jusqu'à refroidissement et solidification, donnant une crème lisse et homogène.

4. Évaluation des propriétés physiques :
   - Couleur : La couleur de la crème a été observée visuellement (blanche, avec une légère teinte jaunâtre due à l'extrait d'encens).
   - Odeur : L'arôme de la crème a été évalué pour son caractéristiques aromatiques.
   - Texture : La texture de la crème a été évaluée au toucher, s'assurant qu'elle était lisse et facile à étaler.
   - Homogénéité : L'uniformité de la crème a été évaluée. en veillant à l'absence de séparation des phases.
   - Étalement : La capacité de la crème à s'étaler uniformément sur la peau a été testée en appliquant une petite quantité sur l'avant-bras.

Analyse des données

Toutes les expériences ont été réalisées en trois exemplaires. Les données sont présentées sous forme de moyenne ± écart-type (ET). L'analyse statistique a été effectuée par une ANOVA à un facteur, suivie d'un test post-hoc de Tukey pour évaluer les comparaisons multiples entre les groupes de traitement. Le seuil de signification statistique a été fixé à $p < 0,05$.

Résultats

Le tableau 1 montre que les techniques de macération et d'extraction Soxhlet ont permis d'obtenir des extraits riches en composés bioactifs variés , tels que des stérols, des triterpénoïdes, des flavonoïdes, des tanins et des alcaloïdes. La présence de ces composés phytochimiques confirme les propriétés antibactériennes, antioxydantes et anti-inflammatoires de la résine, essentielles à son efficacité médicinale.

Le tableau 2 démontre que l'extrait de macération a présenté une activité antibactérienne significative contre Staphylococcus aureus, avec

TABLEAU 1 Analyse phytochimique de Boswellia sacra.

constituant phytochimique	réactif de test	Extraits bruts	
		Éthanol par macis.	Éthanol par chaussettes.
stéroïdes	Salkowski	+	+
	Lieberman	+	+
triterpénoïdes	Salkowski	+	+
	Lieberman	+	+
Saponine	Test de mousse	+	+
Alcaloïde	Dragendorfs	+	+
	Mayer	+	+
flavonoïdes	Alcalin	+	+
tanins	Acétate de plomb 10%	+	+
Glycosides	Keller-Kiliani	+	+
Glucides	Général	+	+
	Fehling	+	+
Protéines et acides aminés	Biuret	+	+

(+) présence, (−) absence, (mace) : macération, (sox) : Soxhlet.

Machine Translated by Google

TABLEAU 2 Efficacité antimicrobienne des extraits de résine de Boswellia sacra (méthode de macération) contre des souches bactériennes et fongiques sélectionnées.

Concentration (mg/mL)	Staphylocoque aureus	Pseudomonas aeruginosa	Bacille cereus	Escherichia coli	Candida albicans
100	15 mm	14 mm	13 mm	12 mm	Aucune activité
75	14 mm	13 mm	12 mm	11 mm	Aucune activité
50	12 mm	11 mm	11 mm	9 mm	Aucune activité
25	10 mm	9 mm	8 mm	7 mm	Aucune activité

TABLEAU 3 Efficacité antimicrobienne des extraits de résine de Boswellia sacra (méthode Soxhlet) contre des souches bactériennes et fongiques sélectionnées.

Concentration (mg/mL)	Staphylocoque aureus	Pseudomonas aeruginosa	Bacille cereus	Escherichia coli	Candida albicans
100	15 mm	14 mm	16 mm	15 mm	Aucune activité
75	14 mm	13 mm	14 mm	13 mm	Aucune activité
50	13 mm	12 mm	13 mm	12 mm	Aucune activité
25	11 mm	9 mm	12 mm	10 mm	Aucune activité

TABLEAU 4 Activité antioxydante des extraits de Boswellia sacra à l'aide du test DPPH.

Concentration (mg/mL)	Extrait Soxhlet RSA (%)	Extrait de macération RSA (%)	Acide ascorbique RSA (%)
100	84,66%	28,43%	90,09%
75	68,47%	23,74%	63,89%
50	48,88%	21,61%	48,88%
25	42,17%	19,38%	42,17%
12,5	18,53%	7,34%	18,53%
6,25	11,39%	4,15%	11,39%

Une zone d'inhibition de 15 mm à une dose de 100 mg/mL indique de fortes propriétés antimicrobiennes. D'autres souches bactériennes, telles que Pseudomonas aeruginosa, Bacillus cereus et Escherichia coli, ont présenté une activité antimicrobienne modérée, avec des zones d'inhibition comprises entre 9 et 14 mm à des concentrations élevées (100 mg/mL). mL). L'absence d'action antifongique contre Candida albicans
Cela suggère que les extraits d'encens seraient plus efficaces contre les infections bactériennes que contre les infections fongiques.

Le tableau 3 indique que l'extrait Soxhlet a démontré une activité antibactérienne significative, avec des zones d'inhibition de 15 mm pour Staphylococcus aureus et de 16 mm pour Bacillus cereus à une concentration de 100 mg/mL, ce qui témoigne d'une efficacité supérieure à celle de la macération. Les zones d'inhibition pour Pseudomonas aeruginosa et Escherichia coli étaient significatives, mesurant respectivement 14 mm et 15 mm, ce qui indique que l'extraction Soxhlet est très efficace contre les bactéries Gram-positives et Gram-négatives.
Tout comme l'extrait de macération, l'extrait Soxhlet avait une activité antifongique négligeable contre Candida albicans.

Le tableau 4 illustre que l'extrait Soxhlet présente une activité antioxydante nettement supérieure à celle de l'extrait de macération, avec une activité de piégeage des radicaux libres (APR) de 84,66 % à 100 mg/mL, ce qui souligne sa capacité accrue à neutraliser les radicaux libres. L' extrait de macération présente une APR de seulement 28,43 % à 100 mg/mL, ce qui indique une efficacité antioxydante inférieure et suggère que l'extraction Soxhlet est plus efficace pour isoler les composés antioxydants de la résine. Acide ascorbique

TABLEAU 5 Valeurs IC50 pour l'activité de piégeage des radicaux DPPH.

Type d'extraction	Valeur IC50 (mg/mL)
Extrait Soxhlet	45 mg/mL
Extrait de macération	120 mg/mL

(La vitamine C), utilisée comme témoin positif, a présenté l' activité antioxydante la plus élevée (90,09 % RSA), tandis que l'extrait Soxhlet a démontré une efficacité similaire, illustrant l'importance de l'encens comme antioxydant naturel.

Le tableau 5 montre que l'extrait Soxhlet présente une valeur IC50 inférieure (45 mg/mL) à celle de l'extrait de macération (120 mg/mL), ce qui indique des propriétés antioxydantes supérieures. Ce résultat confirme l'hypothèse selon laquelle l'extraction Soxhlet est plus efficace pour isoler les composés phénoliques et antioxydants de la résine.

La figure 1 montre que l'extrait d'encens possède des propriétés antibactériennes dont l'efficacité augmente avec la concentration. Cet extrait semble plus efficace contre certains micro-organismes, ce qui indique son potentiel en tant qu'agent antimicrobien sélectif.

Le tableau 6 démontre que l'extrait de Boswellia sacra possède des propriétés antioxydantes remarquables, les concentrations élevées induisant une activité de piégeage des radicaux libres accrue. L'acide ascorbique s'est révélé être l'agent antioxydant le plus puissant, suivi par les procédés d'extraction Soxhlet et de macération.

Machine Translated by Google

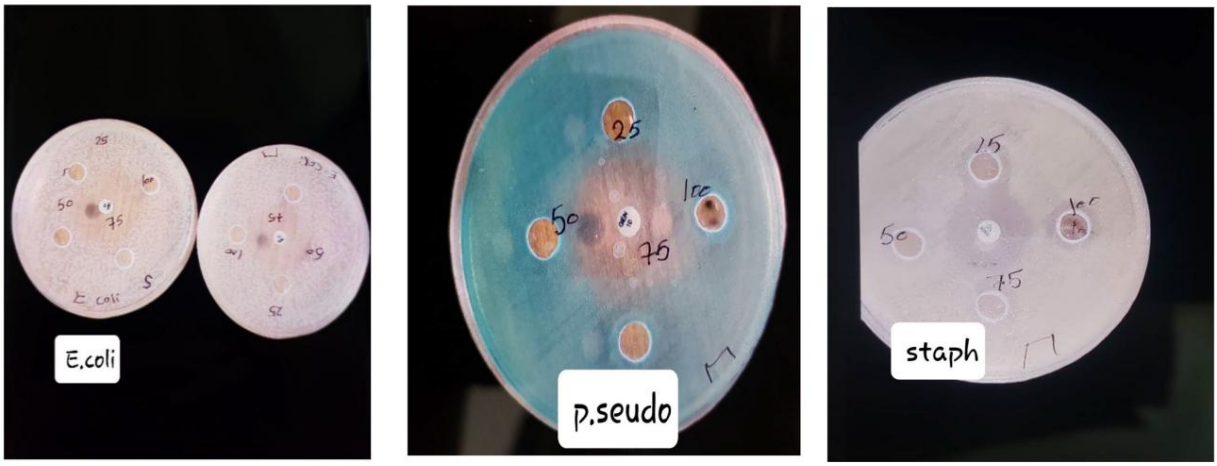


FIGURE 1

Zones d'inhibition autour des puits contenant l' extrait d'encens à différentes concentrations pour chaque micro-organisme.

TABLEAU 6 Activité de piégeage des radicaux de l'extrait de Boswellia sacra .

Concentration d'extrait de Boswellia sacra (mg/mL)	Absorbance à 517 nm (macération)	Activité de piégeage des radicaux % (macération)	Absorbance à 517 nm (Soxhlet)	Activité de piégeage des radicaux % (Soxhlet)	Absorbance à 517 nm (acide ascorbique)	Activité de piégeage des radicaux % (acide ascorbique)
100	0,672	28.43	0,144	84,66	–	–
75	0,716	23,74	0,296	68,47	–	–
50	0,726	22,68	0,339	63,89	0,093	90,09
25	0,737	21,61	0,480	48,88	–	–
12,5	0,757	19,38	0,543	42,17	–	–
6,25	0,870	7.34	0,765	18.53	–	–
3.12	0,900	4.15	0,832	11,39	–	–

TABLEAU 7 Caractéristiques physiques de la formulation de crème à base d'extrait de Boswellia sacra .

Paramètre	Crème
Couleur	Blanc
Odeur	Aromatique
Texture	Doux
Homogénéité	Excellent
Cohérence	Excellent
Capacité de diffusion	Bon/Excellent

Le tableau 7 montre que la crème à base d' extrait de Boswellia sacra présente des caractéristiques physiques avantageuses, telles qu'une texture lisse, une homogénéité constante et une composition non grasse, la rendant ainsi adaptée à un usage cosmétique. Son parfum caractéristique d'encens renforce son attrait pour les compositions cosmétiques. De plus, sa facilité d'application, essentielle pour une application topique efficace, indique son potentiel dans le traitement de pathologies dermatologiques comme l'acné ou les infections bénignes.

Discussion

La phytothérapie a enrichi de nombreux médicaments puissants l'arsenal thérapeutique étendu de la recherche médicale contemporaine à travers le monde. Que ce soit sous forme brute ou sous forme de composés chimiques purs servant de base à l'élaboration de médicaments modernes (11). D'après les résultats des tests antimicrobiens, les extraits de Boswellia sacra (macération et Soxhlet) ont démontré une forte activité antibactérienne, notamment contre deux pathogènes cutanés importants, Staphylococcus aureus, connus pour provoquer des infections telles que la cellulite, l'acné et les abcès. et Pseudomonas aeruginosa. Les deux techniques d'extraction ont généré des zones d'inhibition de 15 mm contre Staphylococcus aureus à la dose maximale (100 mg/mL), suggérant de puissantes propriétés antibactériennes. Cependant, l'extrait Soxhlet a montré une efficacité légèrement supérieure, avec des zones d'inhibition pour Bacillus cereus atteignant 16 mm. Ceci confirme la meilleure efficacité d'extraction des composés bioactifs par la méthode Soxhlet. De plus, l'étude a révélé une efficacité antifongique minimale contre la souche fongique courante Candida albicans, associée aux infections cutanées. Ce résultat est conforme aux recherches antérieures indiquant que les extraits de Boswellia ont généralement des effets antibactériens plus puissants que des effets antifongiques (4, 7). Cette observation pourrait être due à l'encens.

Machine Translated by Google

Elle contient des composants bioactifs particuliers, comme les acides boswelliques et les triterpénoïdes, qui agissent mieux contre les structures de la paroi cellulaire bactérienne que contre les membranes cellulaires fongiques.

Le pouvoir antioxydant de Boswellia sacra a été déterminé par le test de piégeage du radical DPPH, qui évalue la capacité de l'extrait à neutraliser les radicaux libres. À 100 mg/mL, l'extrait Soxhlet présentait une activité de piégeage des radicaux de 84,66 %, nettement supérieure à celle de l' extrait obtenu par macération (28,43 %). Ce résultat montre que l' extraction Soxhlet, qui utilise un cycle continu de solvant, est plus efficace pour extraire de la résine les composés antioxydants actifs, probablement des composés phénoliques et des flavonoïdes. L' activité antioxydante accrue de l'extrait Soxhlet démontre le potentiel de la résine en tant que source naturelle d'antioxydants, pouvant contribuer à protéger la peau du stress oxydatif et du vieillissement induit par les radicaux libres.

L'extrait Soxhlet présentait une CI50 de 45 mg/mL, démontrant son efficacité à piéger les radicaux libres même à faibles concentrations, ce qui en fait un ingrédient prometteur pour les compositions cosmétiques antioxydantes. Comparé à l'acide ascorbique (90,09 % RSA), l'extrait d'encens est plus puissant, bien que l'acide ascorbique demeure l'un des antioxydants naturels les plus efficaces, soulignant ainsi l'intérêt de l'encens comme alternative compétitive.

La mise au point efficace d'une crème topique à base d'extrait de Boswellia sacra a démontré son potentiel pour une application dermatologique pratique. La crème a démontré une texture, une étalabilité et une homogénéité supérieures, qualités essentielles pour une application topique efficace. Son parfum d'encens est particulièrement agréable.
Ce produit a été enrichi d'un parfum naturel, un atout très recherché en cosmétique. Sa texture non grasse et son application facile en font un choix idéal pour traiter les problèmes de peau tels que l'acné, les petites blessures et les inflammations.

La stabilité de la crème, attestée par l'absence de séparation de phases, garantit une dispersion homogène des principes actifs, assurant ainsi des effets thérapeutiques constants à chaque application.
Les propriétés antioxydantes et antibactériennes de cette crème, issues de l'extrait de Boswellia sacra, renforcent son potentiel en tant que soin naturel pour la peau. Les résultats de cette étude concordent avec ceux de nombreuses études antérieures sur les espèces de Boswellia, notamment les travaux d'Al-Harrasi et al. (3), qui ont mis en évidence une activité antimicrobienne significative contre Staphylococcus aureus, et ceux de Shen et al. (4), qui ont confirmé le potentiel antioxydant des extraits d'encens. Par ailleurs, Rahman et al. (9) ont intégré avec succès un extrait d'encens dans un baume topique pour la cicatrisation des plaies, confirmant ainsi l'intérêt de l'utilisation de Boswellia sacra dans les formulations dermatologiques.

Cette étude élargit le potentiel de l'encens en tant qu'agent antioxydant, offrant de nouvelles perspectives sur son utilisation dans les soins de la peau destinés à atténuer le stress oxydatif et les effets du vieillissement. Les études précédentes se concentraient principalement sur ses propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes. L'efficacité supérieure de l'extrait Soxhlet lors des tests antibactériens et antioxydants démontre la pertinence de cette technique d'extraction des substances bioactives, ce qui en fait une option idéale pour de futures applications commerciales. Les conclusions de l'étude mettent en évidence plusieurs utilisations importantes de l'extrait de Boswellia sacra : soins de la peau antibactériens : grâce à ses propriétés antimicrobiennes contre les pathogènes cutanés courants, l'extrait d'encens pourrait être utilisé dans des produits tels que les crèmes, les lotions et les traitements contre l'acné. Cosmétiques anti-âge et antioxydants : les puissantes propriétés antioxydantes de l'extrait Soxhlet en font un atout majeur. L'encens se justifie dans les produits anti-âge qui protègent la peau des dommages oxydatifs causés par les radicaux libres. Cicatrisation et action anti-inflammatoire : les préparations modernes à base d'encens, aux propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires, étendent son usage traditionnel de cicatrisation aux coupures, écorchures et infections cutanées bénignes.

De plus, cette étude présente plusieurs limites qu'il convient de souligner. Premièrement, l'évaluation antimicrobienne s'est appuyée exclusivement sur la méthode de diffusion en puits sur gélose, appropriée pour un criblage préliminaire mais ne fournissant pas de paramètres quantitatifs tels que la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide/fongicide (CMB/CMF). Ces mesures sont essentielles pour déterminer la pertinence clinique des effets antibactériens observés et seront intégrées aux recherches futures. Deuxièmement, les tests antifongiques se sont limités à une seule souche de Candida albicans, sans activité observée, ce qui limite la généralisation des résultats. Des études complémentaires sont nécessaires pour évaluer l'activité contre un plus large éventail d' espèces fongiques cliniquement significatives, notamment les dermatophytes et les souches résistantes. Troisièmement, le criblage phytochimique a donné des résultats positifs pour toutes les classes de composés testées dans les deux extraits, ce qui soulève des interrogations quant à la spécificité des méthodes qualitatives utilisées. Les tests colorimétriques classiques peuvent être sujets à des réactions croisées et à des faux positifs. Les travaux futurs intégreront des techniques analytiques avancées telles que la CLHP, la LC-MS et la GC-MS afin de confirmer et de quantifier précisément chaque composé bioactif. Quatrièmement, les données de rendement d'extraction n'ont pas été enregistrées, empêchant une comparaison quantitative de l'efficacité des techniques Soxhlet et de macération et ne permettant pas de justifier les affirmations d'efficacité. Cinquièmement, des incohérences ont été observées dans les données d'activité antioxydante (tableau 6) , certaines concentrations ne suivant pas la relation concentration-activité attendue. Ces écarts peuvent résulter de la variabilité expérimentale, des limitations du test DPPH ou de la composition complexe des extraits bruts, et ils fragilisent l'interprétation du pouvoir antioxydant. Sixièmement, l'évaluation des propriétés physiques de la crème était largement subjective, reposant uniquement sur des évaluations visuelles et manuelles sans mesures quantitatives telles que la viscosité, l'indice d'étalement et l'analyse de texture, pourtant essentielles à la validation scientifique. Septièmement, la formulation de la crème n'a pas été soumise aux tests critiques de stabilité du produit, notamment le suivi du pH au fil du temps, la stabilité accélérée sous cycles thermiques, l'efficacité des conservateurs (tests de provocation) et les évaluations de sécurité microbiologique. Ces tests sont indispensables pour garantir la qualité, la sécurité et la durée de conservation du produit. Enfin, cette étude s'est limitée à des expériences in vitro, sans essais in vivo ni cliniques visant à valider l'efficacité et l'innocuité des extraits de Boswellia sacra ou de la crème formulée en conditions réelles d'utilisation. Les recherches futures devront combler ces lacunes en incluant la détermination quantitative du rendement, un profilage phytochimique avancé, l'analyse des CMI/CMB, des tests antifongiques plus complets, des évaluations physico-chimiques et de stabilité détaillées de la crème, des évaluations de l'efficacité des conservateurs et de la sécurité microbiologique, ainsi que des études cliniques afin d'améliorer la fiabilité et la pertinence translationnelle des résultats.

Les études futures devraient s'attacher à optimiser le procédé d'extraction en vue d'une production à grande échelle, ainsi qu'à réaliser des essais cliniques afin d'évaluer l'efficacité et l'innocuité des produits à base d'encens chez l'humain. Par ailleurs, l'étude de combinaisons synergiques d'extrait d'encens avec d'autres substances végétales pourrait permettre de développer des traitements plus complets pour un large éventail d'affections dermatologiques.

Machine Translated by Google

Conclusion

Les puissantes propriétés antibactériennes et antioxydantes de la résine de Boswellia sacra ont été démontrées dans cette étude, soulignant son potentiel d'utilisation en dermatologie et en cosmétique. Une forte activité antibactérienne a été observée, notamment contre les infections cutanées courantes à Pseudomonas aeruginosa.
et Staphylococcus aureus. Cependant, sa faible efficacité antifongique contre Candida albicans laisse supposer que les infections bactériennes, plutôt que fongiques, bénéficieraient davantage de son application principale.

Comparativement à la macération, l'extraction Soxhlet a démontré des propriétés antibactériennes supérieures et une activité antioxydante plus élevée (84,66 % RSA), ce qui en fait la méthode la plus efficace pour extraire les composés bioactifs. Cette étude souligne l'importance des techniques d'extraction pour maximiser le potentiel bioactif des composés d'origine végétale. De plus, la viabilité de la résine pour une utilisation dans les soins de la peau ciblant la gestion du stress oxydatif et des infections cutanées est étayée par la formulation réussie d'une crème topique contenant de l'extrait de Boswellia sacra. Cette crème présente des propriétés physiques favorables, telles qu'une texture lisse, une excellente étalabilité et une consistance non grasse. Au vu de tous ces facteurs, la résine de Boswellia sacra a démontré un potentiel médicinal significatif, notamment pour le développement d'alternatives naturelles et sûres aux antioxydants et antimicrobiens de synthèse. Afin d'évaluer l'innocuité et l'efficacité des formulations à base d'encens chez l'humain , les recherches futures devraient se concentrer sur l'amélioration des techniques d'extraction, l'étude des effets synergiques avec d'autres composants naturels et la réalisation d'essais cliniques. Ces travaux consolideront la position de Boswellia sacra comme ingrédient précieux pour la création de soins de la peau sûrs et efficaces.

Déclaration de disponibilité des données

Les contributions originales présentées dans cette étude sont incluses dans l'article/le matériel supplémentaire ; pour toute question supplémentaire, veuillez contacter l'auteur correspondant.

Contributions des auteurs

AA-S : Méthodologie, validation, rédaction – première version. AM : Méthodologie, ressources, supervision, rédaction – première version.
ASA-S : Analyse formelle, Méthodologie, Rédaction – première version. HS : Méthodologie, Conceptualisation, Investigation, Analyse formelle, Logiciel, Rédaction – première version.

Financement

Les auteurs déclarent n'avoir reçu aucun soutien financier pour la recherche et/ou la publication de cet article.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude à chacun des participants à l'étude.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent que la recherche a été menée en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêts potentiel.

Déclaration sur l'IA générative

Les auteurs déclarent qu'aucune intelligence artificielle générale n'a été utilisée pour la création de ce manuscrit.

Les textes alternatifs (textes alt) accompagnant les figures de cet article ont été générés par Frontiers à l'aide de l'intelligence artificielle. Tous les efforts raisonnables ont été déployés pour garantir leur exactitude, notamment par une relecture par les auteurs lorsque cela était possible. Si vous constatez des problèmes, veuillez nous contacter.

Note de l'éditeur

Les opinions exprimées dans cet article n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de leurs organisations affiliées, ni celles de l'éditeur, des rédacteurs ou des relecteurs. L'éditeur n'offre aucune garantie ni n'approuve aucun produit évalué dans cet article, ni aucune allégation formulée par son fabricant .

Références

1. Haque M, Al-Shami AS, Chatterjee S. Formulation polyherbacée et cicatrisation des plaies potentiel. Asian J Pharm Clin Res. (2022) 15:78–87.

2. Khadka J, Cyriac KS, Al-Shami AS, Elyasi Z, Babukutty BE. Évaluation d'un gel cicatrisant à base de plantes chez des modèles animaux expérimentaux. J Pharm Res Int. (2022) 34:JPRI.91773: 1–11.

3. Al-Harrasi A, Rehman NU, Hussain J, Khan AL, Al-Rawahi A, Al-Broumi M et al. Composition chimique et activités biologiques de l'huile essentielle de Boswellia sacra Flueck. Int J Mol Sci. (2018) 19:1999.

4. Shen T, Li GH, Wang XN, Lou HX. Le genre Boswellia : une étude ethnopharmacologique et revue phytochimique. J Nat Med. (2012) 66:400–13.

5. Al-Shami AS, Jha DK, Babukutty BE, Haque M, Khadka J. Évaluation comparative d'un gel topique polyherbal pour la cicatrisation des plaies. Asian J Pharm Clin Res. (2022) 15:95–102.

6. Di Stefano V, Pitonzo R, Schillaci D, Mandalà M, Scandurra G, Zito P et al. Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de quatre Boswellia espèces. Molécules. (2020) 25:3284.

7. Mertens-Talcott SU, Percival SS, Talcott ST. Espèces de Boswellia : phytochimie et activité biologique. Planta Med. (2021) 87:1090–101.

8. Zhang H, Xu Y, Lu D, Zeng L, Liu R, Yang H, et al. Effet de l'extrait de Boswellia sacra sur l'acné vulgaire : preuves issues d'études cliniques et in vitro. J Ethnopharmacol. (2022) 288:115013.

9. Rahman L, Al-Ghamdi FA, Shadid M, Alharthy S, Alqahtani FY. Utilisations thérapeutiques et cosmétiques de l'encens : une mise à jour. Pharmacogn Rev. (2017) 11:109–13.

10. Faccio L, Costa T, Schnorr CE, Zeni ALB, Roehrs R. Phytocosmétiques : une revue des extraits de plantes pour les applications dermatologiques. J Cosmet Dermatol. (2020) 19:2861–75.

11. Haque M, Al-Shami AS, Chatterjee S. Étude d'une formulation de gel à base de plantes pour cicatrisation des plaies cutanées. J Pharm Res Int. (2022) 34:JPRI.90908:37–52.

12. Rahman MM, Rahaman MS, Islam MR, Rahman F, Mithi FM, Alqahtani T, et al. Rôle des composés phénoliques dans les maladies humaines. Connaissances actuelles et perspectives d'avenir. mol. (2021) 27:233. doi: 10.3390/molecules27010233