



République algérienne
démocratique et populaire

Ministre de l'Enseignement
supérieur et de la Recherche scientifique

Sétif 1 University – Farhat Abbas

Faculté des sciences

Département : chimie



Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master

DOMAINE : Sciences de la matière

FILIÈRE : Chimie

SPÉCIALITÉ : Chimie pharmaceutiques

***Approche durable de la cosmétique : Valorisation
des déchets agroalimentaires par extraction verte et
formulation d'une crème antioxydante et anti-âge***

Présenté par :

Kahoul Yousra

Beddar Amira

Jury de Soutenance

Présidente : Dr. N. ZIANI

Examinatrice : Dr. S. Ait Moussa

Encadré par :

Dr LAOUAMEUR Khaoula.

Date de soutenance : 28/06/2025

PROMOTION : 2024/2025

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تبيين النفايات النباتية، وبشكل خاص قشور البرتقال والرمان، كمصادر طبيعية للمركبات النشطة بيولوجياً ذات الخصائص المضادة للأكسدة والبكتيريا. تم إجراء دراسة مقارنة بين طريقتي استخلاص بالمغلي: الاستخلاص التقليدي بالإيثانول والاستخلاص الأخضر باستخدام مذيب أيوني عميق طبيعي (DES) مكون من الغليسرول وحمض اللاكتيك. أظهرت التحاليل الفيتوكيميائية بتقنية HPLC وجود مركبات البوليفينول، التانينات، الكومارينات، والترتريينات، مما يؤكد الغنى الكيميائي للمستخلصات المستخلصة بالطريقتين. كما بينت اختبارات النشاط المضاد للأكسدة (DPPH و FRAP) أن المستخلصات المحضرة باستخدام المذيب الأيوني العميق تمتلك فعالية مماثلة أو حتى أعلى من تلك المستخلصة بالإيثانول. وأظهرت الاختبارات المضادة للبكتيريا التي أجريت على الإشريكية القولونية (*Escherichiacoli*) والعنقودية الذهبية (*Staphylococcus aureus*) فعالية ملحوظة للمستخلصات المستخلصة بـ DES، لا سيما تلك المستخلصة من قشور الرمان. بالإضافة إلى ذلك، أظهر مزيج مستخلصات قشور البرتقال والرمان تأثيراً تآزرياً، حيث زاد من الفعالية البيولوجية مقارنة بمستخلص البرتقال وحده، وإن كان أقل بقليل من مستخلص الرمان فقط، مما يدل على تكامل المركبات النشطة في المزيج. استناداً إلى هذه النتائج، تم تطوير كريم تجميلي بخصائص مبيضة ومضادة للشيخوخة باستخدام مزيج المستخلصات المحضرة بـ DES. أظهر الكريم النهائي درجة حموضة مناسبة للبشرة (5.9)، وكان من نوع مستحلب زيت في ماء (O/W)، بتركيب متجانسة وتحمل جلدي ممتاز، تم تأكيده من خلال تجارب على متطوعين. يسلط هذا العمل الضوء على أهمية المذيبات الأيونية العميقة الطبيعية كبديل مستدامة للمذيبات التقليدية، ويبرز الإمكانيات الكبيرة للمركبات النشطة بيولوجياً المستخلصة من النفايات الزراعية في تطوير مستحضرات تجميل مبتكرة، خاصة عند استخدامها بشكل تآزري.

الكلمات المفتاحية: الاستخلاص الأخضر، تبيين النفايات النباتية، المذيبات الأيونية العميقة (DES)، الأنشطة البيولوجية، تركيب الكريم

Résumé

Ce travail vise à valoriser les déchets végétaux, notamment les écorces d'orange et de grenade, en tant que sources naturelles de composés bioactifs présentant un fort potentiel antioxydant et antibactérien. Une étude comparative a été menée sur deux procédés d'extraction par macération : l'extraction conventionnelle à l'éthanol et l'extraction verte utilisant un solvant eutectique profond naturel (DES), composé de glycérol et d'acide lactique. L'analyse phytochimique des extraits par HPLC a révélé la présence de polyphénols, tanins, coumarines et triterpènes, soulignant ainsi la richesse chimique des extraits obtenus par les deux méthodes. Les tests d'activité antioxydante (DPPH et FRAP) ont montré que les extraits obtenus à l'aide du DES présentent une activité comparable, voire supérieure, à celle des extraits éthanoliques. Les essais antibactériens menés sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* ont mis en évidence une efficacité notable des extraits issus du DES, en particulier ceux dérivés de la peau de grenade. De plus, le mélange des extraits de peaux d'orange et de grenade a révélé un effet synergique, renforçant l'activité biologique au-delà de celle du seul extrait d'orange, bien que légèrement inférieure à celle du seul extrait de grenade. Ce phénomène suggère une complémentarité des composés actifs présents dans le mélange. Sur la base de ces résultats, une crème cosmétique à visée éclaircissante et anti-âge a été formulée à partir du mélange d'extraits obtenus par DES. Cette formulation présente un pH adapté à la peau (5,9), une émulsion de type huile-dans-eau (H/E), une texture homogène, ainsi qu'une excellente tolérance cutanée, confirmée par des tests sur volontaires. Ce travail met en lumière l'intérêt des solvants eutectiques profonds naturels comme alternatives écologiques aux solvants organiques classiques, et souligne le potentiel des extraits issus de déchets agro-industriels dans la formulation de cosmétiques innovants, notamment lorsque ces extraits sont combinés de manière synergique.

Mots clés : Extraction Verte, Valorisation des déchets végétaux, Solvants Eutectiques Profonds (DES), Activités Biologiques, Formulation de crème

Abstract

This study aims to valorize plant waste, particularly orange and pomegranate peels, as natural sources of bioactive compounds with strong antioxidant and antibacterial potential. A comparative study was carried out using two maceration extraction methods: conventional ethanol extraction and green extraction using a natural deep eutectic solvent (DES) composed of glycerol and lactic acid. Phytochemical analysis by HPLC revealed the presence of polyphenols, tannins, coumarins, and triterpenes, highlighting the chemical richness of the extracts obtained by both methods. Antioxidant activity tests (DPPH and FRAP) showed that the DES extracts exhibited comparable or even superior activity to ethanolic extracts. Antibacterial assays performed on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* demonstrated the high efficacy of DES extracts, particularly those from pomegranate peel. Furthermore, the combination of orange and pomegranate peel extracts revealed a synergistic effect, enhancing biological activity beyond that of orange extract alone, though slightly lower than that of pomegranate alone. This suggests a complementary action of the active compounds in the mixture. Based on these results, a cosmetic cream with brightening and anti-aging properties was formulated using the DES-derived extract mixture. The final product showed a skin-compatible pH (5.9), an oil-in-water (O/W) emulsion, a homogeneous texture, and excellent skin tolerance, as confirmed by volunteer testing. This work highlights the value of natural deep eutectic solvents as sustainable alternatives to conventional solvents and underlines the potential of bioactive compounds derived from agro-industrial waste in the formulation of innovative cosmetic products, especially when used synergistically.

Keywords: Green Extraction, Valorization of Plant Waste, Deep Eutectic Solvents (DES), Biological Activities,

Cream Formulation

SOMMIRE

Liste d'abréviations.....	i
Liste de figures	iii
Liste de tableaux.....	v

Introduction générale	Erreur ! Signet non défini.
Partie bibliographique	Erreur ! Signet non défini.
Chapitre I : Généralité sur les peaux de grenade et d'oranges	Erreur ! Signet non défini.
Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1. Présentation botanique et généralités sur l'orange (<i>Citrus sinensis</i>)	Erreur ! Signet non défini.
I.1.1. Classification botanique de l'orange	Erreur ! Signet non défini.
I.1.2. Variétés de l'orange.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.3. Composition de l'orange	Erreur ! Signet non défini.
I.1.4. Composition spécifique Ecorce d'orange.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.5. Utilisation D'écorce d'orange :	Erreur ! Signet non défini.
I.2. Présentation botanique et généralités sur la grenade.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.1. Classification botanique de la grenade	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2. L'écorce de grenade.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.3. L'utilisation d'écorce de grenade	Erreur ! Signet non défini.
I.3. Les antioxydants.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3. 1. Types d'antioxydants.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3. 2. Mode d'action.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3. 3. Intérêt des antioxydants naturels	Erreur ! Signet non défini.
I.3. 4. L'écorce de grenade comme source d'antioxydants.....	Erreur ! Signet non défini.
Chapitre II : Préparations semi-solides	Erreur ! Signet non défini.
Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
II.1 Rappel physiologique de la peau	Erreur ! Signet non défini.
II.1.1. Épiderme	Erreur ! Signet non défini.
II.1.2. Le derme.....	Erreur ! Signet non défini.
II.1.3. Hypoderme	Erreur ! Signet non défini.
II.2. Pénétration à travers la peau	Erreur ! Signet non défini.
II.2.1 Éléments ayant un impact sur la pénétration via la peau	Erreur ! Signet non défini.
II.3. Principales formes galéniques semi-solides	Erreur ! Signet non défini.
II.3.1. Les crèmes.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3.2. Emulsions	Erreur ! Signet non défini.
II.4. Essais pharmaco-techniques	Erreur ! Signet non défini.
Partie expérimentale.....	Erreur ! Signet non défini.
Chapitre III : Matériels et méthodes	Erreur ! Signet non défini.
III.1 Stratégie de travail.....	Erreur ! Signet non défini.
III.2 Matériels et méthodes.....	Erreur ! Signet non défini.

III.2.1. Matériels	Erreur ! Signet non défini.
III.2.2. Produits	Erreur ! Signet non défini.
III.2.3 Matériel végétale.....	Erreur ! Signet non défini.
III.2.4. Techniques	Erreur ! Signet non défini.
III.3. Méthodes analytiques	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1. Chromatographie liquide à haute performance (HPLC)	Erreur ! Signet non défini.
III.4. Evaluation de l'activité antioxydants	Erreur ! Signet non défini.
III.4.1. Préparation des dilutions.....	Erreur ! Signet non défini.
III.4.2. Piégeage du radical libre DPPH.....	Erreur ! Signet non défini.
III.4.3. Test du pouvoir réducteur au ferricyanure de potassium :.....	Erreur ! Signet non défini.
III.5. Etude de l'activité antimicrobienne.....	Erreur ! Signet non défini.
III.6. Formulation d'une crème antioxydante et anti-âge à base de l'extraits de l'écorces d'orange et de grenade.....	Erreur ! Signet non défini.
III.6.1. Protocole de préparation	Erreur ! Signet non défini.
III.7. Analyse et contrôle de qualité de la crème	Erreur ! Signet non défini.
Chapitre IV : Résultats et discision	Erreur ! Signet non défini.
Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.1. Étude phytochimique.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.1.1. La chromatographie liquide à haute performance (HPLC) ...	Erreur ! Signet non défini.
IV.2. Evaluation de l'activité antioxydante.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.2.1. Piégeage du radical libre DPPH	Erreur ! Signet non défini.
IV.2.2. Pouvoir réducteur au ferricyanure de potassium FRAP	Erreur ! Signet non défini.
IV.3. Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits	Erreur ! Signet non défini.
IV.3.1. Extraits par solvant DES.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.3.2. Extraits par solvant éthanol	Erreur ! Signet non défini.
IV.3.3. Comparaison des résultats de l'activité antibactérienne selon le type de solvant utilisé.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.4. Formulation d'une crème éclaircissante et anti-âge à base d'extraits naturels ..	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.1. Résultats de l'examen macroscopique de la crème formulée	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.2. Résultat de la mesure du pH	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.3. Résultats de l'examen microscopique	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.4. Résultats du test d'irritation cutanée.....	Erreur ! Signet non défini.

Conclusion générale.....**Erreur ! Signet non défini.**

ANNEXE**Erreur ! Signet non défini.**

