Republic of Yemen
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Science and Technology
Deanship of Postgraduate Studies and Scientific Research

Biogenic Fabrications of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts and their Applications against Antibiotic Resistant Pathogens

A Thesis Submitted by

Mashhour Ahmed Abdullah Fare

To

The Council of Postgraduate Studies and Scientific Research, in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor of Philosophy of Chemistry in Analytical Chemistry

Supervisor

Dr. Abdulqawi A. N. Mohammed

Associate Professor of Analytical Chemistry

Sana'a University

Co-Supervisor

Dr. Khaled A. M. Al-Tahami

Associate Professor of Pharmaceutics

Lebanese International University

August, 2023AD **Sana'a** **Safar, 1445AH**

Republic of Yemen
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Science and Technology
Deanship of Postgraduate Studies and Scientific Research

Biogenic Fabrications of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts and Their Applications against Antibiotic Resistant Pathogens

Abstract

Nanoparticles are excellent findings of nanotechnology. Their unique properties and potential applications have increasingly attracted scientific community day by day to solve some health-related issues of the world. In pharmacy and medicine, silver nanoparticles (AgNPs) have vast potential due to their applicability and versatility. Biogenic synthesis of silver nanoparticles production using plants extracts is a favorable method for their diversity and availability as well as pharmacological activity. This method has numerous advantages such as being rapid, eco-friendly, and cost-effective. Therefore, this work aimed to optimize biogenic AgNPs synthesis procedure using leaves extracts of *Olea europaea* (Olive), *Ficus carica (Fig), Ziziphus spina-Christi (ZSC),* and *Catha edulis* (*Qat*) leaves. Phytochemical screening of aqueous leaf extracts was carried out. Procedure conditions including pH, incubation time, temperature, and amount of leaves extract were fully optimized during the experiments. Biogenic AgNPs were characterized using different analytical techniques. Anti-bacterial and anti-fungal activities of AgNPs were evaluated against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* (both sensitive & resistant strains) pathogenic bacteria as well as isolates *Candida albicans* resistant. Ultraviolet-visible spectra of biogenic AgNPs solution showed maximum wavelength (λ_{max}) peak at 398, 419, 418, and 403 nm of *Olea europaea*, *Ziziphus spina-Christi***,** *Ficus carica*, and *Catha edulis* respectively, agreeing to the silver nanoparticle plasmon absorbance. Fourier transform infrared spectra (FTIR) of AgNPs showed involvement of various bio-organic metabolites that played a critical role in formation silver nanoparticles, capping, and stabilization. Analytical techniques revealed that silver nanoparticles were spherically shaped and crystalline in nature with an average diameter between 25 and 32 nm (*Olea europaea*), 32 and 44 nm (*Ficus carica*), 32 and 41.9 nm (*Ziziphus spina*), 27 and 32 nm (*Catha edulis*) as estimated from X-Ray Diffraction and Scanning Electron Microscopy images.

Republic of Yemen
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Science and Technology
Deanship of Postgraduate Studies and Scientific Research

Significant anti-bacterial and anti-fungal activities of AgNPs were exhibited against human pathogenic *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* (both sensitive & resistant) bacteria as well as isolates *Candia albicans* resistant. Interestingly, biogenic AgNPs revealed high anti-bacterial and anti-fungal activities that were superior to standard antibiotics, leaves extract, and $AgNO_3$. This biogenic noble metal nanoparticle is highly promising and economically viable. Thus, it can be used as an alternative approach for treating antimicrobial resistance (AMR) pathogens after conducting further investigation.

Candidate

Mashhour Ahmed Abdullah Fare

Supervisor

Dr. Abdulqawi A. Numan Mohammed
Associate Professor of Analytical Chemistry
Sana'a University

Co-Supervisor

Dr. Khaled Abdullah M. Al-Tahami
Associate Professor of Pharmaceutics
Lebanese International University

August, 2023AD **Sana'a** **Safar, 1445AH**

كما أن التقنيات التحليلية بواسطة حيود الأشعة السينية، والمجهر الإلكتروني الماسح، كشفت أن جسيمات الفضة النانوية المصنعة كانت ذات شكل كروي وذو طبيعة بلورية ويتراوح متوسط قطرها بين (25) و(32) نانومتر، (32) و(44) نانومتر، (32) و(41.9) نانومتر، (27) و(32) نانومتر، والتي تم إنتاجها باستخدام المستخلصات المائية لأوراق الزيتون والتين والسدر والقات على التوالي. واظهرت التجارب العملية الحيوية نشاطًا كبيرًا لجسيمات الفضة النانوية مضادًا للبكتيريا المسببة للأمراض (عدوى المكورات العنقودية الذهبية وعدوى العصيات القولونية للسلالات غير المقاومة والمقاومة للمضادات الحيوية)، وكذلك أظهرت نشاطًا ضد المبيضات الفطرية المعزولة. ومن المثير للاهتمام، أن جسيمات الفضة النانوية الحيوية المنشأ أظهرت نشاطاً مضاداً للبكتيريا والفطريات عاليا تجاوز تلك الموجودة في المضادات الحيوية في المجموعة الضابطة، ومستخلص الأوراق، ونترات الفضة. لذا، فالجسيمات النانوية للفلزات النبيلة ذات المنشأ الحيوي واعدة للغاية ومجدية اقتصاديًا، وبالتالي يمكن استخدامها في معالجة مسببات الأمراض المقاومة لمضادات الميكروبات بعد إجراء مزيد من الدراسات.

الطالب

مشهور أحمد عبدالله فارع

المشرف الرئيس

أ.د. عبدالقوي أحمد نعمان محمد

أستاذ الكيمياء التحليلية المشارك

جامعة صنعاء

المشرف المشارك

أ.د. خالد عبدالله محمد التهامي

أستاذ الصيدلانيات المشارك
الجامعة اللبنانية الدولية

أغسطس، 2023م **صنعاء** **صفر، 1445هـ**

الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العلوم والتكنولوجيا
عمادة الدراسات العليا والبحث العلمي

التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية باستخدام المستخلصات النباتية وتطبيقاتها ضد مسببات الأمراض المقاومة للمضادات الحيوية

المُلخص

الجسيمات النانوية هي أحد تطبيقات تقنية النانو؛ اجتذبت خصائصها وتطبيقاتها اهتمام المجتمع العلمي يوماً بعد يوم لحل بعض المشاكل الصحية. وتحظى جسيمات الفضة النانوية في الصيدلة والطب باهتمام خاص نظرًا لقابليتها للتطبيق وتعدد استخداماتها. حيث يعد التوليف (التصنيع) الحيوي لإنتاج جسيمات الفضة النانوية باستخدام المستخلصات النباتية طريقة ملائمة نظراً لتنوعها، وتوافرها، بالإضافة إلى فعاليتها الدوائية. وتتميز هذه الطريقة بالعديد من المزايا مثل سهولة التحضير، وقلة التكلفة، ولا تسبب التلوث للبيئة. لذلك، يهدف هذا العمل إلى تطوير طريقة عملية لإنتاج جسيمات الفضة النانوية باستخدام المستخلصات المائية لأوراق الزيتون (*Olea europaea*)، والتين (*Ficus carica*)، والسدر (*Ziziphus spina-Christi*)، والقات (*Catha edulis*). تم إجراء التحليل النوعي للمكونات الكيميائية في المستخلصات المائية لأوراق النبات. كما تم تحسين الظروف العملية اللازمة لإنتاج جسيمات الفضة النانوية بما في ذلك الرقم الهيدروجيني، وزمن التفاعل، ودرجة الحرارة، وكمية مستخلص أوراق النباتات. وقد تم توصيف جسيمات الفضة النانوية باستخدام تقنيات تحليلية مختلفة. وأخيرا، تم تقييم الكفاءة الحيوية لجسيمات الفضة النانوية المضادة للبكتيريا ضد كل من بكتيريا العصيات القولونية (*Escherichia coli*)، والمكورة العنقودية الذهبية (*Staphylococcus aureus*)، غير المقاومة والمقاومة للمضادات الحيوية، بالإضافة الى تقييم الكفاءة الحيوية لجسيمات الفضة النانوية ضد عزلات المبيضات الفطرية البيضاء المقاومة (*Candida albicans*). وقد أظهرت النتائج العملية للأطياف المرئية وفوق البنفسجية اعلى امتصاص عند طول موجي (398) و(419) و(418) و(403) نانومتر للمحلول المحتوي على جسيمات الفضة النانوية المصنعة من اوراق الزيتون، والتين، والسدر، والقات على التوالي، والذي يتفق مع امتصاص رنين البلازمون السطحي لجسيمات الفضة النانوية. كما أن أطياف الأشعة تحت الحمراء، أظهرت وجود مجاميع فعالة للمكونات الكيميائية في المستخلصات النباتية لعبت دورًا مهمًا كعامل اختزال، وعامل استقرار، ومنع النمو والتكتل لجسيمات الفضة النانوية.

الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العلوم والتكنولوجيا
عمادة الدراسات العليا والبحث العلمي

التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية باستخدام المستخلصات النباتية وتطبيقاتها ضد مسببات الأمراض المقاومة للمضادات الحيوية

رسالة مقدمة من الطالب

مشهور أحمد عبدالله فارع

إلى

مجلس الدراسات العليا والبحث العلمي، وهي جزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراة الفلسفة في الكيمياء - كيمياء تحليلية

المشرف الرئيس
أ.د. عبدالقوي أحمد نعمان محمد
أستاذ الكيمياء التحليلية المشارك
جامعة صنعاء

المشرف المشارك
أ.د. خالد عبدالله محمد التهامي
أستاذ الصيدلانيات المشارك
الجامعة اللبنانية الدولية

أغسطس، 2023م صنعاء صفر، 1445هـ