

**VI SCUOLA NAZIONALE DI
DIDATTICA DELLA CHIMICA “Giuseppe Del Re”**

«Le nanoscienze nell'insegnamento della Chimica di base: una sfida e una opportunità»



Società Chimica Italiana
Divisione di Didattica
Chimica



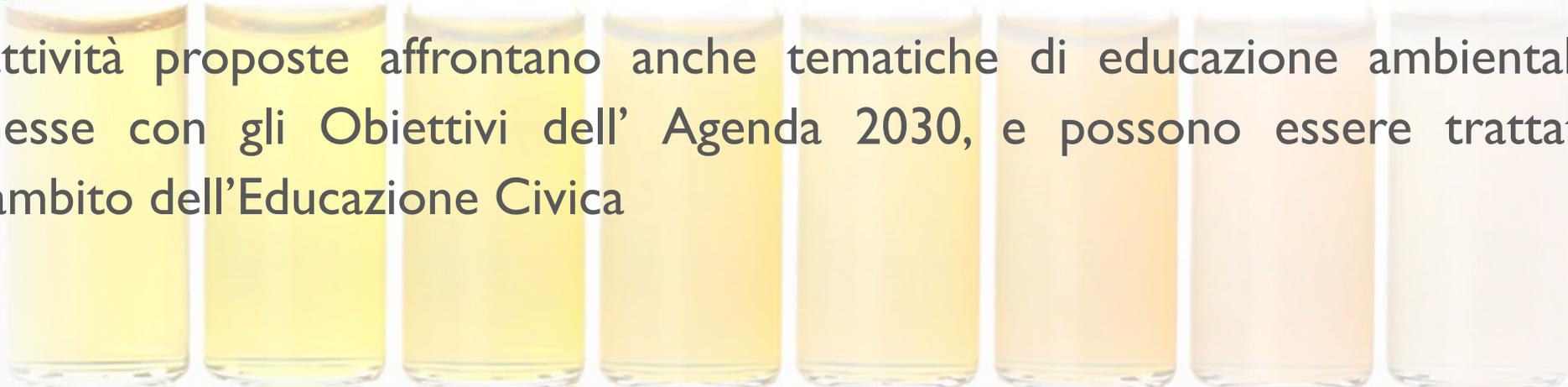
NANOPARTICELLE DI ARGENTO: SINTESI, CARATTERIZZAZIONE E APPLICAZIONI

Proposte di sperimentazioni didattiche

Francesca Italiano

INTRODUZIONE

- Proposte di percorsi didattici sui **nanomateriali**, accompagnati da una serie di attività laboratoriali, che possono essere proposti come UDA trasversali e adattati al corso di studi e all'anno di frequenza degli studenti, in base al livello di approfondimento richiesto
- Le attività proposte affrontano anche tematiche di educazione ambientale, connesse con gli Obiettivi dell' Agenda 2030, e possono essere trattate nell'ambito dell'Educazione Civica



PROPOSTE DI SPERIMENTAZIONI DIDATTICHE

- Sintesi di nanoparticelle d'argento e relativa caratterizzazione
- *Green Chemistry* e nanomateriali
- Applicazioni (attività catalitica, attività antimicrobica, etc.)



PROGETTAZIONE DIDATTICA



Progettazione dell'attività didattica

- **GRADO DI SCUOLA E MATERIA**

Classe V Istituto Tecnico Tecnologico Indirizzo «Chimica, Materiali e Biotecnologie»- Articolazione Biotecnologie Ambientali

Discipline coinvolte: **Chimica analitica e strumentale, Chimica Organica e Biochimica, Tecnologie di controllo ambientale, Educazione civica**

- **PRESENTAZIONE DEL PROGETTO**

Il percorso didattico proposto partirà da una trattazione teorica sui nanomateriali, sui metodi di sintesi e sulle applicazioni di tali materiali, con un focus sulle **nanoparticelle di argento**. Ne verranno illustrate proprietà fisiche e chimiche, metodi di sintesi ed applicazioni; in particolare, si farà riferimento a metodi di sintesi *green* nell'ambito della Green Chemistry.

Il percorso prevede la realizzazione di esperienze laboratoriali sulla sintesi di nanoparticelle di argento, sulla loro caratterizzazione spettroscopica e sullo studio delle loro applicazioni.

Progettazione dell'attività didattica

- **COMPETENZE ATTESE E OBIETTIVI**

- ✓ Introdurre concetti alla base delle nanotecnologie attraverso esperimenti finalizzati alla produzione e caratterizzazione di nanomateriali
- ✓ Controllare e manipolare la materia su scala sub-micrometrica
- ✓ Sviluppare negli studenti l'approccio scientifico ad un problema attraverso la didattica laboratoriale
- ✓ Rendere lo studente protagonista dell'apprendimento, stimolando in esso curiosità nell'apprendere
- ✓ Sviluppare negli studenti capacità di autonomia di ricerca, studio e approfondimento degli argomenti trattati

- **METODOLOGIE DIDATTICHE**

Lezione frontale, Brainstorming, Problem Based Learning, Inquiry Based Learning, Cooperative Learning, Flipped Classroom, Didattica Laboratoriale

- **SPAZI E TEMPI**

In classe e nel laboratorio scolastico. La durata delle attività proposte è di circa 10 ore.



DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DIDATTICA

Descrizione dell'attività didattica

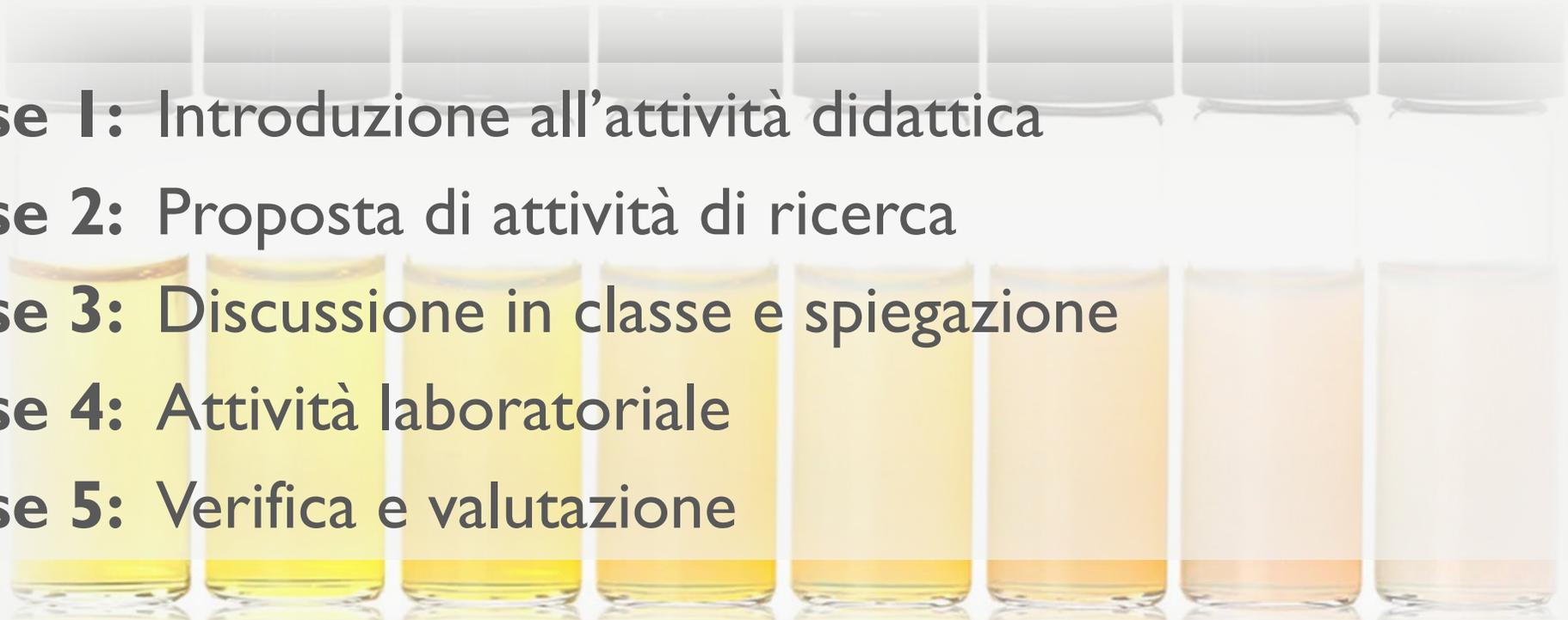
Fase 1: Introduzione all'attività didattica

Fase 2: Proposta di attività di ricerca

Fase 3: Discussione in classe e spiegazione

Fase 4: Attività laboratoriale

Fase 5: Verifica e valutazione



FASE 1: Introduzione all'attività didattica

- Introduzione dell'argomento a partire da alcuni [materiali stimolo](#) che creino interesse negli studenti fornendo spunti di riflessione e discussione con e tra gli studenti
- Discussione generale sull'argomento con un livello di approfondimento calibrato sulla classe di riferimento e valutazione delle conoscenze pregresse

Fase 2: Proposta di attività di ricerca

Proposte di attività di ricerca in piccoli gruppi (autoapprendimento)

- ✓ Che cosa sono i nanomateriali? Esiste una definizione normativa di nanomateriale?
- ✓ Quali sono gli usi dei nanomateriali attualmente?
- ✓ La rapida diffusione dei nanomateriali, tenuto conto delle loro proprietà specifiche, solleva dubbi sui loro effetti potenziali per la salute e l'ambiente. Approfondisci questo aspetto.
- ✓ Descrivi le proprietà fisiche e chimiche delle **nanoparticelle di argento** e le loro applicazioni.
- ✓ Metodi di sintesi di nanoparticelle di argento

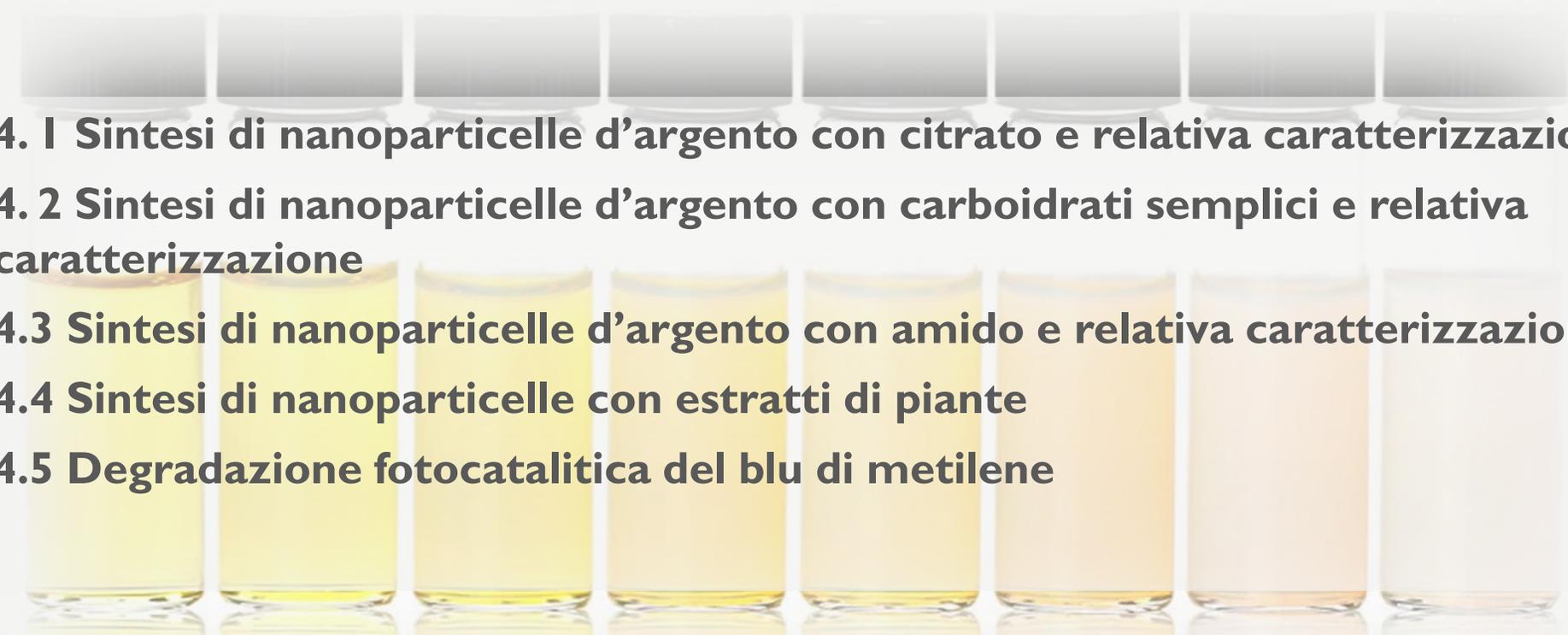
Riporta i risultati della ricerca in un elaborato multimediale.

Fase 3: Discussione in classe e spiegazione

Gli studenti presentano la loro attività di ricerca e si confrontano. Si avvia una discussione in classe moderata dal docente. Il docente aiuta ad elaborare le informazioni raccolte, spiegando i concetti scientifici ad esse associati, rispondendo alle domande degli studenti e stimolando ulteriori approfondimenti disciplinari o trasversali. Alla discussione in classe segue una breve lezione frontale sull'argomento.



Fase 4: Attività laboratoriale

- 
- 4.1 Sintesi di nanoparticelle d'argento con citrato e relativa caratterizzazione
 - 4.2 Sintesi di nanoparticelle d'argento con carboidrati semplici e relativa caratterizzazione
 - 4.3 Sintesi di nanoparticelle d'argento con amido e relativa caratterizzazione
 - 4.4 Sintesi di nanoparticelle con estratti di piante
 - 4.5 Degradazione fotocatalitica del blu di metilene

Fase 4: Attività laboratoriale

- Visione di [video](#) su preparazione di nanoparticelle di argento
- Spiegazione teorica sulla preparazione di nanoparticelle
- Descrizione della procedura da seguire per l'esperienza laboratoriale
- Esecuzione dell'esperienza laboratoriale

4.1 Sintesi di nanoparticelle di argento con citrato

Transformation of Silver Nanoparticles in Phosphate Anions: An Experiment for High School Students

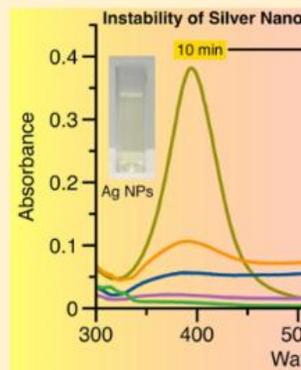
Peter N. Njoki*¹

Department of Chemistry and Biochemistry, Hampton University, Hampton, Virginia 23668, United States

S Supporting Information

ABSTRACT: A laboratory experiment has been developed to illustrate the transformation of silver nanoparticles (Ag NPs) in water containing phosphate anions. The experiment, conducted by high school students, involved hands-on learning to synthesize and characterize Ag NPs via ultraviolet–visible (UV–vis) spectroscopy. This was followed by a UV–vis probe of the interaction of Ag NPs with phosphate anions. The observations of the color and shift in the absorption spectrum of NPs were explored to help students understand the transformation of NPs in water containing anions.

KEYWORDS: High School/Introductory Chemistry, First-Year Undergraduate/General, Hands-On Laboratory Equipment/Apparatus, Minorities in Chemistry, Nanotechnology, Synthesis, UV–Vis Spectroscopy



Synthesis of Highly Monodisperse Citrate-Stabilized Silver Nanoparticles of up to 200 nm: Kinetic Control and Catalytic Properties

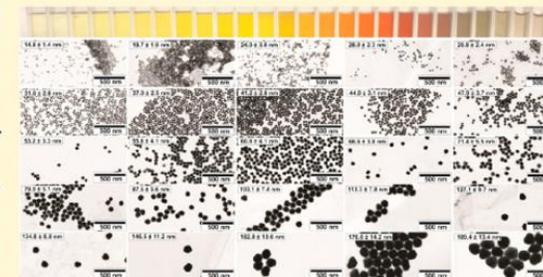
Neus G. Bastús,*[†] Florind Merkoçi,[†] Jordi Piella,[†] and Victor Puntes*^{†,‡}

[†]Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), Campus UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain

[‡]Institut Català de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), 08010 Barcelona, Spain

S Supporting Information

ABSTRACT: Highly monodisperse sodium citrate-coated spherical silver nanoparticles (Ag NPs) with controlled sizes ranging from 10 to 200 nm have been synthesized by following a kinetically controlled seeded-growth approach via the reduction of silver nitrate by the combination of two chemical reducing agents: sodium citrate and tannic acid. The use of traces of tannic acid is fundamental in the synthesis of silver seeds, with an unprecedented (nanometric resolution) narrow size distribution that becomes even narrower, by size focusing, during the growth process. The homogeneous growth of Ag seeds is kinetically controlled by adjusting reaction parameters: concentrations of reducing agents, temperature, silver precursor to seed ratio, and pH. This method produces long-term stable aqueous colloidal dispersions of Ag NPs with narrow size distributions, relatively high concentrations (up to 6×10^{12} NPs/mL), and, more important, readily accessible surfaces. This was proved by studying the catalytic properties of as-synthesized Ag NPs using the reduction of Rhodamine B (RhB) by sodium borohydride as a model reaction system. As a result, we show the ability of citrate-stabilized Ag NPs to act as very efficient catalysts for the degradation of RhB while the coating with a polyvinylpyrrolidone (PVP) layer dramatically decreased the reaction rate.



4.1 Sintesi di nanoparticelle di argento con citrato e caratterizzazione mediante spettroscopia UV-Vis

Descrizione dell'esperimento. In questo esperimento vengono sintetizzate nanoparticelle di argento (AgNps), attraverso una reazione redox tra nitrato di argento e citrato di sodio. Il citrato di sodio, riducente, funge anche da mezzo disperdente per stabilizzare i nanocluster di argento prodotti. L'aggiunta di acido tannico consente di controllare la dimensione delle nanoparticelle.

Materiali, reagenti e strumenti

- Soluzione di citrato di sodio ($C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$) $3.88 \times 10^{-2} M$
- Soluzione di acido tannico ($C_{76}H_{52}O_{46}$) $2.70 \times 10^{-4} M$
- Soluzione di nitrato di argento ($AgNO_3$) $3.32 \times 10^{-2} M$
- Acqua deionizzata
- Agitatore magnetico riscaldante
- Vetreria di laboratorio
- Termometro da laboratorio
- Puntatore laser
- Spettrofotometro

Indicazioni di sicurezza

Il nitrato d'argento è una sostanza corrosiva che può provocare gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

Indicazioni di pericolo H272 Può aggravare un incendio; comburente H290 Può essere corrosivo per i metalli H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata

Consigli di prudenza - prevenzione P273 Non disperdere nell'ambiente. P280 Indossare guanti/proteggere gli occhi.

Simbolo/i



H314

Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

4.1 Sintesi di nanoparticelle di argento con citrato e caratterizzazione mediante spettroscopia UV-Vis

Procedimento

- Porre in una beuta 20 mL di soluzione di citrato di sodio, 26 mL di acqua deionizzata e 1 mL di soluzione di acido tannico.
- Riscaldare su piastra scaldante fino a 100 °C
- Raggiunta tale temperatura aggiungere 0.5 mL di soluzione di nitrato di argento
- Osservare la variazione di colore (da incolore a giallo) e continuare il riscaldamento per 10 minuti
- Rilevare la formazione della sospensione colloidale illuminando lateralmente con un puntatore laser (effetto Tyndall).

[VIDEO](#)



4.1 Sintesi di nanoparticelle di argento con citrato e caratterizzazione mediante spettroscopia UV-Vis

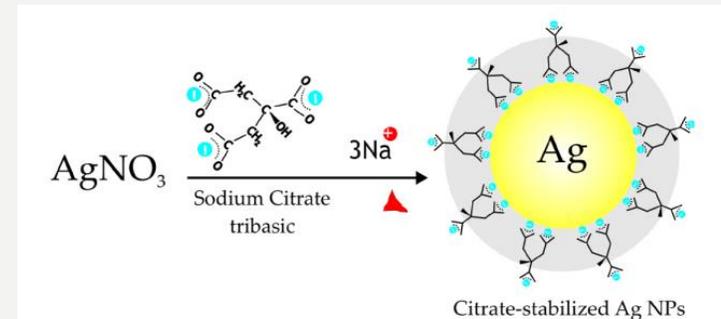
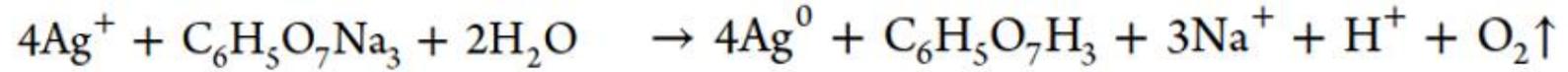
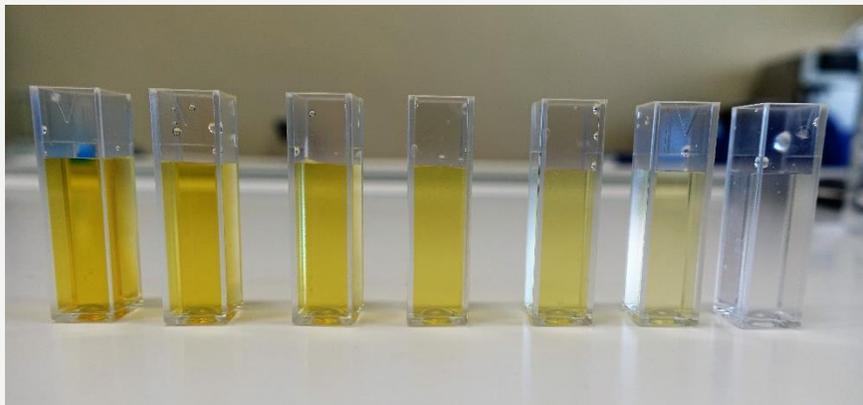
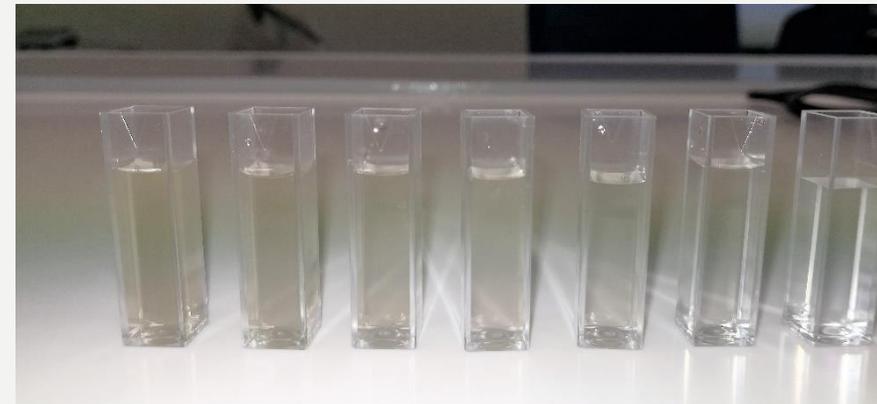


Figure 4. Schematic illustration of formation of citrate-stabilized Ag NPs in deionized water.



+ 200 μL NaCl
0,5 M

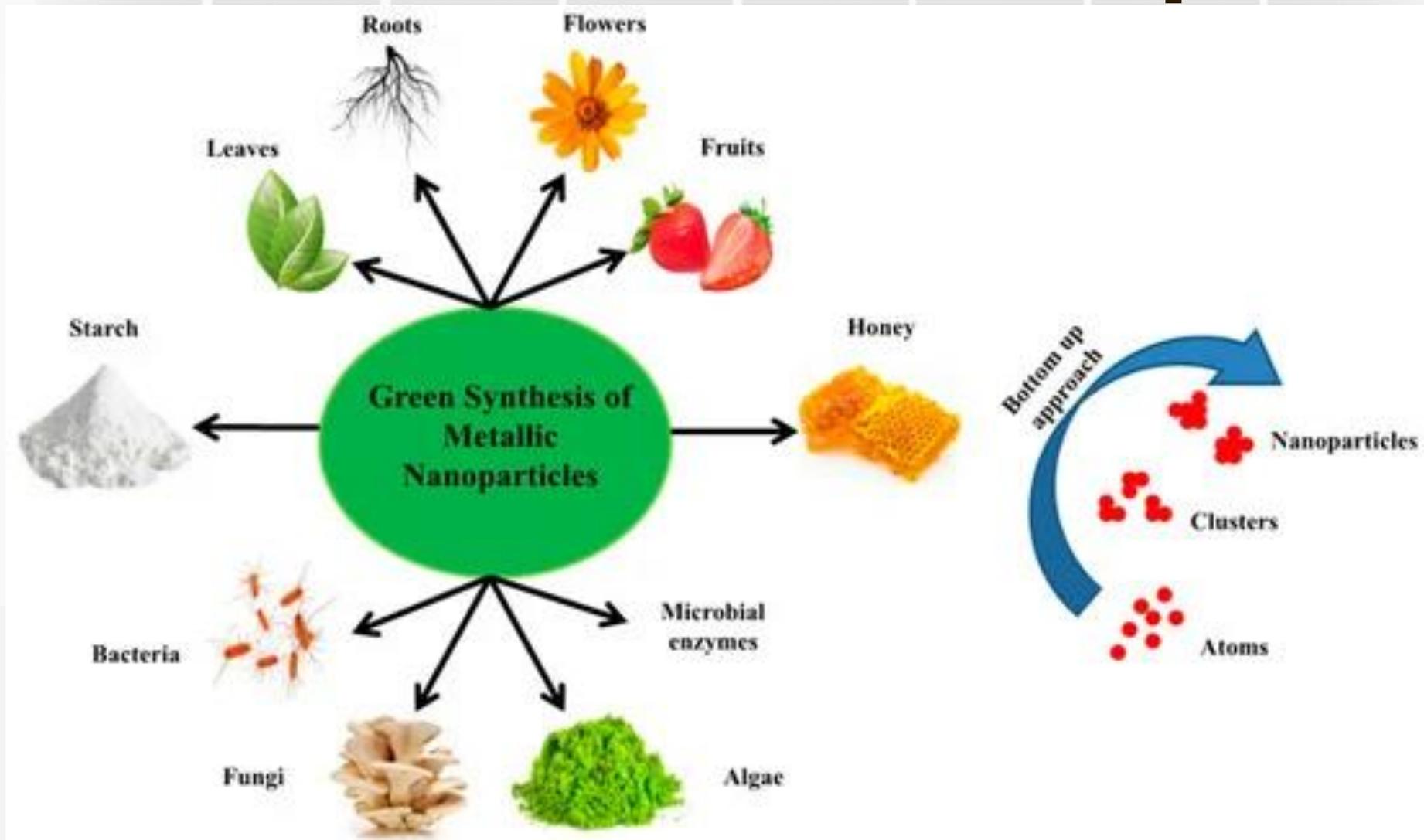


LA CHIMICA VERDE O SOSTENIBILE

- La **Green Chemistry** è una nuova visione di questa disciplina basata su principi che hanno come scopo lo sviluppo responsabile e sostenibile. La Green Chemistry si basa su dodici principi fondamentali, tra i quali prevenzione, efficienza energetica e utilizzo di materie prime rinnovabili. La chimica sostenibile ha l'obiettivo di offrire crescita e sviluppo senza compromettere la sicurezza dell'uomo e dell'ambiente.



Sintesi *green* di nanoparticelle di argento con carboidrati ed estratti di piante



4.2 Sintesi di AgNPs con glucosio ed altri carboidrati semplici

Descrizione dell'esperimento. In questo esperimento vengono sintetizzate nanoparticelle di argento (AgNps), attraverso una reazione redox tra nitrato di argento e vari carboidrati (glucosio, fruttosio, saccarosio) che agiscono da riducenti.

Materiali, reagenti e strumenti

- Soluzione di glucosio 1M, fruttosio 1M, saccarosio 1M, sorbitolo 1M
- Soluzione di AgNO_3 0.2 M
- Soluzione di idrossido di sodio 0.5 M
- Acqua deionizzata
- Bilancia tecnica
- Agitatore magnetico riscaldante
- Vetreria di laboratorio
- Puntatore laser
- Spettrofotometro

Indicazioni di sicurezza

Il **nitrato d'argento** è una sostanza corrosiva che può provocare gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

Indicazioni di pericolo H272 Può aggravare un incendio; comburente H290 Può essere corrosivo per i metalli H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata

Consigli di prudenza - prevenzione P273 Non disperdere nell'ambiente. P280 Indossare guanti/proteggere gli occhi

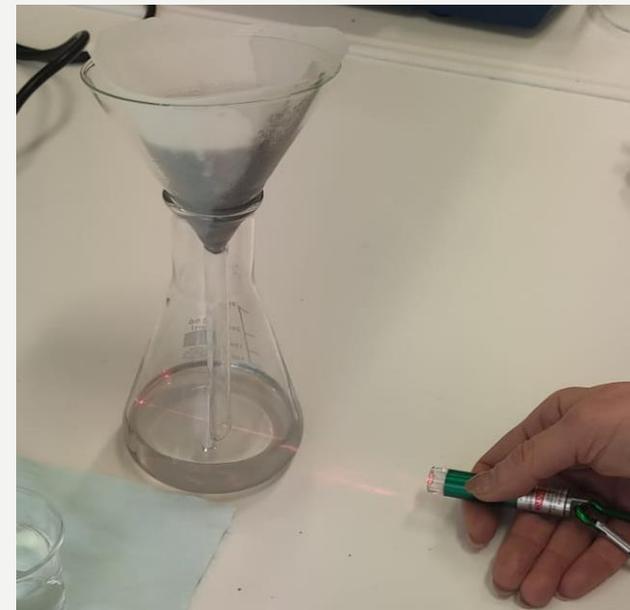
L'**idrossido di sodio** è una sostanza corrosiva che può provocare gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

Indicazioni di pericolo H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. *Consigli di prudenza* P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P301 + P330 + P331

4.2 Sintesi di AgNPs con glucosio ed altri carboidrati semplici

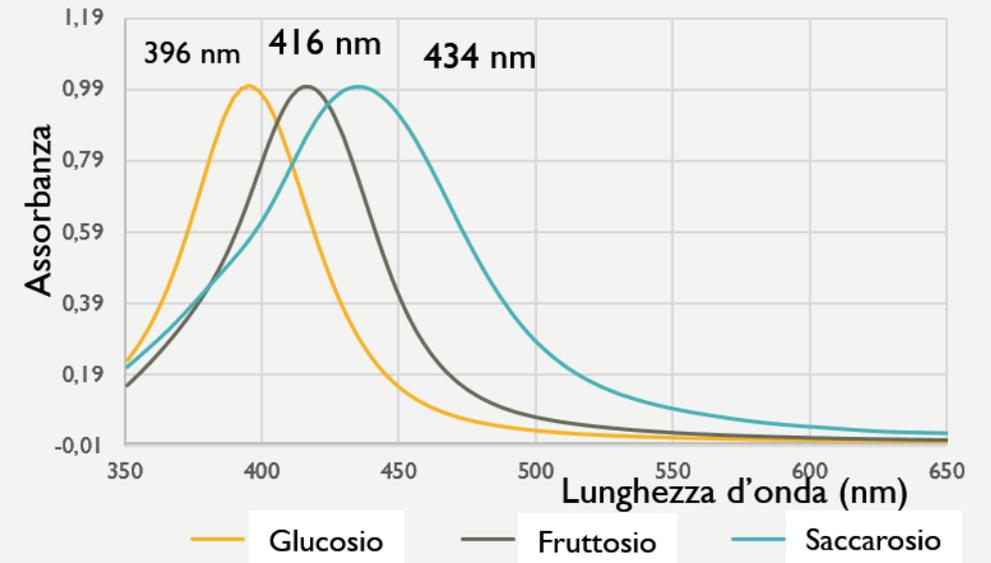
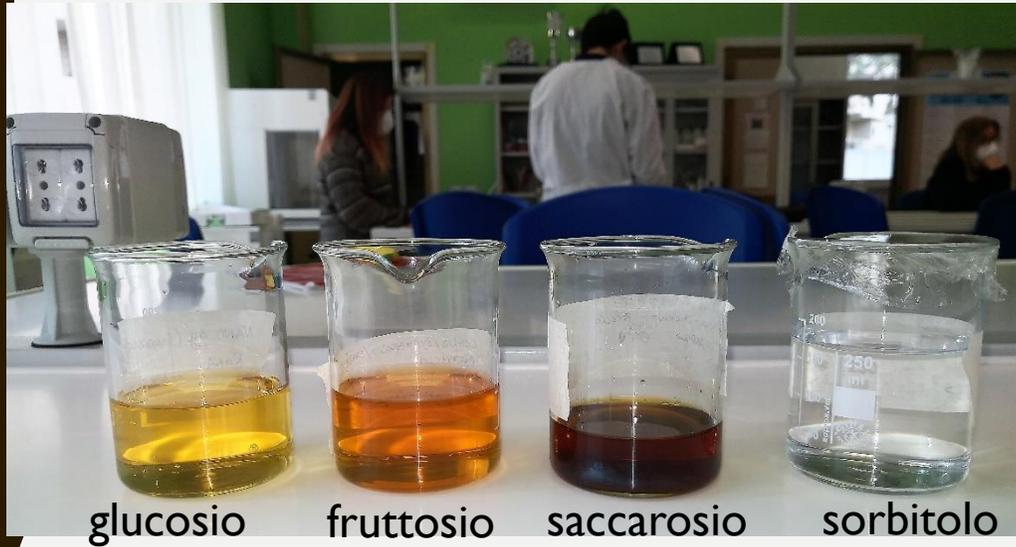
Procedimento

- Preparare 10 mL una soluzione di AgNO_3 0,2M
- Preparare 250 mL di soluzione di NaOH 0,5 M.
- Preparare 50 mL di soluzione di glucosio 1 M, di fruttosio 1M e di saccarosio 1M.
- Aggiungere alla soluzione di nitrato d'argento la soluzione di glucosio (fruttosio o saccarosio) e successivamente 10 mL di soluzione di NaOH, osservando la variazione di colore da incolore a marrone
- Dopo 24 h filtrare la sospensione servendosi di imbuto e carta da filtro; si ottiene una sospensione colloidale di colore giallo.
- Rilevare la presenza dell'effetto Tyndall utilizzando un puntatore laser.



4.2 Sintesi di AgNPs con glucosio ed altri carboidrati semplici

L'esperienza è stata svolta utilizzando glucosio, fruttosio, saccarosio e sorbitolo.



4.3 Sintesi di AgNPs con amido

Int J Clin Exp Med 2015;8(3):3538-3544
www.ijcem.com /ISSN:1940-5901/IJCEM0003909

Original Article

A novel green synthesis of silver nanoparticles using soluble starch and its antibacterial activity

Sobhy M Yakout^{1,2}, Ashraf A Mostafa³

¹Department of Biochemistry, College of Science, King Saud University, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia; ²Atomic Energy Authority, Hot Laboratories Centre, 13759, Egypt; ³Department of Botany and Microbiology, Collage of Science, King Saud University, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia

Received November 17, 2014; Accepted January 9, 2015; Epub March 15, 2015; Published March 30, 2015

Abstract: A green method of Silver nanoparticles (AgNPs) preparation has been established. This method depends on reduction of silver nitrate with soluble starch. The formation of AgNPs was observed by the color change from colorless to dark brown through the starch addition into silver nitrate solution. It was observed that use of starch makes convenient method for the synthesis of silver nanoparticles and can reduce silver ions into the produced silver nanoparticles within one hour of reaction time without using any harsh conditions. The prepared silver nanoparticles were characterized by using UV-visible spectroscopy and evaluated for its antimicrobial activity. The synthesized green AgNPs showed a potential antibacterial activity that was stronger against Gram positive pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pyogenes*) than against Gram negative pathogenic bacteria (*Salmonella typhi*, *Shigellasonnei* and *Pseudomonas aeruginosa*). Inhibition zones diameter of antibacterial activity depends upon nanoparticles concentration as AgNPs exhibited greater inhibition zone for *S.aureus* (16.4 mm) followed by *P. aeruginosa* and *S. pyogenes* while the least activity was observed for *S. typhi* (10.4 mm) at 40 µl/ disc. These results suggested that AgNPs can be used as an effective antiseptic agents in medical fields and process of synthesis creates new opportunities in process development for the synthesis of safe and eco-friendly AgNPs.

Keywords: Silver Nanoparticles, soluble starch, UV-Vis, antibacterial activity

4.3 Sintesi di AgNPs con amido

Descrizione dell'esperimento. In questo esperimento vengono sintetizzate nanoparticelle di argento (AgNps), attraverso una reazione redox tra nitrato di argento e amido. L'amido agisce allo stesso tempo come agente di *capping* e come riducente. La reazione è completa in circa 1 ora.

Materiali, reagenti e strumenti

- Soluzione di amido solubile (1% m/m)
- Soluzione di AgNO_3 1 mM
- Acqua deionizzata
- Agitatore magnetico riscaldante
- Vetreria di laboratorio
- Termometro da laboratorio
- Puntatore laser
- Spettrofotometro

Indicazioni di sicurezza

Il nitrato d'argento è una sostanza corrosiva che può provocare gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

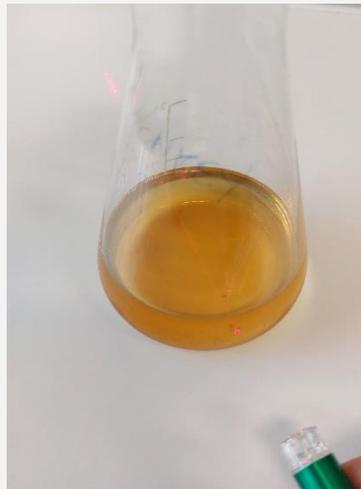
Indicazioni di pericolo H272 Può aggravare un incendio; comburente H290 Può essere corrosivo per i metalli H314

Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata *Consigli di prudenza* - prevenzione P273 Non disperdere nell'ambiente. P280 Indossare guanti/proteggere gli occhi

4.3 Sintesi di AgNPs con amido

Procedimento

- Preparare la soluzione di amido (1% m/m) e scaldare su piastra
- Aggiungere 10 ml di soluzione di amido a 50 mL di soluzione di nitrato d'argento.
- Scaldare per circa 1 ora su piastra scaldante osservando la variazione di colore da incolore a giallo
- Rilevare la presenza dell'effetto Tyndall utilizzando un puntatore laser
- Effettuare la caratterizzazione della sospensione colloidale mediante spettroscopia UV-visibile



4.4 Sintesi di AgNPs con estratti di piante

Appl Biochem Biotechnol
DOI 10.1007/s12010-014-0831-4

Plant Extract: A Promising Biomatrix for Ecofriendly, Controlled Synthesis of Silver Nanoparticles

Hemant P. Borase · Bipinchandra K. Salunke ·
Rahul B. Salunkhe · Chandrashekhar D. Patil ·
John E. Hallsworth · Beom S. Kim · Satish V. Patil

Arabian Journal of Chemistry (2014) 7, 1131–1139



ORIGINAL ARTICLE

Green synthesis of silver nanoparticles using olive leaf extract and its antibacterial activity

Mostafa M.H. Khalil ^{a,*}, Eman H. Ismail ^{a,b}, Khaled Z. El-Baghady ^c,
Doaa Mohamed ^a

^a Chemistry Department, Faculty of Science, Ain Shams University, 11566 Abbassia, Cairo, Egypt

^b Chemistry Department, Faculty of Science, Taibah University, 344 AlMadina Almonawra, Saudi Arabia

^c Microbiology Department, Faculty of Science, Ain Shams University, Abbassia, Cairo, Egypt

Received 27 November 2012; accepted 4 April 2013

Available online 13 April 2013

KEYWORDS

Nanosilver;
Olive leaf extract;
Antibacterial activity;
Green synthesis

Abstract The silver nanoparticles (AgNPs) synthesized using hot water olive leaf extracts (OLE) as reducing and stabilizing agent are reported and evaluated for antibacterial activity against drug resistant bacterial isolates. The effect of extract concentration, contact time, pH and temperature on the reaction rate and the shape of the Ag nanoparticles are investigated. The data revealed that the rate of formation of the nanosilver increased significantly in the basic medium with increasing temperature. The nature of AgNPs synthesized was analyzed by UV-vis spectroscopy, X-ray diffraction, scanning electron microscopy and thermal gravimetric analysis (TGA). The silver nanoparticles were with an average size of 20–25 nm and mostly spherical. The antibacterial potential of synthesized AgNPs was compared with that of aqueous OLE by well diffusion method. The AgNPs at 0.03–0.07 mg/ml concentration significantly inhibited bacterial growth against multi drug resistant *Staphylococcus aureus* (S. aureus), *Pseudomonas aeruginosa* (P. aeruginosa) and *Escherichia coli* (E. coli). This study revealed that the aqueous olive leaf extract has no effect at the concentrations used for preparation of the Ag nanoparticles. Thus AgNPs showed broad spectrum antibacterial activity at lower concentration and may be a good alternative therapeutic approach in future.
© 2013 Production and hosting by Elsevier B.V. on behalf of King Saud University.

Received: 29 October 2013 / Accepted: 20 February 2014
Applied Biochemistry and Biotechnology
Springer Science+Business Media New York 2014

Uses of plants extracts are found to be more advantageous over chemical (bacterial, fungal, algal) methods for silver nanoparticles (AgNPs) synthesis. The green synthesis, biochemical diversity of plant extract, non-pathogenicity, flexibility in reaction parameters are accounted for high rate of AgNPs production, shape, size and applications. At the same time, care has to be taken to select the best plant extract for AgNPs synthesis based on certain parameters such as easy availability, green synthesis potential and non-toxic nature of plant extract. This review discusses the synthesis of AgNPs with particular emphasis on biological synthesis using plant extracts. Key points have been given on selection of plant extract for AgNPs synthesis. Reaction parameters controlling the yield of nanoparticles are presented here. Synthesis mechanisms and current and future applications of plant-extract-synthesized AgNPs are also discussed. Advantages associated with use of AgNPs are summarised in the present review.

Keywords Plant extract · AgNPs · Antimicrobial · Biosensor · Toxicity

Hindawi Publishing Corporation
Bioinorganic Chemistry and Applications
Volume 2014, Article ID 742346, 8 pages
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/742346>



Research Article

Degradation of Methylene Blue Using Biologically Synthesized Silver Nanoparticles

M. Vanaja, K. Paulkumar, M. Baburaja, S. Rajeshkumar, G. Gnanajobitha,
C. Malarkodi, M. Sivakavinesan, and G. Annadurai

Environmental Nanotechnology Division, Sri Paramakalyani Centre for Environmental Sciences,
Manonmaniam Sundaranar University, Alwarkurichi, Tamil Nadu 627412, India

Correspondence should be addressed to G. Annadurai; gannadurai@hotmail.com

Received 31 October 2013; Accepted 11 January 2014; Published 19 March 2014

Academic Editor: Zhe-Sheng Chen

Copyright © 2014 M. Vanaja et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Nowadays plant mediated synthesis of nanoparticles has great interest and achievement due to its eco-benign and low time consuming properties. In this study silver nanoparticles were successfully synthesized by using *Morinda tinctoria* leaf extract under different pH. The aqueous leaf extract was added to silver nitrate solution; the color of the reaction medium was changed from pale yellow to brown and that indicates reduction of silver ions to silver nanoparticles. Thus synthesized silver nanoparticles were characterized by UV-Vis spectrophotometer. Dispersity and morphology was characterized by scanning electron microscope (SEM); crystalline nature and purity of synthesized silver nanoparticles were revealed by X-ray diffraction (XRD) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). FTIR spectrum was examined to identify the effective functional molecules responsible for the reduction and stabilization of silver nanoparticles synthesized by leaf extract. The photocatalytic activity of the synthesized silver nanoparticles was examined by degradation of methylene blue under sunlight irradiation. Green synthesized silver nanoparticles were effectively degrading the dye nearly 95% at 72 h of exposure time.

4.4 Sintesi di AgNPs con estratti di piante

Descrizione dell'esperimento. In questo esperimento vengono sintetizzate nanoparticelle di argento (AgNps), attraverso una reazione tra nitrato d'argento ed un estratto ottenuto per infusione a caldo di foglie di ulivo che si comporta da agente riducente

Materiali, reagenti e strumenti

- Estratto di foglie di ulivo
- Soluzione di AgNO_3 1 mM
- Soluzione di idrossido di sodio 0.5 M
- Acqua deionizzata
- Bilancia analitica
- Bilancia tecnica
- Agitatore magnetico riscaldante
- Vetreria di laboratorio
- Puntatore laser
- Spettrofotometro

Indicazioni di sicurezza

Il **nitrato d'argento** è una sostanza corrosiva che può provocare gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

Indicazioni di pericolo H272 Può aggravare un incendio; comburente H290 Può essere corrosivo per i metalli H314 Provoca gravi

ustioni cutanee e gravi lesioni oculari H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata

Consigli di prudenza - prevenzione P273 Non disperdere nell'ambiente. P280 Indossare guanti/proteggere gli occhi

L'**idrossido di sodio** è una sostanza corrosiva che può provocare gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

Indicazioni di pericolo H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. *Consigli di prudenza* P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P301 + P330 + P331

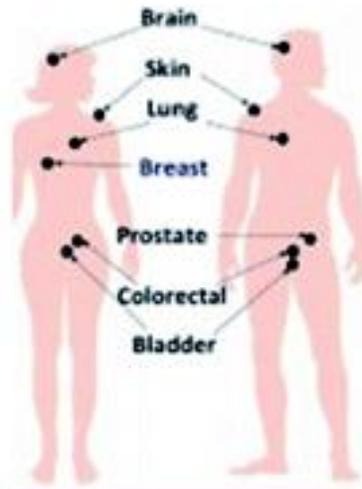
4.4 Sintesi di AgNPs con estratti di piante

Procedimento.

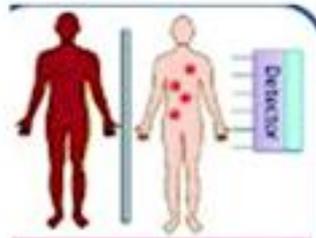
- *Preparazione dell'estratto da foglie di ulivo.* Tagliare in piccoli pezzi circa 10 g di foglie di ulivo dopo averle lavate con acqua distillata. Metterle in becker, aggiungere 100 mL di acqua distillata e riscaldare a 60°C per 10 minuti. Filtrare con imbuto e carta da filtro. Utilizzare il surnatante come agente riducente per la preparazione delle nanoparticelle d'argento.
- Aggiungere 10 mL di estratto a 90 mL di soluzione di nitrato di argento 1 mM ed aggiustare il pH a 8
- Far avvenire la reazione di riduzione degli ioni Ag^+ a temperatura ambiente
- Rilevare la formazione della sospensione colloidale illuminando lateralmente la soluzione con un puntatore laser (effetto Tyndall).



Applicazioni delle nanoparticelle di argento



Various types of human cancer



Photoimaging

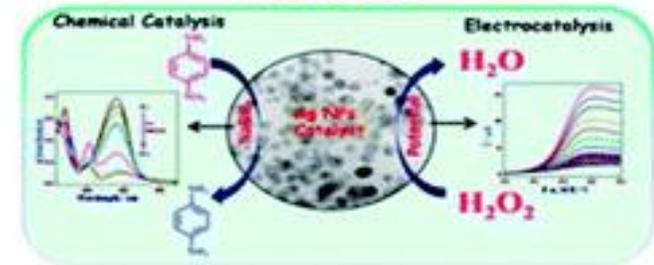


Cosmetics and medical applications

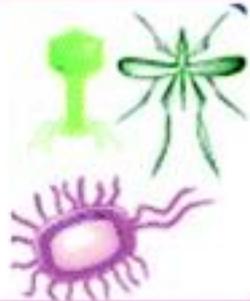


Biomedical

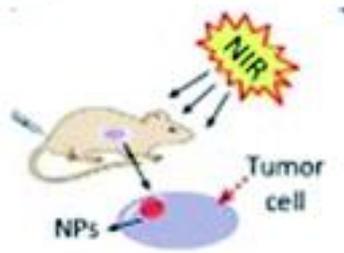
Applications of Ag NPs



Catalysis



Antimicrobial



Photothermal therapy



Nanosensors detect biomolecules, environmental factor



Food packaging and food safety

4.5 Degradazione fotocatalitica del blu di metilene usando nanoparticelle di argento

Hindawi Publishing Corporation
Bioinorganic Chemistry and Applications
Volume 2014, Article ID 742346, 8 pages
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/742346>



Research Article

Degradation of Methylene Blue Using Biologically Synthesized Silver Nanoparticles

M. Vanaja, K. Paulkumar, M. Baburaja, S. Rajeshkumar, G. Gnanajobitha, C. Malarkodi, M. Sivakavinesan, and G. Annadurai

Environmental Nanotechnology Division, Sri Paramakalyani Centre for Environmental Sciences, Manonmaniam Sundaranar University, Alwarcurichi, Tamil Nadu 627412, India

Correspondence should be addressed to G. Annadurai; gannadurai@hotmail.com

Received 31 October 2013; Accepted 11 January 2014; Published 19 March 2014

Academic Editor: Zhe-Sheng Chen

Copyright © 2014 M. Vanaja et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Nowadays plant mediated synthesis of nanoparticles has great interest and achievement due to its eco-benign and low time consuming properties. In this study silver nanoparticles were successfully synthesized by using *Morinda tinctoria* leaf extract under different pH. The aqueous leaf extract was added to silver nitrate solution; the color of the reaction medium was changed from pale yellow to brown and that indicates reduction of silver ions to silver nanoparticles. Thus synthesized silver nanoparticles were characterized by UV-Vis spectrophotometer. Dispersity and morphology was characterized by scanning electron microscope (SEM); crystalline nature and purity of synthesized silver nanoparticles were revealed by X-ray diffraction (XRD) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). FTIR spectrum was examined to identify the effective functional molecules responsible for the reduction and stabilization of silver nanoparticles synthesized by leaf extract. The photocatalytic activity of the synthesized silver nanoparticles was examined by degradation of methylene blue under sunlight irradiation. Green synthesized silver nanoparticles were effectively degrading the dye nearly 95% at 72 h of exposure time.

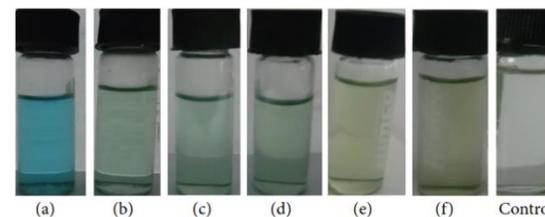
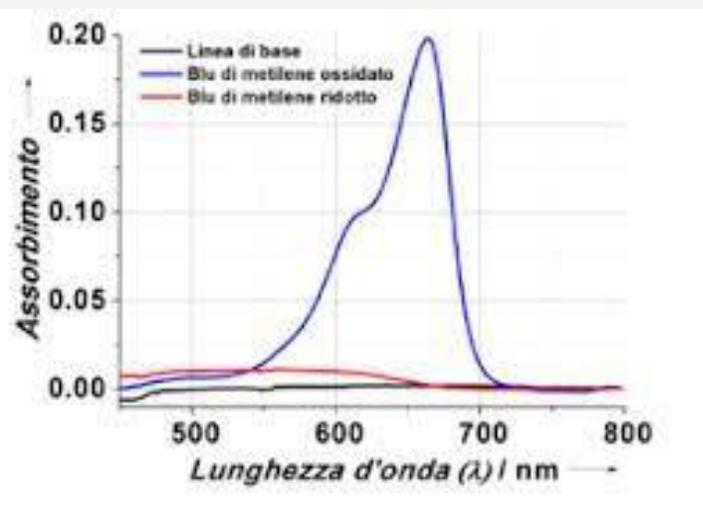
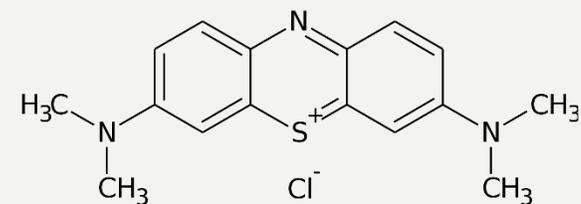


FIGURE 8: Visual observation of color change from blue to colorless indicates degradation of methylene blue dye at different time intervals ((a) initial, (b) 1 h, (c) 4 h, (d) 24 h, (e) 48 h, and (f) 72 h).

4.5 Degradazione fotocatalitica del blu di metilene usando nanoparticelle di argento

Descrizione dell'esperimento. In questo esperimento viene studiata l'attività fotocatalitica di degradazione del blu di metilene di nanoparticelle d'argento precedentemente sintetizzate.

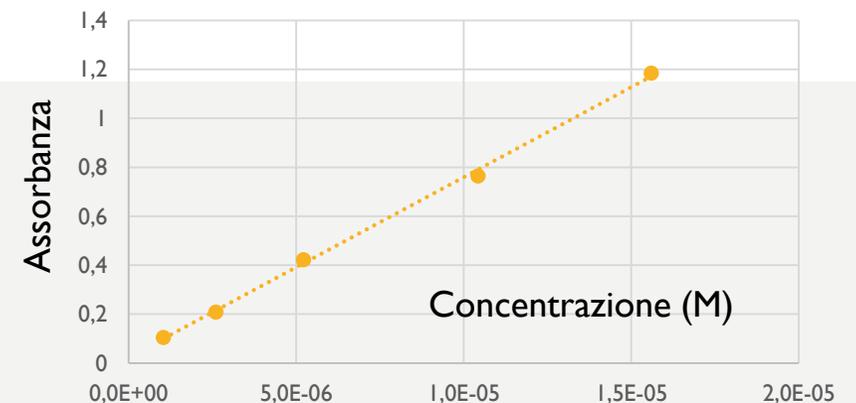
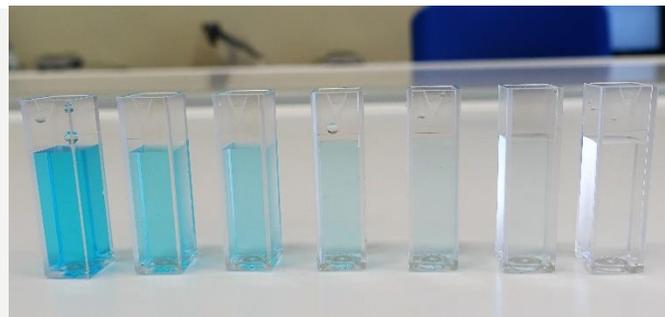
Materiali, reagenti e strumenti

- Soluzione di blu di metilene 0,001 % (m/m) ($3,13 \cdot 10^{-5}$ M)
- Sospensione colloidale di nanoparticelle di argento
- Vetreria di laboratorio
- Spettrofotometro

Procedimento

- Preparare una soluzione madre di blu di metilene solubilizzando 10 mg di blu di metilene in 1000 mL di acqua distillata.
- Preparare le soluzioni indicate in tabella e leggere l'assorbanza a 660 nm per la costruzione della retta di taratura:

	Blu di metilene (mL)	H ₂ O (ml)	Volume totale (mL)
1	3	0	3
2	1,5	1,5	3
3	1.0	2.0	3
4	0,5	2,5	3
5	0,25	2,75	3
6	0,1	2,9	3
7	0	3	3



4.6 Degradazione fotocatalitica del blu di metilene usando nanoparticelle di argento

Procedimento

- Preparare in cuvetta le seguenti miscele. Preparare un controllo contenente blu di metilene in assenza di nanoparticelle.

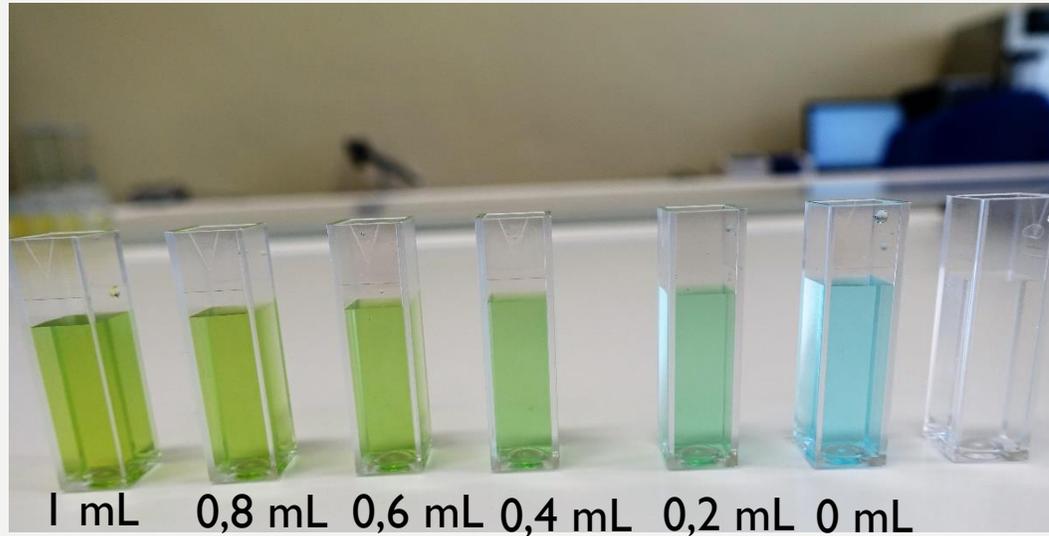
	Blu di metilene (mL)	Ag Nps (mL)	H ₂ O (ml)	Volume totale (mL)
1	2	1	0	3
2	2	0,8	0,2	3
3	2	0,6	0,4	3
4	2	0,4	0,6	3
5	2	0,2	0,8	3
6	2	0	1	3
7	0	0	3	3

- Seguire la degradazione del blu di metilene nel tempo dopo esposizione alla luce effettuando misure di assorbanza a 660 nm.
- La percentuale di degradazione può essere calcolata dalla seguente relazione

$$\% \text{ decolorazione} = 100 \times (C_0 - C) / C_0$$

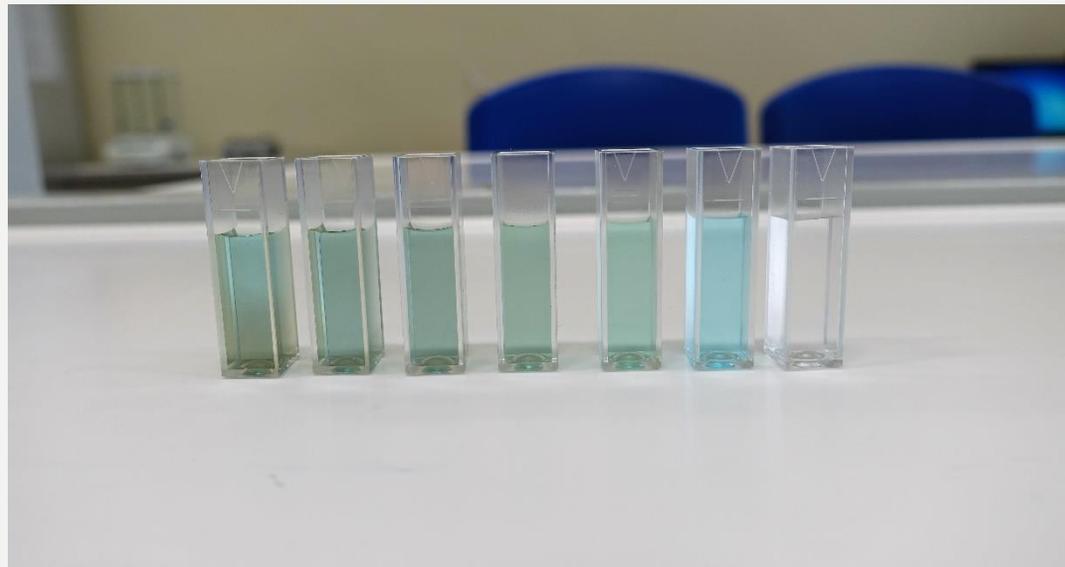
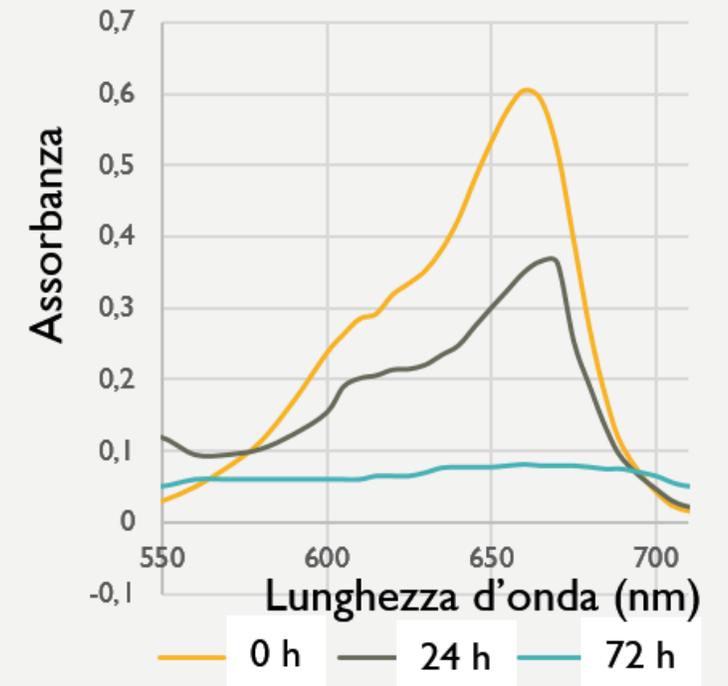
In cui C_0 è la concentrazione iniziale del colorante nella soluzione e C è la concentrazione del colorante al tempo t .

4.5 Degradazione fotocatalitica del blu di metilene usando nanoparticelle di argento

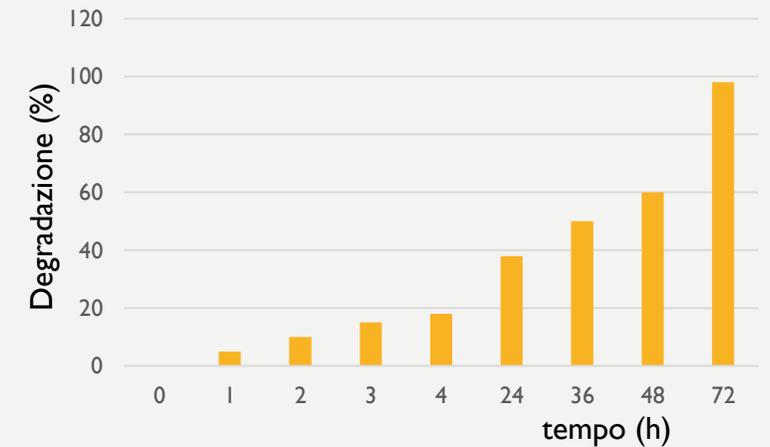


$t = 10 \text{ min}$

AgNPs



$t = 24 \text{ h}$



Fase 5: Verifica e valutazione

- Produzione di elaborati multimediali da parte degli studenti sull'esperienza svolta (relazione di laboratorio e/o video)
- Test di verifica semistrutturato

Bibliografia

- [1] Peter N. Njoki, Transformation of Silver Nanoparticles in Phosphate Anions: An Experiment for High School Students, *Journal of Chemical Education*, 96 (2019) 546-552.
- [2] Neus G. Bastús, Florind Merkoçi, Jordi Piella, Victor Puntès, Synthesis of Highly Monodisperse Citrate-Stabilized Silver Nanoparticles of up to 200 nm: Kinetic Control and Catalytic Properties, *Chemistry of Materials*, 26 (2014) 2836-2846.
- [3] Katarzyna Ranoszek-Soliwoda, Emilia Tomaszewska, Ewelina Socha, Paweł Krzyczmonik, Anna Ignaczak, Piotr Orłowski, Małgorzata Krzyżowska, Grzegorz Celichowski, Jarosław Grobelny, The role of tannic acid and sodium citrate in the synthesis of silver nanoparticles, *Journal of Nanoparticle Research*, 19 (2017) 273.
- [4] Jason A. Thon, Nathaniel E. Larm, Yahor Vazmitsel, Gary A. Baker, Plasmonic Evolution and Arrested Development for Silver Nanoscale Colloids: A Classroom Demonstration, *Journal of Chemical Education*, 96 (2019) 2560-2564.
- [5] S. M. Yakout, A. A. Mostafa, A novel green synthesis of silver nanoparticles using soluble starch and its antibacterial activity, *Int J Clin Exp Med*, 8 (2015) 3538-3544.
- [6] Poovathinthodiyil Raveendran, Jie Fu, Scott L. Wallen, Completely “Green” Synthesis and Stabilization of Metal Nanoparticles, *Journal of the American Chemical Society*, 125 (2003) 13940-13941.
- [7] Nazia Tarannum, Divya, Yogendra K. Gautam, Facile green synthesis and applications of silver nanoparticles: a state-of-the-art review, *RSC Advances*, 9 (2019) 34926-34948.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

