



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Activité antimicrobienne et pouvoir antioxydant de deux plantes traditionnellement utilisées dans les soins de la peau dans le département de Tiassalé (Sud, Côte d'Ivoire)

Akessé Georges KOFFI¹, Konan YAO^{2,3}, Angora Rémi Constant AHOUE^{1,3},
Awa DIOMANDE¹ et Mamidou Witabouna KONE^{1,3}

¹ Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale, UFR Sciences de la Nature, Université Nangui ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

² Laboratoire des Systématiques Herbiers et Musée botanique, UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

³ Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01.

*Auteur correspondant ; E-mail : koffigeorges26@gmail.com, Cel : 0748164052/0142839892

Received: 09-04-2025

Accepted: 04-02-2026

Published: 30-04-2026

RESUME

Les troubles cutanés altèrent les caractéristiques physiques de la peau en favorisant les infections microbiennes. L'objectif de cette étude était d'évaluer *in vitro* l'activité antimicrobienne et la capacité antioxydante de deux plantes utilisées en cosmétopée dans le département de Tiassalé (Sud, Côte d'Ivoire) pour l'entretien de la peau. Le pouvoir antioxydant des extraits a été évalué par dosage spectrophotométrique en utilisant la méthode au 1,1-diphényl 2-picrylhydrazyle (DPPH) et au 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS). L'activité antimicrobienne a été testée par détermination des concentrations minimales inhibitrices par microdilution manuelle en milieu liquide. L'activité antibactérienne a indiqué que l'extrait au méthanol de racine de *Elaeis guineensis* Jacq. ($d=25,00\pm0,33$ mm) a présenté la meilleure activité contre les bactéries Gram-positifs. Avec les levures, l'extrait aqueux de *Cyathula prostrata* (L.) Blume a montré la plus forte activité ($d=12,66\pm0,33$ mm). Le test de piégeage du radical DPPH a montré que les extraits méthanoliques et aqueux ($11,61\pm0,71$ et $77,56\pm0,71$ mg TE/g MS) ont révélé une capacité antiradicalaire. Sur le pouvoir réducteur de l'ABTS, l'extrait méthanolique de plante entière de *Cyathula prostrata* a enregistré une plus forte capacité antiradicalaire ($59,60\pm0,01$ mg TE/g MS). Ces espèces végétales pourraient être utilisées dans la mise au point d'un produit corporel.

© 2026 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Plantes médicinales, Troubles de peau, Bien-être, Cosmétopée, Tiassalé, Côte d'Ivoire.

Antimicrobial activity and antioxidant power of two plants traditionally used in skin care in the Tiassalé department (Southern Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

Skin disorders alter its physical characteristics by promoting microbial infections. The objective of this study was to evaluate *in vitro* the antimicrobial activity and antioxidant capacity of two plants used in Cosmetopeia in the Tiassalé department (Southern, Côte d'Ivoire) for skin care. The antioxidant power of the

extracts was evaluated by spectrophotometric assay using the 1,1-diphenyl 2-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) method. The antimicrobial activity was tested by determining the minimum inhibitory concentrations using manual microdilution in liquid medium. The antibacterial activity indicated that the methanol extract of the root of *Elaeis guineensis* Jacq. ($d=25.00\pm0.33\text{mm}$) presented the best activity against Gram-positive bacteria. With yeasts, the aqueous extract of *Cyathula prostrata* (L.) Blume showed good activity ($d = 12.66\pm0.33 \text{ mm}$). The DPPH radical scavenging test showed that the methanolic and aqueous extracts (11.61 ± 0.71 and $77.56\pm0.71 \text{ mg TE/g DM}$) revealed an antiradical capacity. On the reducing power of ABTS, the methanolic extract of the whole plant of *Cyathula prostrata* recorded a higher antiradical capacity ($59.60\pm0.01 \text{ mg TE/g DM}$). These plants could be used to develop a body care product.

© 2026 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Medicinal plants, Skin disorders, Well-being, Cosmetopeia, Tiassalé, Côte d'Ivoire

INTRODUCTION

La peau constitue une enveloppe qui représente le siège de l'apparence humaine. Elle occupe une surface de 2 m^2 et pèse 3 kg en moyenne chez la femme et 5 kg en moyenne chez l'homme (Wysocki, 1999). Cette enveloppe joue un rôle important dans l'image qu'une personne a, soit d'elle-même ou dans les relations avec les autres. La peau est constituée de plusieurs cellules en renouvellement permanent indispensables à la vie. Les cellules cutanées assurent la protection physique de l'Homme contre les agressions environnementales, jouant un rôle dans l'immunité.

Le stress oxydatif cutané provoque des dommages tissulaires ou des troubles de peau conduisant aux vieillissements précoces (Favier, 2003 ; Shivanand et al., 2024). Les troubles cutanés affectent la qualité de vie des malades dans leur quotidien. Ils augmentent les infections microbiennes chez les personnes touchées. Leur production en excès induit une surcharge de sébum dans les tissus des personnes les plus affectées. C'est l'accumulation de sébum qui, en générale, est propice aux inflammations microbiennes. Le risque de formation des imperfections de la peau (l'acné, les démangeaisons, les brûlures, etc.) a des effets délétères sur la peau saine et le bien-être. Chez les personnes souffrant des troubles cutanés, le système immunitaire cutané s'affaiblit et reste favorable aux affections multiples (Favier, 2003). L'éradication paraît très complexe et demeure une préoccupation pour la population. Cette complexité suscite un intérêt dans le maintien

de la santé de la peau et ouvre la voie à la recherche de nouveaux remèdes. Les traitements préconisés conduisent fortement, d'une part, aux maladies métaboliques aux troubles pigmentaires et d'autre part à une récurrence de l'affection chez les personnes traitées après des décennies (Ribeiro et al., 2015). La recherche de nouvelles alternatives pour renforcer les différentes fonctions cutanées reste un défi. L'utilisation de plantes à potentialités antioxydante et antimicrobienne s'avèreraient très bénéfiques pour les soins de la peau. Dans la localité de Tiassalé au sud de la Côte d'Ivoire, la population a recours à l'usage traditionnel des plantes pour l'entretien et les soins de la peau. Une étude menée par Koffi et al. (2018), dans cette localité a montré que ces plantes possèdent des propriétés antioxydantes. Par ailleurs, la plupart de ces plantes aux propriétés cosmétiques sont très peu investiguées pour leurs potentiels antimicrobiens et antiradicalaires. Plusieurs travaux réalisés en Afrique de l'Ouest ont déjà mis en évidence le potentiel antimicrobien et antioxydant de nombreuses plantes médicinales utilisées dans les pharmacopées traditionnelles (Atindehou et al., 2002 ; Koné et al., 2004 ; Soro et al., 2012 ; Ahoua et al., 2012 et 2015 ; Afanyibo et al., 2018 ; Tahir et al., 2022 ; Sanogo et al. 2025). Ce travail visait à évaluer les propriétés antimicrobiennes et antioxydantes de deux plantes utilisées en cosmétologie dans le département de Tiassalé afin d'améliorer la santé de la peau chez les personnes de tous âges.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de deux plantes médicinales fréquemment sollicitées dans les soins cosmétiques dans le département de Tiassalé, Ce sont *Elaeis guineensis* Jacq. (N° WFO : wfo-0000947985 ; N°Herbier du CNF : UCJ014116) et *Cyathula prostrata* (L.) Blume (WFO : wfo-0000631218 ; N°Herbier du CNF : UCJ000666). Ces plantes ont été récoltées suite à des enquêtes ethnobotaniques réalisées dans le département de Tiassalé (département de l'Agnéby-Tiassa) situé entre les latitudes 5°54 et 6°N et les longitudes 4°49 et 5°W (Tagini, 1971 ; Ouattara et Koffi, 2014). Les noms scientifiques de ces plantes ont été confirmés au Centre National de Floristique (CNF) de l'université Félix Houphouët-Boigny en Côte d'Ivoire et actualisés en utilisant la base des données en ligne de World Flora Online (WFO, <https://www.worldfloraonline.org/taxon>).

Souches microbiennes

Trois souches bactériennes de référence ont été utilisées. Ce sont *Staphylococcus aureus* CIP 483, *Staphylococcus epidermidis* CIP 53124 et *Pseudomonas aeruginosa* CIP 103467. Les souches fongiques testées étaient composées de *Candida albicans* ATCC10231 et *Candida glabrata* ATCC 15545. Ces levures et bactéries sont impliquées dans les troubles et affections de la peau. Toutes les souches ont été fournies par le Laboratoire de Microbiologie du Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire.

Milieux de culture et antibiotiques

La gélose et le bouillon Müller-Hinton (GMH) (Liofilchem®) ont été utilisés pour les tests antibactériens tandis que la gélose, Tryptone Soja (TSA) et le bouillon Trypticase Caséine Soja (TCS) ont été utilisés pour les levures. Les antibiotiques de référence utilisés sont la Griséofulvine® pour les levures et la Gentamycine® pour les bactéries.

Méthodes

Préparation des extraits végétaux

Les solvants utilisés pour l'extraction étaient composés d'hexane, du méthanol et de

l'eau. Pour l'extraction aqueuse, 20 g de poudre ont été ajoutés à 200 ml d'eau distillée. Le mélange a été soumis à une agitation mécanique pendant 24 h, puis filtré. Les extraits ont, ensuite, été lyophilisés pour obtenir les extraits bruts secs. Avec les solvants organiques, des extractions successives de polarité croissante ont été réalisées. Vingt grammes (20 g) de chaque poudre ont été macérées dans 200 ml d'hexane. Le mélange a été agité pendant 24 h, filtré sur du coton et du papier filtre. Les extraits bruts ont été obtenus après filtration et concentration à l'évaporateur rotatif, à 40°C. Le marc résiduel a été séché à température ambiante, pesé et mis en macération dans 200 ml de méthanol, puis le mélange a été filtré et concentré à l'évaporateur rotatif, à 40°C Les extraits ainsi préparés ont servi pour les tests biologiques (Ahoua et al., 2015).

Test de sensibilité des bactéries aux extraits végétaux préparés

Une suspension d'une charge bactérienne de 10^6 bactéries/ml a été homogénéisée puis utilisée pour ensemencer la gélose Mueller-Hinton dans les boîtes de Pétri. L'inoculum a été préparé à partir d'une culture bactérienne de 18 heures. Les boîtes de Pétri ont été inondées avec 2 ml de l'inoculum de la bactérie à tester. L'excès de la suspension a été aussitôt aspiré à l'aide de la pipette Pasteur, puis les boîtes ont été séchées à température ambiante sous flux laminaire. Des puits de 6 mm de diamètre ont été creusés dans la gélose Mueller-Hinton à l'aide de l'extrémité d'une pipette Pasteur stérile. A l'intérieur de chaque puits, 50 µl de la solution d'extrait végétal à 1500 µg/ml ou la gentamycine à 50 µg/ml ont été ajoutés. Après 30 minutes de prédiffusion des extraits végétaux dans la gélose, les boîtes de Pétri ont été incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures. Les diamètres d'inhibition ont été ensuite mesurés. L'activité a été déterminée selon l'échelle de Vanden et al. (1991). Selon cette échelle, l'activité antibactérienne de l'extrait végétal testé est dite :

- forte lorsque le diamètre d'inhibition est supérieur ou égal à 20 mm ;
- moyenne lorsque le diamètre d'inhibition est situé entre 14 et 20 mm ;

- faible lorsque le diamètre d'inhibition est compris entre 8 et 14 mm ;
- nulle pour un diamètre d'inhibition inférieur à 8 mm

Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)

La méthode de microdilution en milieu liquide utilisant des microplaques de 96 cupules à fond en « U » a été appliquée (Soro et al., 2010). Les puits n° 12 ont été remplis avec 100 µl d'extraits végétaux à 3000 µg/ml ou la gentamycine à 50 µg/ml et 50 µl de chaque inoculum bactérien. Dans les puits de la colonne n°1 ont été déposés 100 µl de bouillon Mueller-Hinton (BMH). Les 10 dernières colonnes ont été remplies avec 50 µl de BMH. A partir de la colonne n° 12, une dilution de raison 2 a été appliquée. Au contenu des colonnes n° 2 à n° 12, ont été ajoutés 50 µl de chaque inoculum bactérien. Le volume final de chaque cupule est de 100 µl. Les microplaques ont été ensuite incubées à 37°C pendant 18 heures. La lecture a été faite à l'œil nu par observation des puits. La concentration minimale inhibitrice (CMI) correspond à la plus petite concentration d'extrait pour laquelle il n'y a pas de croissance (trouble) visible à l'œil nu (Dosso et al., 1995).

Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMB)

Pour la détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB), l'inoculum ayant servi à la détermination des CMI, a été dilué (de 10^{-1} à 10^{-5}) et ensemencé en strie de 5 cm sur la gélose Mueller-Hinton puis incubées à 37°C pendant 18 heures. Après lecture des CMI, le contenu des puits sans croissance bactérienne a été aussi ensemencé en stries de 5 cm chacun sur les boîtes de Pétri contenant la gélose MH. Les boîtes de Pétri ont ensuite été incubées à 37°C pendant 18 heures. Après l'incubation, la comparaison des boîtes de Pétri correspondant à l'inoculum initial et celles des extraits végétaux actifs a permis de déterminer la CMB. Elle est la plus petite concentration d'antibiotique ou d'extrait qui laisse un taux de bactéries survivantes de 0,01% après 18 heures de culture à 37°C. La concentration du puits dont le nombre de bactéries viables est inférieur ou égal à celui de

la dilution 10^{-4} de l'inoculum initial correspondra à la CMB. Le pouvoir antibactérien (PA) des extraits végétaux a été déterminé en effectuant le rapport de la CMB sur la CMI. Lorsque ce rapport est supérieur ou égal à 4, alors l'extrait est dit bactériostatique. S'il est inférieur à 4, l'extrait est dit bactéricide (Senthilkumar et al., 2017).

Test de sensibilité des levures aux extraits préparés

Une culture pure de levures de 48 à 72 heures sur la gélose Tryptone Soja (TSA) a été préparée. Trois colonies isolées ont été prélevées et émulsionnées dans 10 ml d'eau distillée stérile pour obtenir une solution opaque de levure. Un volume de 2 à 4 ml de l'inoculum préparé a été utilisé pour inonder la gélose TSA préalablement coulée dans les boîtes de Pétri (18 ml). Le surplus de l'inoculum a été aspiré puis les boîtes de Pétri ont été séchées pendant 15 minutes à 37°C. Après séchage, des puits de 6 mm de diamètre ont été faits dans l'agar à l'aide des extrémités des pipettes Pasteur. Cinquante (50) µl de la solution à tester (extrait végétal ou antifongique) ont été déposés dans les puits. L'ensemble des boîtes a été laissé pour une pré-diffusion des solutions, à la température du laboratoire pendant 15 à 30 minutes avant d'être incubé pendant 48 à 72 heures à 30°C. Les essais ont été répétés deux fois. Après l'incubation, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés avec une règle graduée (Ahoua et al., 2015).

Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) des extraits actifs

La méthode de microdilution en milieu liquide a été utilisée. Les extraits dont la zone d'inhibition a un diamètre supérieur ou égal à 10 mm ont été sélectionnés pour déterminer les CMI (Koné et al., 2004). Des microplaques de 96 puits répartis en 8 rangées de 12 colonnes ont été utilisées. Pour chaque microplaque, la première colonne a été remplie avec 100 µl du bouillon Tryptycase caséine soya (TCS). Les 10 colonnes suivantes ont reçu 50 µl du bouillon. Les puits de la douzième colonne ont été remplis avec 100 µl des solutions d'extraits à 3000 µg/ml et des antifongiques à 50 µg/ml. Les gammes de concentrations allaient de 1500

à 3 µg/ml pour les extraits végétaux et de 25 à 0,2 µg/ml pour les antifongiques. Des dilutions successives de progression géométrique de raison 2, dans le bouillon nutritif TCS, ont été réalisées. Par la suite, 50 µl d'inoculum de la levure à tester sont ajoutés au contenu de chaque puits, de la deuxième à la douzième colonne. Le volume final de tous les puits était de 100 µl. Les microplaques ont été incubées à 30°C pendant 48 à 72 heures. Après le temps d'incubation, 40 µl d'une solution aqueuse de chlorure de méthylthiazoyltétrazolium (MTT) à 0,2 mg/ml ont été ajoutés à chaque puits. Le tout a été à nouveau incubé à température du laboratoire pendant 30 minutes. La lecture a été faite à l'œil nu. Les puits où il n'y avait pas de croissance cellulaire étaient colorés en jaune. L'expérience a été répétée deux fois pour chaque extrait. L'inoculum de la levure à tester a été préparé dans du brouillon nutritif à partir d'une culture de 48 à 72 heures. Au moins 3 colonies bien isolées de levure ont été mélangées à 50 ml de bouillon TCS, puis agitées pendant 24 heures sous agitation mécanique. Un volume d'un ml de cette culture a été ensuite prélevé puis ajouté à 50 ml de bouillon. Le mélange a été agité pendant environ 2 heures à température ambiante du laboratoire jusqu'à l'apparition d'une légère opalescence.

Capacité antiradicalaire des extraits végétaux préparés

Test au 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH)

La technique de la décoloration de la solution de DPPH par un extrait végétal utilisée par Sanchez-Moreno (2002) a été employée pour la mesure de la capacité antiradicalaire. Une gamme de concentrations allant de 1000 à 7,81 µg/ml des extraits de plantes ou de la vitamine C a été préparée. La Vitamine C, antioxydant de référence, a été utilisée comme témoin positif. Une quantité de 2,5 ml d'une solution de DPPH (0,04% dans du méthanol) a été ajoutée à 100 µl d'extrait végétal. Après homogénéisation, le mélange a été incubé à la température du laboratoire à l'obscurité pendant 30 min. Les absorbances ont été mesurées à 517 nm contre un « blanc » qui ne contient que du méthanol. L'expérience a été

reprise trois fois. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH a été calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Inhibition du radical DPPH (\%)} = [1 - (\text{DO essai} / \text{DO contrôle})] \times 100$$

La concentration inhibitrice à 50% (CI₅₀) qui est la concentration d'extrait de plante responsable de 50% d'inhibition du radical DPPH a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage de la vitamine C. La capacité antioxydante des extraits, exprimé en mg Trolox équivalent /g de matière sèche (mg TE/g de MS) a été déterminée par la formule de Wangcharoen et Morasuk. (2007) ci-dessous :

$$\text{Valeur DPPH (mg TE/g de MS)} = [(A_0 - A_1) / \text{pente}] \times [V/v] / ([p] \times [1000])$$

MS = Matière sèche A₀ = Absorbance du contrôle négatif, A₁ = Absorbance de l'extrait, p = poids de l'extrait sec ; V = volume total d'extrait ; v = volume utilisé de l'extrait et 1000 = facteur de conversion.

Test à l'acide 2,2-azino-bis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) (ABTS+•)

Le potentiel des extraits à réduire le radical ABTS a été évalué à l'aide de la méthode décrite par Miller et al. (1993). Le principe est fondé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS^{•+} de coloration bleu-vert en le transformant en ABTS⁺ incolore par piégeage d'un proton. Le radical cationique ABTS^{•+} a été obtenu à partir de 10 ml d'ABTS à 2 mM et 100 µl de persulfate de potassium à 70 mM. Le mélange a été conservé à l'obscurité pendant 6 heures avant la réalisation du test. Une gamme de concentrations (1000 à 7,81 µg/ml) des extraits végétaux ou du Trolox (antioxydant de référence) a été préparée, puis 100 µl de ces solutions ont été mélangés à 2,5 ml d'une solution d'ABTS. Le tout a été homogénéisé puis incubé à l'obscurité. Après 30 minutes d'incubation, les absorbances sont mesurées à 734 nm. La CI₅₀ a été déterminée graphiquement à partir de la droite d'étalonnage du Trolox. Les essais ont été répétés 3 fois. Le pourcentage d'inhibition du radical ABTS est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Inhibition du radical ABTS}^+ (\%) = [1 - (\text{DO essai} / \text{DO contrôle})] \times 100.$$

La capacité antioxydante des extraits, exprimé en mg Trolox équivalent /g de matière sèche (mg de TE/g de MS) a été déterminée par la formule de Wangcharoen et Morasuk (2007) ci-dessous :

$$\text{Valeur ABTS (mg TE/g de MS)} = \left(\frac{(A_0 - A_1) / \text{pente} \times [V/v]}{([p] \times [1000])} \right)$$

MS = Matière sèche A_0 = Absorbance du contrôle négatif, A_1 = Absorbance de l'extrait, p = poids de l'extrait sec ; V = volume total d'extrait ; v = volume utilisé de l'extrait et 1000 = facteur de conversion.

Traitement des données et analyses statistiques

Les données obtenues ont été saisies et traitées avec le logiciel Microsoft Excel 2013. Concernant les analyses statistiques proprement dit, la normalité et l'homogénéité de variance ont été d'abord vérifiées puis le test d'analyse des variances (ANOVA) à deux critères de classification a été utilisé pour vérifier la signification des différences observées simultanément entre les concentrations des extraits et les moyennes des pourcentages d'inhibition du DPPH et de l'ABTS, d'une part et les valeurs des diamètres d'inhibition, d'autre part. Si une différence significative est observée entre les moyennes, l'ANOVA est complétée par des tests de comparaisons multiples, notamment le test de Fischer. Le seuil de significativité était fixé à $P\text{-value} \leq 0,05$ (Dagnelie, 1999). Ces différents tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R version 4.4.1.

RESULTATS

Propriétés antimicrobiennes des plantes testées

Sensibilité des bactéries étudiées aux extraits testés

Sur les 6 extraits, 2 soit 33,33% ont montré une activité antibactérienne. Les diamètres d'inhibition étaient compris entre $12,00 \pm 0,33$ et $25,00 \pm 0,33$ mm (Tableau 1). *Staphylococcus aureus* CIP 483 a été plus sensible aux deux extraits méthanoliques avec des diamètres d'inhibition de $14,00 \pm 0,33$ mm pour *Cyathula prostrata* et $25,00 \pm 0,33$ mm pour *Elaeis guineensis*. Seulement

Pseudomonas aeruginosa CIP 103467 a été sensible à l'extrait méthanolique de *Cyathula prostrata*, avec un diamètre d'inhibition de $12,00 \pm 0,33$ mm. Ces extraits sont moins actifs que la gentamicine, substance de référence dont le diamètre d'inhibition était de $30,00 \pm 0,33$ mm pour les deux souches de bactérie. Toutes les souches testées n'ont pas été sensibles aux extraits hexaniques et aqueux des deux plantes testées.

Les deux extraits actifs avaient une Concentration Minimale Inhibitrice de 375 µg/ml sur *S. aureus* CIP483. Leurs Concentrations Minimales Bactéricides étaient de 750 pour *E. guineensis* et de 1500 µg/ml pour *C. prostrata* sur la même souche. Les racines de *E. guineensis* ont donc un pouvoir bactéricide tandis que la plante entière de *C. prostrata* a un pouvoir bactériostatique sur ce germe (Tableau 2).

Sensibilité des souches fongiques étudiées aux extraits testés

Tous les extraits méthanoliques de racines de *Elaeis guineensis* ont été actifs sur les deux souches. Les valeurs de CMI des extraits testés variaient entre 1500 et 187,5 µg/ml. Contre *Candida glabrata*, cet extrait a donné un diamètre d'inhibition de $22,66 \pm 0,33$ mm et une CMI de 1500 µg/ml. Sur cette souche, l'extrait aqueux de la plante entière de *Cyathula prostrata* a enregistré un diamètre d'inhibition de $10,66 \pm 0,33$ mm. Sur *Candida albicans*, l'extrait méthanolique de la racine de *E. guineensis* a eu un diamètre d'inhibition de $21,66 \pm 0,33$ mm et une CMI de 187,5 µg/mm. De même, l'extrait aqueux de la plante entière de *C. prostrata* a donné un diamètre d'inhibition de $10,66 \pm 0,33$ mm. Les extraits méthanoliques ayant des diamètres d'inhibition compris entre $21,66 \pm 0,33$ et $22,66 \pm 0,33$ mm, sont les plus actifs. Les valeurs des CMI et les diamètres d'inhibitions sur des souches de levures sont résumées dans le Tableau 3.

Propriétés antioxydantes des plantes testées

Capacité antiradicalaire des extraits testés

Tous les extraits testés ont montré une capacité antioxydante sur le radical DPPH avec des valeurs comprises entre $11,61 \pm 0,71$ et $77,56 \pm 0,71$ mg TE/g MS (Tableau 4). Les

extraits méthanoliques des deux plantes ont présenté les activités les plus importantes avec $77,56 \pm 0,71$ mg TE/g MS pour *C. prostrata* et $72,78 \pm 0,71$ mg TE/g MS pour *E. guineensis*. Ils sont suivis de l'extrait hexanique de *C. prostrata* ($62,31 \pm 2,12$ mg TE/g MS).

Les concentrations inhibitrices 50% (CI_{50}) sont comprises entre 30,00 et 41,90 $\mu\text{g/ml}$. L'extrait aqueux de *C. prostrata* est le plus actif ($CI_{50}=30,00$ $\mu\text{g/ml}$) mais reste moins actif que la substance de référence ($CI_{50}=8,34$ $\mu\text{g/ml}$). Avec l'ABTS, les valeurs des capacités antioxydantes étaient comprises entre

$9,62 \pm 0,03$ et $59,60 \pm 0,01$ mg TE/g MS). Les extraits méthanoliques ont induit les plus fortes capacités antiradicalaires avec $55,95 \pm 0,03$ et $59,60 \pm 0,01$ mg TE/g MS, respectivement pour *E. guineensis* et *C. prostrata*, suivis de l'extrait aqueux de *C. prostrata* ($50,17 \pm 0,02$ mg TE/g MS). Les valeurs des extraits actifs étaient sensiblement proches de celle du trolox ($60,14 \pm 0,24$ mg TE/g MS). Pour les extraits actifs, les CI_{50} variaient entre 14,2 et 43,1 $\mu\text{g/ml}$. Il s'agit des extraits méthanolique de *E. guineensis* et l'extrait aqueux de *C. prostrata*.

Tableau 1 : diamètres d'inhibition (mm) des extraits testés sur les souches bactériennes

Espèces végétales et témoin	Types d'extraits	<i>Staphylococcus aureus</i> CIP 483	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> CIP103467
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Méthanolique	$25,00 \pm 0,33^a$	$0,00 \pm 0,00^c$
	Aqueux	$0,00 \pm 0,00^c$	$0,00 \pm 0,00^c$
	Hexane	$0,00 \pm 0,00^c$	$0,00 \pm 0,00$
<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	Méthanolique	$14,00 \pm 0,33^b$	$12,00 \pm 0,33^b$
	Aqueux	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$
	Hexane	$0,00 \pm 0,00^c$	$0,00 \pm 0,00^c$
Gentamycine		$30,00 \pm 0,33^a$	$30,00 \pm 0,33^a$
Paramètres statistiques		F = 459,9 ; P = 0,000	

Les valeurs avec les mêmes lettres en exposant dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes. a : activité forte, b : Activité moyenne, c : Aucune activité

Tableau 2 : pouvoirs antibactériens des espèces végétales actives

Extraits végétaux	Types d'extraits	Paramètres	<i>Staphylococcus aureus</i> CIP 483	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> CIP103467
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.		CMI	375	nd
	Méthanolique	CMB	750	nd
		CMB/CMI	2	nd
		Pouvoir	Bactéricide	nd
<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume		CMI	375	nd
	Méthanolique	CMB	1500	nd
		CMB/CMI	4	nd
		Pouvoir	Bactériostatique	nd

nd > 1500 $\mu\text{g/ml}$

Tableau 3 : diamètres d'inhibition (mm) et concentrations minimales d'inhibition (CMI) des extraits testés sur les souches de levures

Espèce végétales et témoin	Organes	Type d'extraits	<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	CMI (µg/ml)	<i>Candida glabrata</i> ATCC 15545	CMI (µg/ml)
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Racine	Méthanolique	21,66±0,33 ^a	187,5	22,66±0,33 ^a	1500
<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	Plante entière	Aqueux	12,66±0,33 ^d	-	10,66±0,33 ^c	-
Griséofulvine		30,33±0,33 ^a		-	-	-
Paramètres statistiques		F= 649,96	<i>p</i> = 0,000			

Les valeurs avec les mêmes lettres en exposant dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes. a : activité forte, b : Activité moyenne, c : Activité faible

Tableau 4 : capacité antiradicalaire (mg TE/g de Matière sèche ± déviation standard) des extraits testés sur le radical DPPH

Espèces végétales	Extraits Méthanoliques	Extraits Hexaniques	Extraits aqueux
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	72,78±0,71 ^a	12,11±0,71 ^d	11,61±0,71 ^d
<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	77,56±0,71 ^a	62,31±2,12 ^{ab}	16,57±0,71 ^c
Vitamine C		80,90±0,7 ^a	
Paramètres statistiques	F (2, 8) = 15423,7		<i>p</i> < 0,001

Les valeurs avec les mêmes lettres en exposant dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes. a : capacité forte, b : capacité antiradicalaire moyenne, c : capacité faible, TE : Trolox équivalent.

Tableau 5 : capacité antiradicalaire (mg TE/g de Matière sèche ± déviation standard) des extraits testés sur le radical ABTS

Espèces végétales	Extraits Méthanoliques	Extraits Hexaniques	Extraits aqueux
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	55,95±0,03 ^a	49±0,27 ^a	9,62±0,03 ^c
<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	59,60±0,01 ^a	12,48±0,0 ^c	50,17±0,02 ^b
Trolox		60,14±0,24 ^{ab}	
Paramètres statistiques	F (2, 8) = 38543,47		<i>P</i> = 0,000

Les valeurs avec les mêmes lettres en exposant dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes. a : capacité forte, b : capacité antiradicalaire moyenne, c : capacité faible, TE : Trolox équivalent.

DISCUSSION

L'activité antimicrobienne et la capacité antiradicalaire de *Elaeis guineensis* et *Cyathula prostrata*, deux plantes utilisées, dans l'entretien et le bien-être de la peau en cosmétopée ont été évaluées. Deux extraits ont montré une activité antibactérienne. Les diamètres d'inhibition étaient entre $12,00 \pm 0,33$ et $25,00 \pm 0,33$ mm. L'importance de ces diamètres indique une bonne activité des extraits qui, selon Ganfon et al. (2019), pourrait être due à la présence dans les plantes, d'un ou plusieurs constituants chimiques.

L'extrait méthanolique des racines de *Elaeis guineensis* est bactéricide contre *S. aureus* CIP483. Au Nigeria, Agyare et al. (2016) et Onakurhefe et al. (2019) ont aussi observé des diamètres d'inhibition variant de 12 à 14 mm et des CMI compris entre 12, 5 et 6, 25 mg /ml pour l'extrait méthanolique de feuilles de *Elaeis guineensis*, respectivement, sur *S aureus* (13 mm) et *P aeruginosa* (14 mm). Sulistiarini et al. (2022) ont prouvé le potentiel anti-cicatrisant et antibactérien des extraits éthanoliques des feuilles de cette plante. Ces auteurs ont indiqué la richesse de la majorité des Arecaceae en phyto-nutriments tels que la vitamine E, le bêta-carotène et des acides gras qui présenteraient une activité antimicrobienne. Selon ces auteurs, le pouvoir antimicrobien de cette plante de la famille des Arecaceae serait lié à la combinaison ou la synergie entre les molécules chimiques (les tanins, les flavonoïdes) et les phyto-nutriments. Cette plante pourrait contenir divers composés polyphénoliques, induisant une inhibition bactérienne sur un spectre très large de microorganismes. Kelmanson et al. (2000) ; Zongo et al. (2010) ont montré que les dérivés polyphénoliques agissent sur la paroi cellulaire en exerçant une activité bactéricide contre les bactéries à Gram négatif.

Cyathula prostrata et *Elaeis guineensis* sont susceptibles de lutter contre le stress oxydatif et les infections cutanées. La plante entière de *Cyathula prostrata* est utilisée, entre autres, dans le traitement des irritations

persistantes et des lésions de peau (Shah, 2005). Le pouvoir antibactérien observé avec ces extraits de plantes testées pourrait s'expliquer par la solubilité ou la perméabilité de leurs constituants chimiques dans la membrane bactérienne des bactéries utilisées.

Sur la souche *Candida glabrata*, l'extrait méthanolique de la racine de *Elaeis guineensis* est actif avec une CMI de 1500 µg/ml tandis que l'extrait de cette plante est le plus actif, avec une CMI de 187,5 µg/ml contre la souche *Candida albicans*. En Malaisie, Soundjarajan et al. (2012) avaient déjà mentionné une CMI de 6,25 à 50 mg /ml de l'extrait méthanolique des feuilles de *Elaeis guineensis* sur les levures du genre *Candida*. Quant à Sulistiarini et al. (2022), ils ont indiqué une activité antifongique ($d = 15$ mm) contre *Candida albicans* de l'extrait au méthanol de la feuille de la plante, récoltée en Indonésie. Leurs valeurs respectives sont moins importantes que celles relevées chez l'extrait de la racine de la plante récoltée dans le département de Tiassalé. Cette plante a de nombreuses utilisations thérapeutiques dans la pratique de la médecine traditionnelle. Les feuilles pressées et le jus obtenu favorisent la cicatrisation des plaies (Mary et al., 2024).

L'extrait aqueux de la plante entière de *Cyathula prostrata* a produit des diamètres d'inhibition se situant dans la plage de $10,66 \pm 0,33$ et $12,66 \pm 0,33$ mm sur les levures indiquant une faible activité de cette plante. Cependant, le genre *Cyathula*, notamment *C. prostrata* est reconnu pour ses propriétés antibactériennes et antifongiques en médecine traditionnelle. Il est utilisé pour traiter diverses infections cutanées et systémiques, grâce à des composés actifs comme les saponines et les alcaloïdes. Selon Ansel et al. (2016), les compositions cosmétiques comprenant les extraits aqueux de plantes stimulent le métabolisme cellulaire et hydratent la peau. Les résultats obtenus dans ce travail confirment l'usage traditionnel de ces plantes pour les soins de santé en cosmétopée dans le

département de Tiassalé pour réparer des dommages cutanés.

Les résultats obtenus avec les essais *in vitro* ont conduit à exploiter le pouvoir antiradicalaire des extraits des plantes utilisées.

Les extraits méthanoliques de la plante entière de *Cyathula prostrata* et des racines de *Elaeis guineensis* ont été les plus actifs avec les plus fortes capacités antiradicalaires tant avec le DPPH qu'avec l'ABTS. Ces extraits seraient de bons candidats dans la formulation de produits de soins de corps. Pour ces deux plantes, c'est la première fois, à notre connaissance que leur pouvoir antiradicalaire est montré.

Elaeis guineensis et *Cyathula prostrata* ont monté, dans ce travail, à la fois des propriétés antimicrobiennes et antiradicalaires. Toutes ces activités pourraient-être expliquées par la présence, dans ces plantes, de métabolismes secondaires reconnus pour ces effets. En effet, plusieurs études réalisées sur des plantes médicinales africaines ont également rapporté que les métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, tanins, coumarines et alcaloïdes sont responsables de l'activité antimicrobienne et antioxydante observée (Naco et al., 2024, Miwonouko et al., 2024, Sanogo et al., 2025)

Conclusion

La présente étude a porté sur les extraits de *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae) et de *Cyathula prostrata* (L.) Blume (Amaranthaceae), deux plantes de la flore Ivoirienne. Ces espèces végétales sont utilisées traditionnellement dans les soins de santé corporelle, contre les désordres cutanés, pour l'amélioration de l'apparence et le bien-être de la peau. Toutes les souches microbiennes testées, à l'exception de *Pseudomonas aeruginosa* CIP103467, ont été sensibles aux extraits méthanoliques et aqueux de la racine de *Elaeis guineensis* et de la plante entière de *Cyathula prostrata*. Ces plantes ont également exhibé des activités antiradicalaires prometteuses. Des travaux complémentaires

sur les types de constituants phytochimiques que pourraient contenir ces deux plantes pourraient révéler leur plein potentiel dans la lutte contre plusieurs microbes pathogènes et encourager le développement d'une nouvelle formulation à base de plantes antimicrobiennes utilisable dans les soins et l'entretien de la peau.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts pour ce manuscrit.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AGK a réalisé les différents tests et produit le premier jet de l'article ; ARCA a contribué à l'amélioration de l'article par une révision du contenu ; KY a procédé aux analyses statistiques et contribué à la rédaction du manuscrit ; AD a participé à la lecture et révision du manuscrit ; MWK a procédé à la lecture, la révision et validation du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur reconnaissance au Consortium Afrique One [Afrique One-ASPIRE, Del-15-008 et Afrique One REACH, Del-22-011] pour le soutien apporté à Dr AHOUA A. R. Constant. Afrique One est financé par la Fondation Science pour l'Afrique avec le soutien du Wellcome Trust et du Foreign, Commonwealth & Development Office du Royaume-Uni et fait partie du programme EDCTP2 soutenu par l'Union européenne.

REFERENCES

Afanyibo Y-G, Anani K, Esseh K, Sadji Y, Idoh K, Koudouvo K, Agbonon A, Ameyapoh Y, Tozo K, Gbeassor M. 2018. Antimicrobial Activities of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry (Myrtaceae) Fruit Extracts on Six Standard Microorganisms and Their Clinical Counterpart. *Open Access Library Journal*, **5**: e4951. DOI: <https://doi.org/10.4236/oalib.1104951>.

- Agyare C., Boakye YD, Apenteng JA, Dapaah SO, Appiah T. 2016. Antimicrobial and Anti-Inflammatory Properties of *Anchomanes difformis* (Bl.) Engl. and *Colocasia esculenta* (L.) Schott. *Biochemistry & Pharmacology*, **201**(5): 0501-2167. DOI: 10.4172/2167-0501.100020.
- Ahoua ARC, Konan AG, Bonfoh B, Koné MW. 2015. Antimicrobial potential of 27 plants consumed by chimpanzees (*Pan troglodytes* versus Blumenbach) in Ivory Coast. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **15**(1): 383. DOI: 10.1186/s12906-015-0918-7.
- Ahoua ARC, Kone MW, Konan AG, Tra Bi FH, Bonfoh B. 2012. Antioxidant activity of eight plants consumed by great apes in Côte d'Ivoire. *African Journal of Biotechnology*, **11**(54): 11732-11740.
- Ansel JL, Jean FB, Raharivelomanana P. 2016. Principaux taxons ligneux de la cosmétopée tropicale : une analyse bibliographique. *Comptes Rendus Chimie*, **19**(9): 1035-1048. DOI: 10.1016/j.crci.2016.03.017.
- Atindehou KK, Koné M, Terreaux C, Traore D, Hostettmann K, Dosso M. 2002. Evaluation of the antimicrobial potential of medicinal plants from the Ivory Coast. *Phytotherapy Research: An International Journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives*, **16**(5): 497-502.
- Cowan MM. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev.*, **12**(4): 564-82. DOI: 10.1128/CMR.12.4.564.
- Dagnelie P. 1999. *Théorie et Méthode Statistique* (2è Edn). Presse Agronomique de Gembloux : Gembloux (Belgique) ; 378- 451.
- Dosso M, Faye KH. 1995. Documents techniques Antibiotiques, Université Nationale de Côte d'Ivoire, Faculté de Médecine d'Abidjan, Département de Microbiologie, Laboratoire de Bactériologie -Virologie, 178 p.
- Favier A. 2003. Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Actualité chimique*, pp : 108-115.
- Ganfon H, Houvohessou J, Assanhou AG, Bankole HS, Gbenou J. 2019. Activité antibactérienne de l'extrait éthanolique et des fractions de *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. Et Perr. (Combretaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(2) : 643-651. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.6>.
- Kelmanson JE, Jager AK, Van SZ. 2000. Medicinal plants with antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, **69**: 241-246. DOI: 10.1016/s0378-8741(99)00147-6.
- Koffi AG, Ahoua ARC, Ekou L, Ekou T, Kone MW. 2018. Activité antioxydante de quelques plantes utilisées dans la région de Tiassalé (Côte d'Ivoire) dans le maintien de la santé de la peau. *European Scientific Journal*, **14**(30): 1857-7881. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n30p338>.
- Koné WM, Atindehou KK, Terreaux C, Hostettmann KURT, Traoré D, Dosso M. 2004. Traditional medicine in North Côte d'Ivoire: Screening of 50 medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, **93**(1): 43-49. DOI: 10.1016/j.jep.2004.03.006.
- Mary AN, Sila MD, Mary ID, Danladi YP, Dauda IA. 2024. Effect of *Pergularia daemia* (Forssk) and *Momordica charantia* L. (bitter gourd) leaf extracts on some enteric bacterial species. *Food Processing & Technology*, **12**(1):116-122. DOI: 10.15406/mojfpt.2024.12.00307.
- Miller NJ, Rice-Evans C, Davies MJ, Gopinathan V, Milner A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature

- neonates. *Clinical Sciences*, **84**(4): 407-412. DOI:10.1042/CS0840407.
- Miwonouko KF, Dermane A, Kombate B, Gbekley EH, Anani K, Metowogo K, Karou DS. 2024. Antioxidant and antimicrobial activities of *Cassia alata* (L.) Roxb. Leaves. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **18**(1): 236-243. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i1.19>
- Naco MEB, Coulibaly DB, Tirera H, Mariko M, Koumare BY, Ndiaye B, Sarr SO, Sanogo R, Diop A. 2024. Etude de la composition phytochimique et activités antioxydante des feuilles du *Moringa oleifera*. Lam (Moringaceae) dans les régions de Kita (Mali) et de Thiès (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **18**(4): 1554-1568. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i4.26>
- Onakurhefe PI, Achuba F, George B. 2019. Phytochemical Analysis and Chemical Characterization of Extracts and Blended Mixture of Palm Oil Leaf. *Tropical Journal of Natural Product Research*, **3**(9): 282-297. DOI: 10.26538/tjnpr/v3i9.2.
- Ouattara G, Koffi BG. 2014. Typologie des granitoïdes de la région de Tiassalé (Sud de la Côte d'Ivoire - Afrique de l'Ouest) : Structurologie et Relations Génétiques. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, **10**(2): 258 – 276. DOI: <https://doi.org/10.4314/afsci.v10i2>.
- Ribeiro A, Estanqueiro M, Oliveira M, Sousa LJ. 2015. Main benefits and applicability of plant extracts in skin care products. *Cosmetics*, **2**(2): 48-65. DOI: <https://doi.org/10.3390/cosmetics2020048>.
- Sanchez-Moreno C. 2002. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in food and biological systems. *Food Science and Technology International*, **8**(3): 121- 137. DOI: <https://doi.org/10.1106/108201302026770>.
- Sanogo Y, Koffi A, Orsot B., Guessennd N, Tra Bi H. 2025. Activité antibactérienne in vitro des extraits de l'écorce de tronc de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) sur la croissance de souches d'entérobactéries productrices de bêta-lactamase à spectre élargi (EBLSE) et tri phytochimique. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **19**(6): 2342–2354. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v19i6.3>.
- Senthilkumar S, Kashinath ZL, Ashok M, Rajendran A. 2017. Antibacterial properties and mechanism of gold nanoparticles obtained from *Pergularia daemia* leaf extract. *Journal of Nanomedicine Research*, **6**(1): 00146. DOI: 10.15406/jnmr.2017.06.00146.
- Shah PM. 2005. The need for new therapeutic agents. What is in the pipeline? *Clinical Microbiology and Infection*, **11**: 36-42. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2005.01141.x.
- Shivanand SB, Preeti NT, Prameela HC, Shikha T, Balkar S, Jyoti C, Sanjeet K, Ranje S. 2024. Medicinal, Phytochemical Screening and Cytotoxicity of *Pergularia daemia* (Forssk.) Chiov. *African Journal of Biological Sciences*, **6**(4): 2663-2187. DOI: 10.48047/Afjbs.6.Si4.2024.5867-5874.
- Soro D, Koné MW, Kamanzi K. 2010. Evaluation des activités antimicrobiennes et anti radicaux libres de quelques taxons bioactifs de Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, **40**: 307-317.
- Soro D, Koné MW, Koné D, Kamanzi K. 2012. Evaluation De L'activité Antifongique Par Bioautographie De Quelques Plantes Médicinales De Côte D'ivoire Contre Deux Formes Spéciales De *Fusarium Oxysporum*. *Agronomie Africaine*, **24**(1) : 19–28. DOI: <https://doi.org/10.4314/aga.v24i1>.

- Soundararajan V, Zuraini Z, Yeng C, Lachimanan YL, Jagat RK, Sreenivasan S. 2012. The Antimicrobial Efficacy of *Elaeis guineensis*: Characterization, *in Vitro* and *in Vivo* Studies. *Molecules*, **17**(5): 4860-4877. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules17054860>.
- Sulistiarini R, Helmi H, Narsa AC. 2022. *Elaeis guineensis* Jacq. leaves are a potential biomass for herbal medicine resources. *Journal of Applied Pharmaceutical*, **12**(10): 147-155, DOI: 10.7324/JAPS.2022.121016.
- Tagini B. 1971. Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de géotechnique régionale, Thèse, Univ. Lausanne, SODEMI, Abidjan, Côte d'Ivoire, 5, 302p.
- Tahir R, Mensah JK, Jibira Y. 2022. Anti-microbial, anti-inflammatory and anti-oxidant bioactivities of the methanolic extract of *Alafia zambesiaca* (stem-bark). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **16**(3): 891-909. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.1>
- Vanden DA, Vlietinck AJ, Dey PM, Harborne JB. 1991. In *Methods in plant Biochemistry: Screening Methods for Antibacterial and Antiviral Agents from Higher Plants*, Dey PMP, Harborne JB (eds). Academic Press: London; 47-69. <https://hdl.handle.net/10067/8870151162165141>.
- Wangcharoen W, Morasuk W. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of some Thai culinary plants. *Maejo International Journal of Sciences and Technology*, **1**(2): 100-106. <http://www.mijst.mju.ac.th/>.
- Wysocki AB. 1999. Skin anatomy, physiology and pathophysiology. *The Nursing Clinics of North America*, **34**: 777-797. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0029-6465\(22\)02423-9](https://doi.org/10.1016/s0029-6465(22)02423-9).
- Zongo C, Savadogo, Ouattara L, Bassole IHN, Ouattara CAT, Ouattara AS, Barro N, Koudou J, Traore AS. 2010. Polyphenols content, antioxidant and antimicrobial activities of *Ampelocissus grantii* (Baker) Planch. (Vitaceae): A medicinal plant from Burkina Faso. *International Journal of Pharmacology*, **6**: 880-887. DOI: 10.3923/ijp.2010.880.887.