

Activité antioxydante et antibactérienne des jus frais et oxydé du fruit de *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill. Irvingiaceae

ADIKO-TAPÉ N.M.^{1,*}, TOURÉ D.², COULIBALY W.K.³, ANDERSON-OTOKORÉ C.F.⁴, EFFO E.⁴, KABLAN A.L.³, KONAN F.⁵, AKOUBET-OUAYOGODE A.¹, DJAMAN A. J.⁵, KONÉ-BAMBA D.¹.

¹ Laboratoire de Pharmacognosie, Unité de Formation et de Recherche des Sciences Biologiques et pharmaceutiques ; Université Félix Houphouët-Boigny.

² Laboratoire de Biochimie-Génétique, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

³ Département de Mathématiques, Physique et chimie, UFR des Sciences Biologiques, UPR de chimie organique, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

⁴ Laboratoire de Pharmacologie, Unité de Formation et de Recherche des Sciences Biologiques et pharmaceutiques ; Université Félix Houphouët-Boigny.

⁵ Laboratoire de Biochimie Clinique et Fondamentale. Institut Pasteur, 01 BP 490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

Date de réception : 11 Octobre 2021 ; Date de révision : 26 Octobre 2021 ; Date d'acceptation : 03 Novembre 2021

Résumé:

Irvingia gabonensis est une plante à la fois alimentaire et médicinale. Les amandes des fruits moulues et écrasées servent à épaissir les soupes et les ragoûts. Au plan médicinal, les propriétés pharmacologiques des différents organes de la plante ont été évaluées. En Côte d'Ivoire, l'extraction des amandes se fait après le pourrissement de la pulpe des fruits. Ainsi, l'objectif général de cette étude est d'évaluer l'activité antioxydante et antibactérienne des jus frais et oxydé du fruit de *Irvingia gabonensis*. Les activités antioxydantes et antibactériennes ont été réalisées respectivement par les méthodes de DPPH et de FRAP et celles des diffusions en milieu solide et en milieu liquide. Les tests de DPPH et de FRAP ont révélé que les deux extraits possèdent une activité antioxydante remarquable, en particulier le jus oxydé avec une IC_{50} à $0,235 \pm 0,005 \mu\text{l/mL}$ et une capacité réductrice plus grande correspondant à $102,1 \pm 1,54 \text{ Mg Eq Trolox / mL Jus}$. Les tests de sensibilité ont montré que les deux extraits étaient doués d'une activité antibactérienne avec des diamètres d'inhibition allant de $11,00 \pm 0,2$ à $16,66 \pm 0,2 \text{ mm}$. *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* ont été plus sensibles au jus frais. Quant au jus oxydé il a montré une bonne activité sur l'ensemble des souches testées à la concentration de 200 mg/mL ; les CMI variant de $3,125$ à $6,25 \text{ mg/mL}$. Ces différents essais ont permis de mettre en évidence les potentialités antioxydante et antibactérienne du fruit de la plante.

Mots clés: *Irvingia gabonensis*, pulpe, jus, antioxydante, antibactérienne.

Antioxidant and antibacterial activity of fresh and oxidized juice of the fruit of *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill. Irvingiaceae

Abstract :

Irvingia gabonensis is both a food and a medicinal plant. Ground and crushed fruit almonds are used to thicken soups and stews. Medicinally, the pharmacological properties of the different organs of the plant have been evaluated. In Côte d'Ivoire, the extraction of almonds is done after the rotting of the fruit pulp. Thereby, this work aims to raise awareness of the use and enhancement of the pulp by developing a drink for therapeutic purposes by highlighting the antioxidant and antibacterial potential of the juice of the pulp. Antioxidant activity was achieved by DPPH and FRAP methods and antibacterial assays by solid and liquid diffusion method on fresh fruit juices and oxidized fruit of *Irvingia gabonensis*. The DPPH and FRAP tests revealed that both extracts have remarkable antioxidant activity, in particular, the oxidized juice with an IC_{50} of $0.235 \pm 0.005 \mu\text{l / ml}$ and a greater reducing capacity corresponding to $102.1 \pm 1.54 \text{ Mg Eq Trolox / ml Juice}$. Sensitivity tests showed that both extracts were endowed with antibacterial activity with inhibition diameters ranging from 11.00 ± 0.2 to $16.66 \pm 0.2 \text{ mm}$. *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* were more sensitive to fresh juice. As for the oxidized juice, it showed good activity on all the strains tested at a concentration of 200 mg / mL ; MIC varying from 3.125 to 6.25 mg / mL . These various tests made it possible to highlight the antioxidant and antibacterial potentialities of the fruit of the plant.

Key words: *Irvingia gabonensis*, pulp, juice, antioxidant, antibacterial.

Introduction

Irvingia gabonensis (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill de la famille des Irvingiaceae, est un grand arbre de la zone forestière humide du golfe de Guinée, depuis l'ouest du Nigeria jusqu'en Centrafrique, en Angola et la dans partie la plus occidentale de la R.D. du Congo. ; Il est également présent à São Tomé-et-Príncipe. Dans certaines parties de cette région, il est cultivé ; c'est le cas au

sud-ouest du Nigeria et au sud du Cameroun, mais également en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Togo et au Bénin. L'arbre produit des fruits dont les amandes comestibles sont appréciées et connues en Côte d'Ivoire. Ces appellations vernaculaires les plus connues sont le « Kplé » pour les Wê, (une ethnie de l'ouest de la Côte d'Ivoire) et le « Kaklou » pour les Baoulé (centre

(*) Correspondance : Adiko-Tapé N.M. ; e-mail : adikomarc@yahoo.fr ; tél. : (+225) 0708378843.

de la Côte d'Ivoire). Les amandes séchées et écrasées sont utilisées pour préparer une sauce gluante et aromatique très consommée dans l'ouest et le sud-ouest du pays. Une huile alimentaire est extraite des amandes et utilisée en cuisine ou peut servir à la fabrication de savon. Il est important de souligner que cette espèce est menacée de disparition à cause de l'utilisation abusive de ses amandes (Kouamé et al., 2016).

Irvingia gabonensis est une plante à la fois alimentaire et médicinale. De nombreux auteurs ont mis en évidence les potentialités thérapeutiques des différents organes de la plante. En effet, l'écorce du tronc a été évalué pour ses effets néphroprotecteurs (Ojo et al., 2015 ; Efosa et al., 2016), hypoglycémiant (Hossain et al., 2012 ; Sulaimon et al., 2015), cardioprotecteurs (Olorundare, et al., 2020) et analgésiques (Okolo et al., 1995). Les feuilles ont des effets hépatoprotecteurs, antiulcéreux (Nosiri et al., 2018) antimicrobiens et antiparasitaires (Olanrewaju et al., 2020). Les amandes sont hépatoprotecteurs (Bassey et al., 2018),

antimicrobiens (Adepoju et al., 2021) et antidiabétique Les activités antioxydantes et antibactériennes ont été réalisées respectivement par les méthodes de DPPH et de FRAP et celles des diffusions en milieu solide et en milieu liquides (Villar et al., 2018).

Les fruits sont récoltés ou ramassés ou pendant la saison sèche de décembre à mars. Ils sont conservés en tas, à l'ombre, dans un endroit humide à la manière paysanne. Après la décomposition, les amandes sont extraites de chaque fruit à l'aide de cailloux. Les fruits pourris de *Irvingia gabonensis* dégagent une odeur forte et désagréable (Kouamé et al., 2016).

La revue de la bibliographie confirme l'usage traditionnel de *Irvingia gabonensis* en tant que plante médicinale.

Ainsi l'objectif général de ce travail était de mettre en évidence quelques propriétés comme les activités antioxydante et antibactérienne de boissons à base la pulpe des fruits de *Irvingia gabonensis* pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques.

Matériel et Méthodes

1. Matériel

1.1 Matériel végétal:

Le matériel végétal était composé des fruits de *Irvingia gabonensis*, récoltés en décembre 2019 à Abié, dans la sous-préfecture de Yakassé-Mé, dans la région de la Mé au Sud-Est de la Cote d'Ivoire. Les populations de cette zone commercialisent les amandes de la plante mais les consomment très peu. Les fruits de *Irvingia gabonensis* ont été identifiés au Centre National Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny.

1.2 Matériel biologique:

Pour l'évaluation de l'activité antibactérienne, trois souches de référence ATCC (American Type Culture Collection) constituées de deux bactéries à Gram-négatif (*Escherichia coli* (ATCC 25922 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) et une bactérie à Gram-positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923) ont été utilisées.

La gélose Mueller-Hinton a été préparée selon les recommandations du fabricant et répartie à raison de 20 mL par boîte de pétri de 90 mm. Chaque bactérie a été ensemencée sur Mueller-Hinton et incubée à 37 °C pendant 18 à 24 heures. Pour la préparation de l'inoculum bactérien, une colonie isolée de culture bactérienne de moins de 24 heures a été prélevée à l'aide d'une de platine

stérile et homogénéisée dans 2 mL de NaCl à 0,9 %. La turbidité de la suspension bactérienne a été par la suite, ajustée au DENSIMAT à 0,3 Mc Farland, ce qui correspond à 106 UFC/mL.

2. Méthodes

2.1 Préparation de l'extrait du jus du fruit frais:

Le fruit frais de *Irvingia gabonensis* a été débarrassé de son épicarpe et de son noyau. La pulpe a été recueillie et conservée au réfrigérateur à 4 °C. Cette pulpe a été légèrement pressée à froid et filtrée juste avant son utilisation. Dix microlitres (10 µL) du filtrat ont été mélangés à 10 mL de méthanol pour obtenir l'extrait méthanolique utilisé dans l'essai..

2.2 Préparation de l'extrait du jus d fruits oxydé:

Le fruit entier récolté a été laissé dans des conditions favorisant son oxydation (chaleur, lumière etc...). L'épicarpe de couleur jaune-vert à l'état frais est passé à une couleur brun-noirâtre, signe d'un état oxydé. C'est la pulpe de ce fruit oxydé qui, débarrassée de son noyau a été pressée à froid puis filtrée pour obtenir un liquide de la même coloration. Dix microlitres (10 µL) du filtrat ont été mélangés à 10 mL de méthanol pour obtenir l'extrait méthanolique utilisé dans l'essai..

2.3 Préparations des lyophilisats:

Le reste des filtrats des jus frais et oxydé ont été congelés puis lyophilisés.

2.4 Détermination de l'activité antioxydante:

- Dosage des polyphénols totaux :

par la méthode de Wood ; 2 mL de réactif de Folin-Ciocalteu sont dissout dans 18 mL d'eau distillée pour constituer une solution diluée au 1/10. Un volume de 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué est ajouté à 0,5 ml d'extrait. Le mélange est maintenu pendant 2 minutes dans l'obscurité à température ambiante, puis 2 mL de solution de carbonate de calcium (75 g.L-1) sont ajoutés. Ensuite, le mélange est placé pendant 10 minutes au bain-marie à 50 °C, puis refroidi rapidement. L'absorbance est mesurée à 760 nm. Une droite d'étalonnage est réalisée avec l'acide gallique comme référence, à différentes concentrations. Les analyses ont été réalisées en triple et la concentration en polyphénols est exprimée en (mg Eq AG/ mL jus) milligramme par équivalent acide gallique par millilitre de jus (Wood et al., 2002).

- Test de piégeage du radical DPPH:

Par la méthode de Parejo avec quelques modifications, 1,5 mL d'une solution méthanolique de DPPH (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyle) est mélangé avec 1,5 mL de différentes dilutions des jus (0-5 mg/ml). Une gamme de concentrations (0-100 µg/mL) pour la vitamine C est utilisée comme référence. Le mélange DPPH/jus est ensuite gardé à l'abri de la lumière à la température ambiante pendant 30 minutes. Puis l'absorbance a été mesurée à 517 nm contre un témoin composé de 1,5 mL de la solution de DPPH et de 1,5 mL de méthanol. Les échantillons à tester (jus) et la référence (vitamine C) sont préparés dans les mêmes conditions opératoires (Parejo et al., 2002). Les essais ont été réalisés en triple et le Pourcentage d'Inhibition (% PI) a été calculé suivant la formule ci-dessous :

$$PI(\%) = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100,$$

A0 : absorbance de la solution de DPPH en absence de l'extrait (blanc);

A1 : absorbance de la solution de DPPH en présence de l'extrait (essai).

La CI50 qui est la concentration de jus de fruit de *Irvingia gabonensis* ou de la vitamine C responsable de 50 % d'inhibition des radicaux DPPH, est déterminée par projection à partir de 50 % sur le graphique représentant le pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations des extraits et de la vitamine C. (% Inhibition DPPH = f (concentrations d'extrait)).

- Test de FRAP (Pouvoir réducteur du Fer):

Par la méthode de Pulido ; une solution fraîche du réactif FRAP est préparée par mélange de 2,5 mL d'une solution de tripyridyltriazine ou TPTZ (30 mg de TPTZ dans 10 mL de HCl et 10 mL d'eau distillée) avec 2,5 mL de chlorure de fer FeCl₃.6H₂O (20 mM) et 25 mL d'acétate de sodium (378 mg d'acétate de sodium dans 100 mL d'eau distillée, pH conduit à 3,6 par 1 mL d'acide acétique). Un volume de 3500 µL du réactif FRAP est ajouté à 140 µL des composés tests dissouts dans du méthanol. Après 30 min d'incubation dans l'obscurité, l'absorbance est lue à 593 nm. Le Trolox a été utilisé comme contrôle de dosage. Une droite d'étalonnage est réalisée avec les concentrations suivantes de Trolox : 1 ; 0,5 ; 0,25 ; 0,125 ; 0,0625 ; 0,031 mg/mL (Pulido et al., 2000).

2.5 Activité antibactérienne:

Deux méthodes différentes ont été utilisées pour la détermination de l'activité antimicrobienne, in vitro des extraits de *I. gabonensis*: la méthode de diffusion en disque sur milieu gélosé par le test de sensibilité et la méthode de micro-dilution en milieu liquide pour la détermination de la Concentration minimale Inhibitrice (CMI).

- Test de sensibilité :

La sensibilité des extraits a été évaluée par la méthode de diffusion décrite par Sacchetti et Ghasemzadeh (Sacchetti, 2005 ; Ghasemzadeh, 2016), avec quelques modifications. L'inoculum bactérien préalablement préparé est ensemencé par écouvillonnage sur chaque boîte de gélose Mueller-Hinton. Pour la réparation des solutions mères, 1 g de chaque extrait lyophilisé a été dissout dans 5 mL de diméthyle sulfoxyde (DMSO) de sorte à obtenir une concentration mère de 200 mg/mL. Les solutions mères ainsi obtenues ont été stérilisées à 121°C/15 minutes et les tests de stérilité n'ont montré aucune contamination microbienne. Puis un volume de 80 µL de chaque extrait est mis dans les puits réalisés à l'aide d'une pipette pasteur et après incubation à 37 °C pendant 18-24h. Les diamètres (puits compris) des zones d'inhibition autour des puits sont mesurées (en mm) à l'aide d'une règle graduée. L'interprétation a été faite selon Ponce (Ponce et al., 2003). Un disque de Gentamicine (5 µg) a été utilisé comme antibiotique de référence (témoin positif) et le DMSO a été utilisé comme témoin négatif. Chaque essai a été repris en triple.

- Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) :

La technique de macro dilution en milieu liquide rapportée par Okou avec quelques modifications a permis de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration inhibitrice bactéricide (CMB). Des séries de double dilution

de chaque composé sont réparties dans 10 tubes à hémolyse, contenant du bouillon MH, suivi de l'ajout de l'inoculum bactérien à 10⁶ UFC/mL. On obtient une gamme de concentration finale allant de 0,195 à 100 mg/mL. Le tout est incubé à 37 °C pendant 18-24h. La CMI est définie comme la plus faible concentration pour laquelle il n'y a pas de croissance visible à l'œil nu (Okou et al., 2018).

- **Concentration Minimale Bactéricide (CMB) :**
Des repiquages de 10µL sur gélose MH à partir de tubes positives de la CMI (absence de culture visible) de chaque extrait testé sont réalisés. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures. L'absence de croissance pendant la période d'incubation indique un effet bactéricide (Basli et al., 2012).

Résultats et Discussion

1. Résultats:

1.1 Teneur en polyphénols dans les jus de fruit de *I. gabonensis*:

Les teneurs en polyphénols des jus sont illustrés à la figure 1. Les figures 2 et 3 indiquent les valeurs en polyphénols totaux des jus. La fraction oxydée

possède la plus haute teneur en polyphénols qui est de 114,5 ± 1,5 mg Eq AG/mL Jus comparativement à la fraction fraîche qui est de 24,5 ± 1,5 mg Eq AG/mL Jus.



Figure 1 : Extraits de jus de d'*Irvingia gabonensis*

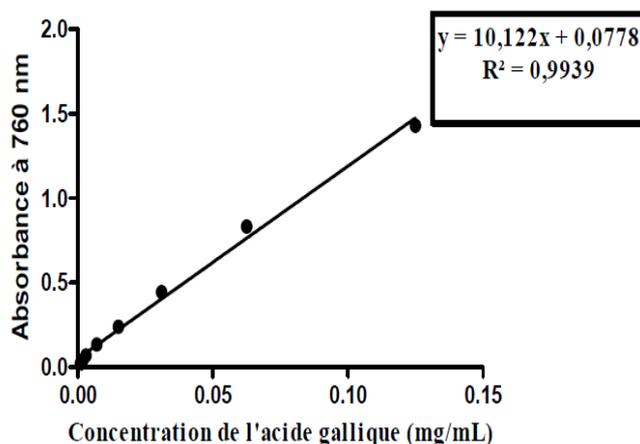


Figure 2: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

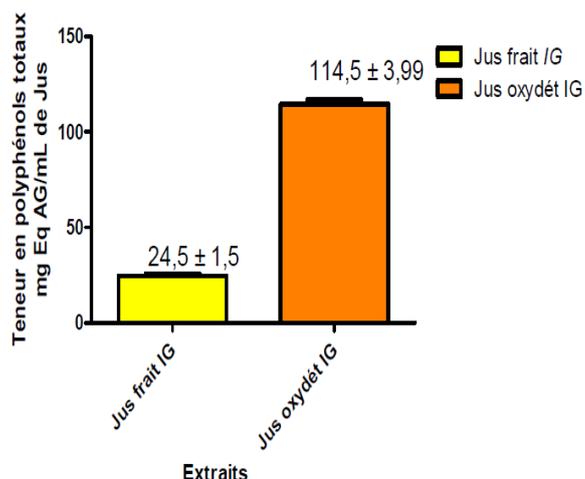


Figure 3 : Teneur en polyphénols totaux des jus du fruit de *Irvingia gabonensis*.

1.2 Activité antioxydante

- Teneur en radicaux DPPH:

Les résultats sont illustrés par les figures 4, 5. La figure 5 montre les pourcentages d’inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations croissantes des jus frais et oxydé du fruit de *Irvingia gabonensis*. Les valeurs des CI_{50} en $\mu\text{g/ml}$

sont respectivement pour la vitamine C, le jus frais et le jus oxydé de $6,05 \pm 0,39$; $0,540 \pm 0,02$ et $0,235 \pm 0,005$. La concentration du jus de fruit oxydé capable d’inhiber 50% du radical DPPH étant plus faible que celle du jus frais, son pouvoir inhibiteur est plus grand.

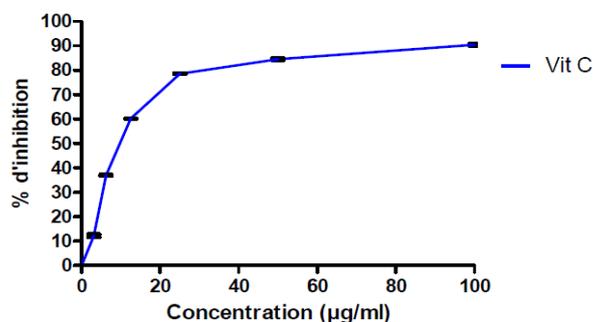


Figure 4 : Courbe d’étalonnage de la Vitamine C, La CI_{50} de la vitamine C est de $6,05 \pm 0,39 \mu\text{g/ml}$.

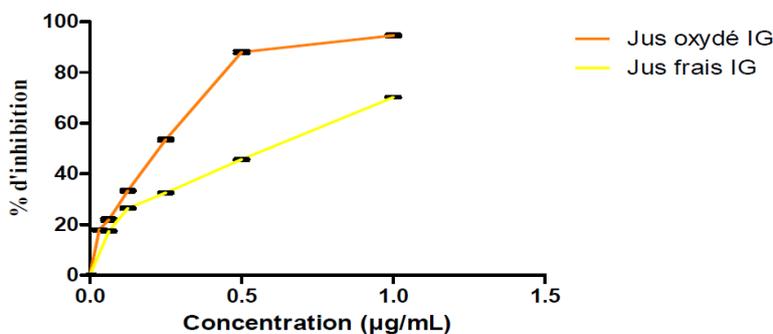


Figure 5 : Effet des jus sur le radical DPPH.

- Réduction du fer par la méthode FRAP:

Les valeurs présentées selon la figure 6, montrent le pouvoir réducteur du fer des deux jus à différentes concentrations. Le pouvoir antioxydant total des jus frais et oxydé du fruit de *I. gabonensis* par la méthode FRAP est

respectivement de 35,24±0,42 Mg Eq Trolox/mL Jus et 102,1±1,54 Mg Eq Trolox/ mL Jus.

Le jus de fruit oxydé a donc un pouvoir antioxydant plus important que le jus de fruit frais comme nous l’indique le Tableau I.

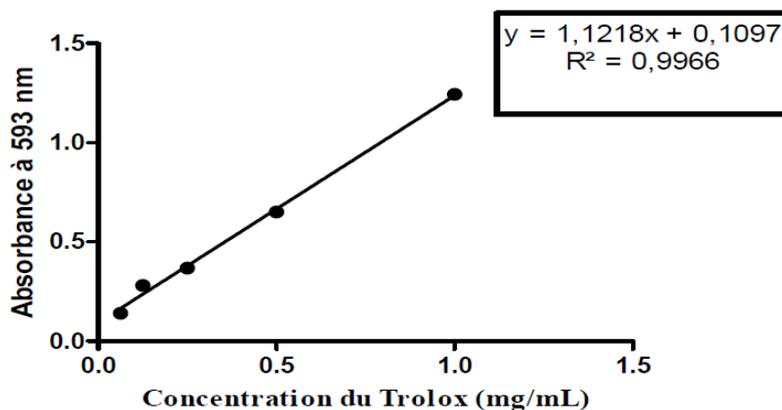


Figure 6 : Courbe d’étalonnage du Trolox (mg/ml)

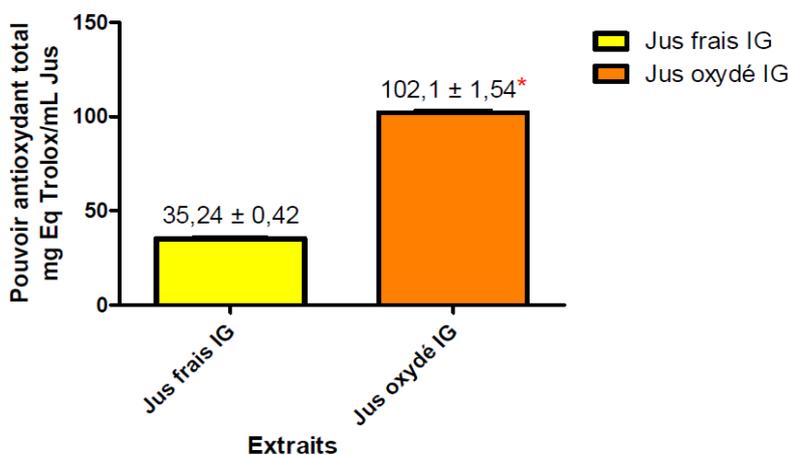


Figure 7: Pouvoir antioxydant total des extraits

Les données ont été exprimées en moyenne ± S.E.M. (N= 3) et analysées avec le test de Student. *P < 0,05 : différence significative comparativement au jus frais.

Tableau I : activité antioxydante des jus frais et oxydé:

	Activité antioxydante	
	DDPH CI ₅₀ (µg/mL)	Test FRAP (Mg Eq Trolox/mL)
Jus frais	0.540 ± 0.02	35,24±0.42
Jus oxydé	0.235 ±0.005*	102.1 ±1.54*
Vitamine C	C = 6,05 ±0,39	

Les données sont exprimées en moyenne ± S.E.M (N=3) et analysées avec le test de Student. *P< 0,05 : différence significative comparativement au jus frais.

1.3 Activité antibactérienne:

- Sensibilité des souches aux différents extraits:

Les diamètres d’inhibitions des bactéries testées sont rapportés dans le Tableau II et illustrés à la figure 8. Le jus frais est actif sur les souches de *P. aeruginosa* et *S. aureus* avec des diamètres allant de 16,00±1 à 16,66±0,2 mm. Le Jus frais n’a pas d’effet sur *E. coli*. Le jus oxydé est actif sur toutes les

souches testées avec des diamètres allant de 11,00±0,2 à 14,90±0,6 mm. A part la souche de *E. coli*, il n’apparaît pas de différence significative entre les activités des extraits de jus frais et oxydés sur les autres souches testées. On note également que le DMSO n’a aucun effet sur la croissance des bactéries testées.

Table II: Activité antibactérienne des jus frais et oxydé de *I. gabonensis*.

Bactéries	Diamètres d’inhibition en mm			
	Jus frais (200 mg/mL)	Jus oxydé (200 mg/mL)	Gentamycine (30 µg/disc)	DMSO
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25 922	-	11,00±0,2*	18.00±0,2	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	16,00±1,0	14,90±0,6	19.00±0,4	+
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25 923	16,66±0,2	14,30±0,3	22.00±0,2	+

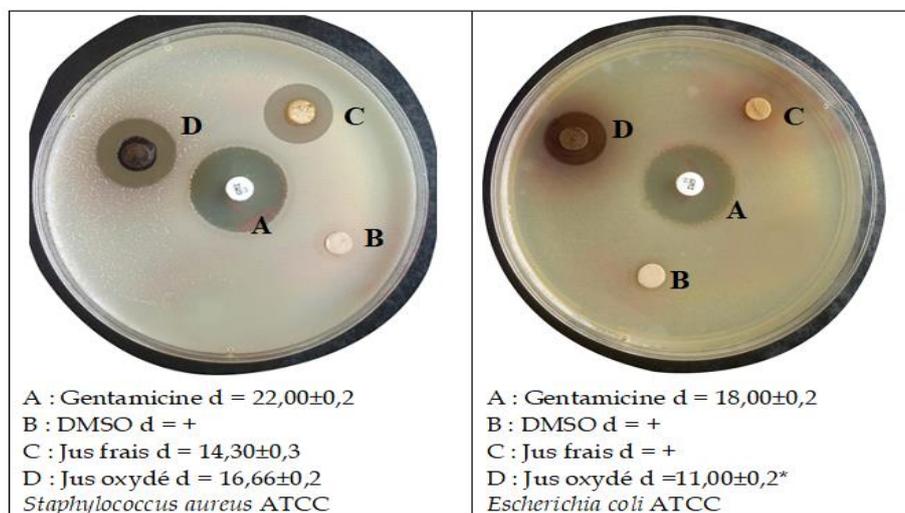


Figure 8 : Test de sensibilité

- Détermination des CMI et CMB:

Les résultats des paramètres antibactériens des souches testées sont rapportés dans le Tableau III. Le jus frais est actif sur les souches de *P. aeruginosa* et *S. aureus* avec des CMI allant de 3,125 à 6,25 mg/mL et une CMB allant 12,5 à 50 mg/mL. Le jus frais a une action bactéricide sur les souches *P.*

aeruginosa et *S. aureus*. Quant au jus oxydé il est actif sur l’ensemble des souches testées avec des CMI allant de 6,25 à 100 mg/mL et des CMB allant de 50 à > 100 mg/mL. Le jus oxydé présente une action bactériostatique sur la souche de *E. coli* et une action bactéricide sur *P. aeruginosa* et *S. aureus*.

Table III: CMI et CMD des jus frais et oxydé de *I. gabonensis*.

Bactéries	Jus frais			Jus oxydé		
	CMI (mg/mL)	CMB (mg/mL)	Pouvoir	CMI (mg/mL)	CMB (mg/mL)	Pouvoir
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25 922	-	-	-	100	>100	Bactériostatique
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27 853	6,25	50	Bactéricide	6,25	50	Bactéricide
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25 923	3,125	12,5	Bactéricide	6,25	50	Bactéricide

2. Discussion:

L' Cette étude avait pour but d'évaluer l'activité antioxydante et antibactérienne des jus frais et oxydé du fruit de *Irvingia gabonensis*.

L'étude de l'activité antioxydante des jus frais et oxydé par les méthodes de piégeage du radical DPPH et de FRAP ont montré que la pulpe du fruit de *I. gabonensis* est doué de propriétés antioxydantes. En effet, les extraits méthanoliques des jus frais et oxydé du fruit de la plante ont provoqué une réduction du radical DPPH in vitro. Cet effet augmentait avec une forte concentration de l'extrait. Les CI50 évaluées sur les deux types de jus frais et oxydé étaient respectivement de 0,540 µg/mL et 0,235 µg/mL tandis que la CI50 de l'acide ascorbique était de 6,05±0,39 µg/mL. Ces résultats montrent une composition relativement importante en principes chimiques pourvoyeurs d'électrons et d'atomes d'hydrogènes dans les extraits des jus et sont en adéquation avec ceux retrouvés dans la littérature. En effet, des auteurs ont déterminé une CI50 de 27,9 µg/mL d'un extrait éthanolique de feuilles de *Irvingia gabonensis* comparativement à celle de l'étalon d'acide ascorbique qui était de 47,5 µg/mL (Efosa et al., 2016). Ceci révèle une activité antioxydante élevée qui pourrait être due à la présence de composés phytochimiques antioxydants, comme le montrent les résultats obtenus à partir du criblage phytochimique de l'extrait éthanolique des feuilles de *I. gabonensis* réalisé dans la même étude.

Par ailleurs, beaucoup d'études ont montré que les propriétés antioxydantes d'un produit végétal étaient fortement liées à sa teneur en polyphénols (Das et al., 1997; Cai et al., 2004; Majchrzak et al., 2004; Zujko et al., 2005; Pellegrini et al., 2005; Li et al., 2007; Aoshima et al., 2007). Le potentiel antioxydant de ces derniers serait dû à leurs propriétés redox, qui leur permettaient d'agir comme agents réducteurs, des donneurs d'hydrogène ou d'électron et des chélateurs de métaux (Kaur et Kapoor, 2002). Ibtissem et de nombreux affirmaient également que maintes études ont confirmé que le pouvoir antioxydant de plus de 400 plantes médicinales était principalement attribué à leurs concentrations élevées en polyphénols (Ibtissem et al., 2016; Toda et al., 2005; Xu et al., 2000;). Aussi, les jus sont-ils une autre source non négligeable d'antioxydants dans notre alimentation (Block et al., 1994; Anese et al., 1999). La teneur en polyphénols détectée dans les extraits méthanoliques des jus frais et oxydés explique le pouvoir antioxydant du fruit de *I. gabonensis*. Le jus de fruit frais contient

24,5±1,5 mg EqAG/ ml de jus et le jus de fruit oxydé 114,5±3,99 mg EqAG/mL de jus. Le jus de fruit oxydé est donc plus riche en polyphénols que le jus de fruit frais. Il y'a de ce fait, une bonne corrélation entre les tests de détermination de l'activité antioxydante et la teneur en polyphénols détectée dans les extraits.

Cependant, les deux extraits de jus frais et oxydé de la plante quoiqu'ayant un pouvoir antioxydant confirmé et une bonne teneur en polyphénols, ont montré une différence de teneur significative. En effet, l'extrait méthanolique du jus de fruit oxydé est plus actif que l'extrait méthanolique du jus de fruit frais. L'oxydation de jus de fruit devrait entraîner une réduction de la teneur en polyphénols de ce fait, une quantité moins importante de polyphénols dans le jus de fruit oxydé et plus importante dans le jus frais (Capecka et al., 2005). Nos résultats contredisent ceux rapportés par Ibtissem s'agissant de la fabrication du Rooibos, une tisane d'Afrique du Sud. Celui-ci affirme que durant la fermentation, les polyphénols sont oxydés, ce qui donne une couleur rouge à la feuille de couleur verte d'origine. La forme non fermentée appelée Rooibos vert est plus riche en antioxydant puisqu'il a conservé la majorité de ses polyphénols. Toutefois, certains auteurs attribuent à un certain degré de fermentation, une plus forte teneur en antioxydants. C'est le cas de l'étude de Yen qui faisait remarquer que les thés semi-fermentés sont plus antioxydants que les thés fermentés (noirs) et non fermentés (verts et blancs) (Yen et al., 1995). Il est intéressant de noter que la concentration en polyphénols des végétaux, qui détermine en grande partie leur capacité antioxydante, dépend néanmoins de nombreux facteurs tels que les conditions climatiques, le moment de récolte, le mode de stockage selon Yen (1995).

Ainsi, les propriétés antioxydantes et la teneur en polyphénols des jus peuvent varier grandement selon la maturité et des cultivars de fruits et légumes récoltés (Wolfe et al., 2003). Les types de breuvages, les méthodes et réactifs employés pour la détermination des paramètres peuvent également avoir une influence sur les teneurs des composés phytochimiques. Enfin, un autre fait majeur pouvant influencer la concentration en polyphénols est le traitement thermique. Ce dernier cause une destruction des membranes des plastes et les membranes cytoplasmiques des cellules, ce qui entraîne l'accès de l'oxygène et la libération des enzymes oxydases tel que le polyphénol oxydase conduisant ainsi à

l'oxydation des polyphénols et la perte de leur pouvoir antioxydant (O'Connell et Fox, 1999). Concernant l'activité antibactérienne des jus frais et oxydé de *I. gabonensis* sur les 3 souches de références ATCC testées, les essais de sensibilité ont montré que les deux extraits étaient doués d'une activité antibactérienne. Les souches *P. aeruginosa* et *S. aureus* ont été plus sensibles à l'extrait de jus frais alors que la souche de *E. coli* était moins sensible à la concentration de 200 mg/mL. Quant au jus oxydé il a montré une bonne activité sur l'ensemble des souches étudiées toujours à la concentration de 200 mg/mL.

De nombreux auteurs ont évalué les potentialités antibactériennes des différents organes de la plante à partir de divers extraits. Ces résultats ont montré des activités inhibitrices significatives des feuilles, des racines, des tiges et des graines à différentes concentrations.

Selon les travaux de Morah, l'extrait éthanolique de l'écorce de tronc était actif sur *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae* avec des CMI allant de 25 à 30 mg/ml (Morah et al., 2018). Ceux de Amadi, à partir du même extrait d'écorce contre *E. coli* ont indiqué des zones d'inhibition comprises entre 10 mm et 15mm et une CMI de 200mg/mL (Amadi et al., 2017). Les résultats de Adepoju ont montré que l'extrait méthanolique des racines de *I. gabonensis*, inhibait fortement la croissance de *E. coli* à la concentration de 500 µl/mL (Adepoju et al., 2021). Les données de Unaeze, à partir de l'extrait aqueux des feuilles ont révélé une CMI de 25 mg/mL sur *E. coli* également et une CMI de 12.5 mg/mL sur *S. aureus*. Enfin, les travaux de Fadare qui ont porté sur les feuilles, l'écorce du tronc et les racines à partir des fractions d'hexane, de chloroforme, d'acétate d'éthyle et de méthanol de la plante, ont indiqué des différentes concentrations de 100 mg/mL, 50 mg/mL et 25 mg/mL sur les mêmes bactéries. Les fractions d'acétate d'éthyle des feuilles et des racines se sont avérées plus actives des CMI de 5 mg/ml (Fadare et al., 2008).

Conclusion

Bien La présente étude s'est intéressée à l'évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de boissons à base de fruits de *Irvingia gabonensis*. Les données ont indiqué que les jus se sont révélés riches en polyphénols, justifiant ainsi leur activité antioxydante. Les tests antibactériens ont montré des zones d'inhibition

Les résultats de cette étude ont montré que le jus oxydé, plus concentré en polyphénols, a présenté une activité antibactérienne plus prononcée que celui du jus frais. Cela peut être expliqué par le caractère autant quantitatif que qualitatif des composés bioactifs présents dans le jus oxydé. Des études ont montré que l'activité des extraits de plantes dépend de plusieurs facteurs dont le mode d'extraction, la concentration en principes actifs (Toty et al., 2013). Le criblage phytochimique de *I. gabonensis* par Etebu, a révélé la présence de tanins, de saponines, d'alcaloïdes et d'antraquinones et l'absence de glycosides cardiaques et de composés phénoliques (Etebu et al., 2013 ; Adepoju et al., 2021). Ces composés ayant des propriétés antibactériennes connues, leur présence éventuelle à différentes teneurs dans le jus oxydé de *I. gabonensis* pourrait expliquer le pouvoir bactéricide et bactériostatique de ce dernier. Aussi, les résultats rapportés par la présente étude ont montré que *Escherichia coli* a résisté à l'effet antibactérien de l'extrait frais de la plante. Cette résistance peut s'expliquer par le fait que les bactéries à Gram négatif sont dotées d'une couche de peptidoglycane coincée entre la membrane plasmique et une assise externe constituée de lipopolysaccharides, de phospholipides et de protéines (Mann et al., 2000). Cela rend les membranes des bactéries à Gram négatif imperméable à la plus part des biocides.

En outre, bien que le mécanisme antimicrobien des composés phénoliques soit encore loin d'être entièrement compris, on note qu'il existe une disparité entre les différentes classes de composés. Les phénols simples ont des mécanismes d'action relativement bien connus, au contrairement aux acides phénoliques et aux flavonoïdes. La complexité des modes d'action de certaines molécules vient du fait qu'elles peuvent avoir plusieurs cibles cellulaires et que celles-ci ne sont pas indépendantes (Burt, 2004 ; Cushnie & Lamb, 2005). Ces différents travaux confirment les propriétés antibactériennes des différents organes de *I. gabonensis* corroborant ainsi nos données.

significatives sur les souches de référence étudiées. Ces données sont encourageantes et doivent être mis à profit pour valoriser le développement de remèdes à partir de la pulpe de *Irvingia gabonensis* pour le traitement de certaines affections antiinflammatoires et infectieuses courantes.

Les conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Remerciements

Références

Adepoju A.J., Abdul-Hammed M., Falade V.A., Adedotun I.O., Jolaoso F.O., Sakiru O.A., and Azeez S.O., 2021. Phytochemical screening and antimicrobial activity study of Cucumeropsis mannii and Irvingia gabonensis ethanolic seeds extracts, *World Journal of Pharmaceutical Research*, 10(8), 176-186.

Amadi C.P. and Inyang U.C., 2017. In vitro antibacterial study on Irvingia gabonensis (bush mango) against Escherichia coli, *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 5(8), 177-183.

Anese M., Manzocco L., Nicoli M.C., Lerici C.R., 1999. Antioxidant properties of tomato juice as affected by heating, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 750-754.

Aoshima H., Hirata S., Ayabe S., 2007. Antioxidative and anti-hydrogen peroxide activities of various herbal teas. *Food Chemistry*, 103, 617-622.

Basli A., Chibane M., Madani K., Oukil N., 2012. Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: Origanum glandulosum Desf. *Phytothérapie*, 10, 2-9.

Bassey S.O., Onot O.E., Udefa A.L., Essien N.M., Eteng M.U., 2018. Ethanol Extract of Irvingia gabonensis (Bush Mango) Seed Improves Renal and Hepatic Functions in Wistar Rats, *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 13(3), 46-50.

Block G. and Langseth L., 1994. Antioxidant vitamins and disease prevention, *Food Technology*, 48, 80-84.

Burt S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253.

Cai Y., Luo Q., Sun M., Corke H., 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74(17), 2157-218.

Capecka E., Mareczek A., Leja M., 2005. Antioxidant activity of fresh and herbs of some Lamiaceae species. *Food Chemistry*, 93, 223-226.

Cushnie T.P.T., & Lamb A.J., 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), 343-356.

Das M., Vedasiromoni J.R, Chauhan S.P.S., Ganguly D.K., 1997. Effect of green tea (Camellia sinensis) extract on the rat diaphragm. *Journal of Ethnopharmacology*, 57, 197-201.

Efosa G.E., Oyebadejo S.A., Chukwuebuka P.V., 2016. Ethanolic leaf extract of Irvingia gabonensis (o'Rorke) Baill protects against nephrotoxicity and hepatotoxicity in cadmium-induced wistar albino rats. *International Journal of Pharmacology and Toxicology*, 4(2), 105-110

Efosa G.E., Uka E., Usunobun U., 2016. Phytochemical composition, in vitro antioxidant activity and acute toxicity of Irvingia gabonensis (O'Rorke) baill ethanolic

Nous remercions vivement le Laboratoire de Bactériologie-Virologie de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, pour nous avoir fourni les micro-organismes utilisés dans cette étude.

leaf extract, *International Journal of Biological Research*, 4(1), 36-41.

Etebu E., 2013. Differences in fruit size, postharvest pathology and phytochemicals between Irvingia gabonensis and Irvingia wombulu. *Sustainable Agriculture Research*, 2(1), 52-61.

Fadare D.A. and Ajaiyeoba E.O., 2008. Phytochemical and antimicrobial activities of the wild mango Irvingia gabonensis extracts and fraction. *African Journal of Medicine and Medical Sciences*, 37(2), 119-124.

Ghasemzadeh A, Hawa Z.E.J. and Asmah R., 2016. Changes in antioxidant and antibacterial activities as well as phytochemical constituents associated with ginger storage and polyphenol oxidase activity. *Complementary and Alternative Medicine*, 16, 382.

Hossain M.S., Sokeng S., Shoeb M., Hasan K., Mosihuzzaman M., Nahar N.A. & Rokeya B., 2012. Hypoglycemic effect of Irvingia gabonensis (Aubry-Lacomate Ex. Ororke), Baill in Type 2 Diabetic Long-Evans Rats, Dhaka University. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 11(1), 19-24.

Ibtissem T., 2016. Détermination d'un méta-paramètre pour l'estimation de la capacité antioxydante globale des thés, tisanes et jus, *Université du Québec, Mémoire de Maîtrise en sciences de l'environnement*, 116 p.

Kaur C. and Kapoor H.C., 2002. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 153-161.

Kouamé N.M.T., Mangara A., Soro, K. et N'guessan K., 2016. Étude de la germination des graines de Irvingia gabonensis, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire dans la Région du Gôh, Passages de Paris 13, 545-555.

Li Y., Gong M., Konishi T., 2007. Antioxidant synergism among component herbs of traditional Chinese medicine formula, ShengMai San studied in vitro and in vivo. *Journal of Health Science*, 53, 692-699.

Majchrzak D., Mitter S., Elmadfa I., 2004. The effect of ascorbic acid on total activity of black and green teas. *Food chemistry*, 88, 447-451.

Mann CM., Cox SD., Markham JL., 2000. The outer membrane of Pseudomonas aeruginosa contributes to the essential oil of Melaleuca alternifolia (tea tree oil). *Letters in Applied Microbiology*, 30, 294-297.

Morah N.I. and Achu F.D., 2018. Antibacterial activity of the stem barks of Irvingia wombolu and Irvingia gabonensis. *International Journal of Advanced Scientific Research*, 3(6), 52-54.

Nosiri C.I, Atasié O.C, Idume J. And Barney D., 2018. Cytoprotective and Anti-Ulcer Activities of the Ethanolic Leaf Extract of Irvingia Gabonensis on Aspirin-Induced Ulcer. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 13(2), 16-20.

- O'Connell J.E. and Fox P.F., 1999. Proposed mechanism for the effect of polyphenols on the heat stability of milk. *International Dairy Journal*, 9(8), 523-536.
- Ojo O., Ajiboye B., Oyinloye B., Ojo, A. & Olarewaju O., 2015. Protective effect of *Irvingia gabonensis* stem bark extract on cadmium induced nephrotoxicity in rats. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(4), 208-214.
- Okolo C.O., 1995. The analgesic effects of *Irvingia gabonensis* stem bark extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 45(2), 125-9.
- Okou O.C., Yapo S.E., Kporou K.E., Baibo G.L., Monthaut S., Allico Joseph Djaman A.J., 2018. Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de feuilles de *Solanum torvum* Swartz (Solanaceae) sur la croissance in vitro de 3 souches d'entérobactéries. *Journal of Applied Biosciences*, 122, 12287-12295.
- Olanrewaju I.O., Mordi R.C., Echeme, J.B.O., 2020. Antibacterial, Antifungal and Anti-tubercular Activities of Chloroform Fraction of the Leaf Extract of *Irvingia Gabonensis* (African Bush Mango). *Anti-Infective Agents*, 18, 109-114.
- Olorundare O., Adeneye A., Akinsola A., Kolo P., Soyemi S., Mgbehoma A., Okoye I., Albrecht R., Mukhtar H., 2020. "Irvingia gabonensis Seed Extract: An Effective Attenuator of Doxorubicin-Mediated Cardiotoxicity in Wistar Rats". *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 14 p.
- Parejo I., Viladomat F., Bastida J., Rosas-Romero A., Flerlage N., Burillo J., & Codina C., 2002. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23), 6882-6890.
- Pellegrini N., Salvatore S., Del Rio D., Bianchi M. and Brighenti F., 2006. Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50, 1030-1038.
- Ponce A. G., Fritz R., del Valle C., and Roura S. I., 2003. Antibacterial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Society of Food Science and Technology* (Elsevier), 36, 679-684.
- Pulido R., Bravo L., Saura-Calixto F., 2000. Antioxydant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (8), 3396-3402.
- Sacchetti G, Maietti S, Muzzoli M, Scaglianti M, Manfredini S, Radice M, Bruni R., 2005. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91(4), 621-32.
- Sulaimon A.O., Auta T. and Hassan A.T., 2015. Evaluation of antidiabetic activity of *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) leaf and bark in alloxan induced diabetic rats, *Biosciences Research in Today's World*, 1, 84-89.
- Toda S., 2005. Antioxidative Effects of Polyphenols in Leaves of *Houttuynia Cordata* on Protein Fragmentation by Copper-Hydrogen Peroxide in vitro, *Journal of Medicinal Food*, 8, 266-268.
- Toty A A., Guessenn N., Bahi C., Kra AM., Otokore D.A. et Dosso. M., 2013. Évaluation in vitro de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de *Harungana madagascariensis* sur la croissance de souches multi-résistantes. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 82, 12-21.
- Unaeye B.C., Ochiabuto O.M-T., Ejike E.C ; Obi M.C., Nwankpa S.N., 2019. Antimicrobial activities of *Irvingia gabonensis* Leaf against diarrhoea Causing Agents. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(3), 523-536.
- Villar M.M., González-Ortiz M., Martínez-Abundis E., Pérez-Rubio K.G., and Cortez-Navarrete M., 2018. Effect of *Irvingia gabonensis* on Metabolic Syndrome, Insulin Sensitivity, and Insulin Secretion. *Journal of Medicinal Food*, 21(6), 568-574.
- Wolfe K, Wu X., Liu R.H., 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 609-14.
- Wood J.E., Senthilmohan S.T., Peskin A.V., 2002. Antioxidant activity of procyanidin-containing plant extracts at different pHs. *Food Chemistry*, 77, 155-161.
- Xu A., Vita J.A., Keaney Jr., 2000. Ascorbic acid and glutathione modulate the biological activity of S-nitrosoglutathione. *Hypertension*, 36, 291-295.
- Yen G.C. and Chen H.Y., 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 27-32.
- Zujko M., Witkowska A., Kiemozek B., 2005. Antioxidant activities of herbal infusions. *Bromatologia I Chemia Toksykologiczna*, 37, 189-191.