



Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) du Sénégal

Awa Ndiaye SY^{1*}, Alioune DiorFALL², Mamadou NDIAYE¹, Khadim NDIAYE¹,
Rokhaya Sylla GUEYE³, Emmanuel BASSENE², Amadou Moctar DIEYE¹ et
Guata Yoro SY¹

¹Laboratoire de Pharmacologie et Pharmacodynamie, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005, Dakar-Fann, Sénégal.

²Laboratoire de Pharmacognosie, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005, Dakar-Fann, Sénégal.

³Laboratoire de Chimie Organique et Thérapeutique, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005, Dakar-Fann, Sénégal.

*Auteur correspondant ; E-mail: andiayesy10@yahoo.fr

RESUME

Les plantes médicinales telles que *Moringa oleifera*, présentent en général de nombreuses vertus thérapeutiques. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Moringa oleifera* par la méthode de piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle (DPPH[•]). Une extraction éthanolique a été effectuée et l'extrait sec obtenu a ensuite été fractionné par la méthode de séparation liquide-liquide avec des solvants polaires (eau distillée et acétate d'éthyle) et apolaires (dichlorométhane). L'extrait éthanolique, ses fractions et l'acide L-ascorbique (antioxydant de référence), ont été testés à différentes concentrations: 12,5; 25; 50; 100 et 200 µg/ml. La lecture de l'absorbance des produits s'est faite au bout de 30 minutes au spectrophotomètre à 517 nm. Il ressort de cette étude que l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* et ses différentes fractions possèdent une activité antioxydante significative qui est dose-dépendante. Cependant, l'activité la plus importante a été observée avec l'extrait éthanolique avec une concentration inhibitrice 50 (CI₅₀) de 87,86±1,80 µg/ml. Les résultats de cette étude suggèrent que les feuilles de *Moringa oleifera* contiennent des substances à propriétés antioxydantes qui pourraient contribuer à la prévention de certaines maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires entre autres.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Moringa oleifera*, activité antioxydante, fractionnement, DPPH.

Evaluation of the antioxidant activity of leaves of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) of Senegal

ABSTRACT

Medicinal plants such as *Moringa oleifera* generally have several therapeutic virtues. This study aimed to evaluate the antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves extracts using the free

radical scavenging method: 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH[•]) assay. Ethanolic extraction was carried out and the dry extract obtained was then fractionated by the liquid-liquid separation method with polar solvents (distilled water and ethyl acetate) and non polar solvent (dichloromethane). The antioxidant activities of the ethanolic extract, its fractions and the L-ascorbic acid (reference antioxidant) were tested at various concentrations of 12.5; 25; 50; 100 and 200 µg/ml. The absorbance of the products was read after 30 minutes at the spectrophotometer at 517 nm. It emerged from this study that the ethanolic extract of *Moringa oleifera* leaves and its different fractions had significant antioxidant activity that is dose-dependent. However, the ethanolic extract was more active on DPPH radical inhibition with a concentration of sample required to scavenge 50% of free radicals (CI₅₀) of 87.86 ± 1.80 µg/ml. These results suggest that leaves of *Moringa oleifera* contain substances with antioxidant properties that could contribute to the prevention of chronic diseases such as cancer, cardiovascular diseases, among others.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Moringa oleifera*, antioxidant activity, DPPH.

INTRODUCTION

L'oxygène, molécule indispensable à la vie, est fortement impliqué dans l'initiation du stress oxydant caractérisé par un déséquilibre entre la production d'espèces oxygénées réactives (EOR) et la capacité du corps à les neutraliser (Boy et al., 2003). Les EOR regroupant les radicaux libres comme l'ion superoxyde, l'ion hydroxyl, le peroxyde d'hydrogène, et produites normalement dans les cellules durant le métabolisme, sont des molécules hautement réactives, toxiques et responsables de nombreux dommages vis-à-vis des constituants cellulaires de l'organisme (Govindarajan et al., 2005 ; Codoñer-Franch et al., 2011). En raison de l'implication des radicaux libres dans l'étiologie de diverses pathologies notamment le cancer, le diabète, les maladies cardiovasculaires, les rhumatismes, le vieillissement (Thayyil et al., 2016), des études sur les antioxydants dont l'objectif est de pallier un déficit du système de protection naturelle antiradicalaire s'avèrent nécessaires (Novelli, 1997; Halliwell, 2006; Halliwell, 2007; Ferguson, 2010; Codoñer-Franch et al., 2011; Rashid et al., 2013).

Ces dernières années, l'étude des antioxydants naturels contenus dans les plantes médicinales en relation avec leurs propriétés thérapeutiques, a suscité beaucoup d'intérêts. En effet, des ressources végétales riches en composés polyphénoliques,

flavonoïdes, protéines, bêta-carotène, calcium, potassium, vitamines comme les feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) peuvent être utilisées pour la prévention de nombreuses pathologies (Gülçin, 2012). *Moringa oleifera* qui se révèle être une plante regorgeant de vertus thérapeutiques, est originaire des Indes et d'Arabie et est largement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales (Ramachandran et al., 1980). De nombreuses études scientifiques ont rapporté ses propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires, antioxydantes, antiulcéreuses, antidiabétiques et anticancéreuses (Zaffer et al., 2014; Sy-Ndiaye et al., 2013; Sy-Ndiaye et al., 2016; Waterman et al., 2014; Luqman et al., 2012; Mbikay, 2012; Al-Asmari et al., 2015; Anthanont et al., 2016).

Cependant, bien que *Moringa oleifera* soit cultivé au Sénégal (Kerahro et Adam, 1974), très peu d'études se sont intéressées aux propriétés pharmacologiques de ses feuilles. Ainsi, ce travail avait pour but d'évaluer l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Moringa oleifera*.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

Le matériel végétal a été constitué de feuilles de *Moringa oleifera*, récoltées au Jardin d'Expérimentation des Plantes Utiles de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie (FMPO) de l'Université

Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD). Elles ont été identifiées au laboratoire de Pharmacognosie et Botanique de la FMPO de l'UCAD où un échantillon a été déposé. Le séchage a été effectué à la température ambiante (25-30 °C), à l'abri du soleil dans l'enceinte du laboratoire pendant 3 semaines. Les feuilles ont ensuite été pulvérisées, permettant d'obtenir une poudre.

Réactifs et solvants

Les solvants (éthanol, dichlorométhane, acétate d'éthyle) utilisés pour l'extraction et le fractionnement et l'acide ascorbique ont été fournis par Panreac (Lyon, France). Le DPPH[•] a été fourni par Sigma-Aldrich (Saint-Quentin Fallavier, France).

Appareil de mesure des absorbances

Les mesures des absorbances ont été réalisées en utilisant un spectrophotomètre UV/Vis (BTS-350).

Extraction éthanolique

Cinquante grammes de poudre des feuilles de *Moringa oleifera* ont été extraits par décoction sous reflux pendant une heure avec de l'éthanol. Après refroidissement et filtration sur papier Whatman No.1, le filtrat recueilli a été soumis à la distillation sous vide dans le rotavapor. Le concentré obtenu a ensuite été séché dans un dessiccateur pour produire un résidu sec qui sera utilisé pour les tests.

Fractionnement liquide/liquide de l'extrait éthanolique(EE)

Trois grammes cinquante de l'extrait sec éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera*, ont été dissouts dans un mélange eau distillée/ dichlorométhane (200 ml / 100 ml) et soumis à un fractionnement liquide-liquide. La phase dichlorométhanique a été recueillie et la phase aqueuse est soumise une fois de plus à une extraction liquide-liquide avec 50 ml de dichlorométhane. Les phases dichlorométhaniques rassemblées ont été évaporées pour donner la fraction dichlorométhanique (FD). La phase aqueuse résiduelle a été extraite dans les mêmes

conditions avec de l'acétate d'éthyle, à deux reprises. Les phases d'acétate d'éthyle et aqueuse résiduelle ont été évaporées séparément pour donner deux fractions : d'acétate d'éthyle (FAE) et aqueuse (FA).

Evaluation de l'activité antioxydante par le test au DPPH[•]

La méthode utilisée a été décrite par Molyneux (2003). Une solution éthanolique de DPPH[•] a été préparée avec 4 mg de poudre de ce produit dissouts dans 100 ml d'éthanol. La solution obtenue a été conservée à l'abri de la lumière pendant 12 h.

Dans chaque tube à essai contenant 0,8 ml d'une solution éthanolique de l'extrait testé à différentes concentrations (12,5 ; 25 ; 100 ; 50 ; 100 et 200 µg/mL), un volume de 3,2 ml de la solution de DPPH[•] a été rajouté. L'acide ascorbique, utilisé comme antioxydant de référence a également été testé aux mêmes concentrations.

La lecture de l'absorbance a été faite au bout de 30 minutes d'incubation à l'obscurité au spectrophotomètre à 517 nm en utilisant l'éthanol comme blanc. Trois mesures de l'absorbance ont été effectuées pour chaque concentration testée (n=3).

Le pourcentage d'inhibition (PI) des radicaux libres DPPH[•] a été calculé selon la formule:

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

A₀

A₀: absorbance du DPPH[•]

A₁: absorbance après ajout des produits à tester à une concentration donnée, à un temps donné.

La concentration de l'échantillon nécessaire pour neutraliser 50% des radicaux libres (CI50) a été déterminée en utilisant le logiciel Statgraphics Plus 5.0.

Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées par analyse de variance (ANOVA) suivie du test de Fisher en utilisant le logiciel Statview (version 5.0). La différence a été considérée comme significative lorsque p<0,05 par rapport au témoin négatif.

RESULTATS

Rendements des extractions

L'extraction de 50 g de poudre des feuilles de *Moringa oleifera* a produit un extrait éthanolique sec de 7,07 g, soit un rendement de 14,14%. Le fractionnement liquide-liquide a permis d'obtenir, à partir de 3,5 g de cet extrait, des rendements de 4,8%, 4,57% et 12% respectivement pour les fractions dichlorométhanique, d'acétate d'éthyle et aqueuse.

Activité antioxydante

L'activité antioxydante de l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera*, de ses fractions et de l'acide ascorbique est illustrée sur la Figure 1. Les résultats montrent que l'extrait éthanolique et ses fractions FD, FAE et FA et l'acide ascorbique ont inhibé de manière significative et dose dépendante le radical DPPH à toutes les concentrations testées ($p < 0,05$ versus témoin négatif). Aux concentrations de 12,5 à 100 $\mu\text{g/ml}$, il est

observé une activité antioxydante moyenne de l'extrait éthanolique et de ses fractions avec un PI de l'absorbance plus important pour l'extrait à 100 $\mu\text{g/ml}$ ($51,5 \pm 0,15\%$). A 200 $\mu\text{g/ml}$, la capacité d'inhiber le radical DPPH s'est révélée plus importante pour la FAE ($65,65 \pm 0,09\%$) que pour l'extrait éthanolique ($54,76 \pm 0,24\%$).

Pour une meilleure illustration de l'activité antioxydante, les CI_{50} des différents extraits testés ainsi que du produit de référence (acide L-ascorbique) ont été déterminées (Tableau I). Ainsi, l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* avec une CI_{50} de $87,86 \pm 1,80$ $\mu\text{g/ml}$ possède une activité antioxydante supérieure à celle de ses fractions dont les CI_{50} sont de $129,43 \pm 0,30$ $\mu\text{g/ml}$, $178,43 \pm 0,46$ $\mu\text{g/ml}$, 222 ± 2 respectivement pour la FAE, la FD et la FA. L'activité antioxydante de l'acide L-ascorbique avec une CI_{50} de $1,40 \pm 0,09$ $\mu\text{g/ml}$ est la plus importante.

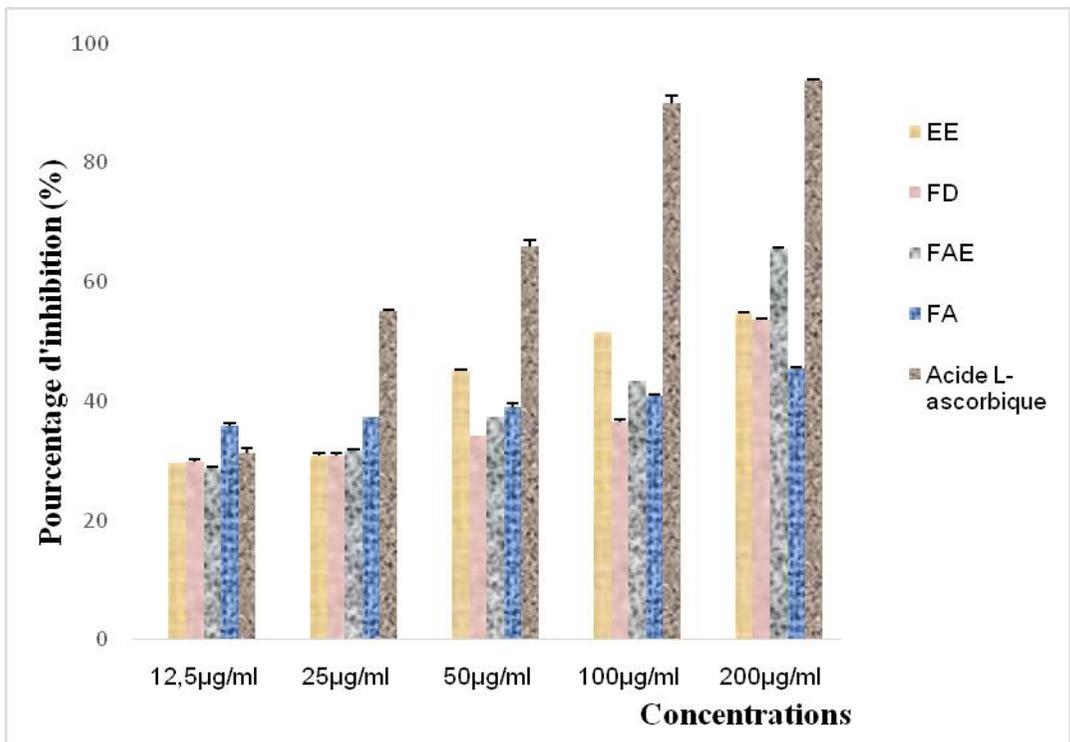


Figure 1 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations des différents produits testés.

Tableau 1: CI₅₀ de l'extrait éthanolique (EE), des fractions (FC, FD, FAE, et FA) et de l'acide L-ascorbique.

Produits	EE	FD	FAE	FA	Acide L-ascorbique
CI ₅₀	87,86	178,53	129,46	222	1,40
(µg/ml)	± 1,80	± 0,46	± 0,30	± 2	± 0,09

DISCUSSION

L'extraction des feuilles de *Moringa oleifera* a été effectuée avec de l'éthanol choisi pour sa capacité à extraire les composés chimiques ayant des propriétés antioxydantes tels que les flavonoïdes, les tanins, les saponines, les triterpénoïdes et les alcaloïdes. Selon Siddhuraju et Becker (2003), le méthanol et l'éthanol sont les meilleurs solvants pour extraire les composés antioxydants des feuilles de *Moringa oleifera*.

La méthode de séparation liquide-liquide de l'extrait éthanolique a été réalisée dans le but d'identifier une fraction plus active que l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* mais également de comparer l'activité antioxydante des différentes fractions obtenues. Après fractionnement, les résultats suggèrent que les feuilles de *Moringa oleifera* renfermeraient plus de composés extractibles polaires que de composés non polaires avec des rendements respectifs de 16,77% et 4,8%.

L'évaluation de l'activité antioxydante a montré que l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* est plus actif que les fractions sur l'inhibition du radical DPPH. Notre étude concorde avec celle d'autres auteurs qui, en utilisant la méthode au DPPH mais à des concentrations supérieures (15,625 à 250 µg/ml) aux nôtres, ont rapporté une CI₅₀ de l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* de 62,09 µg/ml (Shahriar et al., 2012). La FAE qui a présenté le meilleur PI à 200 µg/ml (65,65±0,09%), a par contre une CI₅₀ plus élevée que celle de l'extrait éthanolique. Ceci pourrait se justifier par ses PI plus faibles aux concentrations allant de 12,5 à 100 µg/ml. Cependant, l'activité antioxydante de la FAE est plus importante que celle des fractions FA et FD. Une étude réalisée par Charoensin (2014) avait

également mis en évidence l'activité antioxydante de l'extrait dichlorométhanique des feuilles de *Moringa oleifera* mais avec une CI₅₀ du DPPH de 2,31±0,02 mg/ml plus élevée que celle obtenue lors de notre étude.

Une étude chimique réalisée dans notre laboratoire avait permis de révéler dans l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera*, la présence de flavonoïdes, de tanins et d'alcaloïdes (résultats non publiés). Outre ces familles de composés chimiques, il a été décrit que les feuilles renferment aussi des vitamines A, C et E, des phénols, des saponosides, des triterpénoïdes (Fuglie, 2002; Shahriar et al., 2012; Roopalatha et Mala., 2013). Les flavonoïdes, les tanins et la vitamine C devraient être extraits par les solvants polaires (éthanol, eau et acétate d'éthyle), les dérivés terpéniques et les vitamines A et E par les solvants apolaires (Sarr et al., 2015).

Il a été également établi une corrélation entre la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits de plantes (Zongo et al., 2010 ; Ouattara et al., 2011). Les résultats de notre étude permettent de suggérer que l'activité antioxydante de l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* et ses fractions pourrait être attribuée à la présence de composés antioxydants comme les polyphénols. Certains auteurs ont rapporté que les propriétés antioxydantes des feuilles de *Moringa oleifera* sont dues à la présence d'un polyphénol: le kaempférol (Bajpai et al., 2005). En effet, les polyphénols possèdent une structure chimique idéale pour capturer les radicaux libres et d'après certaines études, ils sembleraient être responsables de l'activité de piégeage de ces derniers (Santos-Gomes et al., 2002; Babu et al., 2006; Karou et al., 2011).

Conclusion

Cette étude montre que l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* et ses différentes fractions présentent une activité antioxydante significative et dose-dépendante. Ces études seront poursuivies aussi bien sur le plan chimique que sur le plan pharmacologique afin d'isoler et de caractériser les principaux composés chimiques impliqués dans l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera* qui permettront une prévention en amont de certaines maladies chroniques.

CONFLIT D'INTERÊTS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts relatif à ce travail.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

ANS et ADF ont initié les travaux de l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Moringa oleifera*, exploité les résultats. ANS a rédigé l'article. ADF a supervisé la partie chimique réalisée par KN. EB a autorisé la réalisation de la partie chimique dans son laboratoire. KN, MN, AMD et GYS ont contribué à l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits. RSG a relu et corrigé l'article.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les responsables des laboratoires de Pharmacologie et Pharmacodynamie et de Pharmacognosie et Botanique de la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie de l'Université Cheikh AntaDiop de Dakar et les techniciens pour leur aide à la bonne réalisation des travaux.

REFERENCES

Al-Asmari AK, Albalawi SM, Athar Md T, Khan AQ, Al-Shahrani H, Islam M. 2015. *Moringa oleifera* as an anti-cancer agent against breast and colorectal cancer cell lines. *PLoS One*, **10**(8): e0135814. DOI: doi.org/10.1371/journal.pone.0135814.

Anthanont P, Lumlerdkij N, Akarasereenont P, Vannasaeng S, Sriwijitkamol A. 2016. *Moringa oleifera* leaf increases insulin secretion after single dose administration: a preliminary study in

healthy subjects. *J. Med. Ass. of Thailand*, **99**(3): 308-313.

- Babu PVA, Sabitha KS, Shyamaladevi CS. 2006. Therapeutic effect of green tea extract on oxidative stress in aorta and heart of streptozotocin diabetic rats. *Chemico-Biological Interactions*, **162**(2): 114-120. DOI: doi.org/10.1016/j.cbi.2006.04.009.
- Bajpai M, Pande A, Tewari SK, Prakash D. 2005. Phenolic contents and antioxidant activity of some food and medicinal plants. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **56**(4): 287-291. DOI: doi.org/10.1080/09637480500146606.
- Boyd B, Ford C, Koepke MC, Gary K, Hom E, Mc Analley S, Mc Analley B. 2003. Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé. *GlycoScience et Nutrition*, **4** (6): 7.
- Charoensin S. 2014. Antioxidant and anticancer activities of *Moringa oleifera* leaves. *J. Med. Plant Res.*, **8**(7): 318-325. DOI: 10.5897/JMPR2013.5353.
- Codoñer-Franch P, Valls-Bellés V, Arilla-Codoñer A, Alonso-Iglesias E. 2011. Oxidant mechanisms in childhood obesity: the link between inflammation and oxidative stress. *Translational Res.*, **158**(6): 369-384. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.trsl.2011.08.004
- Ferguson LR. 2010. Chronic inflammation and mutagenesis. *Mutat. Res. Fund. Mol.*, **690**(1-2):3-11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2010.03.007.
- Govindarajan R, Vijayakumar M, Pushpangadan P. 2005. Antioxidant approach to disease management and the role of "Rasayana" herbs of Ayurveda. *J. Ethnopharmacol.*, **99**: 165-178. DOI:10.1016/j.jep.2005.02.035.

- Grassmann J., 2005. Terpenoids as plant antioxidants. 2005. *Vitamins and Hormones*, **72**: 505-535. [https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(05\)72015-X](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(05)72015-X).
- Gülçin I. 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview, *Arch. Toxicol.* **86**(3): 345-391.
- Halliwell B. 2006. Oxidative stress and neurodegeneration: where are we now? *J. Neurochem.*, **97**(6): 1634-1658. DOI: 10.1111/j.1471-4159.2006.03907.x.
- Halliwell B. 2007. Oxidative stress and cancer: have we moved forward? *Biochem. J.*, **401**(1):1-11. doi: 10.1042/BJ20061131.
- Karou SD, Tchacondo T, Ouattara L, Anani K, Savadogo A, Agbonon A, Ben Attaia M, De Souza C, Sakly M, Simpore J. 2011. Antimicrobial, antiplasmodial, haemolytic and antioxidant activities of crude extracts from three selected Togolese medicinal plants. *Asian Pacific J. Tropical Med.*, **4**(10): 808-813. DOI : [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60199-5](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60199-5).
- Kerahro J, Adam JG. 1974. *La Pharmacopée Sénégalaise et Traditionnelle: Plantes Médicinales et Toxiques*. Ed. Vigot et Frères : Paris ; 1011 p.
- Luqman S, Srivastava S, Kumar R, Maurya AK, Chanda D. 2012. Experimental assessment of *Moringa oleifera* leaf and fruit for its antistress, antioxidant, and scavenging potential using *in vitro* and *in vivo* assays. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, **2012**: 1-12. DOI: dx.doi.org/10.1155/2012/519084.
- Mbikay M. 2012. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. *Front. Pharmacol.*, **3**: 1-12. DOI: 10.3389/fphar.2012.00024.
- Molyneux P. 2003. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Techno.*, **26**(2): 211-219.
- Novelli GP. 1997. Role of free radicals in septic shock. *J. Physiol. Pharmacol.*, **48**(4): 517-527.
- Ouattara L, Koudou J, Zongo C, Barro N, Savadogo A, Bassole IHN, Ouattara AS, Traore AS. 2011. Antioxidant and antibacterial activities of three species of *Lannea* from Burkina Faso. *J. Appl. Sci.*, **11**(1): 157-162. DOI: 10.3923/jas.2011.157.162.
- Ramachandran C, Peter KV, Gopalakrishnan PK. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Econ. Bot.*, **34**(3): 276-283. DOI: 10.1007/BF02858648.
- Rashid K, Sinha K, Sil PC. 2013. An update on oxidative stress-mediated organ pathophysiology. *Food Chem. Toxicol.*, **62**: 584-600. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2013.09.026>.
- Roopalatha UC, Mala Nair V. 2013. Phytochemical analysis of successive reextracts of the leaves of *Moringa oleifera* Lam. *Int. J. Pharm. Pharmaceut. Sci.*, **5**(3): 629-634.
- Santos-Gomes PC, Seabra RM, Andrad EPB., Fernandes-Ferreira M. 2002. Phenolic antioxidant compounds produced by *in vitro* shoots of sage (*Salvia officinalis* L.). *Plant Science*, **162**(6): 981-987. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00052-3](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00052-3).
- Sarr SO, Fall AD, Gueye R, Diop A, Diatta K, Diop N, NDiaye B, Diop YM. 2015. Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(3): 1263-1269. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.11>.
- Shahriar M, Hossain Md I, Bahar ANM, Akhter S, Haque Md A, Bhuiyan MA. 2012. Preliminary phytochemical screening, *in-vitro* antioxidant and cytotoxic activity of five different

- extracts of *Moringa oleifera* leaf. *J. Appl. Pharm. Sci.*, **2**(05): 65-68. DOI: 10.7324/JAPS.2012.2510.
- Siddhuraju P, Becker K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *J. Agric. Food Chem.*, **51**(8): 2144-2155. DOI: 10.1021/jf020444+.
- Sy-Ndiaye A, Fall AD, Ndiaye M, Gassama BKM, Sy GY, Faye B. 2013. Etude de l'activité anti-inflammatoire et de l'effet sur la muqueuse gastrique des feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (*Moringaceae*) chez le rat. *Dakar Médical.*, **58**(3): 235-242. www.dakarmedical.sn
- Sy-Ndiaye A, Fall AD, Ndiaye M, Sall AO, Sy GY, Bassène E, Dièye AM. 2016. Mise en évidence de l'activité anti-inflammatoire des sous-fractions méthanoliques des feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (*Moringaceae*) chez le rat. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 760-768. DOI: doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.25.
- Thayyil AH, AMuthu K, Ibrahim M. 2016. *In vivo* antioxidant and lipid peroxidation effect of various extracts from aerial parts of *Chomelia asiatica* (Linn) in rat fed with high fat diet. *African J. Pharm. Pharmacol.*, **10**(38): 810-816, DOI: 10.5897/AJPP2016.4673.
- Waterman C, Cheng DM, Rojas-Silva P, Poulev A, Dreifus J, Lila MA, Raskin I. 2014. Stable, water extractable isothiocyanates from *Moringa oleifera* leaves attenuate inflammation *in vitro*. *Phytochemistry*, **103**: 114-122. doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.03.028.
- Zaffer M, Ahmad S, Sharma R, Mahajan S, Gupta A, Agnihotri RK. 2014. Antibacterial activity of bark extracts of *Moringa oleifera* Lam. against some selected bacteria. *Pak. J. Pharm. Sci.*, **27**(6): 1857-1862.
- Zongo C, Savadogo A, Ouattara L, Bassole IHN, Ouattara CAT, Ouattara AS, Barro N, Koudou J, Traore AS. 2010. Polyphenols content, antioxidant and antibacterial activities of *Ampelocissus grantii* (Baker) Planch. (Vitaceae): a medicinal plant from Burkina Faso. *Int. J. Pharm.*, **6**(6): 880-887.