



Original Paper

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

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

Effets des extraits aqueux et éthanolique des graines fermentées de *Parkia biglobosa* (Mimosaceae) sur quelques marqueurs du stress oxydatif chez les rats rendus hypertendus

Ouolouho Seydou COULIBALY^{1*}, Monon KONÉ¹ et Abou OUATTARA²

¹Département de Biochimie-Génétique, Université PELEFORO GON COULIBALY, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

²Département de Biochimie-Microbiologie Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant; E-mail: ouolouho@gmail.com; Téléphone : (+225) 0748671904.

Received: 19-10-2022

Accepted: 20-12-2022

Published: 31-12-2022

RESUMÉ

Les graines fermentées de *neré* sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter l'hypertension artérielle qui est une importante cause de décès dans le monde. Cette pathologie entraîne aussi le stress oxydatif. C'est la raison pour laquelle, cette étude a été menée pour évaluer l'effet antioxydant des extraits aqueux et hydro-éthanolique de ce condiment chez les rats rendus hypertendus par injection de l'adrénaline à la dose de 1,46.10⁻³mg/kg pc. L'administration par gavage des extraits avec les doses allant de 1000 à 2000 mg/kg pc et de la Nifédipine à la dose de 10 à 20 mg/kg pc pendant 6 jours a provoqué une augmentation significative de l'activité des enzymes anti-oxydantes (SOD et catalase) et de monoxyde d'azote (NO), comparativement aux rats rendus hypertendus non traité (recevant essentiellement de l'eau), chez lesquels, il a été observé une baisse significative de l'activité de ces enzymes et de NO. En revanche, il a été constaté une augmentation significative des sous-produits de la peroxydation lipidique (malonaldéhyde) chez les rats rendus hypertendus non traité et une baisse significative chez les rats rendus hypertendus et traités. Au total, les graines fermentées de *neré* possèdent un important potentiel antioxydant.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Superoxyde dismutase, catalase, monoxyde d'azote, malonaldéhyde.

Effects of the aqueous and ethanolic extracts of fermented seeds of *Parkia biglobosa* (Mimosaceae) on some markers of the oxydative stress in rats made hypertensive

ABSTRACT

Fermented *neré* seeds are used in traditional medicine to treat high blood pressure which is a leading cause of death worldwide. This pathology also causes oxidative stress. This is the reason why this study was conducted to evaluate the antioxidant effect of aqueous and hydro-ethanolic extracts of this condiment in rats rendered hypertensive by injection of adrenaline at a dose of 1.46.10⁻³mg/ kg bw. Administration by gavage of extracts with doses ranging from 1000 to 2000 mg/kg bw and nifedipine at a dose of 10 to 20 mg/kg bw for 6

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

9250-IJBCS

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i6.4>

days caused a significant increase in the activity of anti-oxidants (SOD and catalase) and nitric oxide (NO), compared to untreated hypertensive rats (mainly receiving water), in which a significant drop in the activity of these enzymes was observed and of NO. In contrast, there was a significant increase in lipid peroxidation by-products (malonaldehyde) in rats rendered hypertensive untreated and a significant decrease in rats rendered hypertensive and treated. Overall, fermented *nééré* seeds have significant antioxidant potential.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Superoxide dismutase, catalase, nitric oxide, malonaldehyde.

INTRODUCTION

Le stress oxydatif est le résultat d'un déséquilibre entre la production de molécules pro-oxydantes et leur neutralisation par des molécules anti-oxydantes en faveur des premières (Haleng et al., 2007). Les molécules anti-oxydantes peuvent être réparties en deux groupes que sont, les molécules anti-oxydantes endogènes (SOD, la catalase, glutathion peroxydase ...) d'une part et d'autre part, les molécules anti oxydantes exogènes (la vitamine E, la vitamine A ...) (Kohen et Nyska, 2002 ; Halliwell et Gutteridge, 2015). Le stress oxydatif est relié à la formation de plusieurs pathologies dont l'hypertension artérielle. En effet, plusieurs études ont démontré que le stress oxydatif contribue grandement aux mécanismes responsables de l'hypertension artérielle (Lassègue et Griendling, 2004 ; Paravicini et Touys, 2006). Cette pathologie est un véritable problème de santé publique dans le monde.

Les aliments et les plantes médicinales sont une énorme source d'antioxydants. A la longue liste des plantes médicinales, figure *Parkia biglobosa* ou *nééré*. C'est une espèce de la famille Mimosaceae. Des études ont révélé l'effet antihypertenseur des extraits aqueux des écorces de *nééré* (Yomalan et al., 2008) et des extraits aqueux et éthanolique des graines fermentées de *P. biglobosa* (Coulibaly et al., 2017). Les graines fermentées de *nééré* sont communément appelées *soumara* en Côte d'Ivoire. Ce condiment est aussi appelé *afitin* au Bénin (Azopkoto et al., 2011), *dawa-dawa* au Nigéria et au Niger, *netétu* au Sénégal et *soumbala* au Mali et Burkina-Faso (Azopkoto et al., 2006). Il est obtenu par un ensemble d'opérations unitaires technologiques qui présente trois étapes essentielles dont la

première cuisson, la deuxième cuisson et la fermentation (Fatoumata et al., 2016). L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet des extraits aqueux et éthanolique des graines fermentées de *nééré* sur le stress oxydatif.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Matériel

Matériel végétal

Cette étude a été réalisée avec les graines fermentées de *nééré* (*soumara*), produites par des femmes de la région de la Bagoué située au nord de la Côte d'Ivoire.

Matériel animal

Des rats blancs albinos, mâles et femelles, de souches Wistar, âgés de 2 à 3 mois et pesant entre 130 g et 180 g ont été utilisés dans cette étude.

Méthode

Préparation des différents extraits végétaux

Deux (02) échantillons de 500 g de *soumara* ont été préalablement séchés à la température ambiante du laboratoire puis broyés et réduits en poudre dans un mortier. Par la suite, 250 g de poudre de *soumara* ont été dissouts dans 500 mL d'eau distillée puis homogénéisés sous agitation magnétique pendant 24 heures à 25°C. L'homogénat obtenu a été filtré successivement deux fois sur du coton hydrophile puis une fois sur du papier Whatman n°2. Le filtrât obtenu est évaporé à l'aide d'une étuve de type Med Center Venticell à 50°C pour donner une poudre de couleur marron qui constitue l'extrait aqueux.

La même opération a été réalisée en utilisant en lieu et place de l'eau distillée de l'éthanol à 70%. Cependant à la différence, le volume du filtrât hydro-alcoolique obtenu est d'abord réduit à l'aide d'un évaporateur rotatif

de type Büchi à la température de 60°C. Ensuite, le reste du filtrât est évaporé à l'aide d'une étuve de type Med Center Venticell à 50°C pour donner une poudre de couleur marron légèrement pâteuse qui représente l'extrait éthanolique à 70%. Tous les extraits bruts végétaux ainsi constitués sont conservés dans des bocaux hermétiquement fermés et placés au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation pour les différents essais.

Induction de l'hypertension artérielle sanguine chez les rats.

Trente-deux (32) rats âgés de 2 à 3 mois ont été utilisés. Ces rats ont été répartis en deux groupes, un groupe constitué du lot témoin (4 rats) et un autre groupe test de 28 rats.

Les rats du lot témoin ont reçu par voie orale de l'eau distillée en fonction de leur poids corporel pendant 14 jours (temps d'expérimentation). Ceux du groupe essai, selon la méthode d'Omale (2011) ont reçu par injection intrapéritonéale de l'adrénaline (ADR) à la dose de $1,46.10^{-3}$ mg/kg pc. Après l'installation de l'HTA, ce groupe a été ensuite reparti en 7 lots de 4 rats chacun. Le traitement a été fait comme suit :

- Le lot HypNT (lot constitué de rats hypertendus non traités ou lot contrôle positif) : après l'induction de l'hypertension artérielle, les rats de ce lot n'ont subi aucun traitement pendant les 6 jours qu'a duré le traitement des rats des autres lots essais.
- Le lot Nif 10 : les rats de ce lot ont reçu par gavage (1mL), après l'induction de l'HTA, de la Nifédipine® à la dose de 10 mg/kg pc pendant 6 jours (durée du traitement).
- Le lot Nif 20 : les rats de ce lot ont reçu par gavage (1mL), après l'induction d'HTA, de la Nifédipine® à la dose de 20 mg/kg pc pendant 6 jours.
- Le lot Eth 1000 : les rats de ce lot ont reçu par gavage (1mL) de l'extrait éthanolique à la dose de 1000 mg/kg pc pendant 6 jours après installation de l'HTA.
- Le lot Eth 1500 : les rats de ce lot ont reçu par gavage (1mL) de l'extrait éthanolique à la dose de 1500 mg/kg pc pendant 6 jours après installation de l'HTA.

- Le lot Aq 1500 : les rats de ce lot ont reçu par gavage (1mL) de l'extrait aqueux à la dose de 1500 mg/kg pc pendant 6 jours après installation de l'HTA.
- Le lot Aq 2000 : les rats de ce lot ont reçu par gavage (1mL) de l'extrait aqueux à la dose de 2000 mg/kg pc pendant 6 jours après installation de l'HTA.

Après les 14 jours d'expérimentation, les rats sont sacrifiés par décapitation. Leurs sangs et leurs organes sont prélevés pour le dosage des paramètres marqueurs du stress oxydant. Ainsi, le cou du rat est sectionné à l'aide d'une lame de bistouri et le rat est placé aussitôt au-dessus des tubes de prélèvement pour la récolte du sang. Le cœur, le foie, les reins et l'aorte sont ensuite prélevés.

Dosage de quelques paramètres du stress oxydatif chez des rats rendus hypertendus à l'adrénaline

Mesure de l'activité du superoxyde dismutase (SOD)

L'activité de la SOD a été mesurée au test du nitro bleu de tetrazonium (NBT). Le nitro bleu de tetrazonium (NBT) est réduit par la NADPH en présence de l'anion superoxyde ($O_2^{\cdot-}$) et donne un chromophore violet foncé (Van, 1989). Alors que la SOD élimine l'anion superoxyde ($O_2^{\cdot-}$), l'intensité de la coloration du chromophore est proportionnelle à l'activité de la SOD dans le milieu. Toutefois, l'activité de la SOD a été mesurée selon la méthode suivante.

Dans un tube à essai ont été ajoutés 5 μ L de l'homogénat de chaque organe (rein, cœur) des rats hypertendus et 2 mL du mélange réactionnel (cyanide de sodium 2.10^{-5} M ; solution du NBT $1,76.10^{-4}$ M ; EDTA $6,6.10^{-3}$ M ; riboflavine 2.10^{-6} M ; méthionine 10^{-2} M et 3 mg de NADPH), puis le mélange a été irradié avec une lampe de 15 watts pendant 10 minutes. L'absorbance a été ensuite mesurée à 560 nm. Les valeurs de l'activité de la SOD ont été exprimées en UI.mg⁻¹ de protéines.

Mesure de l'activité de la catalase

L'activité de la catalase a été mesurée dans l'homogénat de l'organe selon la méthode spectrométrique utilisée par Elia et al. (2003). En effet, les catalases sont responsables de la dégradation de H₂O₂ en H₂ et O₂. La méthode

de dosage consiste à mesurer la diminution de l'absorbance liée à la disparition du peroxyde d'oxygène qui est le substrat de l'enzyme.

Cette diminution du peroxyde d'oxygène qui est proportionnelle à l'activité de la catalase est déterminée par la préparation dans une cuve de mesure en quartz, d'une solution substrat composée de 1 mL de tampon phosphate (KH_2PO_4 , 0,1 M, pH 7,4), 0,950 mL de H_2O_2 (0,019M), de 0,025 mL de la source enzymatique (fraction d'aorte, rein, foie et cœur). La réaction a été suivie par l'enregistrement de l'absorbance à 560 nm chaque minute pendant deux minutes. L'activité enzymatique a été exprimée en mmol H_2O_2 décomposée/ μg prot.

Dosage du monoxyde d'azote

Le dosage du monoxyde d'azote (NO) a été réalisé à partir du réactif de GRIESS dont la préparation a été faite à l'abri de la lumière. La sulfanilamide (1%) et le naphthyléthylenediamide (0,1%) ont été dilués (v/v) dans de l'acide phosphorique (2,5%). La solution standard utilisée a été une solution de nitrite de sodium (NaNO_2) de concentration 1 mM.

Le dosage du NO a été faite selon la méthode de Griess (1879), décrite par Sun et al. (2003), repose sur deux réactions de diazotation. Le nitrite acidifié produit un agent nitrosant qui réagit avec l'acide sulfanilique pour produire l'ion diazonium. Ce dernier est couplé au naphthyléthylenediamine pour former un dérivé azoté chromosphérique qui absorbe à 570 nm.

La solution de nitrite de sodium (NaNO_2 , 1 mM) a été diluée au demi dans une série de 13 tubes à essais. Dans le tube 1 contenant 100 μL de NaNO_2 ont été ajoutés 100 μL de réactif de GRIESS. L'ensemble a été homogénéisé au vortex et 100 μL ont été prélevés pour le tube 2. La densité optique a été lue à 570 nm après 10 minutes. Dans chacun des 12 tubes restant ont été introduits initialement 100 μL d'eau distillée. La dilution de NaNO_2 a été ensuite faite de la manière suivante : au contenu du tube n°2 ont été ajoutés 100 μL de la solution prélevée dans le tube n°1, l'ensemble a été homogénéisé au vortex et 100 μL de ce mélange ont été prélevés

et ajoutés dans le tube n°3 et ainsi de suite jusqu'au tube n°13. Pour le dernier tube (n°13), 100 μL du mélange ont été prélevés et jetés. Au contenu des tubes 2 à 13 ont ensuite été ajoutés 100 μL de réactif de GRIESS et l'absorbance de chaque tube a été lue après 10 minutes à 570 nm.

Cette première série de tubes a permis d'établir une courbe d'étalonnage. L'évaluation de la quantité de NO dans l'homogénat de l'aorte a été faite de la manière suivante : dans cinq tubes test ont été introduits dans l'ordre 100 μL d'homogénat d'organe d'aorte et 100 μL de réactif de GRIESS. Après homogénéisation du mélange, la densité optique de chaque tube dont l'intensité de la coloration du mélange est proportionnelle à la concentration en NO a été déterminée au spectrophotomètre (Genesys 20 Thermo spectronic) à 570 nm après 10 minutes de repos.

Dosage du malonaldéhyde (MDA)

Le dosage de la MDA a été réalisé selon la méthode d'Ohkawa et al. (1979) et décrite par Subbiah et al. (2005). En effet, à 1 g d'organe sont additionnés 3 mL de solution de KCl (1,15 M). L'ensemble est broyé à l'aide d'un homogénéiseur de Dounce (Kontes, *Glass companyan ISO-9001 steered firm, New Jersey USA*). A 0,5 mL de l'homogénat prélevé auquel 0,5 mL d'acide trichloracétique 20% et 1 mL d'acidethiobarbiturique (TBARS) 0,67% sont additionnés. Le mélange obtenu est chauffé à 100 °C pendant 15 minutes, refroidi puis 4 mL de n-butanol sont additionnés ensuite, l'ensemble est centrifugé pendant 15 minutes à 3000 tours/minute. La lecture de l'absorbance du surnageant obtenu est faite au spectrophotomètre (LKB II) à 532 nm.

Analyse statistique

L'analyse statistique des valeurs et la représentation graphique des données ont été réalisées avec le logiciel Graph Pad Prism 5 (Microsoft). La valeur moyenne est accompagnée de l'erreur standard sur la moyenne (Moyenne \pm SEM). L'analyse statistique des résultats a été réalisée grâce à l'analyse des variances (ANOVA) à un facteur suivi du test de comparaison multiple de Tukey. $P < 0,05$ est considéré significatif.

RESULTATS

La Figure 1 montre l'effet des extraits des graines fermentées de néré et de la Nifédipine® sur l'activité du superoxyde dismutase (SOD) chez les rats hypertendus. Au niveau du cœur, le traitement avec les extraits éthanolique et aqueux ont normalisé l'activité de la SOD. La Nifédipine®, l'antihypertenseur de référence à la dose 10 mg/kg pc a entraîné une faible réduction de 10,25% par rapport aux rats du lot Hyp et a normalisé l'activité de la SOD à la dose de 20 mg/kg pc. Au niveau du rein, les extraits éthanolique et aqueux de néré ont normalisé l'activité de la SOD aux doses respectives de 1500 mg/kg pc et 2000 mg/kg pc. La Figure 2 illustre l'effet des extraits de

graines fermentées de néré et de la Nifédipine® sur l'activité de la catalase. Au niveau du rein, l'extrait éthanolique de *P. biglobosa* à la dose de 1500 mg/kg et la Nifédipine® à la dose de 20 mg/kg pc ont normalisé l'activité de la catalase. Au niveau du cœur, seul l'extrait éthanolique du néré, à la dose de 1500 mg/kg pc a normalisé l'activité de la catalase.

Au niveau de la Figure 3, seul l'extrait éthanolique à la dose de 1500 mg/kg pc a normalisé le taux sérique du monoxyde d'azote. Tout comme à la Figure 3, seul l'extrait éthanolique à la dose de 1500 mg/kg pc a normalisé le taux sérique de MDA au niveau du cœur et du rein à la Figure 4.

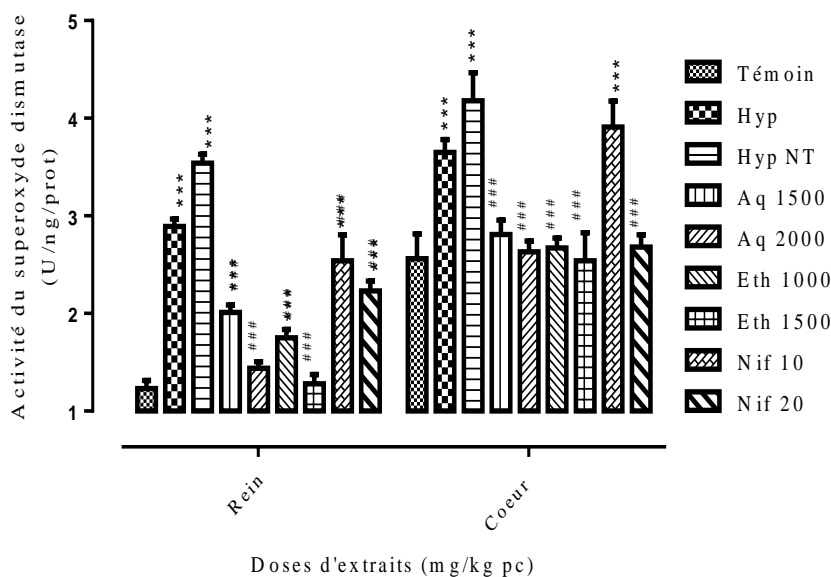


Figure 1 : Effets des extraits aqueux, éthanoliques et de la Nifédipine® sur le taux sérique de la SOD chez des rats rendus hypertendus par l'adrénaline.

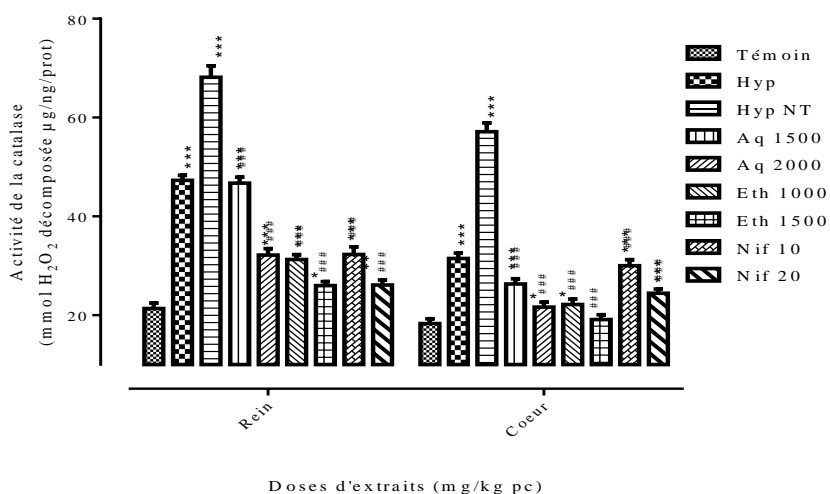


Figure 2 : Effets des extraits aqueux, éthanoliques et de la Nifédipine® sur le taux sérique de catalase chez des rats rendus hypertendus par l’adrénaline.

Chaque barre représente la moyenne ± ESM, n = 4. ***P < 0,05 ; différence significative par rapport au lot témoin. ### P < 0,01, différence significative par rapport au lot malade non traité.

Hyp : lot hypertendu, Hyp NT : lot malade non traité (témoin positif) ; Aq 1500 : lot hypertendu traité avec l’extrait aqueux à la dose de 1500 mg/kg pc, Aq 2000 : lot hypertendu traité avec l’extrait aqueux à la dose de 2000 mg/kg pc ; Eth 1000 : lot hypertendu traité avec l’extrait éthanolique à la dose de 1000 mg/kg pc, Eth 1500 : lot hypertendu traité avec l’extrait éthanolique à la dose de 1500 mg/kg pc ; Nif 10 : lot hypertendu traité avec la nifédipine à la dose de 10 mg/kg pc et Nif 20 : lot hypertendu traité avec la nifédipine à la dose de 20 mg/kg pc. ADR = 1,46.10⁻³ mg/kg pc.

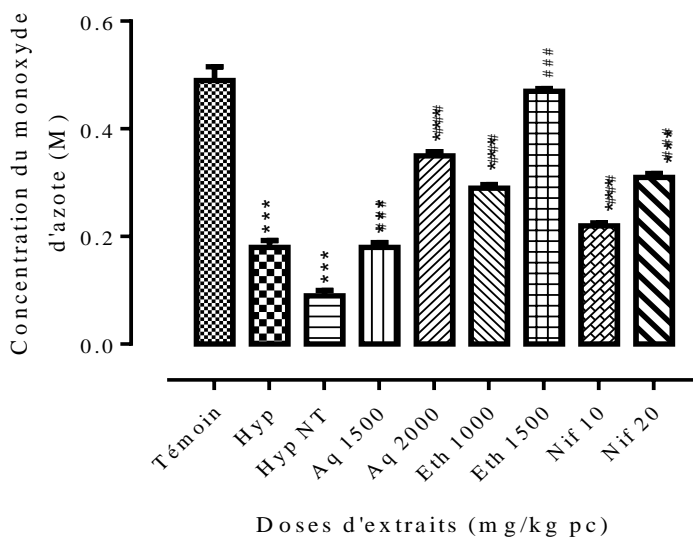


Figure 3 : Effets des extraits aqueux, éthanoliques et de la Nifédipine® sur le taux sérique de monoxyde d’azote chez des rats rendus hypertendus par l’adrénaline.

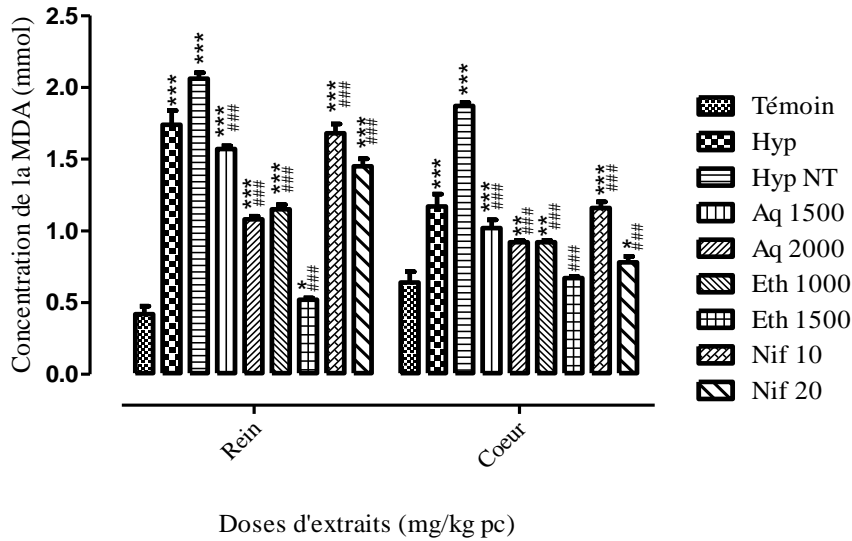


Figure 4 : Effets des extraits aqueux, éthanoliques et de la Nifédipine® sur le taux sérique de MDA chez des rats rendus hypertendus par l’adrénaline.

Chaque barre représente la moyenne ± ESM, n = 4. ***P < 0,05 ; différence significative par rapport au lot témoin. ### P<0,01, différence significative par rapport au lot malade non traité.

Hyp : lot hypertendu, Hyp NT : lot malade non traité (témoin positif) ; Aq 1500 : lot hypertendu traité avec l’extrait aqueux à la dose de 1500 mg/kg pc, Aq 2000 : lot hypertendu traité avec l’extrait aqueux à la dose de 2000 mg/kg pc ; Eth 1000 : lot hypertendu traité avec l’extrait éthanolique à la dose de 1000 mg/k

g pc, Eth 1500 : lot hypertendu traité avec l’extrait éthanolique à la dose de 1500 mg/kg pc ; Nif 10 : lot hypertendu traité avec la nifédipine à la dose de 10 mg/kg pc et Nif 20 : lot hypertendu traité avec la nifédipine à la dose de 20 mg/kg pc. ADR = 1,46.10⁻³ mg/kg pc.

DISCUSSION

La SOD et la catalase sont deux enzymes antioxydantes présentes dans l’aorte, le cœur, le foie et les reins. La SOD catalyse la dismutation de l’anion superoxyde en eau et en peroxyde d’hydrogène (H₂O₂) (Forstermann, 2010). *In vivo*, il est montré que l’activité de la SOD conduit à la formation de peroxydes d’hydrogènes dont la détoxification est alors prise en charge par le système catalase et/ ou glutathion peroxydase (Laguerre et al., 2007). Pour le stress oxydatif dans l’hypertension artérielle, ce sont les activités enzymatiques de la SOD et de la catalase qui ont été mesurées. Cette étude a révélé une augmentation significative de l’activité de la SOD et de la catalase chez les rats hypertendus non traité comparativement aux rats normotendus. L’augmentation de l’activité de SOD et celle de

la catalase serait un effet compensatoire en réponse au stress oxydant. Les résultats de la présente étude sont similaires à ceux de Kouamé et al. (2021) et Ngo (2011).

Concernant le monoxyde d’azote, le traitement des rats rendus hypertendus avec la dose de 1500 mg/kg pc de l’extrait éthanolique des graines fermentées de *P. biglobosa* a augmenté de façon significative la biodisponibilité de NO chez les rats rendus hypertendus et l’a normalisé par rapport aux rats normotendus. Ces résultats suggèrent que l’extrait éthanolique aurait un rôle protecteur contre la dysfonction endothéliale induite par l’adrénaline. En plus de sa fonction vasodilatatrice, ce condiment a un potentiel antioxydant. En effet, des études menées par Coulibaly et al. (2017) et Cissé et al. (2021) ont mis en évidence la présence de groupe de

métabolites secondaires tels que les polyphénols et les flavonoïdes. Ces éléments permettent de justifier l'utilisation des graines fermentées de néré en médecine traditionnelle dans le traitement de l'hypertension artérielle.

Selon Redon et al. (2003), des patients hypertendus présentent au niveau des cellules mononucléaires périphériques et au niveau du sang, une déficience en antioxydants (SOD, catalase, glutathion peroxydase), en revanche des quantités importantes de sous-produits de la peroxydation des lipides dont la MDA.

L'injection de l'ADR a également provoqué une augmentation significative de la concentration de MDA. Le taux élevé de MDA chez les animaux malades est un indicateur de la production accrue d'espèces réactives oxygénées. La peroxydation lipidique est l'oxydation des acides gras polyinsaturés en acides gras libres par les radicaux libres. Les membranes cellulaires étant riches en acides gras polyinsaturés, elles sont la cible privilégiée de la peroxydation lipidique (Inoguchi et al., 2000). Ainsi la peroxydation lipidique est suivie d'un changement structural des membranes biologiques (Josiane et Pierre, 2006) ou d'autres éléments contenant des lipides (Niki et al., 2005 ; Stark, 2005). Il apparaît une perte de la perméabilité de la membrane, une inactivation des récepteurs et d'enzymes membranaires. Ces perturbations fonctionnelles peuvent aboutir à la mort des cellules. Cependant, le traitement des rats malades avec les extraits a diminué les taux de MDA. Ce constat suggère que les extraits auraient entraîné une inhibition de la peroxydation lipidique et la production des radicaux libres, d'où la baisse des taux de MDA.

Conclusion

Les résultats de cette étude confirment qu'il y a eu stress oxydatif au cours de l'hypertension artérielle induite par l'adrénaline. Cette étude a révélé que les graines fermentées de néré ont un grand

potentiel antioxydant avéré et pourraient combattre le stress oxydatif. Cela confirmerait l'utilisation de ce condiment comme un antihypertenseur. Les meilleurs résultats sont obtenus avec l'extrait alcoolique à 70%.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Dr BOGA Gogo Lucien pour le traitement statistique des données, au Dr ZORO Armel Fabrice, au Dr COULIBALY Bakary et au Dr KOUANGBE Mani Adrien pour la correction de ce manuscrit.

REFERENCES

- Ampa R, Diatewa M, Ahombo G, Dimo T, N'Guimbi E, Abena AA. 2014. Effet de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles de *Trilepisium madagascariense* Leeuwenberg DC (Moraceae) contre le stress oxydatif associé au diabète sucré chez le rat. *Afrique Science*, **10**(4): 278-287.
<https://www.ajol.info/index.php/afsci/article/view/118410>
- Azokpota P, Hounhouigan DJ, Nago CM. 2006. Microbiological and chemical changes during the fermentation of African locust bean (*Parkia biglobosa*) to produce afitin, iru, and sonru, three traditional condiments produced in Benin. *International Journal of Food Microbiology*, **107**: 304-309. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v75i1.4>.
- Azokpota P, Hounhouigan HY, Akissoe NH. 2011. Aptitude stabilisatrice de conservateurs traditionnels de l'afitin, condiment africain à base de grains de néré (*Parkia biglobosa* Jack. P. Br). *Cah Agric*, **20**: 494-9. DOI: <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0525>

- Cissé I, Koffi NE, Niamketchi GL, Dembélé S, Kouadio KB, Anin AL. 2021. Composition phytochimique et nutritionnelle des grains fermentés de *Parkia Biglobosa* issues du Nord de la Côte d'Ivoire. *J. Appli. Biosci.*, **168**: 15507-17519. DOI : <https://doi.org/10.35759/JABs.168.8>
- Coulibaly SO, Ouattara A, Ouattara K, Coulibaly A. 2017. Effets antihypertensifs des extraits aqueux et éthanolique des graines fermentées de *Parkia Biglobosa* (Mimosaceae) chez les rats. *European Scientific Journal*, **13**: 136-162. DOI: [10.19044/esj.2017.v13n36p162](https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n36p162)
- Elia AC, Galarini R, Taticchi MI, Dörr AJM, Mantilacci L. 2003. Antioxidant responses and bioaccumulation in *Ictalurus melas* under mercury exposure. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **55**: 162-167. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0147-6513\(02\)00123-9](https://doi.org/10.1016/S0147-6513(02)00123-9)
- Fatoumata C, Soronikpoho S, Souleymane T, Kouakou B, Marcellin DK. 2016. Caractéristiques biochimiques et microbiologiques de moutardes africaines produites à base de graines fermentées de *Parkia biglobosa* et *Glycine max* vendues en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2) : 506-518. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.5>
- Fennell JP, Brosnan MJ, Frater AJ, Hamilton CA, Alexander MY, Nicklin SA. 2002. Adenovirus-mediated overexpression of extracellular superoxide dismutase improves endothelial dysfunction in rat model hypertension. *Gene Ther.*, **9**(2): 110-117. DOI : [10.1038/sj/gt/3301633](https://doi.org/10.1038/sj/gt/3301633)
- Forstermann U. 2010. Nitric oxide and oxidative stress in vascular disease. *Pflugers Archiv.*, **459**(6): 923-939. DOI : [10.1007/s00424-010-0808-2](https://doi.org/10.1007/s00424-010-0808-2)
- Josiane C, Pierre C. 2006. Mécanisme de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. *OCL.*, **13**(1) : 24-29. DOI : <https://doi.org/10.1051/oc1.2006.6666>.
- Haleng J, Pincemail J, Defraigne JO, Charlier C, Chapelle JP. 2007. Le stress oxidant. *Rev. Med. Liege.*, **62**(10): 628-638.
- Halliwell B, Gutteridge JM. 2015. *Free Radicals in Biology and Medicine* (5th Edn). Oxford University Press: USA. <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001>
- Inoguchi T, Li P, Umeda F, Yu H, Kakimoto M, Imamura M, Aoki T, Etoh T, Hashimoto T, Naruse M. 2000. High glucose level and free fatty acid stimulate reactive oxygen species production through protein kinase C-dependent activation of NADPH oxidase in cultured vascular cells. *Diabetes*, **49**: 1939-1945. DOI : [10.2337/diabetes.49.11.1939](https://doi.org/10.2337/diabetes.49.11.1939)
- Kohen R, Nyska A. 2002. Oxidation of biological systems: Oxidatives Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for their quantification. *Toxicol. Pathol.*, **30**: 620-650. DOI : [10.1080/01926230290166724](https://doi.org/10.1080/01926230290166724)
- Laguerre M, Lopez-Giraldo LJ, Lecomte J, Pina M, Villeneuve P. 2007. Outils d'évaluation *in vitro* de la capacité antioxydante. *Fondamental*, **14**(5): 278-292.
- Lassègue B, Griendling K. 2004. Reactive Oxygen Species in Hypertension, An Update. *Am J. Hypertens.*, **17**: 852- 860. DOI : [10.1016/j.amjhyper.2004.02.004](https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2004.02.004)
- Ngo LTE. 2011. Effets antihypertenseurs des extraits de *Terminalia superba* Englers & Diels (Combretaceae): étude *in vivo* et *in vitro*. Thèse de doctorat unique. Université de Franche-Comté (France), p. 155.
- Niki E, Yoshida Y, Saito Y, Noguchi N. 2005. Lipid peroxidation: mechanisms inhibition, and biologicals effects. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **338**(1): 668-676. DOI: [10.1016/j.bbrc.2005.08.072](https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2005.08.072)

- Omale J, Etubi AF, Ebiloma GU. 2011. Antihypertensive effect of mettanol extract of *Napoleona imperialis* (P. beauv) in adrenalin induced hypertensive albino rats. *Int. J. Biochem. Rev.*, **1**(2): 47-57. DOI : 10.9734/IJBCRR/2011/274
- Paravicini TM, Touyz RM. 2006. Redox signaling in hypertension. *Cardio-vasc. Res.*, **71**: 247-258. DOI: 10.1016/j.cardiores.2006.05.001
- Redon J, Olivia MR, Tormos C, Giner V, Chaves J, Iradi A, Saez GT. 2003. Antioxidant activities and oxidative stress byproducts in human hypertension. *Hypertension*, **41**: 1096-1101. DOI: 10.1161/01.HYP.0000068370.21009.38
- Subbiah R., Kururan S. & Sorimthu S., 2005. Antioxidant effect of *Aloe vera* gel extract in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Pharmacol. Rep.*, **57**: 90-96. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15849382/>
- Sun J, Zhang X, Broderick M, Fein H. 2003. Measurement of nitric oxide production in biological systems by using Griess reaction Assay. *Sensors*, **3**: 276-284. DOI : <https://doi.org/10.3390/s30800276>
- Yang H, Roberts L, Shi MJ, Zhou LC, Ballard BR, Richardson A. 2004. Retardation of atherosclerosis by overexpression of catalase or both Cu/Zn-superoxide dismutase and catalase in mice lacking apolipoprotein E. *Circ. Res.*, **95**(11): 1075-1081. DOI: 10.1161/01.RES.0000149564.49410.0d
- Yomalan K, Kadjo JA, Kouakou J-CA, Méa A, Sémi A, Néné B, Ehouan E. 2008. Effet antihypertensif d'un extrait aqueux d'écorce de tronc de *Parkia Biglobosa* (mimosaceae) sur la pression artérielle du lapin. *Sci. Nat.*, **2**: 133-143.