

Evaluation de la qualité botanique, physicochimique, phytochimique et de l'activité anti-radicalaire de la pulpe de fruits des échantillons de *Ziziphus mauritiana* Lam (Rhamnaceae), récoltés au Mali

Mamadou Lamine Diarra

Mahamane Haïdara

Madani Mariko

Kayatou Dao

Djeneba Coulibaly

Faculté de Pharmacie, Université des Sciences,
des Techniques et des Technologies de Bamako, Bamako, Mali

Rokia Sanogo

Département de Médecine Traditionnelle (DMT),
Institut National de Santé Publique (INSP), Bamako, Mali

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n24p209](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n24p209)

Submitted: 19 March 2022

Accepted: 26 July 2022

Published: 31 July 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Diarra M.L., HaïdaraM., MarikoM., Dao K. & Sanogo R. (2022). *Evaluation de la qualité botanique, physicochimique, phytochimique et de l'activité anti-radicalaire de la pulpe de fruits des échantillons de Ziziphus mauritiana Lam (Rhamnaceae), récoltés au Mali*. European Scientific Journal, ESJ, 18 (24), 209. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n24p209>

Résumé

Au Mali, *Ziziphus mauritiana* est une plante alimentaire et médicinale utilisée dans la prévention et la prise en charge de la malnutrition. Ce travail rentrait dans le cadre de la valorisation des plantes alimentaires avec comme objectif, l'évaluation de la qualité botanique, physicochimique, phytochimique et de l'activité anti radicalaire des fruits de *Ziziphus mauritiana* largement consommés au Mali. Les fruits analysés ont été achetés dans les régions de Mopti, Nioro, Ségou et Sikasso. Les caractères macroscopiques, organoleptiques et granulométriques ont été examinés en se basant sur les organes de sens tandis que les éléments microscopiques étaient observés au microscope. Les éléments physicochimiques et phytochimiques ont été déterminés en utilisant des méthodes standards de laboratoire.

L'activité anti radicalaire a été évaluée en utilisant le test de réduction du radical DPPH par CCM. Les résultats ont montré que les échantillons récoltés dans différentes localités présentent globalement les mêmes caractères botaniques, physicochimiques, phytochimiques et une activité antiradicalaire. Ces caractères peuvent servir d'éléments de contrôle des fruits de *Ziziphus mauritiana* en vue de son utilisation pour la prévention et la prise en charge de la malnutrition.

Mots clés : *Ziziphus mauritiana* Lam, botanique, physicochimique, phytochimie, plante alimentaire

Evaluation of the botanical, physicochemical, phytochemical quality and anti-radical activity of the fruit pulp of samples of *Ziziphus mauritiana* Lam (Rhamnaceae), harvested in Mali

Mamadou Lamine Diarra

Mahamane Haïdara

Madani Mariko

Kayatou Dao

Djeneba Coulibaly

Faculté de Pharmacie, Université des Sciences,
des Techniques et des Technologies de Bamako, Bamako, Mali

Rokia Sanogo

Département de Médecine Traditionnelle (DMT),
Institut National de Santé Publique (INSP), Bamako, Mali

Abstract

In Mali, *Ziziphus mauritiana* is a food and medicinal plant used in the prevention and management of malnutrition. For the valorization of food plants, the objective of this work was to evaluate the botanical, physicochemical, phytochemical quality and the antiradical activity of the fruits of *Ziziphus mauritiana* widely consumed in Mali. The analyzed fruits were purchased in the regions of Mopti, Nioro, Ségou and Sikasso. The macroscopic, organoleptic and granulometric characters were examined based on the sense organs while the microscopic elements were observed under the microscope. Physicochemicals and phytochemicals were determined using standard methods. The anti-radical activity was evaluated using the DPPH radical reduction test by TLC. The results showed that the samples collected in different localities generally present the same botanical, physicochemical, phytochemical characters and an antiradical activity. These characters can

serve as fruit control elements of *Ziziphus mauritiana* in view to its use for the prevention and management of malnutrition.

Keywords: *Ziziphus mauritiana* Lam, botany, physicochemical, phytochemistry, food plant

1. Introduction

En Afrique de l'ouest, les plantes sauvages ou de cueillettes sont utilisées comme aliment pendant les périodes de soudures, comme médicament et comme potentielle source de revenus pour les communautés locales. Dans la plupart des pays sahéliens, les populations rurales leur font recours pour les problèmes de carence en vitamines (Kouyaté *et al.*, 2009 ; Diarra *et al.*, 2016). Parmi ces plantes, figurent *Ziziphus mauritiana* communément appelé le jujubier, originaire d'Asie tropicale (Lucien, 2012).

Ziziphus mauritiana est rencontré à l'état spontané dans les zones soudaniennes et sahéliennes du Burkina Faso, du Cameroun, de la Gambie, de la Guinée, du Mali, du Niger et du Sénégal (Koné *et al.*, 2009).

Le principal produit issu du jujubier est le fruit, dont la pulpe est consommée fraîche ou séchée et dont on extrait également le jus (Kalinganire et Koné, 2011). Les fruits de *Ziziphus mauritiana* sont considérés comme des suppléments alimentaires importants dans la région sahélienne pour augmenter la qualité de l'alimentation journalière des populations rurales (Diarra *et al.*, 2016).

Les propriétés nutritionnelles de la pulpe de *Ziziphus mauritiana* sont largement reconnues. Elle est riche en vitamines (C et A), en éléments minéraux (phosphore et le calcium) et très énergétiques, apportant jusqu'à environ 80 calories pour 100g (Lucien, 2012). Les fruits sont vendus frais ou transformés en beignets qui sont très appréciés par les consommateurs (Coulibaly *et al.*, 2012). Toujours dans le souci de valoriser les plantes alimentaires du Mali, la présente étude a été entreprise dont l'objectif était d'évaluer la qualité de la pulpe de fruit de *Ziziphus mauritiana*.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué d'échantillons de fruit de *Ziziphus mauritiana* achetés dans les régions de Mopti, Nioro, Ségou et Sikasso, en mars - avril 2019. La poudre de pulpe a été obtenue après séchage par pulvérisation et tamisage du fruit avec le mortier, le tamis traditionnel et le pilon.

2.2. Méthodes

Les méthodes utilisées ont consisté à déterminer la qualité botanique, physicochimique et phytochimique des fruits de *Ziziphus mauritiana*. Les éléments de qualité botanique portaient sur les caractères macroscopiques du fruit, des caractères organoleptiques, microscopiques et granulométriques de la poudre de pulpe fruit. Les éléments physicochimiques et phytochimiques déterminés concernaient les teneurs, les substances extractibles et les constituants chimiques.

2.2.1. Détermination de la qualité botanique

▪ Examen macroscopique du fruit :

Il a porté sur la description du fruit. Les éléments décrits concernaient le type, la forme, le diamètre et la couleur du fruit.

▪ Analyse organoleptique de la poudre de Pulpe :

Elle a porté sur la description de la couleur, la saveur et l'odeur de la pulpe de fruit.

La couleur a été déterminée en comparant une petite quantité de poudre de pulpe aux couleurs du dictionnaire de couleurs (www.code-couleur.com/dictionnaire/couleur-r.html).

La saveur a été déterminée en déposant une petite quantité de pulpe sur la langue et garder pendant quelques secondes puis le goût a été apprécié (amer, salé, sucré ou acide).

L'odeur a été déterminée en approchant aux narines une petite quantité de la pulpe prélevée entre le pouce et l'index pour savoir si elle caractéristique (avoir une forte odeur) ou non.

▪ Granulométrie de la poudre de pulpe :

La granulométrie de la poudre de pulpe a été déterminée en observant la taille (fine, moyenne, semi-grossière ou grossière) de la pulpe après pulvérisation avec le mortier traditionnel et le pilon.

▪ Caractères microscopiques de la poudre de pulpe :

Une petite quantité de la poudre à l'aide d'une spatule a été mise dans un verre de montre, puis nous l'avons trituré avec le réactif de Gadzet du Chatelier. Une petite quantité de ce mélange a été montée sur une lame recouverte par une lamelle. Après avoir appuyé légèrement pour homogénéiser la préparation, puis absorber les bavures à l'aide d'un papier buvard, la préparation a été ensuite examinée au microscope avec l'objectif 40 ; puis les éléments microscopiques ont été photographiés en utilisant le camera d'un téléphone mobile de marque SAMSUNG J6.

2.2.2. Détermination de la qualité physicochimique et phytochimique

▪ Dosage des paramètres physicochimiques

L'analyse a porté sur les teneurs en eau, cendres totales, cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique, substances extractibles par l'eau et par l'éthanol.

➤ La teneur en eau

Est déterminée par la méthode pondérale en évaluant la perte de poids de la prise d'essai par dessiccation à l'étuve après 24 heures. Une quantité de 2 à 3 g de poudre de pulpe dans un verre de montre préalablement taré, a été placée dans l'étuve à 105 ± 2 °C pendant 24 heures et la perte en poids a ensuite été déterminée. Le pourcentage en eau a été déterminé par la formule suivante :

$$\% \text{ en eau} = \frac{\text{Masse eau}}{\text{Masse prise d'essai}} \times 100$$

➤ Les cendres totales

Trois prises d'essai de la poudre de pulpe utilisée pour la teneur en eau ont été pesées dans 2 creusets en porcelaine préalablement tarés. Après incinération au four à une température d'environ 600 °C pendant 6 heures, et refroidis dans un dessiccateur, les masses des creusets contenant les cendres ont été déterminées. Le pourcentage des cendres totales est calculé par la formule suivante :

$$\% \text{ Cendres totales} = \frac{\text{Masse cendres}}{\text{Prise d'essai}} \times 100$$

➤ Les cendres chlorhydriques

Ces cendres sont obtenues à partir de l'action de l'acide chlorhydrique dilué à 10 % sur les cendres totales et par calcination dans le four réglé à 600 °C pour une calcination pendant 6 h. La teneur en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique a été calculée selon la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{Teneur cendres insolubles dans HCl 10\% (\%)} \\ = \frac{\text{Masse cendres HCl}}{\text{Somme des prises d'essais}} \times 100 \end{aligned}$$

➤ Les substances extractibles par l'eau et l'éthanol à 70 %

Elles sont déterminées à partir de 1 g de la poudre de pulpe de fruit avec 20 ml du solvant. Après filtration, le filtrat a été évaporé à sec dans un creuset préalablement taré. Le pourcentage de substances extractibles a été calculé par la formule :

$$\begin{aligned} \% \text{ Substances extractible} \\ = (\text{Masse extrait} - \text{Masse du creuset}) \times 100 \end{aligned}$$

Les solvants utilisés étaient l'eau après une décoction (5 %) de 15 minutes et l'éthanol à 70 % après une macération de 24 heures.

▪ Caractérisation des constituants chimiques

Les constituants chimiques des extraits ont été caractérisés par les réactions de colorations et de précipitation en tube et par chromatographie sur couche mince (CCM).

➤ **Réactions colorées et de précipitation en tube**

Les réactifs de caractérisation classiques ont été utilisés pour mettre en évidence les groupes chimiques suivants : alcaloïdes (réactif de Dragendorff), anthracénosides (réaction de Bornträger), polyphénols et tannins (chlorure ferrique), flavonoïdes (réaction de la Cyanidine), stérols et terpènes (réaction de Lieberman), saponosides (présence de mousse persistance, indice de mousse) etc. Les résultats ont été exprimés en croix selon l'intensité.

➤ **Chromatographie sur conche mince**

Des extraits aqueux (une décoction et une infusion) et un extrait hydroalcoolique ont été utilisés pour la CCM. Les plaques portant les dépôts d'échantillons ont été migrés dans de l'Acétate d'éthyle – Méthyléthylcétone – Acide formique – Eau (50-30-10-10) et du Butanol-acide acétique-eau (40-10-50) et après leurs migrations ont été respectivement révélés avec le $FeCl_3$ et le Godin.

2.2.3. Détermination de l'activité anti-radicalaire

L'activité anti-radicalaire des extraits aqueux (décoction et infusion) et éthanolique a été évaluée en utilisant le test de réduction du radical DPPH par CCM. Le chromatogramme migré dans le système de solvant (Acétate d'éthyle-Méthyl éthyle cétone-Acide formique-eau : 50 :30 :10 :10) a été révélé par une solution méthanolique de DPPH (2 mg/ml). Les zones d'activités ont été déterminées par l'apparition d'une coloration jaune sur fond violet.

3. Résultats

3.1 Données Botaniques

3.1.1 Caractères macroscopiques du fruit :

Le fruit illustré sur la figure 1 est une drupe globuleuse ou ellipsoïdale avec un diamètre moyen de 5,8 mm et de couleur rouge andrinople (#A91101 de code dans le dictionnaire de couleurs).



Fig. 1. Fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam (Dao, 2020)

3.1.2. Caractères organoleptiques et la granulométrie de la poudre de pulpe

Pour tous les quatre échantillons, il n'y a pas eu de variation de couleur, de saveur, d'odeur et de granulométrie.

La couleur est blanc crème (#FDF1B8 de code) à rouge andrinople (#A91101 de code), la saveur est sucrée avec un arrière-goût acide, l'odeur est caractéristique et pour la granulométrie, les poudres étaient de taille moyenne (voir figure 2).



A : Mopti ; B : Nioro ; C : Ségou ; D : Sikasso

Fig. 2. Poudre de pulpe de fruit de *Ziziphus mauritiana* Lam (Dao, 2020)

3.1.3 Eléments microscopiques de la pulpe

Les éléments microscopiques identifiés comprennent les parenchymes, le xylème spiralé, le xylème spiralé à ponctué, les cristaux d'oxalate de calcium et les fibres dans les quatre échantillons. Les fragments d'épiderme ont été observés seulement dans les échantillons de Nioro et Sikasso (voir les images dans la figure 3).

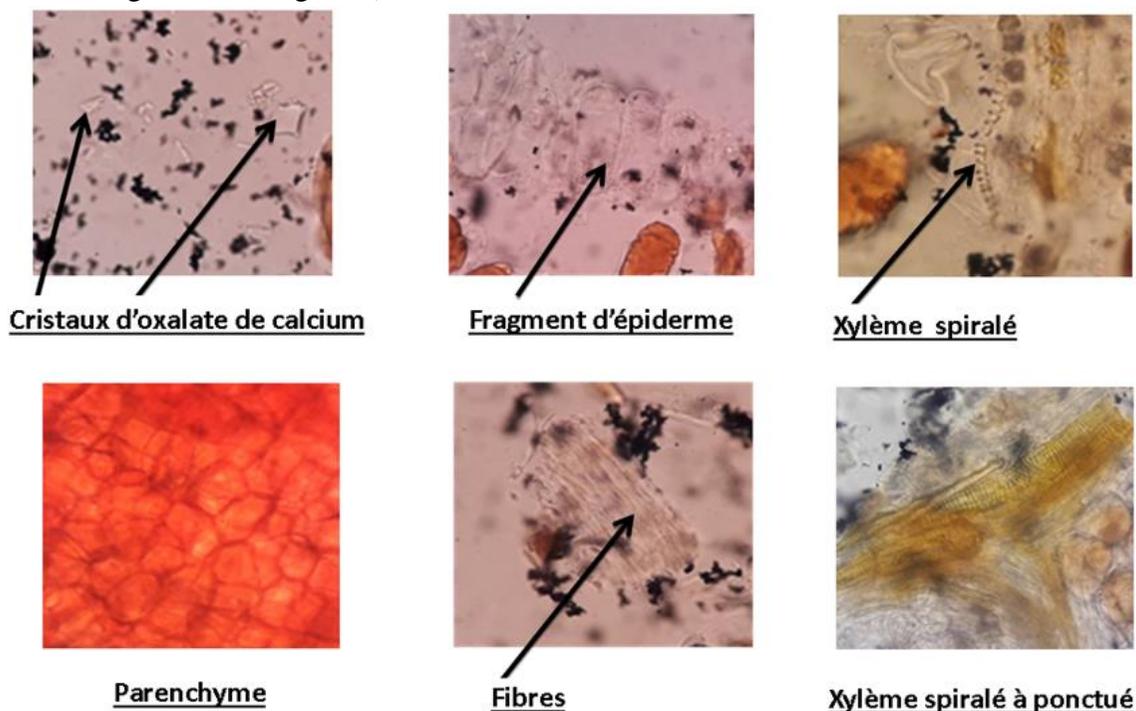


Fig. 3. Eléments microscopiques identifiés dans la pulpe de fruit de Ziziphus mauritiana

3.2. Données Physicochimiques

Les teneurs des paramètres déterminées dans les quatre échantillons sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1. Pourcentage des teneurs en eau, cendres et substances extractibles par l'eau et par l'éthanol à 70%

Echantillons	Teneurs (%)				
	T_{eau}	T_{CT}	T_{ClHCl}	T_{SEE}	T_{SEEt}
Mopti	10,25	5,28	0,13	33	27
Nioro	10,83	5,38	0,18	32	23
Ségou	12,33	4,87	0,18	34	22
Sikasso	12,66	5,11	0,18	39	26

T_{eau} = Teneur en eau ; T_{CT} = Teneur en cendres totales ; T_{ClHCl} = Teneur en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique ; T_{SEE} = Teneur en substances extractibles par l'eau ; T_{SEEt} = Teneur en substances extractibles par l'éthanol.

La teneur en eau a été supérieure à 10% dans tous les quatre échantillons. La teneur en cendres chlorhydriques était inférieure à 0,5% pour tous les échantillons. Les meilleurs rendements pour les extractions ont été obtenus avec l'eau.

3.3 Données Phytochimiques Réactions en tubes

Les réactions en tube des pulpes de fruit ont montré la présence de tanins, de flavonoïdes, de leucoanthocyanes, d'oses et d'holosides, de polyuronides et de saponosides (tableau 2).

Tableau 2. Constituants chimiques identifiés par les réactions en tubes

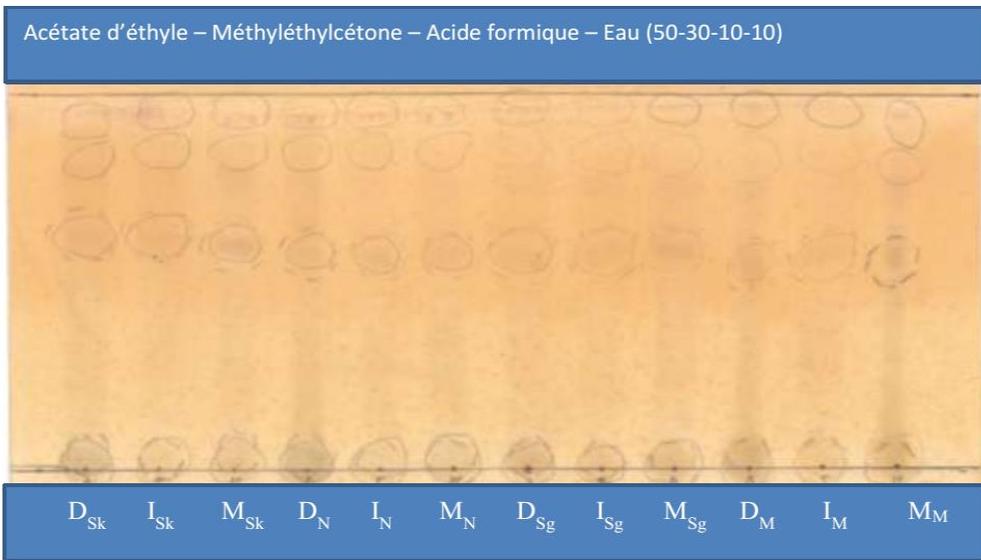
Constituants chimiques	Mopti	Nioro	Ségou	Sikasso
Tanins avec FeCl ₃	+	+	+	+
Flavonoïdes	+	+	+	+
Leuco anthocyanes	++	++	++	++
Oses et Holosides	+++	+++	+++	+++
Polyuronides (mucilages)	+++	+++	+++	+++
Saponosides	+++	+++	+++	+++
Indice de mousse	142,85	142,85	142,85	111,11

+++ : Fortement positive ; ++ : Positive ; + : Réaction louche.

Chromatographie sur couche mince (CCM)

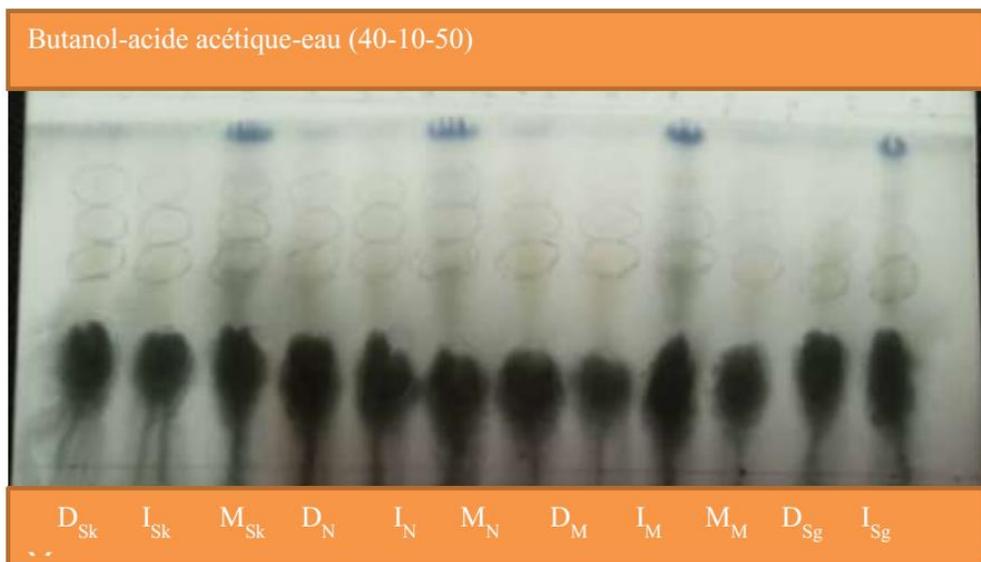
Les données chromatographiques sont illustrées par les figures 4 et 5 représentant respectivement les chromatogrammes au FeCl₃ et au Godin.

La CCM a montré la présence de tanins (colorations noires observées après révélation avec FeCl₃) (figure 4), des flavonoïdes (colorations jaunes observées après révélation avec Godin) et des sucres (colorations noires observées après révélation avec Godin) (figure 5).



D_{Sk} : décoction Sikasso ; *I_{Sk}* : infusion Sikasso ; *M_{Sk}* : macération Sikasso. *D_N* : décoction Nioro ; *I_N* : infusion Nioro ; *M_N* : Macération Nioro. *D_{Sg}* : décoction Ségou ; *I_{Sg}* : infusion Ségou ; *M_{Sg}* : macération Ségou. *D_M* : décoction Mopti ; *I_M* : infusion Mopti ; *M_M* : macération Mopti.

Fig. 4. Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système acétate d'éthyle-méthyléthylcétone-Acide Formique-Eau (50-30-10-10) puis révélés avec FeCl₃.

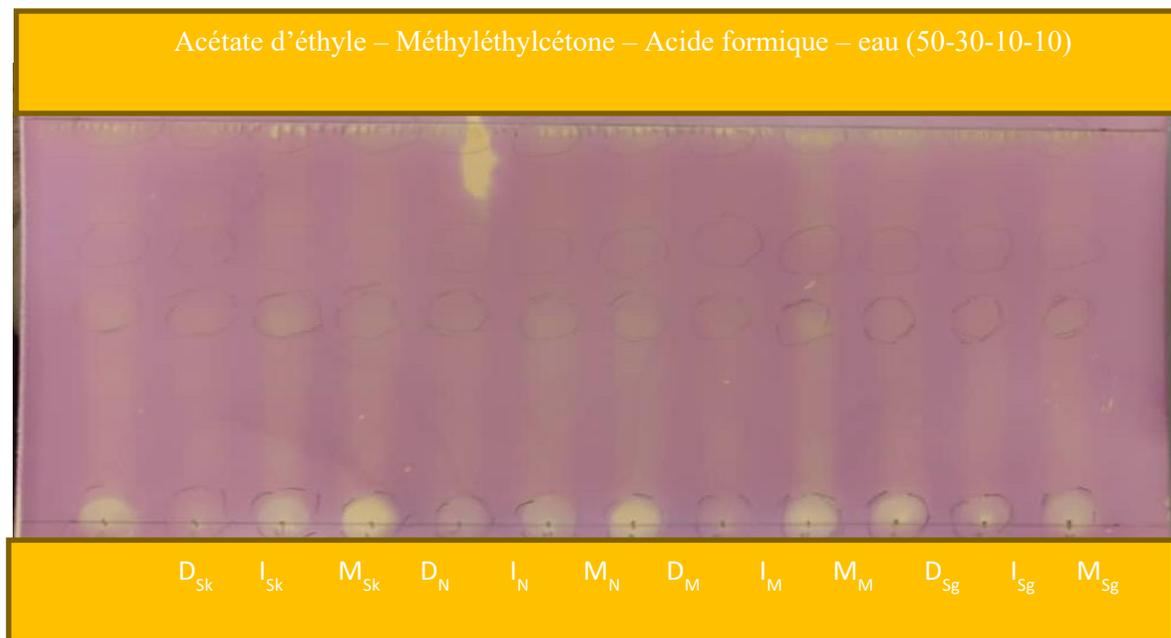


D_{Sk} : décoction Sikasso ; *I_{Sk}* : infusion Sikasso ; *M_{Sk}* : macération Sikasso. *D_N* : décoction Nioro ; *I_N* : infusion Nioro ; *M_N* : Macération Nioro. *D_{Sg}* : décoction Ségou ; *I_{Sg}* : infusion Ségou ; *M_{Sg}* : macération Ségou. *D_M* : décoction Mopti ; *I_M* : infusion Mopti ; *M_M* : macération Mopti.

Fig. 5. Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système Butanol-acide acétique-eau (40-10-50) puis révélés avec Godin

3.4. Activité antiradicalaire

Les extraits aqueux et éthanoliques des quatre échantillons se sont montrés riches en constituants anti radicalaires anti-DPPH (apparition de taches jaunâtres sur fond violet) par CCM (voir figure ci-dessous).



D_{Sk} : décoction Sikasso ; *I_{Sk}* : infusion Sikasso ; *M_{Sk}* : macération Sikasso ; *D_N* : décoction Niroro ; *I_N* : infusion Niroro ; *M_N* : Macération Niroro ; *D_M* : décoction Mopti ; *I_M* : infusion Mopti ; *M_M* : macération Mopti ; *D_{Sg}* : décoction Ségou ; *I_{Sg}* : infusion Ségou ; *M_{Sg}* : macération Ségou.

Fig. 6. Chromatogramme des extraits aqueux et éthanolique migrés dans le système Acétate d'éthyle-Méthyléthylcétone-Acide formique-eau puis révélés par une solution de radical DPPH.

Les extraits sont aussi bien riches en constituants antiradicalaires et en polyphénols (flavonoïdes et tanins), des leuco-anthocyanes et des saponosides.

Discussion

Macroscopiquement, d'autres auteurs (Mugnier, 2008 ; Arbonnier, 2009) avaient obtenu une description similaire du fruit de *Ziziphus mauritiana*. La poudre de pulpe de fruit est de couleur blanchâtre à rougeâtre, de saveur sucrée avec un arrière-goût acide et d'odeur est caractéristique. Une couleur blanchâtre à blanc-jaunâtre et rougeâtre ont été obtenues avec les poudres de pulpe par Delfanian (Delfanian et al., 2016). Muchuweti et al. ont signalé la présence de sucre et d'acide, responsables du goût sucré avec un arrière-goût acide (Muchuweti et al., 2005).

Pour les données physicochimiques, les teneurs en eau étaient supérieures à 10%. Donc la pulpe de fruit du jujubier ne peut donc pas être

conservée pendant longtemps en raison de développement de réaction d'oxydation, de fermentation et de formation de moisissures. Ces résultats sont en accords avec celui de Niéyidouba et *al.* qui ont aussi trouvé une teneur en eau de 13,22% (Niéyidouba et *al.*, 2018). Les teneurs des cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique (inférieure à 0,5%), signifient une très faible proportion en éléments siliceux et montre que les fruits ont été bien séchés à l'abri d'impuretés. Les teneurs en cendres totales avec une moyenne de 5,16% sont proches de celles obtenues par Niéyidouba en 2018. Etant donné que nos échantillons sont très peu riches en éléments siliceux, toutes ces cendres totales pourraient représenter la teneur en substances physiologiques (tissus végétaux) et en minéraux. D'autres études avaient signalé la richesse de la pulpe de jujubes en minéraux (Koné et *al.*, 2009 ; Lucien, 2012 ; Goyal et *al.*, 2012). Les substances extractibles avec l'eau étaient plus importantes qu'avec l'éthanol. Cela pourrait être un élément justificatif de l'utilisation traditionnelle de la pulpe de cette plante.

Pour les données phytochimiques, les réactions en tube et la CCM ont montré dans les pulpes de fruit la présence de tanins, de flavonoïdes, de leucoanthocyanes, d'oses et d'holosides, de polyuronides et de saponosides. Ces résultats sont légèrement différents de ceux reportés dans la littérature où on signale aussi la présence de stérols et triterpènes (Rathore et *al.*, 2012 ; Okala et *al.*, 2014).

Les extraits aqueux et éthanoliques ont montré la présence de constituants anti radicalaires anti-DPPH. D'autres études ont prouvé l'activité antioxydante des fruits de *Ziziphus mauritiana* par la réduction du radical DPPH (Okala et *al.*, 2014) et par la réduction de l'ion ferreux. Afzal et *al.* ont trouvé une activité antioxydante avec les racines de *Ziziphus mauritiana* (Afzal et *al.*, 2017). Le stress oxydant intervient dans la malnutrition par une diminution des facteurs de protection antioxydante (Houssaini et *al.*, 1997) et une détérioration de la flore digestive (Million et *al.*, 2016). Les extraits de pulpes de fruit de *Ziziphus mauritiana*, riches en constituants anti radicalaires, pourraient contribuer à la prévention et à la prise en charge de la malnutrition.

Conclusion

Les échantillons de pulpes de fruits de *Ziziphus mauritiana* récoltés dans différentes localités possèdent des caractéristiques botaniques, physicochimiques, phytochimiques et d'activité anti radicalaire assez proches similaires. Ces résultats couplés à ceux de la littérature scientifique justifient l'usage traditionnel de cette plante. Les extraits aqueux de pulpes de fruit de *Ziziphus mauritiana* riches en constituants polyphénoliques et anti radicalaires peuvent contribuer à la prévention et à la prise en charge de la malnutrition.

Conflit d'intérêts:

Il n'y a pas eu de conflit d'intérêts.

Contributions des Auteurs:

Mamadou Lamine Diarra a conçu, conduit l'étude et participé à la rédaction de l'article. Mahamane Haïdara, Madani Mariko, Kayatou Dao et Djeneba Coulibaly ont participé à la rédaction de l'article. Rokia Sanogo a relu et corrigé l'article.

Remerciements:

Les auteurs remercient le personnel du Département Médecine Traditionnelle de l'Institut National de Santé Publique.

References:

1. Afzal, S., Batool, M., Ch, B. A., Ahmad, A., Uzair, M., & Afzal, K. (2017). Immunomodulatory, cytotoxicity, and antioxidant activities of roots of *Ziziphus mauritiana*. *Pharmacognosy magazine*, 13(Suppl 2), S262.
2. Arbonnier M. (2009). Arbres, Arbustes et Lianes des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest (3ième éd.). Quae : Paris, p. 573.
3. Coulibaly K., Guindo S.S., Soumaré A., Maïga A.S., Yossi H., et Sinaba F. (2012). Techniques de production du jujubier amélioré dans les jardins. *Production végétale. Fiche technique*, édition 2013.
4. Dao K. (2020). Etude phyto-chimique et de l'activité anti-radicalaire de la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Thèse de Pharmacie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako).
5. Delfanian, M., Esmaeilzadeh Kenari, R., & Sahari, M. A. (2016). Utilization of Jujube fruit (*Ziziphus mauritiana* Lam.) extracts as natural antioxidants in stability of frying oil. *International Journal of Food Properties*, 19(4), 789-801.
6. Diarra, N., Togola, A., Denou, A., Willcox, M., Daou, C., & Diallo, D. (2016). Etude ethnobotanique des plantes alimentaires utilisées en période de soudure dans les régions Sud du Mali. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(1), 184-197.
7. Goyal, M., Nagori, B. P., & Sasmal, D. (2012). Review on ethnomedicinal uses, pharmacological activity and phytochemical constituents of *Ziziphus mauritiana* (*Z. jujuba* Lam., non Mill). *Spatula DD*, 2(2), 107-16.
8. Houssaini, F. Z. S., Arnaud, J., Richard, M. J., Renversez, J. C., & Favier, A. (1997). Evaluation du stress oxydant et des défenses

- antioxydantes chez l'enfant malnutri marocain. *Annals of nutrition and metabolism*, 41(3), 149-159.
9. Kalinganire A. et Koné B. (2011). *Ziziphus mauritiana*, jujubier. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. Bioersity International (Rome, Italie).
 10. Koné B., Kalinganire A. et Doumbia M. (2009). La culture du jujubier : un manuel pour l'horticulteur sahélien. ICRAF Technical Manual no. 10. Nairobi : World Agroforestry Centre.
 11. Kouyaté, A. M., Van Damme, P., De Meulenaer, B., & Diawara, H. (2009). Contribution des produits de cueillette dans l'alimentation humaine. Cas de *Detarium microcarpum*. *Africa Focus*, 22(1), 77-88.
 12. Lucien, J.M. (2012). Etude de la transformation du fruit du jujubier (# *Ziziphus mauritiana* Lam.#) en galettes: Impact de la cuisson sur la qualité nutritionnelle (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
 13. Million M., Alou M.T., Khelaifia S., Bachar D., Lagier J.C., Dione N., ... & Raoult D. (2016). Increased Gut Redox and Depletion of Anaerobic and Methanogenic Prokaryotes in Severe Acute Malnutrition. *Scientific Reports*, 6(1), 26051.
 14. Muchuweti M., Zenda, G., Ndhlala, A. R., & Kasiyamhuru, A. (2005). Sugars, organic acid and phenolic compounds of *Ziziphus mauritiana* fruit. *European Food Research and Technology*, 221(3), 570-574.
 15. Mugnier J. (2008). Nouvelle flore du Sénégal et des régions voisines.
 16. Niéyidouba L., Ouédraogo S.J., Sanogo D., Kouyaté A.M., Tougiani A., Vognan G., Tapsoba D., Parkouda C., et Bayala J. (2018). Catalogue régional des arbres et arbustes alimentaires des terroirs sahéliens et soudaniens d'Afrique de l'Ouest : vers une meilleure valorisation de leurs potentiels nutritionnels.75-76p.
 17. Okala, A., Ladan, M. J., Wasagu, R. S. U., & Shehu, K. (2014). Phytochemical studies and *in vitro* antioxidant properties of *Ziziphus mauritiana* fruit extract. *Intl J Pharma Phytochem Res*, 6(4), 885-888.
 18. Rathore, S. K., Bhatt, S., Dhyani, S., & Jain, A. (2012). Preliminary phytochemical screening of medicinal plant *Ziziphus mauritiana* Lam. fruits. *International Journal of Current Pahraceutical Research*, 4(3), 160-162.
 19. www.code-couleur.com/dictionnaire/couleur-r.html (consulté le 10/06/2019).