

Available online at <http://www.ifg-dg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(5): 2682-2700, October 2015

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal
of Biological and
Chemical Sciences**

Review Paper<http://ajol.info/index.php/ijbcs><http://indexmedicus.afro.who.int>

**Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise:
Khaya senegalensis (Desr) A. Juss (Meliaceae), *Momordica charantia* Linn
(Cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae)**

Obafemi Arnauld Fernand LALEYE ^{1*}, Hyacinthe AHISSOU ¹,
Abiodoun Pascal OLOUNLADE ², Erick Virgile Bertrand AZANDO ²,
et Anatole LALEYE ³

¹Laboratoire d'Enzymologie et de Biochimie des Protéines, Faculté des Sciences et Techniques,
Université d'Abomey-Calavi, 05 BP 972 Cotonou, Bénin.

²Laboratoire de Biotechnologies et d'Amélioration Animale, Faculté des Sciences Agronomiques,
Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

³Laboratoire de Cytogénétique, Faculté des Sciences de la Santé, Université d'Abomey-Calavi,
01 BP 188 Cotonou, République du Bénin.

*Auteur correspondant, E-mail: olaleyeobafemi@yahoo.fr, Tel. : +22961595643

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement le conseil scientifique de l'Université d'Abomey-Calavi pour son soutien financier à travers le Projet VPMAS. Ce travail n'aurait pas pu aboutir sans la contribution des membres de l'équipe dirigeante du projet VPMAS.

RESUME

La prévalence des patients diabétiques a considérablement augmenté dans le monde en raison du style de vie moderne liée à une augmentation de la consommation des aliments à haute teneur en glucides et en graisses. Il est donc impérieux de trouver des solutions afin de ralentir son évolution. Le but du présent travail est de faire la revue de littérature sur *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss, *Momordica charantia* Linn, *Moringa oleifera* Lam, trois plantes utilisées pour soigner le diabète au Bénin. La démarche méthodologique a consisté à rechercher par mots clés dans les revues spécialisées en ligne, la plupart des publications sur *Khaya senegalensis*, *Momordica charantia* et *Moringa oleifera*. Il ressort des investigations effectuées que ces trois plantes sont utilisées dans plusieurs pays. De même, elles soignent non seulement le diabète mais aussi plusieurs autres maladies. Toutes ces plantes contiennent des molécules bioactives comme les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes, etc. Si le mécanisme d'action de l'activité antidiabétique de *Khaya senegalensis* et de *Moringa oleifera* est élucidé, plusieurs hypothèses sont émises sur celui de *Momordica charantia*. Ces informations aideront à orienter les axes de recherche sur l'étude de leur activité antidiabétique.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Diabète, *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss, *Momordica charantia* Linn, *Moringa oleifera* Lam, molécules bioactives.

Bibliographic study of three antidiabetic plants from Benin: *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss (Meliaceae), *Momordica charantia* Linn (Cucurbitaceae) and *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae)

ABSTRACT

The prevalence of diabetic patients has dramatically increased worldwide due to a modern lifestyle and an increase of consumption of high-carbohydrate and high-fat diets. Serious solutions should be found against it in order to roll it back. The aim of the present work is to make the review of literature on *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss, *Momordica charantia* Linn, *Moringa oleifera* Lam, three plants used to treat diabetes in Benin. The methodological approach is to search by keywords in journals online, most publications on *Khaya senegalensis*, *Momordica charantia* and *Moringa oleifera*. The results of our research show that these plants are used in many countries. In the same way, they treat not only diabetes but also many other diseases. All these plants contain bioactive molecules such as flavonoids, tannins, alkaloids, etc. For the species *Khaya senegalensis* and *Moringa oleifera*, some studies contributed to elucidate the mechanism of action of their antidiabetic activity. However, for the last one, *Momordica charantia*, several hypotheses are made about their antidiabetic activity. These informations will help to direct the research orientations towards the study of their antidiabetic activity.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Diabetes, *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss, *Momordica charantia* Linn, *Moringa oleifera* Lam, bioactive molecules.

INTRODUCTION

L'usage de la médecine traditionnelle est très répandu et revêt une importance sanitaire et économique croissante dans les pays en voie de développement (Tabuti et al., 2003). Environ 80% de la population mondiale et plus de 90% de la population des pays en voie de développement y recourent pour les soins de santé primaire (Jiofack et al., 2010). Malgré les progrès de la biologie et de la médecine de l'heure, la majorité des populations des pays en voie de développement n'ont pas accès aux soins de santé suffisants suite à de faibles systèmes économiques (Singh et Singh, 2012). Par ailleurs, il existe un danger de voir se perdre le savoir lié aux plantes médicinales, même si les jeunes générations commencent à s'y intéresser. Ces plantes peuvent être utilisées pour fabriquer des médicaments traditionnels améliorés grâce aux molécules bioactives qu'elles contiennent. L'affection diabétique a connu une émergence avec le changement du mode de vie et des régimes alimentaires. La

prévalence du diabète au Bénin est de 4,6% (Djrolo et al., 2012). Dans le monde, le nombre de diabétiques en 2001 était évalué à 177 millions et l'OMS prévoit une population de 366 millions de diabétiques pour 2030 (Wild et al., 2004). Cette évolution sans cesse croissante du nombre de diabétiques interpelle la communauté scientifique. Bien qu'il y ait eu d'importantes études relatives à l'identification des espèces antidiabétiques, et leur composition biochimique (Fabricant et Farnsworth, 2001), très peu d'études se sont intéressées exclusivement aux plantes antidiabétiques au Bénin. Il est vrai que 61 plantes hypoglycémiantes ont été recensées au Bénin (Fah et al., 2013) mais cette étude n'a été effectuée que dans deux différents arrondissements communaux du Sud du Bénin. Une enquête ethnobotanique effectuée dans quelques phytodistricts du Bénin sur les plantes antidiabétiques a permis de collecter au total 203 espèces de plantes réparties en 72 familles. Les espèces les plus utilisées par les populations sont: *Khaya senegalensis*,

Moringa oleifera et *Momordica charantia*. Le but de la présente étude est de recenser les informations (description et systématique, composition chimique, données pharmacologiques, et les données toxicologiques) disponibles sur chacune des trois plantes.

MONOGRAPHIE DES TROIS PLANTES

Khaya senegalensis

Khaya senegalensis communément appelé caïlcédrat ou acajou du Sénégal est un arbre qui appartient à la famille des Meliaceae. Il peut atteindre 35 m de hauteur, son écorce est très épaisse, écailleuse et a une couleur allant du brunâtre au gris foncé. Il a un diamètre pouvant dépasser 1 m avec une immense cime (Belem et al., 2008). Les feuilles sont pennées avec 3 à 6 paires de folioles; les fleurs sont petites d'environ 5 mm de grandeur, blanches et peu apparentes, elles sont réunies en panicules de 15 à 20 cm de longueur, insérées au bout des rameaux avec les jeunes feuilles. Les fruits sont des capsules ligneuses globuleuses de 5 à 10 cm de diamètre, qui éclatent en 4 valves (Nikiéma et Pasternak, 2008). C'est un grand arbre verdoyant, ombrageux qui constitue de véritables parapluies pour les usagers des routes, particulièrement les piétons et les cyclistes. Le genre *Khaya* comprend les espèces suivantes: *K. anthotheca*, *K. grandifoliola*, *K. ivorensis* et *K. senegalensis*. Les différentes appellations de la plante sont résumées dans le Tableau 1

Systématique de *Khaya senegalensis*

Règne	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Sapindales</i>
Famille	<i>Meliaceae</i>
Genre	<i>Khaya</i>
Espèce	<i>senegalensis</i>

Momordica charantia Linn

Description de la plante

Plante grimpante pouvant atteindre 3 à 4 m, feuilles de 4 à 12 cm, à 5 ou 6 lobes,

lobes dentés ou lobés, obtus ou mucronés ; corolle jaune, de 1,5 à 2 cm ; fruit ellipsoïde, de 5 à 15 cm de diamètre, jaune orangé, à 3 valves; graines de 10 à 16 mm, à pulpe rouge (Germosen et al., 1999). Les différentes appellations de cette plante suivant quelques langues béninoises ou d'ailleurs sont regroupées dans le Tableau 2.

Systématique de *Momordica charantia*

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Dilleniidae</i>
Ordre	<i>Violales</i>
Famille	<i>Cucurbitaceae</i>
Sous-famille	<i>Cucurbitoidae</i>
Tribu	<i>Joliffieae</i>
Sous-tribu	<i>Thladianthinae</i>
Genre	<i>Momordica</i>
Espèce	<i>charantia</i> L

Moringa oleifera Lam

Description de la plante

Moringa oleifera Lam. (Synonyme: *Moringa pterygosperma* Gaertner) appartient à la famille monogénérique des arbustes et arbres des Moringaceae qui comprend environ 13 espèces (Olson, 2002). *Moringa* est un arbre pérenne, à croissance rapide, qui peut atteindre 7 à 12 mètres de hauteur et dont le tronc généralement droit (20 à 40 cm de diamètre) atteint 1,5 à 2 mètres de haut avant de se ramifier, bien qu'il puisse parfois atteindre les 3 mètres. Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol. Les feuilles, alternes et bi ou tripennées, se développent principalement dans la partie terminale des branches. Elles mesurent 20 à 70 cm de long et sont recouvertes d'un duvet gris lorsqu'elles sont jeunes de plus, elles ont un long pétiole avec 8 à 10 paires de pennes composées chacune de deux paires de folioles opposés, plus un à l'apex, ovales ou en forme d'ellipse, et mesurant 1 à 2 cm de long. Les fleurs mesurent 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires et tombantes de

10 à 25 cm. Elles sont généralement abondantes et dégagent une odeur agréable. Elles sont blanches ou de couleur crème, avec des points jaunes à la base. Les sépales, au nombre de cinq, sont symétriques et lancéolés. Les cinq pétales sont minces et spatulés, symétriques à l'exception du pétale inférieur, et entourent cinq étamines. Les fruits forment des gousses à trois lobes, mesurant 20 à 60 cm de long, qui pendent des branches. Lorsqu'ils sont secs, ils s'ouvrent en trois parties. Chaque gousse contient entre 12 et 35 graines. Les graines sont rondes, avec une coque marron semi-perméable. La coque présente trois ailes blanches qui s'étendent de la base au sommet à 120 degrés d'intervalle. Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine. Les noms vernaculaires de *Moringa oleifera* dans certains pays africains sont consignés dans le Tableau 3.

Systématique de *Moringa oleifera*

Règne: *Plantae*

Sous-règne: *Tracheobionta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordre: *Capparales*

Famille : *Moringaceae*

Division: *Magnoliopyte*

Genre: *Moringa*

Espèce: *Oleifera*

COMPOSITION CHIMIQUE DES TROIS PLANTES

Khaya senegalensis

Les travaux qui ont porté sur la phytochimie de l'écorce de *Khaya senegalensis* révèlent d'une part la présence d'une forte quantité de composés polyphénoliques (les tannins catéchiques, les anthocyanes et les leucoanthocyanes); des saponines; moins de dérivés anthracéniques et très peu de stéroïdes (Takin et al., 2014). D'autre part, Lompo (1993) a révélé dans ses études sur le screening du tronc de *K. senegalensis*, la présence d'acides gras, de caroténoïdes, de coumarines, de composés réducteurs, de flavonoïdes, de carbohydrates, de saponines, de tannins, de

composés anthracéniques, de stéroïdes, de glycosides, d'anthocyanes, de stérols et de triterpènes. D'autres travaux révèlent l'existence d'alcaloïdes dans l'écorce et les feuilles (Makut et al., 2008) mais plusieurs auteurs signalent aussi la présence des limonoïdes dans les fruits, les feuilles et les écorces (Khalid et al., 1998). Ces limonoïdes de types phragmalines pour la plupart ont pour noms: les khayanolides A, B et D; le khayalactol, le 1-O-acethylkhayanolide A, le 2-hydroxyseneganolide, le méthylangolensate. Caventou (1869) isole du macérat de l'écorce de *Khaya senegalensis* la caïlcédrine.

Momordica charantia

Elle renferme les éléments tels que : le potassium (413 ppm), le sodium (2200 ppm), le calcium (205 10 ppm) et le zinc (120 ppm). D'autres éléments sont retrouvés dans les feuilles comme : le magnésium, le manganèse, le fer, le cuivre, la vitamine A (bêta-carotène) (0,03 ppm), la vitamine E (alpha-tocophérol) (800 ppm), l'acide folique (20600 ppm), le cyanocobalamine (5355 ppm), l'acide ascorbique (66000 ppm) (Bakare et al., 2010). L'étude phytochimique révèle aussi la présence des alcaloïdes, des tannins, des flavonoïdes, des saponosides, des glycosides, des terpenoïdes, des carbohydrates et des stérols (Gurav et al., 2014). *Momordica charantia* renferme l'insulin-like peptide (protéines p-insuline), la charantine (sitosteryl glucoside et stigmasteryl glucoside) qui a des effets antidiabétiques (Sathish et al., 2010). Des auteurs chinois isolent à partir des graines deux autres protéines abortives qu'ils nomment momorcharines α et β (Yeung et al., 1985)

Moringa oleifera

Moringa oleifera est riche en composés contenant un sucre simple: le rhamnose et un groupe particulier de composés appelés glucosinolates et les isothiocyanates (Bennett et al., 2003). L'écorce de la tige contient deux alcaloïdes, à savoir la moringine et la moringinine (Kerharo, 1969). Des composés comme la Vanilline, β -sitosterol, le β -sitostenone l'acide octacosanoïque, 4-

hydroxymellin ont été isolés de la tige de *M.oleifera* (Faizi et al., 1994). Les fleurs contiennent neuf acides aminés, le saccharose, le D-glucose, des traces d'alcaloïdes, de cire, de quercétine et de kaempferat ; la cendre est riche en potassium et en calcium (Ruckmani et al., 1998). Les feuilles contiennent également certains pigments flavonoïdiques tels que le kaempferol, le rhamnétin, l'isoquercitrine et le kaempferitrin (Siddhuraju et Becker, 2003). Les composés antihypertenseurs tels que le thiocarbamate, l'isothiocyanate et les glycosides ont été isolés de la phase acétate de l'extrait éthanolique des gousses de *Moringa* (Faizi et al., 1998). Les feuilles contiennent une concentration élevée en acide ascorbique, des flavonoïdes, des composés phénoliques, les caroténoïdes, du phosphore, du cuivre, les vitamines A, B et C, de riboflavine, l'acide nicotinique, des acides aminés comme la méthionine, la cystéine, la lysine (Anwar et al., 2005). Une nouvelle molécule le *O*-éthyl-4-(β -L-rhamnosyloxy) carbamate de benzyle avec sept autres composés bioactifs connus tels que: 4 (α -L-rhamnosyloxy)-isothiocyanate de benzyle, niazimicin, 3-*O*-(6'-*O*-oleoyl- β -D-glucopyranosyl)- β -sitostérol, β -sitostérol-3-*O*- β -D-glucopyranoside, niazirin, β -sitostérol et glycerol-1-(9-octadecanoate) ont été isolés de l'extrait éthanolique de la graine de *Moringa* (Guevara et al., 1999).

DONNÉES PHARMACOLOGIQUES SUR LES TROIS PLANTES

Khaya senegalensis

Selon Kolawole et al. (2012), les extraits aqueux de l'écorce de *Khaya senegalensis* présentent une activité antihyperglycémique empêchant ainsi la montée de la glycémie dans le sang. Les travaux de Takin et al. (2014) ont aussi confirmé cet effet antihyperglycémiant via une étude effectuée sur des rats où l'extrait total de l'écorce de *Khaya senegalensis* diminue la libération hépatique du glucose chez les rats *Wistar*. Aussi le traitement avec l'extrait aqueux de *K. senegalensis* révèle d'une part une activité hépatoprotectrice contre les dommages liés au foie (Sule et al., 2010) et d'autre part une forte activité

antioxydante (Karou et al., 2005). De même, l'extrait aqueux de l'écorce du tronc de cette plante a révélé des effets anti-inflammatoire (Tidoune et al., 1997) et les feuilles ont montré des propriétés anti-diarrhéiques (Hassan et al., 2012). Plusieurs études ont également révélé ses propriétés anthelminthiques contre certains parasites (Chiezey et al., 2000) et son efficacité dans le traitement des infections à Trypanosomiase (Ibrahim et al., 2008) en particulier *Trypanosoma evansi* (Umar et al., 2010). Outre ces infections parasitaires, l'extrait méthanolique de *Khaya senegalensis* intervient aussi dans le traitement des infections bactériennes (Konaté et al., 2011) et du cancer (Androulakis et al., 2006). L'efficacité thérapeutique des différents extraits de *Khaya senegalensis* est résumée dans le Tableau 4

Autres effets pharmacologiques de *khaya senegalensis*

Les travaux de Lompo (1995) ont montré une activité antispasmodique spasmolytique des extraits aqueux de poudre d'écorces sur des contractions intestinales de rat provoquées par l'acétylcholine et le chlorure de baryum. L'étude de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux des différentes parties de cette plante a montré une meilleure activité pour les écorces du tronc suivi des feuilles, des graines et des coques en ce qui concerne les extraits aqueux (Mane et al., 2012). Pour cette propriété de la plante, les écorces du tronc sont préférables aux autres parties (Mane et al., 2012). De même, les extraits hydroéthanoliques sont aussi doués d'activité antioxydante importante (Mane et al., 2012). Par ailleurs, les travaux de Fatima et al. (2014) ont montré que la combinaison de l'extrait éthanolique de *Khaya senegalensis* et de piroxicam a un effet bénéfique sur la protection gastrique. Ce résultat suggère l'impact de ces extraits dans la synthèse de prostaglandine (Fatima et al., 2014).

Momordica charantia

Propriétés antidiabétiques et hypolipidémiques

L'extrait éthanolique de la charantine de *Momordica charantia* améliore la tolérance au glucose à un degré similaire à l'effet d'un

agent hypoglycémiant oral (le tolbutamide) sur un modèle d'animaux diabétiques (Sarkar et al., 1996). Les recherches effectuées sur un modèle validé d'animaux diabétiques ont démontré que les extraits éthanoliques de *Momordica charantia* augmentent l'utilisation du glucose par le foie (Sarkar et al., 1996), diminue la gluconéogenèse par l'intermédiaire de l'inhibition de deux principales enzymes (glucose-6-phosphatase et fructose-1, 6-bisphosphatase) et améliore l'oxydation du glucose par la voie de dérivation en activant la glucose-6-phosphate déshydrogénase (Shibib et al., 1993). Les extraits protéiques issus de la pulpe du fruit de *Momordica charantia* font également améliorer l'assimilation du glucose, facilitent la libération d'insuline et potentialisent son effet (Anun et al., 2006) en augmentant le nombre des cellules bêta du pancréas des animaux diabétiques (Ahmed et al., 1998). L'administration d'extraits méthanoliques de melon amer à des rats diabétiques conduit à une diminution significative du taux de triglycérides, de cholestérol LDL et une augmentation du cholestérol HDL (Chaturvedi et al., 2004). Dans le Tableau 5, sont résumés les modes d'action possibles de l'effet antidiabétique de *Momordica charantia*.

Activité antimicrobienne et antivirale

Les extraits (aqueux, éthanolique, méthanolique) de *Momordica charantia* ont montré *in vivo* une activité inhibitrice sur la croissance de nombreuses bactéries comme *Escherichia coli*, *Salmonella paratyphi*, *Shigella dysenteriae* et *Streptomyces griseus* (Omogbe et al., 1996). *Momordica charantia* inhibe la réplication du poliovirus en empêchant sa synthèse grâce à l'action de la protéine " ribosome-inacting proteins " isolée de cette plante (Fao-Tomasi et al., 1982). Schreiber et al. (1999) ont suggéré l'utilisation de cette protéine contre les maladies sexuellement transmissibles, car elle n'a aucun impact sur la vitalité et la mortalité des spermatozoïdes. En 1990, une équipe de chercheurs isole un inhibiteur du HIV dans les graines et les fruits de *Momordica charantia* (Lee-Huang et al., 1990). Le composé, nommé MAP 30 (*Momordica* Anti-HIV Protein), est une protéine qui inhibe de façon dose-dépendante le pouvoir infectieux et la

réplication du virus HIV-1. L'effet du MAP 30 sur le HIV apparaît donc tout à fait semblable à celui des momorcharines. Il existe d'ailleurs d'autres analogies entre ces deux molécules qui font penser que le MAP 30 est certainement l'une ou l'autre des momorcharines. Des concentrations non cytotoxiques de momorcharines montrent des effets immunosuppresseurs puissants affectant à la fois les réponses immunitaires humorales et cellulaires. Bien que les essais cliniques n'aient pas été menés à l'aide des extraits de *M. charantia* chez les cancéreux, les études *in vitro* indiquent que les fruits amers du melon et les extraits de ses semences inhibent la croissance de plusieurs lignées de cellules cancéreuses, y compris le cancer du côlon humain (Yasui et al., 2005) et la lignée des cellules cancéreuses métastatiques du sein (Lee-Huang et al., 2000).

Moringa oleifera

Activité antidiabétique et hypolipidémique

L'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* à des doses de 100, 200 et 300 mg/kg de poids corporel a montré une réduction de 33,29, 40,69 et 44,06% de la glycémie des rats albinos induits diabétiques par l'alloxane (Edoga et al., 2013). Aux mêmes doses, Manohar et al., 2015 ont montré l'activité antihyperglycémique de l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* sur des lapins normaux et des lapins induits diabétiques à l'alloxane. Le jus des feuilles de *Moringa oleifera* est connu pour avoir un effet stabilisateur de la pression artérielle (Dangi, 1988). L'extrait brut des feuilles de *Moringa oleifera* a une importante action sur la baisse du taux de cholestérol dans le sérum de rats soumis à un riche régime en graisse ; cette action pourrait être attribuée à la présence d'un phytoconstituant bioactif, c'est-à-dire le β -sitostérol (Ghasi et al., 2000). Les fruits de *Moringa* font baisser le taux de cholestérol sérique, de phospholipides, de triglycérides, de LDL (low density lipoprotein), de VLDL (very low density lipoprotein) et réduisent le profil lipidique du foie, chez le lapin présentant un taux de cholestérol élevé puis augmentent l'excrétion de cholestérol fécale (Mehta et al., 2003).

Effets antispasmodique, anti-ulcéreux et hépatoprotecteur

La fraction méthanolique de l'extrait des feuilles de *Moringa oleifera* montre une activité anti-ulcéreuse et un effet hépatoprotecteur chez des rats (Pal et al., 1995). L'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* présente également une activité anti-ulcéreuse (Pal et al., 1995). Les racines de *Moringa oleifera* possèdent aussi une activité hépatoprotectrice (Ruckmani et al., 1998). Les extraits aqueux et éthanoliques des fleurs de *Moringa oleifera* ont présenté une activité hépatoprotectrice significative (Ruckmani et al., 1998).

Activités antibactériennes et antifongiques

Les racines de *Moringa oleifera* à cause du principe actif qu'elles contiennent : la pterygospermine, est un agent antibactérien et antifongique puissant (Ruckmani et al., 1998). L'aglycone de désoxy-niazimicine (N-benzyl, thioformate S-éthyl) isolé de la fraction chloroformique de l'extrait de l'écorce de la racine s'est avéré responsable des activités antibactériennes et antifongiques (Nikkon et al., 2003). Des études ont révélé *in vitro* que l'extrait d'éther de pétrole d'écorce de *Moringa oleifera* inhibe 6 souches de champignons et 10 souches bactériennes inactives (Chitravadivu et al., 2009).

Activité anti-cancéreuse et anti tumorale

Makonnen et al. (1997) ont trouvé que les feuilles de *Moringa oleifera* présentent une activité antitumorale. *O*-Ethyl-4-(α -L-rhamnosyloxy)benzyl carbamate ensemble avec 4-(α -L-rhamnosyloxy)-benzylisothiocyanate], niazimicin et le 3-*O*-(6'-*O*-oleoyl- β -D-glucopyranosyl)- β -sitosterol ont été identifiés pour les potentialités antitumorales qu'elles présentent. La Niazimicine a été proposée pour être un puissant agent chimio préventif dans la cancérogenèse chimique (Guevara et al., 1999).

Autres effets pharmacologiques de *Moringa oleifera*

L'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* possède une activité antioxydante due à la présence de différentes variétés d'antioxydants comme l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les composés phénoliques et les caroténoïdes (Anwar et al.,

2005). Des travaux effectués sur les feuilles de *Moringa oleifera* ont montré qu'elles peuvent traiter le SIDA (Lipipun et al., 2003). Les fleurs et les feuilles de *Moringa oleifera* ont aussi une activité anthelminthique (Trapti et al., 2009). Elles servent à traiter des inflammations, des maladies musculaires, de l'hystérie, des tumeurs, l'agrandissement de la rate et réduisent le taux de cholestérol dans le sérum (Siddhuraju et Becker, 2003). La gomme de *M. oleifera*, mélangée à l'huile de sésame permet de soulager les maux de tête et d'oreilles. L'huile des graines agit comme fortifiant et purgatif et est appliquée pour soigner la prostate et les troubles de la vessie (Fuglie, 1999). L'extrait éthanolique de *Moringa oleifera* a montré un maximum d'action contre la bactérie responsable de la fièvre typhoïde (Doughari et al., 2007). De même, Les racines de *Moringa oleifera* possèdent une activité antispasmodique (Caceres et al., 1992).

DONNÉES TOXICOLOGIQUES

Khaya senegalensis

Il est à souligner que cette plante présente un risque de toxicité élevé sur le foie et les reins dans le cas où elle est administrée de façon chronique pendant plusieurs semaines (Takin et al., 2013). Les études qui ont porté sur l'effet de l'extrait aqueux de l'écorce de *K. senegalensis* sur les paramètres biochimiques, hématologiques et histopathologiques en utilisant des rats, montrent qu'une administration répétée de l'extrait entraîne l'augmentation des globulines, de l'urée, de la créatinine et des électrolytes (Na^+ , K^+). Cela produit aussi dans un premier temps, une élévation de l'activité des enzymes hépatiques à savoir: l'aspartate aminotransférase (AST), l'alanine aminotransférase (ALT) et l'alkaline phosphatase (ALP) et dans un second temps, à la même dose, une diminution significative des taux de globules rouges et d'hémoglobines (Kolawole et al., 2011). Les études histologiques sur le foie ont révélé une dégénérescence des cellules et une nécrose cellulaire (Onu et al., 2013). Un traitement chronique et prolongée de l'extrait aqueux de l'écorce de *Khaya senegalensis* entraîne des dysfonctionnements au niveau des

organes vitaux comme le foie, les reins et le cœur (Kolawole et al., 2011). Nwosu et al. (2012) ont montré que la DL₅₀ de l'extrait aqueux des feuilles de *K. senegalensis* est supérieure à 3000 mg/kg de poids corporel et celle de l'écorce de tronc est supérieure à 5000 mg/kg (Onu A. et al., 2013) de poids corporel dans le cas d'une toxicité subchronique

Momordica charantia

L'ingestion orale de fruits du melon amer est sans effet secondaire, cela a été attesté par la consommation à long terme du fruit dans les cultures asiatiques. L'injection sous-cutanée d'insuline-p de l'extrait de *Momordica charantia* semble être sans danger. Toutefois, l'injection d'extraits de *M. charantia* par voie intraveineuse est considérablement plus toxique et non recommandée parce que les graines de melon amer contiennent la momorcharine, qui a un effet antifertilisant avéré chez les souris femelles (Chan et al., 1984). L'extrait éthanolique des feuilles de *Momordica charantia* à la dose de 2000 mg/kg, provoque une baisse du nombre de globules rouges et de plaquettes. De même, une diminution considérable du taux d'hémoglobine et du poids du foie est observée chez les rats soumis au même extrait (Nurul et al., 2013). Le test de toxicité orale aigue effectué sur des rats de

souche *Sprague Dawley* a montré que l'extrait éthanolique de *M. charantia* à la dose de 2000 mg/kg n'a présenté aucun effet néfaste sur ces derniers. La DL₅₀ peut être rangée dans la classe 5 suivant la ligne directrice 423 de l'OCDE (Nurul et al., 2013).

Moringa oleifera

Les tests de toxicité orale aigue et subaigüe réalisés par Adedapo et al. (2009) révèlent que l'extrait aqueux de *M. oleifera* n'a montré aucun signe de toxicité sur les paramètres biochimiques et hématologiques sur des rats. Kasolo et al. (2011) ont réalisé le test de toxicité orale aigue avec les extraits aqueux et éthanolique de racines de *Moringa oleifera* et ont établi la DL₅₀ de l'extrait aqueux à 15,9 mg/kg et la DL₅₀ de l'extrait éthanolique à 17,8 mg/kg. Cependant, les travaux de Ravichandran et al. (2009) ont montré que l'extrait méthanolique des racines de la même plante a provoqué des lésions au niveau des reins et du foie des porcs d'Inde.

MOLÉCULES BIOACTIVES RESPONSABLES DE L'ACTIVITÉ ANTIDIABÉTIQUE DES PLANTES

Les molécules bioactives responsables de l'activité antidiabétique des plantes et leur mode d'action sont résumés dans le Tableau 6.

Tableau 1: Nom local de *Khaya senegalensis* en Afrique (Takin et al., 2014).

Pays	Nom local	Langue
Sénégal	Hay	Wolof
Niger	Madotchi Farrey	Haoussa Djerma
Bénin	Zouzatin Aganwo	Fon Yoruba
Nigeria	Aganwo Madaci Ono	Yoruba Haoussa Igbo
Burkina Faso	Kuka	Mossi
Cameroun	Jola	Bambara
Togo	Mawogen	Ewe

Tableau 2: Différentes appellations de *Momordica charantia*.

Pays	Nom local	Langue
Népal	Teeta karala	Népal
Pays Arabes	Quisaul- barri	Arab
Inde	Kakiral, kakral	Assam
Inde	Karela,Uchchhe	Bengali
Allemagne	Balsambirne	Allemand
Angleterre	Bitter gourd, Balsam	English
Nigéria	tiati	Yoruba
Espagnol	Cundeamor	Espagne
Togo	Anyanran	Guins, Minas
Inde	Suschavi, Karavella	Sanskrit
Pakistan	Karela	Urdu
Bénin	Gninsinkin	Fon

Tableau 3: Les noms vernaculaires du *Moringa oleifera* en fonction des pays (Fugile, 2002).

Pays	Noms Local	Langue
Bénin	Yovokpatin,	Fon
	Kpatima	Fon
	Ewé ilè	yoruba
Burkina Faso	Arjanyiri	Joula
	Arzam tigba (arbre du paradis)	Morè
Cameroun	Guiligandja	Foufoubé
	Gagawandalahai	Mafa
Côte d'ivoire	Arjanayiiri	Dioula
Niger	Zogola gandi	Hausa
	Windi-bundu	Zarma
Sénégal	Neverday	Wolof
	Nébéday	Sérère Nébéday
	,sap-sap	
Tchad	Kag n'dongue	Sara
Togo	Yovoviti	Mina
Zimbabwe	Mupulanga	Tonga

Tableau 4: Efficacité thérapeutique des extraits de *Khaya senegalensis* (Takin et al., 2013).

Indications thérapeutiques	Substances médicamenteuses	Rapports d'efficacité	Références
Diabète	Extraits aqueux de feuilles	Inhibition de 45 – 75% de l'activité de α -amylase ;	Funke et Melzig., 2006
	Ecorce aqueux de tronc	Inhibition de la montée de la glycémie	Kolawole et al., 2012 Takin et al., 2014
Diarrhée	Extraits aqueux et méthanoliques des feuilles	Ralentissement du transit et intestinal : propriété antidiabétique	Nwosu et al., 2012
	Extraits aqueux des feuilles	Potentiel antioxydant et antibactérien contre <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Bacillus cereus</i>	Konaté et al., 2011
Infections bactériennes	Extraits aqueux des feuilles	Effet antiprolifératif, anti-inflammatoire et pro-apoptotique sur les cellules HT-29, HCT-15 et HCA-7 les genres <i>Haemonchus</i> , <i>Cooperia</i> , <i>Oesophagostomum</i> et <i>Trichostrongylus</i>	Androulakis et al., 2006 Chiezey et al., 2000
		Réduction significative de la parasitémie avec 60 – 100 mg/kg de poids corporel en 6 jours en infection	Okpara et al., 2004
Helminthiases	Extraits éthanoliques d'écorce	expérimentale par <i>Trypanosoma brucei</i> sur des rats	Ibrahim et al., 2008
Trypanosomose	Extraits aqueux et éthanoliques d'écorce	Activité anti- <i>Trypanosoma evansi</i>	Umar et al. 2010

Tableau 5: Modes d'action possibles de l'effet antidiabétique de *Momordica charantia* (Dipesh et al., 2015).

Modes d'action possible	Références
Inhibition de l'absorption intestinale	Meir and Yaniv., 1962, Ahmed et al., 1998
Préservation des îlots des cellules β et de leurs fonctions	Ahmed et al., 1998
Sécrétagogue de l'insuline	jeevathayaparan et al., 1990
Stimulation de l'utilisation du glucose par les muscles squelettiques et les muscles périphériques	Cumming et al., 2004
Inhibition de l'activité de l'hexokinase	Meir and Yaniv., 1985
Suppression des enzymes clés de la gluconéogenèse	Shibib et al., 1993
Stimulation des enzymes clés des voies des Hexoses Monophosphate	Shibib et al., 1993

Tableau 6: Mode d'action de quelques molécules bioactives (MishraI et al., 2009).

Composés	Modes d'action
Alcaloïdes Pan et al., 2003	Inhibent l'activité de l'alpha glucosidase et ralentissent le transport du glucose à travers l'épithélium intestinal.
Les dérivés de l'imidazol Kirtikar et al., 1993	Stimulent la sécrétion de l'insuline glucose dépendant.
Polysaccharides Uanhong et al., 2005	Stimulent la sécrétion de l'insuline par les îlots de cellules pancréatiques, réduit le taux de glucose plasmatique et améliore la tolérance glucidique.
Flavonoïdes Vessal et al., 2003	Baissent le taux de glycémie, réduit le taux de cholestérol plasmatique active l'activité de la glucokinase et probablement stimule la sécrétion de l'insuline par les îlots de cellules pancréatiques.
Les fibres diététiques Chau et al., 2003	Retardent la diffusion du glucose et inhibe l'activité de l'alpha amylase et est peut être responsable de la baisse de la glycémie postprandiale.
Saponine, (Triterpènes + stéroïdes, glycosides), Ng et al., 1986	Stimulation de la libération de l'insuline et blocage de l'élévation du taux du glucose dans le sang.
Acide férulique, Nomura et al., 2003	Stimulation de la sécrétion de l'insuline.

SYNTHÈSE DES DONNÉES SUR LES TROIS PLANTES

Il ressort de l'analyse de la composition chimique des trois plantes étudiées que, contrairement aux auteurs comme Makut et al. (2008) qui ont trouvé les alcaloïdes dans les tiges de l'écorce de *Khaya senegalensis*, les travaux de Takin et al. (2014) ont révélé une absence d'alcaloïdes dans cette même partie de la plante. Cette différence pourrait s'expliquer par la nature du solvant utilisé, la période à laquelle cette recherche a été effectuée et la nature du sol sur lequel cette plante a poussé. A cet effet, Anwar et al. (2006) ont montré que la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Moringa oleifera* varie suivant la salinité ou non du sol sur lequel pousse cette plante. La forte présence dans les feuilles de *Moringa oleifera* d'alcaloïdes, de tannins et de flavonoïdes a été relevée par Ijeomah et al. (2012). Par contre, d'autres auteurs (Anwar et al., 2007) ont trouvé une faible présence d'alcaloïdes dans les feuilles de la même plante.

Ces trois plantes soignent à la fois plusieurs maladies (cancer, infections microbiennes, diabète, etc.). Ceci pourrait être dû au fait qu'elles contiennent plusieurs familles de molécules bioactives. En effet, Les métabolites secondaires sont reconnus par leurs activités biologiques nombreuses qui comprennent des activités antibactériennes, anticancéreuses, antifongiques, analgésiques, anti-inflammatoires, diurétiques gastro-intestinales, antioxydantes (Harborne, 1998). De même, il est important de signaler l'effet synergique des molécules bioactives dans l'activité pharmacologique des plantes (Marles et Farnsworth, 1995). Le Tableau 6 (Mishra et al., 2009) indique quelques molécules responsables de l'activité antidiabétique des plantes. Cependant, Jesada et al. (2005) ont pu identifier des molécules autres que celles retrouvées dans le Tableau 6. C'est le cas de la charantine et de l'insulin-like peptide qui ont aussi des effets

antidiabétiques au niveau de *Momordica charantia*. L'écorce du tronc de *Khaya senegalensis* est connu pour son activité antihyperglycémiant (Kolawole et al., 2008 ; Takin et al., 2014) due à une inhibition de 45 à 75% de l'activité alpha amylasique (Funke and Melzig, 2006). De même, les feuilles de *Moringa oleifera* ont une action inhibitrice sur l'alpha amylasique et l'alpha glucosidasique (Adisakwattana et al., 2011). Les biomolécules responsables de cette activité anti alpha amylasique sont des alcaloïdes (Pan et al., 2003). Cependant au niveau de *Momordica charantia*, plusieurs mécanismes sont supposés être à la base de l'activité antidiabétique (Tableau 5), on ne saurait donc dire exactement si cette plante a une activité hypoglycémiant ou antihyperglycémiant. Mais les travaux de Alamgir et al. (2012) ont abouti à une activité hypoglycémiant de la plante grâce à l'action de la biomolécule insulin like.

CONCLUSION

Cette revue de littérature donne l'occasion de voir les nombreuses potentialités pharmacologiques que présentent *Khaya senegalensis*, *Momordica charantia* et *Moringa oleifera* qui sont des plantes très utilisées dans le traitement du diabète par les populations béninoises. Il est impérieux d'entreprendre des recherches afin de savoir si ces espèces retrouvées au Bénin présentent les potentialités antidiabétiques présentées dans cette revue de littérature. De même, une étude de toxicité poussée devra être menée afin d'informer les populations sur les doses recommandables.

CONFLITS D'INTERET

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

O AFL était l'investigateur principal et a rédigé le manuscrit ; HA et AL ont supervisé

les travaux ; EVBA et APO ont lu la version finale du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement le responsable du Laboratoire d'Enzymologie et Biochimie des Protéines, le Professeur Hyacinthe AHISSOU.

REFERENCES

- Adedapo AA, Mogbojuri OM, Emikpe BO. 2009. Safety evaluations of the aqueous extract of the leaves of *Moringa oleifera* in rats. *J. Med. Plants Res.*, **3**: 586-591. DOI: <http://www.academicjournals.org/JMPR>
- Adisakwattana S, Jiphimai P, Prutanopajai P, Chanathong B, Sapwar S, Ariyapitipan T. 2010. Evaluation of alpha-glucosidase, alpha-amylase protein glycation inhibitory activities of edible plants. *Int J Food Sci. Nutr.*, **61**: 295-305. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/09637480903455963>.
- Ahmed I, Adeghate E, Sharma AK. 1998. Effects of *Momordica charantia* fruit juice on islet morphology in the pancreas of the streptozotocin-diabetic rat. *Diabetes Res Clin. Pract.*, **40**(3):145-151. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0168-8227\(98\)00022-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0168-8227(98)00022-9).
- Alamgir MD, Chowdhury M, Ibrahim Hossain MD, Sabir Hossain, Sohel A, Tanzila A Nurul K. 2012. Antidiabetic Effects of *Momordica Charantia* (Karela) in Male long Evans Rat. *J. Adv. Lab. Res. Biol.*, **3**(3):176-180.
- Androulakis XM, Muga SJ, Chen F, Koita Y, Touré B, Wargovich MJ. 2006. Chemopreventive effects of *Khaya senegalensis* Bark Extract on Human Colorectal Cancer. *Anticancer Res.*, **26**: 2397- 2406.
- Anun S, Adisakwattana S, Yao CY. 2006. Slow acting protein extract from fruit pulp of *Momordica charantia* with insulin secretagogue and insulinomimetic activities. *Biol Pharm Bull.*, **29**: 1126-1131. DOI: <http://dx.doi.org/10.1248/bpb.29.1126>.
- Anwar 2005 Anwar F, Ashraf M, Bhanger MI. 2005. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oil seeds from Pakistan. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **82**: 45-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11746-005-1041-1>.
- Anwar F, Rashid U. 2007. Physico-chemical characteristics of *Moringa oleifera* seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pakistan J. Biol.*, **39**:1443-1453. DOI: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i2.32>.
- Anwar F, Abdullah Ijaz Hussain1, Muhammad Ashraf2, Amer Jamail1 and Shahid Iqbab. 2006. Effect of salinity on yield and quality of *Moringa oleifera* seed oil. *Grasas y aceites*, **57**(4): 394-401. <http://dx.doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i4.65>.
- Bakare RI, Magbagbeola OA, Akinwande AI, Okunow. 2010. Nutritional and chemical evaluation of *Momordica charantia*. *J. Med. Plants Res.*, **4**(21): 89-2193.
- Belem B, Olsen CS, Theilade I, Bellefontaine R, Guniko S, Lykke AM, Diallo A, Boussim JI. 2008. Identification des arbres hors forêt préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso). *Bois et For des Trop.*, **298**(4): 53-64.
- Bennett RN, Mellon FA, Foidl N. 2003. Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (Horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. *J. Agric. Food Chem.*, **51**: 3546-3553. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf0211480>.
- Caceres A, Saravia A, Rizzo S, Zabala L, Leon ED, Nave F. 1992. Pharmacologic properties of *Moringa oleifera* : Screening for antispasmodic, anti-inflammatory and diuretic activity. *J. Ethnopharmacol.*, **36**: 233-237. DOI:

- [http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741\(92\)90049-w](http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741(92)90049-w).
- Caventou, E. 1849. Recherches chimiques sur l'écorce du Caïlcédrat. *Pharm. Chim.*, **16**: 355-362.
- Chan WY, Tam PP, Yeung HW. 1984. The termination of early pregnancy in the mouse by beta-momorcharin. *Contracept.*, **29**: 91-100.
- Chaturvedi P, George S, Milinganyo M, Tripathi YB. 2004. Effect of *Momordica charantia* on lipid profile and oral glucose tolerance in diabetic rats. *Phytother Res.*, **18**:954-956 DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.1589>.
- Chau CF, Huang YL and Lee MH. 2003. *In vitro* hypoglycemic effects of different insoluble fiber-rich fractions prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. cv. Liucheng. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, **51**: 6623-6626. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf034449y>.
- Chiezey NP, Gefu JO, Jagun AG, Abdu P A, Alawa CBI, Magaji SO, Adeyinka JA, Eduvie LO. 2000. Evaluation of some Nigerian plants for anthelmintic activity in young cattle. In *Ethnoveterinary Practices, Research and Development*, Gafu JO, et al. (eds). National Animal Production Research Institute, Ahmadu Bello University: Zaria, Nigeria; 38-48.
- Chitravadivu C, Bhoopathi M, Balakrishnan V, Elavazhagan T, Jayakumar S. 2009. Antimicrobial activity of Laehiums prepared by herbal venders, South India. *Am. Euras. J. Sci. Res.*, **4**: 142-147.
- Cummings E, Hundal HS, Wackerhage H, Hope M, Belle M, Adeghate E. 2004. *Momordica charantia* fruit juice stimulates glucose and amino acid uptakes in L6 myotubes. *Mol. Cell. Biochem.*, **261**(1-2): 99-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/b:mcbi.0000028743.75669.ab>.
- Dangi SY, Jolly CI, Narayana S. 2002. Antihypertensive activity of the total alkaloids from the leaves of *Moringa oleifera*. *Pharm. Biol.*, **40**:144-148. DOI: <http://dx.doi.org/10.1076/phbi.40.2.144.5847>.
- Dipesh R P, Rauniarb GP, Karishma MD. 2015. *Momordica Charantia*; an antidiabetic. *Word Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **4**(1):84-99.
- Djrolo F, Houinato D, Gbary A, Akoha R, Djigbénoude O, Sègnon J. 2009. Prévalence du diabète sucré dans la population adulte à Cotonou, Bénin. *Médecine des Maladies Métaboliques.*, **6**(2): 167-169. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s1957-2557\(12\)70386-3](http://dx.doi.org/10.1016/s1957-2557(12)70386-3).
- Doughari JH, Pukuma, MS, De N. 2007. Antibacterial effects of *Balanites aegyptiaca* L. Drel. and *Moringa oleifera* Lam. on *Salmonella typhi*. *Afr. J. Biotech.*, **6**(19): 2212-2215.
- Edoga C O, Njoku O, Amadi E N and Okeke JJ. 2013. Blood sugar lowering effect of *Moringa oleifera lam* in albinos rats. *Int. J. Tech.*, **3**: 88-90.
- Fabricant D, Farnsworth N. 2001. The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. *Environmental Health Perspectives.*, **109** : 69-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3434847>.
- Faizi S, Siddiqui BS, Saleem R, Aftab K, Shaheen F, Gilani A. 1998. Hypotensive Constituents from the pods of *Moringa oleifera*. *Planta Med.*, **64**: 225-228. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-957414>.
- Faizi S, Siddiqui B, Saleem R, Saddiqui S, Aftab K. 1994. Isolation and structure elucidation of new nitrile and mustard oil glycosides from *Moringa oleifera* and their effect on blood pressure. *J Nat Prod.*, **57**: 1256-1261. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/np50111a011>.
- Fah L, Klotoé JR, Dougnon V, Koudokpon H, Fanou VBA, Dandjesso C, Loko F. 2013. Étude ethnobotanique des plantes utilisées dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes à Cotonou et

- Abomey-Calavi (Bénin). *Journal of Animal & Plant Sciences.*, **18**: 2647-2658.
- Fatima NK, Abdulkadir UZ, Temidayo OO. 2014. *Khaya senegalensis* inhibits piroxicam mediated gastro-toxicity in wistar rats. *Avicenna J. Phytomed.*, **4**(6): 377–384.
- Foa-Tomasi L, Campadelli-Fiume G, Barbieri L, Stirpe F. 1982. Effect of ribosome-inactivating proteins on virus-infected cells. Inhibition of virus multiplication and of protein synthesis. *Archives of Virology*, **71**: 323–332. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf01315062>.
- Fuglie LJ. 1999. *The Miracle Tree: Moringa oleifera: Natural Nutrition for the Tropics*. Church World Service: Dakar. 68 .
- Germosen RL, Weniger B, Moretti Christian, Sauvain M. 1999. *Pharmacopée Végétale Caraïbéenne*. Ed Désormeaux : Fort-de-France.
- Ghasi S, Nwobodo E, Ofili JO. 2008. Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed Wistar rats. *J. Ethnopharmacol.*, **69**: 21–25.57: 1493–1501. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-8741\(99\)00106-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-8741(99)00106-3).
- Guevara AP, Vargas C, Sakurai H. 1999. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. *Mutat Res.*, **440**: 181–188. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s1383-5718\(99\)00025-x](http://dx.doi.org/10.1016/s1383-5718(99)00025-x).
- Gurav A, Mondal DB, Vijayakumar H. 2014. *In vitro* qualitative and quantitative phytochemical analysis of ethanolic and 50% ethanolic extracts of *Tinospora cordifolia*, *Momordica charantia*, *Mucurbita maxima* and *Raphanus sativus.*, *IJPSR.*, **5**(5): 1937-1941.
- Harborne JB. 1998. *Phytochemical Methods. A Guide to Modern Techniques of Plants Analysis* (3rd edn). Chapman and Hall Ltd: London.
- Hassan SW, Nwosu CU, Abubakar MG, Ebbo AA. 2012. Anti-diarrhoeal and toxicological studies of leaf extracts of *Khaya senegalensis*. *J. Pharm. Toxicol.*, **7**(1): 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/jpt.2012.1.10>.
- Ibrahim MA, Njoku GC, Sallau AB. 2008. *In vivo* activity of stem barks aqueous extract of *Khaya senegalensis* against *Trypanosoma brucei*. *Afr. J. Biotechnol.*, **7**: 661- 663.
- Jesada P, Sutawadee C, Motonobu G, Weena J, Mitsuru S, Artiwan S. 2007. New approach for extraction of charantin from *Momordica charantia* with pressurized liquid extraction. *Sep. Purif. Technol.*, **52**(3): 416–22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2005.11.037>.
- Jiratchariyakul W, Wiwat C, Vongsakul M, Somanabandhu A, Leelamanit W, Fujii I, Suwannaroj N, Ebizuka Y. 2001. HIV inhibitor from Thai bitter gourd. *Planta Med.*, **67**(4): 350-353. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2001-14323>.
- Jiofack T, Fokunang C, Guedje N, Kemeuze V, Fongnzossie E, Nkongmeneck BA, Mapongmetsem PM, Tsabang N. 2010. Ethnobotanical uses of medicinal plants of two ethnoecological regions of Cameroon. *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, **2**(3): 60-79.
- Karou D, Dicko MH, Simporé J, Traore AS. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina Faso. *Afr. J. Biotechnol.*, **4**(8): 823-828.
- Kasolo JN, Bimen GS, Ojok L, Ogwal-okeng JW. 2011. Phytochemic and acute toxicity of *M. oleifera* roots in mice. *J. Pharmacog Phytother.*, **3**: 38- 42.
- Khalid SA, Friedrichsen GM, Kharazmi A, Theander TG, Olsen CE, Christensen SB. 1998. Limonoids from *Khaya senegalensis*. *Phytochemistry.*, **49**(6): 1769-1772. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9422\(98\)00284-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9422(98)00284-2).

- Khan MR, Omoloso AD. 1998. *Momordica charantia* and *Allium sativum* Broad spectrum antibacterial activity. *Korean J. Pharmacog.*, **29**: 155-158.
- Kerharo PJ. 1969. Un remede populaire Sengalais: Le 'Nebreday' (*Moringa oleifera* L.) emplois therapeutiques en milieu Africain chimie et pharmacologie., *Plantes Med Phytother.*, **3**: 14-219.
- Kirtikar KR, Basu BD. 1975. *Indian Medicinal Plants* (vol 2, 2nd edn), Bishen Singh Mahendra Pal Singh. International Book Distributor: Dehradun, India; 894-895.
- Kolawole OT, Kolawole SO, Ayankunle AA Olaniran OI. 2012. Anti-hyperglycemic effect of *Khaya senegalensis* Stem bark aqueous extract in Wistar Rats. *European J. Medicinal Plants*, **2**(1): 66-73. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/ejmp/2012/934>
- Kolawole SO, Kolawole OT, Akanji MA. 2011. Effects of aqueous extract of *Khaya senegalensis* stem bark on biochemical and hematological Parameters in Rats, *Journal of Pharmaco and Toxicology*, **6**: 602-607 DOI :<http://dx.doi.org/10.3923/jpt.2011.602.607>
- Konaté K, Kiendrébéogo M, Ouattara MB, Souza A, Lamien-Meda A, Nongasida Y, Barro N, Millogo-Rasolodimby J, Nacoulma OG. 2011. Antibacterial potential of aqueous acetone extracts from five medicinal plants used traditionally to treat Infectious Diseases in Burkina Faso. *Curr. Res. J. Biol. Sci.*, **3**(5): 435 – 442.
- Lee-Huang S, Huang PL, Nara PL, Chen HC, Kung HF, Huang P, Huang HI, Huang PL. 1990. MAP 30: a new inhibitor of HIV-1 infection and replication. *F.E.B.S. Letters.*, **272**: 12-18. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0014-5793\(90\)80438-o](http://dx.doi.org/10.1016/0014-5793(90)80438-o).
- Lee-Huang S, Huang PL, Sun Y. 2000. Inhibition of MDA-MB-231 human breast tumor xenografts and HER2 expression by anti-tumor agents GAP31 and MAP30. *Anticancer Res.*, **20**(2A): 653-659. DOI: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.92.19.8818>.
- Lipipun V, Kurokawa M, Suttisri R, Taweechoitipart P, Pramyothin P, Hattori M, Shiraki T .2003. Efficacy of Thai medicinal plant extracts against herpes simplex virus type 1 infection in vitro and in vivo. *Antiviral Res.*, **60**(3): 175-180. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0166-3542\(03\)00152-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0166-3542(03)00152-9).
- Lompo M. 1993. Etude phamacotoxicologique chez la souris et le rat de *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss (Melliaceae) utilisé en tradithérapeutique au Burkina Faso. Mémoire de D.E.A, Physiol. Anim. Appl. Université de Ouagadougou.
- Lompo M, Guissou IP. Kaboré IZ, Sawadogo M. 1995. Effet hypothermisante et toxicité aigue chez les souris des écorces de tronc de *Khaya senegalensis* (Desr.) *Pharm. Méd. Trad. Afr.*, 1995 : 73-80.
- Makonnen E, Hunde A, Damecha G. 1997. Hypoglycaemic effect of *Moringa stenopetala* aqueous extract in rabbits. *Phytother. Res.*, **11**(2): 147-148. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1099-1573\(199703\)11:2<147::aid-ptr41>3.3.co;2-m](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1099-1573(199703)11:2<147::aid-ptr41>3.3.co;2-m).
- Makkar HPS, Becker K. 1996. Nutritional value and antinutrition components of whole and ethanol extracted *Moringa* leaves. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, **63**: 211-228.
- Makut MD, SD Gyar, GRI Pennap, P Anthony, 2008. Phytochemical screening and antimicrobial activity of the ethanolic and methanolic extracts of the leaf and barks of *Khaya senegalensis*. *African J Biotech.*, **7**(9): 1216-1219. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0377-8401\(96\)01023-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0377-8401(96)01023-1).
- Mane S. 2012. Etude comparée des propriétés antioxydantes des extraits d'écorces de tronc, des feuilles et des fruits (coques et graines) de *Khaya senegalensis* (Desr.) A.

- JUSS (Meliaceae). Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Santé. Université de Ouagadougou. 120p.
- Marles, Farnsworth. 1995. Anti-diabetic plants and their active constituents. *Phytomedicine*, **2** (2) 137-189. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0944-7113\(11\)80059-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0944-7113(11)80059-0).
- Meir P, Yaniv Z. 1985. An *in vitro* Study on the effect of *Momordica charantia* on Glucose Uptake and Glucose Metabolism in Rats. *Planta Med.*, **51**(1): 12–6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-969380>.
- Mehta LK, Balaraman R, Amin AH, Bafna PA, Gulati OD. 2003. Effect of fruits of *Moringa oleifera* on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic rabbits. *J. Ethnopharmacol.*, **86**: 191–195. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-8741\(03\)00075-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-8741(03)00075-8).
- Melzig, Traditionally used plants in diabetes therapy therapy - phytotherapeutics as inhibitors of amylase activity. *Braz. J. Pharmacogn.*, **16**(1): 1-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2006000100002>.
- Nikiema A, Pasternak D. 2008. *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. Fiche de Protabase. PROTA (plant Resources of Tropical Africa/Ressources végétales de l'Afrique tropicale), *Wageningen, Pays Bas.*, **2**: 13.
- Nikkon F, Saud ZA, Rehman MH, Haque ME. 2003. *In vitro* antimicrobial activity of the compound isolated from chloroform extract of *Moringa oleifera* Lam. *Pak. J. Biol. Sci.*, **22**:1888–1890. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2003.1888.1890>.
- Ng TB, Wong CM, Li WW, Yeung HW. 1986. Insulin-like molecules in *Momordica charantia* seeds. *Journal of Ethnopharmacology.*, **15**: 107. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741\(86\)90106-6](http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741(86)90106-6).
- Nomura E, Kashiwada A, Hosoda A, Nakamura K, Morishita H, Tsuno T Taniguchi H. 2003. Synthesis of amide compounds of ferulic acid, and their stimulatory effects on insulin secretion *in vitro*. *Bioorgan and Medicinal Chemistry.*, **11**: 3807–3813. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0968-0896\(03\)00280-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0968-0896(03)00280-3).
- Nurul HR, Noriham A, Nooraain H, Azizah AH, Farah AO. 2013. Acute oral toxicity effects of *Momordica Charantia* in *Sprague Dawley* Rats. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics.*, **3**(4): 408-410.
- Ogata F, Miyata T, Fujii N, Yoshida N, Noda K, Makisumi S, Ito A. 1991. Purification and amino acid sequence of a bitter gourd inhibitor against an acidic amino acid-specific endopeptidase of *Streptomyces griseus*. *Journal of Biological Chemistry*, **266**: 16715–16721.
- Okpara JO, Anagor PO, Okpalia EJ, Abdullahi A, Ahmed MS. 2004. The anthelmintic efficacy of medicinal herb extracts against gastrointestinal helminths of sheep, Rapport of 9th Annual Conference of Animal Science Association Nigeria (ASAN), 13–16. Ebonyi State University, Nigeria.
- Olmo LRV, Da Silva MF, Fo ER, Vieira P, Fernandes J. B, Pinheiro AL et Vilela EF. 1997. Limonoids from leaves of *Khaya senegalensis*. *Phytochemistry.*, **44**: 1157-1161. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9422\(96\)00571-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9422(96)00571-7).
- Olson ME. 2002. Intergeneric Relationships within the *Caricaceae-Moringaceae* Clade (Brassicales) and Potential Morphological Synapomorphies of the Clade and Its Families. *Syst. Bot.*, **27**: 55–73. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/324046>.
- Onu A, Saidu Y, Ladan MJ, Bilbis LS, Aliero AA and Sahabi SM. 2013. Effect of aqueous stem bark extract of *Khaya senegalensis* on some biochemical, haematological and histopathological parameters of rats. *J. Toxicol.*, 803-835.

- DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/803835>.
- Omoregbe RE, Ikuebe OM, Ihimire IG. 1996. Antimicrobial activity of some medicinal plants extracts on *Escherichia coli*, *Salmonella paratyphi* and *Shigella dysenteriae*. *Afr. J. Med.Sci.*, **25**(4): 373-375.
- Pal SK, Mukherjee PK, Saha BP. 1995. Studies on the antiulcer activity of *Moringa oleifera* leaf extract on gastric ulcer models in rats. *Phytother. Res.*, **9**: 463-465. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.2650090618>.
- Pan GY, Huang ZJ, Wang GJ, Fawcett JP, Liu XD, Zhao XC, Sun JG Xie YY. 2003. The antihyperglycaemic activity of berberine arises from a decrease of glucose absorption. *Planta. Medica.*, **69**: 632-636. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2003-41121>.
- Platel K, Srinivasan K. 1997. Plant foods in the management of diabetes mellitus: vegetables as potential hypoglycaemic agent. *Nahrung.*, **41**(2): 68-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/food.19970410203>.
- Platel K, Srinivasan K. 1995. Effect of dietary intake of freeze dried bitter melon (*Momordica charantia*) in streptozotocin induced diabetic rats. *Nahrung.*, **39**(4): 262-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/food.19950390403>.
- Ruckmani K, Kavimani S, Anandan R, Jaykar B. 1998. Effect of *Moringa oleifera* Lam on paracetamol-induced hepatotoxicity. *Indian J. Pharm. Sci.*, **60**: 33-35.
- Sathish-kumar D, Vamshi SK, Yogeshwaran P, David BA. 2010. A Medicinal potency of *Momordica charantia*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, **12**: 95-100.
- Sarkar S, Pranava M, Marita R. 1996. Demonstration of the hypoglycemic action of *Momordica charantia* in a validated animal model of diabetes. *Pharmacol. Res.*, **33**: 1-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/phrs.1996.0001>.
- Schreiber CA, Wan L, Sun Y, Lu L, Krey, L C, Lee-Huang S. 1999. The antiviral agents, MAP30 and GAP31, are not toxic to human spermatozoa and may be useful in preventing the sexual transmission of human immunodeficiency virus type 1. *Fertility and sterility.*, **72**: 686-690. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0015-0282\(99\)00302-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0015-0282(99)00302-7).
- Shibib BA, Khan LA, Rahman R. 1993. Hypoglycemic activity of *Coccinia indica* and *Momordica charantia* in diabetic rats: depression of the hepatic gluconeogenic enzymes glucose-6-phosphatase and fructose-1,6 bisphosphatase and elevation of both liver and red cell shunt enzyme glucose-6-phosphate dehydrogenase. *Biochem. J.*, **292**: 267-270. DOI: <http://dx.doi.org/10.1042/bj2920267>.
- Siddhuraju P, Becker K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.), *J. Agric. Food Chem.*, **15**: 2144-2155.
- Singh B, Singh BK. 2012. Ethnomedicinal use of Pteridophytes in reproductive health of tribal women of Pachmarhi Biosphere Reserve, Madhya Pradesh, India. *International Journal of Medicine and Medical Researcher*, **3**(12): 4780-4790. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf020444>.
- Sule MS, Abdulraheem RB. and Aminu BM. 2010. Potency of aqueous stem bark extract of *Khaya senegalensis* against liver diseases in rats. *Bajopas.*, **1**(1): 29-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/bajopas.v1i1.57508>.
- Tabuti JR, Lye KA, Dhillion SS. 2003. Traditional herbal Drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. *Journal of Ethnopharmacology.*, **111**: 271-283.
- Takin M, Sabbas A, Alphonse S, Sèlidji E A, Lamine B. 2013. Bioactivity, therapeutic

- utility and toxicological risks of *Khaya senegalensis*. *Indian J. Pharm. Biol. Res.*, **1**(4): 122-129.
- Takin M, Ahokpè M, Zohoun L, Assou E, Aïvodji N, Agossou E. 2014. Effect of total *Khaya senegalensis* (Meliaceae) barks extracts on hepatic liberation of glucose, *Natl J Physiol Pharm.*, **4**: 105-110. DOI: <http://dx.doi.org/10.5455/njppp.2014.4.290920133>.
- Trapti Rastogi, Vijay Bhutda, Komal Moon., Aswar PB, Khadabadi SS. 2009. Comparative Studies on Anthelmintic Activity of *Moringa Oleifera* and *Vitex Negundo*. *Asian J. Research. Chem.*, **2**(2) : 181-182.
- Tidoune O, Pousset JL, Loi. 1997. Contribution à l'étude de l'action anti-inflammatoire des écorces de *Khaya senegalensis* (Desr) A Juss. *Rev. Méd. Pharm. Afr.*, **11**(12): 131-142.
- Uanhong L, Caili F, Yukui R, Guanghui H Tongyi C. 2005. Effects of protein-bound polysaccharide isolated from pumpkin on insulin in diabetic rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, **60**: 13–16.
- Umar IA, Ibrahim MA, Fari NA, Isah SB, Balogoun DA. 2010. *In vitro* and *in vivo* anti-*Trypanosoma evansi* activities of extracts from different parts of *Khaya senegalensis*. *Journal of Cell and Animal Biology*, **46**: 91–95.
- Vessal M, Hemmati M Vasei M. 2003. Hypoglycemic effects of quercétine in streptozocin-induced diabetic rats. *Comparative Biochemistry Physiology C. Toxicology and Pharmacology*, **135**: 357–364.
- Wild S, Roglic G, Green A. 2004. Global prevalence of diabetes estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diab. Care*, **27**: 1047-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.27.5.1047>.
- Yasui Y, Hosokawa M, Sahara T, Suzuki R, Ohgiya S, Kohno H, Tanaka T, Miyashita K. 2005. Bitter melon seed fatty acid rich in 9c,11t,13t conjugated linolenic acid induces apoptosis and up-regulates the GADD45, p53 and PPARgamma in human colon cancer Caco-2 cells. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, **73**: 113-119. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.plefa.2005.04.013>.
- Yeung HW, Li WW, Chan WY, Law LK, Ng TB. 1986. Alpha and beta momorcharins. *Int. J. Pept. Protein Res.*, **28**: 518-524. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3011.1986.tb03286.x>.