



Morphologie des fruits et quelques caractéristiques physique et chimique de l'huile et des tourteaux de *Irvingia gabonensis* (Irvingiaceae)

Edwige DAHOUEON-AHOUSI, Tindo Sébastien DJENONTIN, Darius R.M. CODJIA, Fidèle Paul TCHOBO, Alain Guy ALITONOU, Justine DANGOU, Félicien AVLESSI et Dominique C.K. SOHOUNHLOUE*

Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA) / Ecole Polytechnique d'Abomey – Calavi (EPAC) / Université d'Abomey-Calavi (UAC) / 01 BP 2009 Cotonou (République du Bénin).

*Auteur correspondant ; Email : dominique.sohounhloue@uac.bj; ksohoun@bj.refer.org

Tel : +229 21 36 09 93 / 182 ; Fax : +229 21 36 01 99 / LERCA

RESUME

Irvingia gabonensis (Irvingiaceae) est un Produit Forestier Non Ligneux (PFNL) connu pour son fruit et son amande comestibles et dont les aspects ethnobotaniques sont largement discutés dans la littérature. Ce travail est une contribution à la caractérisation physique et chimique des fruits de l'espèce du sud-Bénin. Trois (03) formes physiques (cylindrique, sphérique et ellipsoïdale) sont notées dans les fruits collectés à Abomey-Calavi, Sè et Pobè avec une prépondérance des formes cylindriques. Les teneurs en matières grasses sont de l'ordre de 65% et les indices d'acide, d'iode, de peroxyde, de saponification et d'ester déterminés par les normes françaises révèlent la bonne qualité des échantillons d'huiles. L'analyse des esters méthyliques des acides gras de l'huile est faite par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) et montre la prédominance des acides gras saturés (90%) dont les acides myristique C14:0 et laurique C12:0. L'analyse des tourteaux après extraction de l'huile montre une forte proportion de l'azote, du phosphore, du potassium, du magnésium et des protéines totales (20%). Ces tourteaux délipidés pourraient servir à l'assaisonnement des sauces au Bénin avec une bonne valeur nutritionnelle.

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Produit Forestier Non Ligneux (PFNL), mangues sauvages, *Irvingia gabonensis*, acides gras saturés, valeur nutritionnelle, valorisation.

INTRODUCTION

L'utilisation toujours plus poussée des végétaux est une démarche constante depuis le début de l'humanité, mais la valorisation à l'échelle industrielle bien que parvenue à un stade important, pourrait connaître de nouveaux développements et nécessiterait des progrès en termes de rationalité. L'extraction et les transformations dans de bonnes conditions de matières grasses dérivées

d'espèces peu exploitées, permettraient d'accroître sensiblement l'offre d'huiles comestibles ou industrielles et de participer à la réduction de la pauvreté chez les paysans qui par l'extractivisme ou l'agroforesterie, pourraient diversifier leurs activités génératrices de revenus. Cela passe par : (i) la valorisation optimisée de la totalité de la biomasse collectée (par opposition au concept de l'extraction d'un seul principe actif), (ii) la

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i5.32>

mise en œuvre de procédés respectueux de l'environnement, (iii) l'optimisation du couple avantage économique/impact environnemental.

En général, les nombreuses sources d'huiles végétales disponibles en zone tropicale ne sont pas exploitées ou utilisées de manière optimisée. Certaines ressources végétales comme *I. gabonensis*, présentent des teneurs appréciables en huile, mais ne sont pas exploitées à grande échelle. Seule son amande est utilisée et fait l'objet d'un commerce structuré (Ayuk et al., 1999 ; Leakey et al., 2005). La matière grasse de ces sources non conventionnelles est pourtant bien utilisée par les populations locales, non pas par extraction et utilisation directes, mais indirectement au travers de recettes culinaires intégrant ces sources d'huiles. Il se dégage ainsi la nécessité d'identifier les potentialités d'extraction et d'utilisation de telles huiles.

Le manguier sauvage (*Irvingia gabonensis*) est un Produit Forestier Non Ligneux (PFNL) à usages multiples pour les populations d'Afrique centrale et occidentale. Il est un arbre à large distribution de la famille des Irvingiaceae et son aire de distribution s'étend du sud-Sénégal, en passant par le sud Soudan, jusqu'en Angola (Ainge et Brown, 2004). Il se retrouve à l'état sauvage dans les zones forestières humides de l'Afrique tropicale (Harris, 1996). Les fruits de *I. gabonensis* sont riches en vitamines A et C (Vivien et Faure, 1996 ; Vabi et Tchamou, 1999). Ils sont localement utilisés pour la fabrication des gelées et confitures (Ejiofor, 1994) et la préparation d'un vin (Akubor, 1996 ; Vodouhè, 2003). Son amande comestible, est utilisée pour traiter le diabète et contient tous les acides aminés indispensables à l'homme dans des proportions intéressantes (Ainge et Brown, 2000). Au Bénin, l'amande moulue est grasse et sert à assaisonner les sauces (Sokpon et Lejoly, 1996). L'huile qu'on y extrait est solide à température ambiante et peut remplacer les margarines. Elle peut également trouver des usages en cosmétique et en

pharmacie. Les noix de mangues sauvages tiennent une place importante dans les échanges commerciaux en Afrique occidentale et centrale (Ayuk et al., 1999 ; Leakey et al., 2005).

Au Bénin, peu d'études sont consacrées à la caractérisation *in fine* des fruits de *I. gabonensis* en dehors des travaux de Vihotogbé (2001) et de Vodouhè (2003). Par contre, la caractérisation des fruits des espèces acclimatées au Nigéria, au Cameroun et au Congo a été effectuée par Leakey et al. (2005) ; Ndjouenkeu et al. (2002), Silou et al. (2004). L'aspect morphologique des fruits a été peu étudié alors que la connaissance des proportions pondérales et leur caractérisation chimique pourraient mieux orienter le type de fruit ou la partie requise pour les différentes applications industrielles (jus, confiture, margarine...) de ces fruits peu valorisés.

Cette étude rentre dans le cadre de l'étude de la valeur d'utilisation de potentiels corps gras au Bénin en général (Djenontin et al., 2006 ; 2009 et 2012) et se propose d'actualiser les données de la littérature sur les différentes parties des fruits de *I. gabonensis*. Il s'agit d'une contribution scientifique à l'étude chimique des fruits de *I. gabonensis* en relation avec la morphologie des fruits et leur provenance. Les lipides, protéines, glucides, minéraux ont été analysés suivant les protocoles standards et les données sont comparées aux données de la littérature concernant l'huile de palme, le beurre de karité et la farine de *Adansonia digitata* utilisée au Bénin dans l'alimentation.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal

Les fruits de *I. gabonensis*, sont collectés dans trois localités du sud-Bénin à savoir : Akassato (Abomey-Calavi), Zobèmè (Sè), et Oké-ata (Pobè) respectivement dans les Départements de l'Atlantique, du Mono et du Plateau. Les peuplements ont été identifiés par des accompagnateurs locaux et des botanistes.

Fractionnement et caractérisation physique des fruits

Les fruits frais collectés sur les arbres, sont ramenés au laboratoire et immédiatement fractionnés en différentes parties (épicarpe, mésocarpe, endocarpe et amande). Les pourcentages pondéraux des différentes parties à l'état frais ont été déterminés par pesées à la balance de lots de 50 fruits. Le classement visuel des différentes formes des fruits a été effectué et les dimensions des différentes formes (rayon, hauteur) ont été mesurées à l'étrier.

Conditionnement de l'amande et extraction des matières grasses (huiles)

Les noix ont été séchées pendant 7 jours au laboratoire à la température ambiante (25 °C) et ont été concassées mécaniquement à l'aide d'un marteau. Les amandes séparées manuellement ont été séchées à l'air libre à 25 °C pendant 10 jours avant la détermination de la teneur en eau et en matières volatiles suivant la norme NF T 60-201. Elles ont été broyées mécaniquement dans un moulinex et les matières grasses ont été extraites au Soxhlet à l'hexane à 69 °C suivant le protocole de la norme NF V03-924.

Détermination de quelques caractéristiques des matières grasses (huiles)

Les indices d'acide (IA), de peroxyde (IP), d'iode (II) et de saponification (IS) ont été déterminés par les normes NF T60-204 NF T60-220, NF ISO 3961, NF T 60-206, respectivement. L'indice d'ester (IE) a été calculé sur la base des données analytiques suivant la formule :

$$IE = IS - IA \quad (1)$$

Le pouvoir calorifique a été calculé en utilisant la formule de Batel et al. (1980)
 $PC = 47645 - 4.187II - 38.31IS \text{ (KJ/Kg)} \quad (2)$

Détermination de la composition en acides gras par CPG

Les esters méthyliques ont été préparés selon le protocole de la norme NF T60-233. Pour déterminer la composition en acides

gras, 1 µl d'une solution hexanique d'esters méthyliques est injectée dans un appareil CPG Agilent 6890 HP series (Agilent, USA) équipé d'une colonne de type Innowax (Agilent, USA), de 30 m de long, 0,32 mm de diamètre interne ayant un film d'épaisseur de 0,25 µm. L'injecteur est en mode split, ratio 1/80 à la température de 250 °C. Le gaz vecteur est l'hélium, avec un débit 1,5 ml/min. Le détecteur à ionisation de flamme est à 270 °C, le débit de l'hydrogène est de 35 ml/min et celui de l'air de 350 ml/min. La programmation de la température du four est la suivante : 150 °C pendant 3 min, augmentation de 3 °C/mn jusqu'à 220 °C (26,3 min), palier jusqu'à la fin de l'acquisition (35,3 min). L'identification des pics est faite par comparaison des temps de rétention d'esters méthyliques d'acides gras d'huiles végétales connues comme le tournesol et le palme, injectés dans les mêmes conditions opératoires. Afin de vérifier la reproductibilité des résultats, chaque échantillon est analysé trois fois dans les mêmes conditions opératoires. Le résultat est exprimé en pourcentage des acides gras.

Caractérisation des tourteaux

Les éléments minéraux (N, P, Na Ca et Mg) ont été dosés par ICP (plasma à Couplage Inductif) après minéralisation de l'échantillon. Le principe de l'ICP repose sur l'émission atomique et les phénomènes d'émission ayant lieu dans un plasma. La température très élevée du plasma (7000 à 10000 K) par rapport à celle d'une flamme (1000 K) permet une meilleure dissociation des espèces chimiques. Les échantillons sont mis en solution selon la procédure de minéralisation par voie sèche. Le spectromètre, de marque Varian Vista, est équipé du détecteur CCD (Coupled Charge Device). L'appareil (Jobin Yvon JY) était aux longueurs d'onde de 214,914 nm pour le phosphore, 589,592 nm pour le sodium. Les dosages ont été effectués en réalisant un étalonnage qui respecte les conditions du milieu analysé (matrice,

acidité). Les calculs ont été effectués par interpolation par rapport à la gamme d'étalonnage. La validation des résultats analytiques repose sur l'analyse d'échantillons de référence internes, témoins, dont la teneur en éléments minéraux est connue.

Analyses statistiques

Toutes les déterminations (masse, hauteur, rayon et proportions pondérales) ont été réalisées sur des lots de cinquante (50) fruits. Les données ont été traitées à l'aide du tableur Microsoft Excel 2007 et du logiciel SPSS V 18 pour l'analyse de la variance (ANOVA). La comparaison des moyennes est faite par le test de Student Newman Keuls.

RESULTATS

Pré-éléments sur la relation entre la morphologie, les proportions pondérales des différentes parties des fruits frais de *I. gabonensis* et leur provenance

Les fruits collectés dans les trois (03) localités présentent trois formes différentes (sphérique, cylindrique et ellipsoïdale) avec une prédominance des formes cylindriques (52,38% ; 48% et 70,25%, respectivement à Abomey-Calavi, Sè et Pobè). L'analyse du Tableau 1 montre une dispersion significative du poids et de la taille des fruits selon la localité surtout pour les formes sphérique et ellipsoïdale. Les fruits les plus pesants sont ceux collectés à Pobè (124 – 165 g) (Tableau 1). En ce qui concerne les proportions pondérales des différentes parties on note aussi une dispersion importante en fonction de la provenance des fruits. Cependant les fruits de la localité d'Abomey-Calavi sont plus riches en épicarpe (20 – 31%) quelle que soit la forme, mais cette partie des fruits est négligée et n'a pas une application importante. Les fruits de Sè sont plus riches en mésocarpe (78 – 82%). En ce qui concerne les amandes, on note aussi une forte

proportion au sein du lot de Sè (3,64 – 3,76%) et de Pobè (3,54 – 4,19%) (Tableau 2). Pour les parties importantes des fruits (mésocarpe et amandes), le lot de Sè a montré une bonne homogénéité (Tableau 3) facilitant ainsi une collecte sans tenir compte de la forme des fruits.

Caractéristiques physique et chimique de l'huile d'amande de fruits frais de *I. gabonensis* récoltés dans trois localités du sud du Bénin (Abomey-Calavi, Sè et Pobè)

Les caractéristiques physique et chimique des huiles sont présentées dans le Tableau 4. La teneur en eau et matières volatiles des amandes est de 12,81, 6,27 et 7,33, respectivement à Abomey-Calavi, Sè et Pobè contre 64,24, 64, 65,45%-MS respectivement pour les teneurs en huile. L'analyse des matières grasses a montré des acidités variant de 0,9 à 2,31%. Les indices de saponification, d'iode et de peroxyde varient respectivement de 204,49 à 267,42 mg de KOH/g ; 5,6 à 7,3 et 1,25 à 7,04 méqO₂/kg. Les pouvoirs calorifiques inférieurs (calculés) sont respectivement de 38979, 37374 et 39787 KJ/Kg. La composition en acides gras des huiles (Tableau 5) montre la présence de onze (11) acides gras dont sept (07) sont saturés. Tous les échantillons d'huile sont de type laurique (C12:0, 30,16-35,53%) et myristique (C14:0, 50,23-53,97%) qui font près de 90% des acides gras.

Quelques caractéristiques des tourteaux d'extraction

Les éléments minéraux et les protéines totales sont donnés dans le Tableau 6. La fraction de tourteaux varie de 22,95 à 29,73% comprenant essentiellement 19,71 à 20,27% de protéines et quatre éléments minéraux principaux à savoir l'azote (3,15 - 3,24%), le phosphore (0,83-1,10%), le potassium (0,32-1,09%) et le magnésium (0,34-0,50%).

Tableau 1: Caractéristiques physiques des fruits frais et mûrs de *Irvingia gabonensis* en relation avec leur provenance dans le Sud-Bénin.

	Fruits Sphériques			Fruits cylindriques			Fruits Ellipsoïdales		
	Abomey-Calavi	Sè	Pobè	Abomey-Calavi	Sè	Pobè	Abomey-Calavi	Sè	Pobè
Masse (g)	82,54±10,68a	94,98 ± 11,96b	124,26±16,97c	95,51±12,39a	105,09±10,82a	144,81±19,01b	78,74 ±7,89a	114,68±11,50b	164,54±16,60c
Rayon (m)	2,70 ± 0,13 a	2,79 ± 0,24 a	3,00 ± 0,14 b	2,70 ± 0,15 a	2,91 ± 0,14 b	3,10 ±0,14c	2,64 ± 0,12 a	2,93 ± 0,30 b	3,26 ± 0,10 c
Hauteur (m)	5,44 ± 0,25 a	5,72 ± 0,30 b	6,00 ± 0,29 c	5,53 ± 0,26 a	5,70 ± 0,23 a	6,85 ±0,28b	7,24 ± 0,47 a	5,83 ± 0,39 b	7,25 ± 0,42 a

Les valeurs portant des lettres différentes, pour une forme de fruit, sur la même ligne sont significativement différentes au seul de 5%.

Tableau 2: Différentes parties en relation avec la forme des fruits mûrs et frais de *Irvingia gabonensis* dans le Sud-Bénin.

	Fruits Sphériques			Fruits cylindriques			Fruits Ellipsoïdales		
	Abomey-Calavi	Sè	Pobè	Abomey-Calavi	Sè	Pobè	Abomey-Calavi	Sè	Pobè
Épicarpes (%)	31,04 ± 1,96 a	7,19 ± 0,25b	11,66±1,01c	20,07±4,80a	6,20 ± 0,29 b	9,44±0,27b	27,52 ±1,22a	8,17 ± 0,60b	10,52 ±1,05c
Mésocarpes (%)	11,77 ± 0,65 a	80,17±0,16b	70,17±1,29c	69,32±5,03a	81,83 ±0,42b	74,02±1,51b	60,22 ±0,71a	78,52 ±0,51b	71,89± 1,28c
Amande (%)	2,25 ± 0,06 a	3,64 ±0,16 b	4,19 ± 0,41c	2,08 ± 0,33a	3,52± 0,33 b	3,54 ± 0,46b	2,22 ± 0,15a	3,76 ± 0,47b	3,78 ± 0,34 b
Endocarpes (%)	11,17 ± 0,65 a	12,64±0,11b	18,15±0,88c	10,68 ± 0,7a	11,97 ± 0,70a	16,54±1,37b	11,80 ±0,66a	13,31 ±0,51b	17,59 ±0,23c

Les valeurs portant des lettres différentes, pour une forme de fruit, sur la même ligne sont significativement différentes au seul de 5%.

Tableau 3: Différentes parties en relation avec la provenance des fruits mûrs et frais de *I. gabonensis* dans le Sud-Bénin.

	Fruits collectés à Abomey-Calavi			Fruits collectés à Sè			Fruits collectés à Pobè		
	Sphérique	Cylindrique	Ellipsoïdale	Sphérique	Cylindrique	Ellipsoïdale	Sphérique	Cylindrique	Ellipsoïdale
Épicarpes (%)	31,04 ± 1,96 a	20,07 ± 4,80b	27,52 ± 1,22a	7,19 ± 0,25 a	6,20 ± 0,29 a	8,17 ± 0,60 a	11,66 ± 1,01a	9,44 ± 0,27 b	10,52 ± 1,05b
Mésocarpes (%)	11,77 ± 0,65 a	69,32 ± 5,03b	60,22 ± 0,71b	80,17 ± 0,16a	81,83 ± 0,42a	78,52 ± 0,51a	70,17 ± 1,29a	74,02 ± 1,51b	71,89 ± 1,28a
Amande (%)	2,25 ± 0,06 a	2,08 ± 0,33 a	2,22 ± 0,15 a	3,64 ± 0,16 a	3,52 ± 0,33 a	3,76 ± 0,47 a	4,19 ± 0,41a	3,54 ± 0,46 a	3,78 ± 0,34 a
Endocarpes (%)	11,17 ± 0,65 a	10,68 ± 0,7 a	11,80 ± 0,66a	12,64 ± 0,11a	11,97 ± 0,70b	13,31 ± 0,51c	18,15 ± 0,88a	16,54 ± 1,37b	17,59 ± 0,23c

Les valeurs portant des lettres différentes, dans une localité, sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 4: Caractéristiques chimiques des huiles extraites d'amande de *I. gabonensis* en relation avec leur provenance dans le Sud-Bénin, comparées à l'huile de palme, au beurre de Karité et aux normes.

Caractéristiques	Abomey-Calavi	Sè	Pobè	Huile de palme	Beurre de Karité	Normes
Teneur en huile (%-MS)	64,24 ± 2,12	64,00 ± 1,59	65,45 ± 2,53	22	50	> 18%
Couleur	Jaune	Jaune	Jaune	rouge	blanche	Caractéristique
Acidité (% laurique)	0,90 ± 0,00	2,31 ± 0,14	1,31 ± 0,07	3 à 5	0,39	< 10%
Indice de saponification (mg KOH/g-huile)	225 ± 1	267 ± 1	204 ± 2	195 - 205	178 - 193	Caractéristique
Indice d'iode	7,3	6,3	5,6	44 - 58	46 - 48	Caractéristique
Indice de peroxyde (méq d'O ₂ /Kg-huile)	1,25 ± 0,07	5,70 ± 0,07	7,04 ± 0,35	3,8	8,1-10,1	< 10
Indice d'ester calculé	225,20 ± 0,78	262,63 ± 1,08	202,00 ± 2,31	189 - 195	177,22 - 192,22	~ IS
Pouvoir calorifique calculé (KJ/Kg)	38979	37374	39787	39549 - 39990	40050- 40633	> 35000

Tableau 5: Composition en acides gras des huiles extraites d'amande de fruits de *I. gabonensis* en relation avec leur provenance, comparées à celle du Congo.

Acides gras		Abomey-Calavi	Sè	Pobè	(Matos et al., 2009)
Acide caprique	(C10 : 0)	0,92 ± 0,00	0,99 ± 0,00	1,19 ± 0,00	1,11 - 1,34
Acide laurique	(C12 : 0)	30,16 ± 0,25	33,32 ± 0,27	35,53 ± 0,59	36,60 - 39,37
Acide myristique	(C14 : 0)	53,97 ± 0,13	53,18 ± 0,29	50,23 ± 0,23	50,92 - 53,71
Acide myristolique	(C14 : 1)	-	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,00	-
Acide palmitique	(C16 : 0)	8,38 ± 0,18	7,21 ± 0,01	6,88 ± 0,18	4,97 - 5,23
Acide palmitoléique	(C16 : 1)	0,16 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00	-
Acide stéarique	(C18 : 0)	1,12 ± 0,00	1,00 ± 0,00	1,05 ± 0,00	0,73 - 0,80
Acide oléique	(C18 : 1)	3,94 ± 0,01	3,23 ± 0,15	3,79 ± 0,01	1,82 - 1,97
Acide linoléique	(C18 : 2)	0,85 ± 0,00	0,6 ± 0,00	0,72 ± 0,00	0,48 - 0,49
Acide linoléique	(C18 : 3)	0,14 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,19 ± 0,00	-
Acide arachidique	(C20 : 0)	0,08 ± 0,00	0,30 ± 0,04	0,07 ± 0,00	-
Autres		0,28 ± 0,06	0,18 ± 0,18	0,23 ± 0,18	0,22 - 0,24

Moyenne ± écart type de trois déterminations

Tableau 6: Protéines totales et éléments minéraux des tourteaux d'extraction de *I. gabonensis* en relation avec leur provenance, comparées à d'autres échantillons de graines et farine alimentaire.

Caractéristiques (%)	Abomey-Calavi	Sè	Pobè	<i>Irvingia gabonensis</i> (Silou et al., 2004)	Colza	Soja 48	Farine de <i>Adansonia digitata</i> (Chadaré, 2010)
N	3,15	3,21	3,24	4,12	5,40	7,25	-
K	0,38	1,09	0,32	1,68	-	-	0,73 - 3,27
P	1,10	0,96	0,83	5,42	1,14	0,62	0,00 - 0,43
Na	0,33	0,35	0,31	0,01	-	-	-
Ca	0,25	0,45	0,36	0,30	0,83	0,34	0,39 - 0,70
Mg	0,50	0,45	0,34	0,68	-	-	0,10 - 0,30
Protéines	20,09	19,71	20,27	25,75	33,7	45,3	2,50 - 3,60

DISCUSSION

Les matrices de corrélation de l'étude morphologique des échantillons pour la masse, la hauteur et le rayon pour les trois échantillons sont corrélés à R^2 à 0,65, 0,95, 0,97, respectivement pour Abomey-Calavi, Sè et Pobè. Ces résultats sont conformes à ceux de l'analyse descriptive réalisée avec un niveau de confiance de 95%. Sous réserve d'un plus large éventail d'échantillonnage dans le sud du Bénin, la forme cylindrique prédomine dans les trois (03) lots étudiés (48-70%). L'étude de la morphologie en relation avec les proportions des différentes parties a permis de disposer des premiers éléments sur le type de fruit nécessaire pour des applications spécifiques. Nous avons montré qu'à Sè, la collecte des fruits peut être faite sans considération de la forme contrairement aux deux autres localités. Les mêmes formes des fruits dans différentes localités n'ont pas les mêmes caractéristiques ce qui nécessite une spécification des zones de collecte des fruits. On peut proposer au regard de ces premiers résultats que les fruits de Sè peuvent servir pour l'extraction de l'huile (margarine) en raison des proportions intéressantes en amande (3,64-3,76%) et de l'homogénéité dans ce lot en ce qui concerne les formes. Ceux de Pobè seraient indiqués à la fois pour la production de jus, de confitures et de vins en raison de la forte proportion en mésocarpes (70 à 74%) mais aussi pour l'extraction de l'huile (3,54 à 4,19% d'amandes). En général, on a noté que les formes cylindriques sont plus charnues alors que les formes ellipsoïdales sont plus riches en amandes mais sont en plus faible proportion dans tous les lots étudiés. Ces résultats ne sont pas comparables en notre connaissance à d'autres données de la littérature et l'étude se poursuivra en augmentant le nombre de localités afin de mieux cerner les variabilités.

On a noté en général que les caractéristiques physique et chimique des huiles et des tourteaux ne dépendent pas de la provenance des fruits et seules les proportions des différentes parties (épicarpes, mésocarpes, endocarpes et amandes) peuvent les différencier.

Les teneurs en huile sont dans la gamme proposée par Nzikou et al. (2007) et Matos et

al. (2009) qui ont trouvé des valeurs comprises entre 34,3-75,5%. Ces teneurs sont supérieures à celles de la plupart des oléagineux industriels à savoir le soja, le coton, l'arachide et le tournesol. En raison du caractère solide des huiles à la température ambiante (22 - 30 °C), l'extraction par voie de presse mécanique ne serait rentable qu'à condition de chauffer les pièces métalliques (vis, barreaux). Du point de vue technologique, l'étude d'autres techniques d'extraction de l'huile est aussi une perspective intéressante à cette étude (Ejiofor et al., 1987). L'huile extraite est de couleur jaune et solide à température ambiante, ce qui la rapproche des margarines. Sa dureté et son odeur agréable sont semblables à celles du beurre de *Pentadesma* rapportées par Tchobo et al. (2007). En raison de l'utilisation de l'amande pour l'assaisonnement des sauces, elle est donc aussi alimentaire et comestible, et pourrait valablement substituer les beurres de table.

Les acidités des huiles sont inférieures aux 3% recommandée par Onyeike et Acheru (2002) pour une huile alimentaire. Ces huiles ont des taux en acides gras libres faibles comme le montre l'égalité entre les valeurs calculées pour les indices d'ester et de saponification. Cependant des précautions de pré-raffinage et de conditionnement doivent être prises afin de limiter une dénaturation ultérieure qui conduirait à une décoloration comme observée sur l'échantillon de Pobè. Les valeurs obtenues pour l'indice de saponification se rapprochent de celles mentionnées par Matos et al. (2009) qui a obtenu 198,9-199,50 mg KOH/g et sont supérieures aux indices de saponification des huiles commerciales conventionnelles comme le soja (189 - 195), l'arachide (187 - 196) et le coton (189 - 198) (Codex Alimentarius, 1993) de type C18. Ces données sont compatibles avec la composition en acides gras C12:0 et C14:0, reconnus pour exalter le caractère moussant fortement recherché en détergence et en savonnerie (Nzikou et al., 2007). La composition en acides gras se rapproche des données mentionnées dans la littérature par Womeni et al. (2006) et Matos et al. (2009) qui ont trouvé l'acide myristique (51 - 54%) et l'acide laurique de (36 - 39%) comme

acides gras majoritaires dans les huiles d'amandes de fruits collectés respectivement au Cameroun et au Congo Brazaville en Afrique centrale (Tableau 5). Les huiles analysées par ces différents auteurs ont été cependant obtenues par différents modes d'extraction et cela n'a pas affecté le profil en acides gras. Ces huiles sont saturées et cela justifie leur aspect solide et les valeurs obtenues pour les indices d'iode qui sont très faibles comparativement à celles obtenues pour des huiles de *Dacryodes edulis* (60 - 85) (Dzondo et al., 2005), *Coula edulis* (90 - 95), *Canarium schwenfurthii* (71-95) (Abayeh et al., 1999), *Abelmoschus esculentus* (124,7), *Solanum nigrum* L (111,89) (Nzikou et al., 2007). Ces huiles devraient être protégées contre l'oxydation et le rancissement au regard des valeurs relativement faibles obtenues pour les indices de peroxyde qui sont proches des données mentionnées par Matos et al. (2009) (1,2 à 1,9 méqO₂/kg) et inférieures à la limite de 10 méqO₂/kg.

Les PCI sont supérieurs à 35000 KJ/Kg et ces huiles si elles n'étaient pas solides, pourraient être utilisées comme carburant et comme lubrifiant des moteurs. Cependant, l'usage alimentaire sera privilégié pour des raisons d'éthique dans un contexte de sous-alimentation dans la plupart des pays tropicaux où l'on fait recours à des compléments alimentaires. Ces données informeraient plutôt sur la valeur calorifique de ces matières grasses en alimentation humaine.

Les éléments minéraux présents dans les tourteaux sont nécessaires à une alimentation équilibrée. En effet, le calcium et le phosphore interviennent dans la dentition et dans l'ossification. Le magnésium permet l'activation de certaines enzymes et intervient par exemple dans la dégradation des glucides, la synthèse des protéines, la transmission de l'influx nerveux ou encore la contraction musculaire. La teneur en protéine des tourteaux est inférieure à celle des tourteaux de soja, de colza et de tournesol. Ce résultat est différent des 25,75% obtenus par Silou et al. (2004). Les données obtenues pour l'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium sont différentes de celles mentionnées par cet auteur et cela pourrait être lié à la nature

différente des sols. Les valeurs trouvées pour le phosphore, l'azote et les protéines totales sont nettement supérieures à celles de la farine de baobab (*Adansonia digitata*) utilisée au Bénin comme complément alimentaire (Chadaré, 2010). Ces tourteaux délipidés, ayant une teneur en protéines intéressante peuvent constituer un complément en protéines dans la préparation des sauces. Cette délipidation préalable des amandes aura l'avantage de limiter la consommation de sauces trop grasses causant des problèmes d'obésité et de maladies cardiovasculaires. Sous réserves de l'analyse des acides aminés essentiels et des vitamines, il est possible d'utiliser ces tourteaux déshuilés en assaisonnement, sans dénaturer leur valeur nutritionnelle. Cette opération présentera l'avantage de diversifier les sous-produits et de conférer une valeur ajoutée à la matière grasse extraite préalablement.

Conclusion

Ce travail est une contribution à la caractérisation des fruits collectés dans trois localités du Sud-Bénin (Abomey-Calavi, Sè et Pobè). Trois (03) formes physiques (cylindrique, sphérique et ellipsoïdale) ont été notées dans les fruits, avec une prépondérance de la forme cylindrique. Les teneurs en matières grasses et les caractéristiques chimiques ne sont pas dépendantes de la provenance des fruits. Les données obtenues sont en outre conformes aux normes et montrent leur bonne qualité et leur usage possible en margarinerie. La prédominance des acides gras saturés comme l'acide myristique C14:0 et l'acide laurique C12:0 est compatible avec les valeurs obtenues pour les indices d'iode et de saponification et justifie l'aspect solide de l'huile à température ordinaire.

Cette étude a permis d'actualiser les données de la littérature et devrait soutenir l'intérêt agroalimentaire et socio-économique de l'espèce *I. gabonensis* dans le sud du Bénin en fonction de la zone.

L'élimination préalable de la matière grasse des amandes, n'enlèverait rien à leur valeur nutritionnelle sous réserve de l'analyse complémentaire des acides aminés et des vitamines. La valorisation des ressources

forestières à des fins industrielles peut contribuer à la protection de nos forêts menacées. En effet, la préservation d'espèces sur pied par la diversification et une valorisation plus accrue de leurs sous-produits, peut favoriser leur aménagement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Dr Martin Pépin AÏNA et au Doctorant Jospin DJOSSOU pour leur aide dans l'analyse statistique des données.

REFERENCES

- Abayey OJ, Abdulrazak AK, Olaogun R. 1999. Quality characteristics of *Canarium schweinfurthii*. *Engl. Oil Plant Foods Hum. Nutr.*, **54**: 43-48.
- Ainge L, Brown N. 2000. *Irvingia gabonensis* and *Irvingia wombolu*: A State of Knowledge Report Undertaken for the Central African Regional Program for the Environment. Oxford Forestry Institute: United Kingdom.
- Ainge L, Brown N. 2004. Bush mango (*Irvingia gabonensis* and *I. wombolu*). In *The Key Non-Timber Forest Products of Central Africa: State of the Knowledge. SD Publication Series*, Clark LE, Sunderland TCH (eds). Office of Sustainable Development; Bureau for Africa, USAID: Washington, D.C. 20523; p. 186.
- Akubor PI. 1996. The suitability of African bush mango juice for wine production. *Plant Foods Hum. Nutr.*, **49**(3): 213-219.
- Ayuk ET, Duguma B, Franzel S, Kengue J, Mollet M, Tiki MT, Zenkeng P. 1999. Uses, management and economic potential of *Irvingia gabonensis* in the humid lowlands of Cameroon. *Forest Ecol. Manag.*, **113**(1): 1-9.
- Batel W, Graef M, Meyer GJ, Moller R, Schoedder F. 1980. Pflanzenerzeugung für die Kraftstoff- und Energieversorgung. *Grundlagen der Landtechnik*, **30**(2): 40-51.
- Chadaré FJ. 2010. Baobab (*Adansonia digitata* L.) foods from Benin: composition, processing and quality. Thèse de doctorat, Wageningen University, Pays-Bas, p.182.
- Codex Alimentarius Commission. 1993. Graisses et huiles végétales, division 11, Version abrégée FAO/WHO. Codex Stan 20-1981, 23-1981.
- Djenontin ST, Dangou J, Wotto DV, Sohounhloué KCD, Lozano P, Pioch D. 2006. Composition en acides gras, en stérols et en tocophérols de l'huile végétale non conventionnelle extraite des graines de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) du Bénin. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, **22**: 59-67.
- Djenontin ST, Wotto VD, Lozano P, Pioch D, Sohounhloué DKC. 2009. Characterization of *Blighia sapida* (Sapindaceae) seed oil and defatted cake from Benin. *Nat. Prod. Res.*, **23**(6): 549-560.
- Djenontin ST, Wotto VD, Avlessi F, Lozano P, Pioch D and Sohounhloué DKC. 2012. Composition of *Azadirachta indica* and *Carapa procera* (Meliaceae) seed oils and cakes obtained after oil extraction. *Ind. Crops and Prod.*, **38**: 39-45.
- Dzondo MG, Nzikou JM, Matouba E, Etoumoungou A, Linder M, Desobry S. 2005. Characterisation and nutritional interest of safou pulp oil. *Process Biochem.*, **40**: 307-312.
- Ejiofor MAN, Onwubuke SN, Okafor JC. 1987. Developing improved methods of processing and utilization of the kernels of *Irvingia gabonensis* (var. *gabonensis* and var. *excelsa*). *Int. Tree Crops J.*, **4**: 283-290.
- Harris DJ. 1996. A revision of the Irvingiaceae in Africa. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, **65**(1-2): 143-196.
- Leakey RRB, Greenwell P, Hall MN, Atangana AR, Usoro C, Anegebeh PO, Fondoun J-M, Tchoundjeu Z. 2005. Domestication of *Irvingia gabonensis*: 4. Tree-to-tree variation in food-thickening properties and in fat and protein contents of dika nut. *Food Chem.*, **90**: 365-378.
- Matos L, Nzikou JM, Matouba E, Pandzou-Yembe VN, Guembot AT, Linder M, Desobry S. 2009. Studies of *Irvingia gabonensis* Seed Kernels: Oil Technological Applications. *Pak. J. Nutr.*, **8**(2): 151-157.
- Ndjouenkeu R, Ngassoum M. 2002. Etude comparative de la valeur en friture de

- quelques huiles végétales (Comparative study of frying behaviour of some vegetable oils). *J. Food Eng.*, **52**: 121–125.
- Nzikou JM, Mvoula-Tsieri M, Matos L, Matouba E, Ngakegni-Limbili AC, Linder M, Desobry S. 2007. *Solanum nigrum* L. Seeds as an Alternative source of Edible lipids and Nutrient in Congo Brazzaville. *J. Appl. Sci.*, **7**: 1107-1115.
- Onyeike EN, Acheru GN. 2002. Chemical composition of selected Nigerian oil seeds and physicochemical properties of the oil extracts. *Food Chem.*, **77**: 431-437.
- Silou T, Biyoko S, Heron S, Tchaplà A, Maloumbi MG. 2004. Caractéristiques physico-chimiques et potentialités technologiques des amandes de *Irvingia gabonensis*. *Riv. Ital. Sostanze Gr.*, **81**(1): 49-57.
- Sokpon N, Lejoly J. 1996. Les plantes alimentaires d'une forêt dense caducifoliée : Pobè au Sud-Est du Bénin. In *L'Alimentation en Forêt Tropicale: Interactions Bioculturelles et Perspectives de Développement*, Hladik M.C. et al. (eds). UNESCO ; 315-324.
- Tchobo FP, Natta AK, Barea B, Barouh N, Piombo G, Pina M, Villeneuve P, Soumanou MM, Sohounhloué DCK. 2007. Characterization of *Pentadesma butyracea* sabinè Butters of Different Production Regions in Benin. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **84**(8): 755-760.
- Vabi MB, Tchamou N. 1999. A farming systems perspective to non-wood forest product exploitation in the support zone of the Korup National Park of Cameroon: determining the connections between the household and the forest. In *Non-wood Forest Products of Central Africa: Current Research Issues and Prospects for Conservation and Development*, Sunderland TCH, Clark LE, Vantomme P (eds). FAO: Rome; 171–182.
- Vihotogbé R. 2001. Diversité biologique et potentialités socio-économiques des Ressources Alimentaires Forestières Végétales-RAFVs (Produits Forestiers Non Ligneux-PFNL) de la forêt de Pobè et de ces zones connexes. Thèse d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi, FSA/UAC, p. 103.
- Vivien J, Faure JJ. 1996. Fruitières sauvages d'Afrique: espèces du Cameroun. Ministère Français de la Coopération et Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale CTA, Paris.
- Vodouhè GF. 2003. Socio-economic study of bush mango tree (*Irvingia gabonensis*). In Traditional agroforestry system in Benin: Case of Plateau department. Thèse d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi, FSA/UAC, p. 96.
- Womeni HM, Ndjouenkeu R, Kapseu C, Mbiapo FT, Parmentier M, Fanni J. 2006. Influence des techniques de séchage sur la cinétique de perte en eau des amandes et la qualité de l'huile d'*Irvingia gabonensis*. *Procédés Biologiques et Alimentaires*, **3**: 46-60.