



Étude de la qualité biochimique et nutritionnelle de la poudre séchée d'*Embrasai oyemensis*, chenilles consommées au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire.

Foua Bi F. G¹, Meite A¹, Dally T², Ouattara H³, Kouame K. G¹, Kati-Coulibaly S¹.

¹Laboratoire de Nutrition et de Pharmacologie, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan

²Unité pédagogique de Physiologie Animale UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa (Côte d'Ivoire).

³Département de Physiologie Animale, UFR Biologie, Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo (Côte d'Ivoire).

Corresponding author email : fouabig@yahoo.fr, tel : (225) 07 69 43 02; 06 06 94 93

Other authors: almeité@yahoo.fr, dalayco@yahoo.fr, kati-coolibalys@yahoo.fr, ouattarahowe@yahoo.fr, aboutou@yahoo.fr.

Original submitted in on 8th October 2015. Published online at www.m.elewa.org on 31st December 2015
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v96i1.1>

RESUME

Objectif : Cette étude a pour but d'établir la cartographie de la composition biochimique et nutritionnelle de la farine de la chenille *Imbrasia oyemensis* séchée. En effet, cet animal jadis prisé par les sociétés traditionnelles connaît de nos jours un abandon systématique au profit d'autres sources protéiques animales beaucoup plus vulgarisées dans le cadre de la consommation.

Méthodologie et résultats : Après une analyse chimique par les méthodes standards (AOAC) au laboratoire, la composition de cet animal a été déterminée : 7,19 g d'eau et de 2,36 g de cendres pour 100g de farine. Les cendres contiennent : du potassium 61 mg/100g de MS, calcium 51,1 mg/100gMS, magnésium 20,8 mg/100gMS et du phosphore 51,4 mg/100g MS. La teneur en oligoéléments tels que le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse, le molybdène et le sélénium sont respectivement de 702,14 mg/100gMS, 111,85 mg/100gMS, 48,09 mg/100gMS, 3879 mg/100gMS, 850 mg/100gMS et 309,8 mg/100g MS. Les taux de sucres totaux et réducteurs sont respectivement de 0,55g et 0,08g/100gMS. 23,10 g de matières grasses contiennent comme acides: laurique 0,6% , myristique 0,49%, stéarique 9,05%, oléique 38,53%, linoléique 12,28%, linoléique 0,58%, gadoléique 0,82% et palmitique 1,01%. Par ailleurs, les acides saturés et insaturés s'élèvent respectivement à 52,23% et 47,77% de la totalité des acides gras. En outre, les indices de saponification, d'iode, d'acide et de peroxyde sont successivement de 149,22 ; 51,07 ; 10,87 et 7,4. L'acidité oléique et les insaponifiables sont de 5,6% et 1,49%. Cette farine est composée de 55,49g/100MS de protéine et comporte dans son profil 9 acides aminés essentiels: la leucine 6,85%, isoleucine 5,58%, lysine 8,98%, thréonine 7,99%, valine 6,11%, méthionine + cystéine 0,418% et la phénylalanine+ tyrosine 8,83%. Les acides aminés non-essentiels sont : histidine 12%, tryptophane 2,08%, sérine 6,12%, glycine 7,99%, proline 5,92% et l'alanine 7,04%. La valeur énergétique de 100g de matières sèches était évaluée à 477 Kcal. Cette valeur nutritive est voisine de celle de la viande et du poisson qui sont plus onéreux pour les populations plus démunies.

Conclusion et application des résultats : Ces chenilles constituent donc une source riche en protéine animale et une sécurité alimentaire pouvant garantir le bon équilibre protéino-énergétique de l'Homme.

Mots clés : acides gras, acides aminés, *Imbrasia oyemensis*, valeur nutritionnelle

Biochemical and nutritional study of dried powder from caterpillars *Imbrasia oyemensis* eaten in west of Côte d'Ivoire

ABSTRACT

Objective: This study aims to evaluate the biochemical and nutritional composition of the flour of dried *Imbrasia oyemensis* caterpillar. Indeed, this Caterpillar was once prized by traditional societies But has been abandoned for other more popular animal proteins.

Methods and Results: After chemical analysis by the standard methods (AOAC) in the laboratory, the composition of this insect was determined as 7.19 grams of water and 2.36 g of ash per 100g flour. The ash contains Potassium 61 mg/100gdw, calcium 51.1 mg/100gdw, magnesium 20.8 mg/100gdw and phosphorus 51.4 mg/100gdw. The micro-nutrient content such as iron, zinc, copper, manganese, molybdenum and selenium were respectively 702.14 mg/100gdw, 111.85 mg/100gdw, 48.09 mg/100gdw, 3879 mg/100gdw, 850 mg /100gdw and 309.8 mg/100gdw. The rates of total and reducing sugars were 0.55g and 0.08g/100gdw, . 23.10g. Fat contained as acid: 0.6% lauric, myristic 0.49%, 9.05% stearic, oleic 38.53%, 12.28% linoleic, linolenic 0.58%, gadoleic 0, 82%, palmitic and 1.01%. Furthermore, saturated and unsaturated acids amounted to 52.23% and 47.77% respectively of the total fatty acids. In addition, the saponification index, acid and iodine peroxide are successively 149.22; 51.07; 10.87 and 7.4. Oleic acid and unsaponifiables were 5.6% and 1.49%. This flour contained 55.49g/100gdw of proteins whom 9 essential : 6.85% leucine, isoleucine 5.58%, 8.98% lysine, threonine 7.99%, 6.11% valine, methionine + cysteine 0.418% tyrosine and phenylalanine + 8.83%. Non-essential amino acids : histidine 12%, tryptophan 2.08%, serine 6.12%, 7.99% glycine, 5.92% proline and alanine 7.04%. The energy value of 100 g of dry matter was estimated at 477 Kcal. This nutritional value is similar to that of meat and fish that are more costly for the poorest populations.

Conclusion and application of the results: These caterpillars are thus a rich source of animal protein and food security can guarantee the proper human protein-energy balance.

Key words: Fat, Fatty acids, amino- acids, *Imbrasia oyemensis*, nutritional value

INTRODUCTION

La malnutrition est un sérieux problème de santé publique qui sévit généralement dans les pays en voie de développement (FAO, 2004). En effet, selon la FAO (2008), sur 842 millions de personnes souffrant de malnutrition, 798 millions vivent dans les pays pauvres. La malnutrition protéiné-énergétique se place au premier rang des troubles de la nutrition et est un sérieux défi pour la sécurité alimentaire (Desjardin- Requir, 1989). En Côte d'Ivoire, environ 5% de la population est concernée par les difficultés d'accès aux protéines animales classiques telles que la viande et le poisson (INS, 2008). En dehors de ces ressources alimentaires conventionnelles, d'autres alternatives locales, disponibles et très appréciées peuvent se présenter, telles que : l'escargot, la termite ailée et surtout la chenille (N'gasse, 2003). Ces chenilles ont une qualité nutritionnelle très élevée et variée (Lathan, 2001). En effet, la consommation quotidienne de 50g de chenilles séchées couvre les besoins humains en

niacine et riboflavine (Malaisse *et al*2003). Ces chenilles renferment plus de 9 acides gras essentiels, 55% de protéines, et 470 Kcal comme valeur énergétique pour 100g de matières sèches d'insectes (Banjo *et al*, 2006). Aussi constituent-elles un arsenal nutritionnel et alimentaire dans la lutte contre la malnutrition. Si l'Afrique centrale a enregistré des travaux portant sur les valeurs nutritionnelles de ces chenilles, en Côte d'Ivoire par contre, très peu de recherches y ont été consacrées. Ainsi, l'objet de cette étude est d'établir une cartographie nutritionnelle des chenilles séchées *Imbrasia oyemensis*. Puis les taux en macro et micronutriments seront évalués afin de contribuer à leur valorisation dans le cadre de la réhabilitation nutritionnelle de nos populations vulnérables. Enfin il s'agira de résoudre durablement la question de la malnutrition qui demeure un frein pour le développement (OMS, 2003,2004 ; Stevenson *et al*, 2007).



Photo de chenilles *Imbrasia oyemensis*

MATERIEL et METHODES

Matériel biologique : Le matériel biologique est constitué par les chenilles *Imbrasia oyemensis* séchées et récoltées sur les marchés des villes de Bouaflé et Zuénoula dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire.

Méthodes

Broyage des chenilles : Deux (2) kg de chenilles (*Imbrasia oyemensis*) séchées et achetées à Bouaflé et Zuénoula (Côte d'Ivoire) ont été triées et débarrassées de toute sorte de déchets. Elles ont été ensuite mises à l'étuve à 65°C pendant 72 heures, puis broyées à l'aide d'un mortier en porcelaine pour obtenir la farine de chenille.

Détermination de la composition chimique de la matière grasse d'*Imbrasia oyemensis* : Les taux d'humidité et de cendres de la farine de chenille ont été déterminés selon la méthode AOAC (1995). Le calcium a été dosé selon la méthode colorimétrique de Gindler et King (1972) utilisant le bleu de thymol. Le sodium et le potassium ont été dosés par la méthode de la Photométrie de flamme selon la technique de Pinta (1954). Les phosphates ont été dosés selon la méthode de Briggs (1922). Les sucres totaux ont été extraits selon la méthode de Martinez *et al.* (2000) et dosés selon celle de Dubois *et al.* (1956) utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. Les sucres réducteurs ont été dosés selon la méthode de Bernfeld (1955) utilisant l'acide -3,5-dinitro salicylique (DNS). Les protéines brutes ont été dosées selon la méthode de BIPEA (1976) utilisant le Kjeldhal

Extraction et caractérisation physico-chimique de la matière grasse

Extraction et estimation du taux de la matière grasse : La matière grasse de la farine de chenille a été extraite

selon la méthode AFNOR (1991) utilisant le soxhlet. Le rendement d'extraction correspondant au taux de matière grasse pour 100g de farine de chenille.

Caractérisation physicochimique de la matière grasse : La teneur en eau a été déterminée selon la méthode décrite par l'Union Internationale de Chimie Pure Appliquée (UICPA, 1979). L'indice d'acide, l'acidité, l'indice d'iode, l'indice de saponification et l'indice de peroxyde ont été déterminés selon la Méthode (AOAC, 1995). La composition en acides gras de la matière grasse de la chenille a été obtenue par séparation des esters méthyliques des acides gras libres et totaux en utilisant un appareil de chromatographie en phase gazeuse HP 6890 séries GC System (USA). L'identification des pics représentatifs des esters méthyliques a été réalisée en utilisant des substances de références (esters méthyliques) et ceci par comparaison des temps de rétention de chaque pic du chromatogramme avec ceux obtenus pour les étalons.

Détermination du profil des acides aminés et de l'indice chimique : Les acides aminés de la farine sont dosés par chromatographie liquide haute performance en phase inverse (colonne PTC RP-18, 220mm de long, 2,1mm de diamètre interne) munie d'un pré colonne (Applied Biosystems, Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). Les échantillons sont lyophilisés sous vide à 150°C pendant une heure dans une station pico-tag en présence d'acides HCL 6N à 1% de phénols. Ils sont ensuite repris dans de l'eau ultra pure et dérivés automatiquement grâce à une auto dérivateur analyseur-420a (Applied Biosystems, Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). Les dérivés d'acides aminés sous forme de phényl- iso thiocyanates (PITC) sont séparés par un

tampon A (acétate de sodium 45M pH 5,9) et un tampon B (30% acétate de Sodium 105mM, pH 4,6 ; 70% ACETRONITRIL) sous un gradient d'élution. La détection est fixée à 254 nm et la durée totale de l'analyse a été de 31 min. l'acquisition et l'exploitation des résultats ont été réalisés en utilisant le logiciel Model 600 data analysis system (Applied Biosystems, Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). Le tryptophane a été déterminé séparément après une hydrolyse de 15heures à 110°C, sous azote dans une solution d'hydroxyde de baryum Ba(OH)₂, 8H₂O

à 8,4g/16ml selon Lanterne et Monmart (1990). L'indice chimique d'une protéine est le pourcentage le plus faible d'un acide aminé essentiel par rapport à la protéine de référence. La valeur biologique=100% - indice chimique
Analyse statistique : L'analyse des données recueillies s'est faite à l'aide du logiciel STATISTICA 6.0. La comparaison des moyennes a été faite grâce au test de NEWMANN-KEULS avec un seuil de signification fixé à 5%.

RESULTATS

Composition globale de la farine de *Imbrasia oyemensis* : Une quantité de 100g de farine de MS d'*Imbrasia oyemensis* est composée de 7,09±0,02g d'humidité, de 2,36 ±0,03g de cendres, 23,10±0,65g de

matières grasses, de 55,49±0,175g de protéine et de 11±0,1g de glucides donnant ainsi une valeur énergétique de 476,96±3.47Kcal.

Tableau 1 : Composition globale de la farine de *Imbrasia oyemensis*

Composition chimique	Teneurs (%)
Humidité (g/100gMF)	7,09±0,02
Cendres (g/100gMS)	2,36±0,03
Matières grasses (g/100gMS)	23,10±0,65
Protéines (g/100gMS)	55,49±0,175
Glucides (g/100gMS)	11±0,1
Valeurs énergétiques (Kcal/100g de MS)	476,96±3,47

Teneur en minéraux de la farine de *Imbrasia oyemensis* : La cendre contenait du potassium 61 mg/100gMS, calcium 511 mg/100gMS, magnésium 208 mg/100gMS et du phosphore 514 mg/100gMS, La teneur en oligoéléments tels que le fer, le zinc, le cuivre, le

manganèse, le molybdène et le sélénium sont respectivement de 70,214 mg/100gMS, 11,185 mg/100gMS, 4,809 mg/100gMS, 387,9 mg/100gMS, 85,07 mg/100gMS et 30,98 mg/100gMS,

Tableau 2 : Teneur en minéraux de la farine de *Imbrasia oyemensis*

Minéraux	Teneur (mg/100gMS)
Phosphore	514,01±0,13
Calcium	307,3±0,1
Sodium	511,02±0,04
Magnésium	208,06±0,95
Potassium	610,13±0,04
Fer	70,214±0,355
Zinc	11,185±0,9
Cuivre	4,809±0,03
Manganèse	387,900±3,99
Molybdène	85,071±0,3
Sélénium	30,98±0,105

Profil en acides aminés de la farine de *Imbrasia oyemensis* : Le profil des acides aminés de la farine d'*Imbrasia oyemensis* est indiqué dans le Tableau 2, Cette farine a 16 acides aminés dont 9 essentiels ; la

méthionine et le tryptophane sont les plus petites valeurs alors que les plus élevées sont l'histidine et l'arginine avec respectivement 120 et 100,7mg/g de MS de

protéine, La phénylalanine est l'acide aminé essentiel ayant la plus grande valeur avec 88,3mg/g de protéine, **Tableau 3** : Profil en acides aminés de la farine de *Imbrasia oyemensis*

Acides aminés	Valeur (mg /g de protéines)	Protéines référenceFAO (1998)	$\frac{\text{acide aminé chenille}}{\text{acide aminé référence 1998}} \times 100$
Leucine	68,5±0,06	77	
Isoleucine	55,8±0,48	28	
Lysine	89,8±0,01	58	88,96
Tryptophane	20,8±0,05	11	199,28
Histidine	120±0,01	19	154,82
Thréonine	79,9±0,015	34	189,09
Valine	61,1±0,1	35	631,57
Phénylalanine+tyrosine	88,3±0,03	63	232,35
Méthionine+cystéine	4,18±0,33	25	174,57
			140,15
Total acides aminés essentiels	588,38	350	16,72
Serine	61,2±0,09		
Glycine	79,9±0,09		
Proline	59,2±0,06		
Alanine	70,4±0,03		
Acide glutamique	50,00±0,06		
Arginine	100,7±0,07		
Acide aspartique	100,1±0,01		
Total acides non essentiels	521,5		
Total acides aminés	1109,88		

Indice chimique : 16,72%; Valeur biologique 83,28%

Profil en acides gras (g/100g de la totalité des acides gras) de la matière grasse de *Imbrasia oyemensis* : Le profil en acides gras présente 8 acides gras. Les valeurs les plus élevées sont l'acide oléique, stéarique avec respectivement des teneurs de

40,28 et 38,53%, Les autres acides gras sont : l'acide laurique 1,66%, myristique 1,99%, linoléique 6,58%, linoléique 0,82%, gadoléique 0,09% et palmitique 10,05%, La teneur globale en acide est donnée par le Tableau 4

Tableau 4 : Profil en acides gras (g/100g de la totalité des acides gras) de la matière grasse de *Imbrasia oyemensis*

Acides gras	g/100g de la totalité des acides gras
Acides laurique (c12 :0)	1,66±0,025
Acides myristique (c14 :0)	1,99±0,01
Acides palmitique (c16 ; 0)	10,05±0,06
Acides stéarique (c18 :0)	38,53±0,52
Acides oléique (c18 ; 1n9)	40,28±0,225
Acides linoléique (c18 ; 2n6)	6,58±0,03
Acides linoléique (c18 ; 3n3)	0,82±0,02
Acides gadoléiques (c20 ; 1n9)	0,09±0,035
Total acides saturés	52,23%
Total acides gras insaturés	47,77%
Acides gras mono insaturés	40,37%
Acides gras polyinsaturés	7,4%

Caractéristiques physico-chimiques de la matière grasse de *Imbrasia oyemensis* : Cette matière grasse a un indice d'iode de 52% alors que l'indice de peroxyde vaut 0,74 méq d'oxygène/kg de matière grasse, L'indice

d'acide était de 10,87 mg de KOH/g de matière grasse, et une acidité oléique de 5,6% ; l'indice de saponification est de 149,22 mg de KOH/g de matière grasse et le taux d'insaponifiables a une valeur de 1,49%.

Tableau 5 : Caractéristiques physico-chimiques de la matière grasse de *Imbrasia oyemensis*

Caractéristiques physico-chimiques	Valeurs des paramètres
Couleur	Brun foncé
Aspect	Semi-solide
Indice de réfraction	1,422± 0,005
Indice d'acide	10,870± 0,4
Acidité oléique	5,6± 0,155
Indice de peroxyde	0,74± 0,31
Indice de saponification	149,22±0,576
Indice d'iode	51,07±0,68
Insaponifiables	1,49± 0,15

DISCUSSION

La teneur en nutriments de la farine de *Imbrasia oyemensis* est riche et variée, se référant à différentes valeurs consignées dans les tableaux, Ainsi, la teneur en humidité est de 7,19±0,02g/100gMF et voisine de celles trouvées par Mabossy-Mabouna *et al* (2013) avec 7,3g/100gMF, Amon *et al* (2009) avec 6,3 g/100gMF, et Niaba *et al* (2013) avec 8g/100gM. Cette faible teneur en humidité permet d'une part une bonne conservation physique des chenilles évitant ainsi leur pourrissement et leur désagrégation (Mabossy-Mabouna *et al*, 2013) . D'autres parts, cette humidité conserve qualitativement la plupart des nutriments présents dans ces chenilles car elles se consomment et s'exportent facilement dans les autres régions et en Europe durant toute l'année (Hoare, 2007 ; Muvundja *et al*, 2012). En comparant la valeur énergétique de la farine de *Imbrasia oyemensis* (476,96 Kcal/ 100gMS) à celles réalisées par Mabossy *et al* (2013) sur *Imbrasia truncata* (433Kcal), Amon *et al* (2009) sur *Imbrasia oyemensis* (470Kcal), il s'avère que *Imbrasia oyemensis* se montre plus énergétique face au premier cité mais avoisine celle du second. En outre, cette valeur de 476kcal est élevée que celle de la viande de bœuf (273Kcal) et du poisson (269Kcal) obtenues par Anonyme (2004). Cette énergie peut être utilisée par l'organisme quant à ces besoins journaliers. On constate également que cette valeur est supérieure aux chenilles *Burina aurantiaca* (433Kcal) et *Cirina forda* (375Kcal) trouvées par Agbidye *et al*(2009). Toutefois ce taux est en accord avec celui de la FAO (2004) (413Kcal) qui avait noté une forte teneur en énergie dans les farines des chenilles alimentaires encourageant ainsi leur

incorporation au sein des farines infantiles, La faible teneur en sucres (11,36±0,1g/100gMS) est également un atout pour sa consommation afin d'éviter des maladies métaboliques liées à la variation du taux de sucre dans le sang (le diabète sucré, les caries dentaires). Cette animal est également une source importante en protéines tant qualitativement que quantitativement car sa teneur protéique est très élevée (55,49±0,175g/100gMS) ; cette valeur est voisine de celles obtenues par Amon *et al* (2009) sur *Imbrasia oyemensis* (55,77±0,02 g/100gMS) et Xiaoming *et al* (2010) avec des *Lépidoptères* comestibles. La fonction essentielle d'une protéine alimentaire est de satisfaire les besoins du corps en azote et acides aminés essentiels (OMS, 1985). Sur le plan quantitatif, le profil en acides aminés indique un total en acides aminés de 1109,88mg/g de protéine dont les acides aminés essentiels avec une quantité de 588,38mg/g de protéine. L'histidine et l'acide glutamique ont les concentrations les plus élevées, les plus faibles étant l'isoleucine et la méthionine (acide aminé soufré) avec respectivement 5,58 et 0,418mg/g de protéines. Ces résultats avoisinent ceux De Foliard (1992) qui a noté la pauvreté des insectes en acides aminés soufrés. Cette quantité de méthionine représente les 1/5 de l'équivalente présente dans la protéine de référence FAO (1998) et pourrait constituer le facteur limitant des protéines de *Imbrasia oyemensis*. Ce déficit peut affecter la synthèse des protéines et provoquer des maladies car la méthionine favorise la lutte contre la dépression, les troubles du comportement, l'hypertension, les problèmes rénaux et le maintien de la fluidité de la membrane

cellulaire (OMS, 1985). Mais un apport en céréales (riz, mil), riches en méthionine dans l'alimentation peut optimiser sa valeur nutritive. En effet, la bonne qualité nutritionnelle du repas est obtenue dans une même ingestion de protéines qui compense toutes les insuffisances en aminoacides essentiels (Salaün, 2012). D'autres parts, le rapport leucine sur lysine qui a pour valeur 0,76 est nutritionnellement correcte selon la FAO (1991) [0,5 ; 4,6]. Quant à l'aspect qualitatif, la présence de tous les acides aminés essentiels observée dans cette farine et conforme aux teneurs recommandées par la FAO (1998) montre que *Imbrasia oyemensis* est une bonne source de protéines alimentaires. De plus, cette farine d'indice chimique 16,72% a une haute valeur biologique de 83,28% qui est incluse dans l'intervalle [80%; 100%] conforme aux recommandations de l'OMS (1985), ce qui atteste de la bonne qualité nutritionnelle de ces animaux. De ces résultats, il ressort que ces chenilles se classent parmi les aliments les plus protéiques connus tels que la viande et le poisson (82% et 80% respectivement comme valeur biologique) mais en dessous des œufs dont les protéines sont complètes à 94% (FAO, 1998 ; Vantome, 2010). Les propriétés chimiques de la matière grasse de la farine de *Imbrasia oyemensis* révèlent qu'elle présente un aspect semi-luide à température ambiante et une coloration brune claire, caractéristiques des graisses (FAO/OMS, 1993). *Imbrasia oyemensis* est plus riche en lipides que *Imbrasia truncata* obtenu par Mabossy et al (2013) mais l'est moins que *Bunaeopsis aurantiaca* de Muvundja et al (2012) et *Macrotermes subhyalinus* de Niaba et al (2013) avec respectivement 23,10±0,65g de lipides pour 100gMS contre 15,2 ; 23,10±0,65g contre 24,2g et 23,10±0,65g contre 46,3g. Cette quantité de 23,10±0,65g de lipides qui équivaut à une énergie de 207,9Kcal et représentant 43,5% de l'apport énergétique totale est au delà de la valeur conseillée par l'EFSA (2015) comprise entre 20 et 35 %. En outre, ces graisses alimentaires contiennent les acides gras saturés (52,23%) et insaturés (47,77%) dont les acides linoléique Ω_6 (6,58%) et linoléique Ω_3 (0,82%) dits essentiels, et le ratio $\frac{\Omega_6}{\Omega_3}$ qui

est de 8,02 est en dehors de la fourchette [1 ; 4] recommandée par l'EFSA (2004). Ces excès suscités peuvent être corrigés dans une alimentation modérée et contrôlée afin d'éviter le développement de diverses maladies telles que les maladies cardiovasculaires, des cancers et diverses maladies inflammatoires et auto-immunes (Artémis, 2002). L'indice d'acide contient peu d'acides oléique 5,6%, donc peu d'acides gras libres. Ce

taux est légèrement élevé que ceux trouvés par Amon et al (2009) 5,06% et Niaba et al (2013) 1,25% ; ce taux expliquerait le début d'altération traduit par le très fort taux de l'indice de peroxyde (7,4%) supérieur à 4% préconisé par le codex alimentarius. En effet, l'acide oléique qui est un acide gras mono-insaturé, ne semble pas avoir d'influence néfaste, Il exerce des actions favorables sur la santé en favorisant l'augmentation du « bon » cholestérol ; il est relativement peu sensible à l'oxydation (FAO/OMS, 1993). Les insaponifiables 1,49% bien que présents en quantités insuffisantes dans cette graisse restent supérieurs au taux trouvé par Amon et al (2009) avec 0,95% ; par ailleurs, ils sont inférieurs à ceux enregistrés par Ekpo et al (2009) 12,04%. Les acides gras saturés avec 52,23g pour 100g de matières grasses sont des constituants importants des membranes cellulaires mais leur consommation excessive augmente le mauvais cholestérol sanguin (FAO, 1998), L'indice de saponification obtenue (149,22±0,576 mg de KOH/g de matière grasse) est inférieur à celui de l'huile de *Macrotermes subhyalinus* (193,40±0,31) observé par Ekpo et Onigbinde (2007). La graisse de la chenille de *Imbrasia oyemensis* pourrait être utilisée dans la fabrication du savon comme celle de certains corps gras animaux tels que la matière grasse de Hareng (FAO, 1975 ; Riziki, 2011). Les minéraux, sont représentés pour le calcium à une teneur de 307,3mg±0,1/100g de MS et 208,06±0,95mg/100gMS pour le magnésium. Ces valeurs obtenues sont relativement supérieures à celles trouvées par Banjo et al., (2006) sur *Macrotermes bellicosus* avec respectivement 210 mg/100gMS pour le calcium et 15 mg/100gMS pour le magnésium. Comparées aux valeurs nutritionnelles de référence EFSA (2015) dont les besoins sont conseillés chez l'adulte à 10 mg/kg/j pour le calcium et 5 à 7 mg/kg/j pour le magnésium, *Imbrasia oyemensis* pourrait apporter sur le plan nutritionnel une quantité suffisante de minéraux à l'organisme. En effet, le magnésium est un cofacteur participant à plus de 300 réactions enzymatiques, ce qui en fait un élément essentiel pour la synthèse des glucides, des lipides, des acides nucléiques et des protéines, ainsi que pour d'autres actions dans différents organes des systèmes cardiovasculaire et neuromusculaire (Chen et al, 2002). Le calcium entre dans la formation des os, aide à maintenir l'équilibre acide-base dans l'organisme et favorise le contrôle du métabolisme énergétique (FAO/OMS, 1993 ; Osasona, et Olaofe, 2010). En outre, cette farine exhibe un contenu en fer, cet oligoélément, de 70,214±0,355mg/100gMS, moins quantitativement important qu'*Imbrasia truncata* de Mabossy-Mabouna et al (2013) avec 81mg/100gMS mais

2,6 fois supérieur à la teneur obtenue par Banjo et al (2006) sur *Macrotermes bellicosus*. Cette quantité respecterait la teneur en fer conseillée par l'EFSA (2015) et la FAO (2004) qui est de 9 à 20 mg/kg/j. Le fer est un élément indispensable au fonctionnement des cellules et est un constituant fondamental des globules rouges. Sa carence est fréquente dans le monde entier, en particulier chez les femmes enceintes et les personnes anémiques

CONCLUSION

Les résultats de la présente étude montrent que la farine de la chenille séchée *Imbrasia oyemensis* est une source de protéines de grande valeur nutritionnelle, des acides gras essentiels, et de minéraux tels que le calcium, le sodium, le potassium, le fer, le magnésium. Ces chenilles constituent un creuset de nutriments essentiels aussi bien pour l'alimentation infantile que pour l'équilibre alimentaire des adultes malnutris. En dehors d'une apparence peu esthétique, ces chenilles peuvent devenir une alternative sérieuse aux protéines animales

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 1991 : Association Française de normalisation, Catalogue, éd, Paris Afnor, 783p
- Agbidye F,S, Ofuya T, I and Akindede S,O, 2009: marketing and nutritional qualities of some edibles insects in Benue state, Nigeria, 4p
- Amon,A,R; Due E,A; Kouadio ,J, P; Kouame L, P, 2009, Valeur nutritionnelle et caractérisation physico-chimique de la matière grasse de la chenille *Imbrasia oyemensis* séchée et vendue au marché Gouro d'Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), Journal of Animal & Plant Sciences, 2009, Vol, 3, Issue 3: 243 - 250, <http://www.m.elewa.org/JAPS/2009/3,3/4.pdf>
- Anonyme, 2004 : la chenille ou l'agrobusiness, nation et nutrition, du 28/01 au 03/02/2004 opinion n°330, Burkina Faso 16p
- Artemis, P.S, 2002: the importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids, biomedicine & pharmacotherapy, 56(8): 365-379
- AOAC, 1995: official methods of analysis of AOAC international, 16th ed, AOAC international Arlington, VA, 250p
- Baling, M, P, Mapunzu J,B, N'gasse, G, 2004 : Contribution des insectes de la forêt à la sécurité alimentaire : l'exemple des chenilles d'Afrique Centrale, FAO, ROME, Italie, Programme des produits forestiers non-ligneux, 107p

(OMS, 1985), mais peut être facilement compensée par certaines espèces d'insectes tels que *Imbrasia oyemensis* qui en sont richement pourvues (FAO, 2004). La farine de *Imbrasia oyemensis* peut donc apporter aux populations qui en consomment une quantité suffisante de minéraux. En conclusion, cet animal est une source importante en nutriments essentiels entrant dans le bon fonctionnement de l'organisme humain.

ordinaires (viandes, poissons) qui se raréfient. C'est pourquoi une éducation environnementale couplée à une réglementation rigoureuse de l'exploitation forestière protégera les forêts et partant des chenilles. Toutefois, une expérimentation animale sera envisagée en vue d'approfondir la présente étude quant à la confirmation de la présomption de qualité obtenue lors des analyses biochimiques de cet animal. Ce potentiel nutritif aidera les nutritionnistes à sa vulgarisation dans le cadre de la pratique des habitudes alimentaires de nos populations,

- Banjo A,D, Lawal O,A, Songonuga, 2006 : The nutritional value of fourteen species of edibles insects in southwestern of Nigeria, African J, biotechnol, 5, 298-301p
- Bertran,G And Thomas, P, 1910 : Guide pour les manipulations de chimie biologique, Dunda, Paris,
- BIPEA, 1976: Recueil des méthodes d'analyses des communautés Européennes, Bureau interprofessionnel d'Études et d'analyses, Gennevilliers, France, 140p
- Chen, X et Feng, Y,, 2002: Review on nutritive value of edibles insects Chinese for sci and technology, 12: 54-59p
- Chidumayo E,N, Mbata,K,J, 2002: Schifting cultivation, edible insects and livelihoods in the copa area of northern Zambia, Forests trees and livelihoods 12(3) : 175-193
- CODEX ALIMENTARIUS, 1992: Joint FAO/WHO, Editor: Food and Agriculture Org; Edition 2, FAO, Rome (Italy), 337p
- Defoliart R, G,, 1992 : Insects as human food, Elsevier Sciences (Publisher), pp 295-399,
- Desjardin- Requir D,, 1989 : L'alimentation en Afrique, manger ce qu'on peut produire, L'exemple de la consommation alimentaire en Côte d'Ivoire, Edition Kartala, Paris, 100 p
- EFSA, 2004 : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments: Avis du groupe scientifique sur les

- produits diététiques, la nutrition et les allergies sur une question de la Commission relative à la présence d'acides gras trans dans les aliments et aux effets sur la santé humaine de la consommation d'acides gras trans, www.efsa.europa.eu consulté le 15 juillet 2015
- EFSA, 2004 : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments : Valeurs nutritionnelles de référence et recommandations nutritionnelles. www.efsa.europa.eu, consultée le 15 juillet 2015
- EFSA, 2004 : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments : l'apport alimentaire journalier recommandé. www.efsa.europa.eu. Consultée le 15 juillet 2015
- Epko K, E, Onibginde A, O, Asia, I, O, 2009: Pharmaceutical potentials of the oils of some popular insects consumed in southern Nigeria, African journal of pharmacy and pharmacology, Vol 3(2), 51-57
- FAO, 1975, Fishery Industries Division, The production of fish meal and oil, FAO Fish, Tech, Pap., (142) Rev, 1: 63 p,
- FAO, 1981: amino-acid content of food and biological data on proteins, Report of FAO/UN joint commit, Rome,84p
- FAO/OMS, 1993 : Les graisses et huiles dans la nutrition humaine, Rapport d'une commission mixte d'experts, Rome, Italie, 26p
- FAO, 1998 : Protéines de référence et normes alimentaires, Rapport de la 20^{ième} session du comité du codex sur l'alimentation et les aliments diététiques ou de régime, FAO/OMS, ALINORM, 105p
- FAO, 2004 : Contribution des chenilles comestibles à la réduction de l'insécurité alimentaire en République Centrafricaine, document de travail 1, programme des produits forestiers non-ligneux de la FAO, Rome, Italie. www.fao.org/docrep/007/j3463f/j3463f00.HTM, consulté le 10 avril 2015
- Gbogouri G,A, Linder M, Fanni J, Parmentier M, 2006: Analysis of lipids extracted from Salmon (*salmon salar*) heads by commercial protéolytiques enzymes, Eur ,J, lipid sci and technology, 108(9), 766-775
- Hoare, A, L, 2007: the use of non-timber forest products in the Congo basin: Constraints and opportunities, Report to the Rain forests fondation, London, UK., 56 p,
- INS, 2008 : Enquête sur la malnutrition en Côte d'Ivoire, 10p
- Latham P, 2001: Edible caterpillars and their food plant in Bas-Congo, D, R, Congo, Fumeth (UK), 41p
- Latham P, 2003: Edible caterpillars and their food plant in Bas-Congo, Canterbury: Mystole, 60p
- Mabossy-Mabouna G, T, M, 2013 : *Imbrasia Truncata Aurivillus* (Saturnidae), Importation en Afrique Centrale, commercialisation et valorisation à Brazzaville, Geo-Eco-Trop,37(2), 313-330p
- Malaisse F, 2003: Ressources alimentaires non conventionnelles, Tropicultura, SPE, 30-36p
- MALAISSSE F, Lognay G, Motte-Florac ,2003 : Les chenilles comestibles d'Afrique tropicale, Thomas, Eds, Les insectes dans la tradition orale, Paris ; Peeters-selaf, Ethnoscience 5 : 295p
- Mapunzu, M, 2002 : Contribution de l'exploitation des chenilles et autres larves comestibles dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté en République Démocratique du Congo, In : N'Gasse (Ed.) Contribution des insectes de la forêt à la sécurité alimentaire, L'exemple des chenilles d'Afrique Centrale, FAO, Rome, consulté le 10 février 2015
- Ministère De La Santé et Des Services Sociaux Du Québec, 2015: Matières grasses, recommandations fixant la masse quotidienne de matières grasses consommées à ne pas dépasser par individu, Centre d'études et de prospective, n 12-Mars 2010. www.efsa.europa.eu consultée le 10 juillet 2015
- Muvundja F, A, U, Mande P,, Alunga, L, G,, Balagizi K, I, et Isumbisho M, P, 2012, Valorisation de la chenille comestible *Bunaeopsis aurantiaca* dans la gestion communautaire des forêts du Sud-Kivu (République Démocratique du Congo), 8-10p
- N'gasse, G, 2003 : Contribution des chenilles et larves comestibles à la réduction de l'insécurité alimentaire en République Centrafricaine, FAO, Rome,Italie. www.fao.org/docrep/007/j3463f/j3463f00.HTM, consulté le 10 février 2015
- NIABA K, P, V, Gbogouri G,A, Grodji A, Beugre Avit, Dago,G, 2011 : Potentialités alimentaires et nutritionnelles de *Macrotermes subhyalinus* ailé en Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences* 40; 2706-2714p <http://www.m.ewela.org/JABS/2011/40/5.pdf>
- OMS, 1985 : Besoin énergétique et besoin en protéines, Rapports d'une consultation conjointe d'expert Fao/OMS/ UNU, Série de rapports technique Genève(Suisse) 724,

- OMS, 2003: Diet, nutrition and prevention of chronic diseases, Geneva: rapport of a joint WHO/Fao expert consultation.
- OMS, 2004 : Stratégie mondiale pour l'alimentation, L'exercice physique et la sante, Genève : publication de l'Organisation Mondiale de la Santé
- OSASONA, O, and O, Olaofe, 2010: Nutritional and functional properties of *Cirina forda* larva from Ado-Ekiti, Nigeria, Afrique, J, Food Sci,4, 12, 775-777 pp
- Riziki, W, J, 2011: Évaluation de la valeur nutritive de *Lamprichthys tanganicanus* et de *Limnothrissa miodon*, deux poissons introduits au lac Kivu, par l'analyse immédiate, Mémoire inédit, Département de Chimie-Physique, ISP/Bukavu, Bukavu, 37 p,
- Salaün M, 2012 : Les protéines sous forme d'acides aminés sont à consommer au quotidien pour un bon métabolisme, En ligne : www.lesoeufs.ca/les-oeufs-et-la-nutrition/les-bienfaits-de-l'oeuf/le-pouvoir-des-proteines, consulté le 10 février 2015
- Stevenson C, Doherty G., Bamett J, Muldoon O, T., et Trew K., 2007: adolescent's views of food and eating, Journal of adolescence 30:417-434p
- UICPA, 1979 : Méthodes d'analyses des matières grasses et dérivés, 6è ed, Lavoisier, Paris, France : Tec et Doc, 190p
- Vantome, P, 2010 : Les insectes forestiers comestibles, un apport protéique négligé, Unasylva 236 ; 19-21p
- Xiaoming Ch, F, Ying, Z, Hong et Ch, Zhiyong, 2010: Review of the nutritive value of ed : Insects, In: Forest as food : humans bite back, Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development, 19-21 February 2010, Chiang Mai, Thailand, 34-40p