

Valeur nutritionnelle et caractérisation physicochimique de la matière grasse de la chenille (*Imbrasia oyemensis*) séchée et vendue au marché d'Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire)

[Nutritional value and physico-chemical characterization of the fat of the caterpillar (*Imbrasia oyemensis*) dried and sold at the Adjamé market in Abidjan, Côte d'Ivoire]

Raphaël Amon Akpossan, Edmond Ahipo Dué*, Jean Parfait E.N. Kouadio et Lucien Patrice Kouamé

Laboratoire de Biochimie et Technologie des Aliments de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologie des Aliments de l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

*Correspondence email: Ahipoedmond@yahoo.fr, Tel : (225) – 05-62-02-61 ou (225) 20 30 42 90

Mots clés

Acides gras, *Imbrasia oyemensis*, matière grasse, valeur nutritionnelle.

Key words

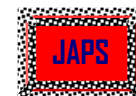
Fat, Fatty acids, *Imbrasia oyemensis*, nutritional value.

1 RESUME

La valeur nutritionnelle et les caractéristiques physico-chimiques de la matière grasse extraite de la farine de la chenille (*Imbrasia oyemensis*), séchée et vendue au marché d'Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), ont été déterminées. Cette farine comprenait 93,80 % de matière sèche, 57,77 % de protéines brutes, 23,79 % de matière grasse et 2,61 % de cendres. La cendre contenait du calcium (0,073 %), du phosphate (0,31 %), du sodium (0,73 %) et du potassium (0,68 %). Les taux de sucres totaux et réducteurs contenus dans cette farine étaient respectivement de 0,37 et 0,05 %. La matière grasse contenait les acides laurique (0,50 %), myristique (0,48 %), palmitique (45,97 %), stéarique (07,21 %), oléique (34,62 %) et linoléique (11,22%). Les acides gras saturés et insaturés représentaient respectivement 54,16 % et 45,84 % de la totalité des taux des acides gras de la matière grasse. Les indices de saponification, d'iode, d'acide et de peroxyde étaient respectivement de 151,79, 48,79, 10,07 et 6,95. L'acidité oléique et les insaponifiables représentaient respectivement 5,06 % et 0,93 %. Toutes ces propriétés montrent que la chenille séchée *Imbrasia oyemensis* est un aliment d'une grande valeur nutritionnelle et permettent de présager son utilisation dans les domaines alimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

SUMMARY

The nutritional value and the physico-chemical characteristics of the fat extracted of the flour from caterpillar (*Imbrasia oyemensis*) dried and sold at the Adjamé market (Abidjan, Côte d'Ivoire), were determined.



The flour was made of 93.80 % dry weight, 57.77 % raw proteins, 23.79 % fat and 2.61 % ash. The ash contained calcium (0.073 %), phosphate (0.31 %), sodium (0.73 %) and potassium (0.68%). The total and reducing sugars content in the flour was 0.37 and 0.05 %, respectively. The fat contained lauric (0.50 %), myristic (0.48 %), palmitic (45.97 %), stéaric (07.21 %), oléic (34.62 %) and linoleic (11.22%) acids. The saturated and unsaturated fatty acids represented 54.16 and 45.84 %, respectively, of the total fat fatty acids. The saponification, iodine, acid and peroxide indices were respectively 151.79, 48.79, 10.07 and 6.95. Oléic acidity and insaponifiables represented respectively 5.06 % and 0.93 %. All these properties show that the dried caterpillar *Imbrasia oyemensis* is a type of food with substantial nutritional value and can be used in the food, pharmaceutical and cosmetic domains.

2 INTRODUCTION

La consommation des insectes est très répandue dans les régions tropicales et subtropicales du monde entier (Bodenheimer, 1951). Elle concerne près de 2000 espèces d'insectes regroupées en 14 ordres et 105 familles différentes (Malaisse, 2003). Les principales familles consommées en Afrique sont les *Saturniidae*, les *Notodontidae* et les *Sphingidae* (Malaisse *et al.*, 2003). Parmi ces insectes, les chenilles ou larves de papillon, sont beaucoup consommées par les populations en quête de sources de protéines en remplacement de la viande et du poisson. Au Mexique, la chenille du papillon ravageur de l'agave (*Hypopta agavis*) est consommée frite, comme friandise (Ruddle, 1973). Au Laos, la larve d'*Oryctes rhinoceros* est cuite dans du lait de noix de coco durant une heure avant d'être rôtie (Darna & Dufour, 1987). En République du Congo, la consommation de chenilles a été estimée à 30 g par jour et par personne dans la période de juillet à août de chaque année (Nkouka, 1987).

En raison de leur forte valeur nutritionnelle, les chenilles sont mélangées, dans certaines régions, à la farine de céréales afin de préparer une bouillie qui permet de lutter contre la malnutrition des enfants (FAO, 2004). Les espèces qui sont particulièrement riches en protéines (*Imbrasia epimethea*, *Imbrasia dione*, *Anthena insignata*), calcium (*Tagoropsis flavinata*) ou en fer (*Cinabrella hyperbius*) sont données aux personnes anémiques et aux femmes enceintes au petit-déjeuner. Plusieurs autres espèces

jouent un rôle important dans les médecines traditionnelles, comme dans la culture chinoise (Chen & Feng, 2002).

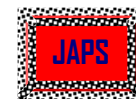
Les chenilles représentent aussi de bonnes sources de vitamines et d'acides gras essentiels. En effet, la consommation quotidienne de 50 g de chenilles séchées couvre les besoins humains en riboflavine et en acide pantothénique ainsi que 30 pour cent des besoins en niacine. La valeur alimentaire des chenilles indique également que ces dernières contiennent des acides gras essentiels pour l'homme notamment l'acide linoléique et linolénique (Malaisse, 1997). En Côte d'Ivoire, les chenilles sont également beaucoup consommées. Sur les marchés d'Abidjan, l'espèce *Imbrasia oyemensis*, en provenance de la zone forestière ouest du pays, et vendue à des prix élevés, est très largement représentée. Cette chenille est consommée par une frange assez importante de la population du pays en remplacement de la viande et du poisson. Cependant, sa valeur nutritionnelle et les caractéristiques physico-chimiques de sa matière grasse restent méconnues.

L'objectif général de ce travail est d'évaluer les potentialités nutritionnelles de cette chenille séchée et vendue d'Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire). Cette étude se traduira par: (1) la détermination de la valeur nutritionnelle de la farine de la chenille séchée ; (2) l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques de la matière grasse extraite de la farine de la chenille séchée.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Matériel biologique: Le matériel biologique est la chenille *Imbrasia oyemensis* séchée.

Elle a été achetée au marché "GOURO" d'Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire).



3.2 Méthodes

3.2.1 Broyage des chenilles: Deux (2) kg de chenilles (*Imbrasia oyemensis*) séchés et vendue d'Adjamé (Abidjan, 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 h, puis broyées à l'aide d'un mortier en porcelaine pour obtenir la farine de chenille.

3.2.2 Valeur nutritionnelle de la farine de chenille: 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 la méthode de Dubois *et al.* (1956) utilisant le phénol et de 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.

3.3 Extraction et caractérisation physico-chimique de la matière grasse

3.3.1 – 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.

3.3.2 - Caractérisation physicochimique: 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 et l'acidité ont été déterminés selon la méthode AOCS Ca 5-40 norme ISO 9001. L'indice d'iode a été estimé selon la méthode NF ISO 3961 (février 1990) avec la norme ISO 9001. L'indice de saponification a été déterminé selon la Méthode AOCS-Ca-2b-38-T60-2 avec la norme ISO-9001. L'indice de peroxyde a été déterminé selon la Méthode AOCS Cd-8-53/1960 avec la norme ISO 9001. (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 marque HP 6890 séries GC System. Cet appareil est équipé d'un détecteur à ionisation de flamme et d'une colonne capillaire HP-5 (Cross-linked 5 % ME Siloxane) de longueur 30 m; épaisseur du film 0,25 μ m; diamètre interne 0,32 mm; 5 % de diphénylsiloxane; 95 % de dimethyl polysiloxane; non polaire, avec une programmation de température du four croissante de -60 à +325 °C à raison de 1 °C/min. La température de l'injecteur est réglée à 275 °C et celle du détecteur à 325°C. La pression de l'azote à l'entrée utilisé comme gaz vecteur varie de 6,90 à 47,6 kPa. Le débit est maintenu à 1 cm³/min et le temps mort est de 1 min 15s (hydrogène 40 cm/sec).

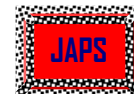
L'identification des pics représentatifs des esters méthyliques a été réalisée en utilisant des substances de références (esters méthyliques) et ceci par comparaison des temps de rétention de chaque pic du chromatogramme avec ceux obtenus pour les étalons.

4 RESULTATS

Composition chimique de la farine : L'analyse chimique de la farine a donné un taux d'humidité de 6,20 % \pm 0,01 et un taux de matière sèche de 93,80 % \pm 0,01. Cette matière sèche est constituée de 57,77 % \pm 0,02 de protéine brute, de 23,79 % \pm 0,01 de matière grasse, de 2,61 % \pm 0,03 de cendres, de 0,37 % \pm 0,004 de sucres totaux et de 0,05 % \pm 0,002 de sucres réducteurs. Les taux de calcium, de phosphates, de sodium et de potassium sont respectivement de 0,073 \pm 0,003, 0,31 \pm 0,02, 0,73 \pm 0,01 et 0,68 \pm 0,02 % (tableau 1).

Caractéristiques physico-chimiques : La matière grasse extraite de la farine de la chenille *Imbrasia*

oyemensis est de couleur brune très foncée, semi solide à la température ambiante et fluide à 70 °C. Cette grasse présente un indice d'acide de 10,07 \pm 0,11 mg de KOH/g de matière grasse) et une acidité oléique de 5,06 % \pm 0,06 (tableau 3). L'indice de saponification est de 151,79 \pm 1,28 mg de KOH/g de matière grasse et le taux d'insaponifiables de 0,93 % \pm 0,001. Les indices d'iode et de peroxyde de la matière grasse de la chenille *Imbrasia oyemensis* sont respectivement de 48,79 \pm 0,92g d'iode/100 g de matière grasse et 6,95 \pm 0,03 meq d'oxygène/kg de matière grasse.



Rendement d'extraction et taux d'humidité de la matière grasse : Une masse de $23,79 \pm 0,001$ g de matière grasse est contenue dans 100g de farine de la chenille *Imbrasia oyemensis* (tableau 2).

Tableau 1: Composition chimique de la farine de la chenille *Imbrasia oyemensis*.

Paramètres	Teneur en éléments chimiques de la farine de la chenille (%)
Humidité	$6,20 \pm 0,01$
Matière sèche	$93,80 \pm 0,01$
Cendres	$2,61 \pm 0,03$
Calcium	$0,073 \pm 0,003$
Phosphates	$0,31 \pm 0,02$
Sodium	$0,73 \pm 0,01$
Potassium	$0,68 \pm 0,02$
Sucres totaux	$0,37 \pm 0,004$
Sucres réducteurs	$0,05 \pm 0,002$
Protéine brute	$57,77 \pm 0,02$
Matière grasse	$23,79 \pm 0,01$

Tableau 2: Rendement d'extraction (g/100g de matière) et taux d'humidité de la matière grasse.

Paramètres	Teneur en éléments extraits
Taux de matière grasse (g/100g de matière)	$23,79 \pm 0,001$
Taux d'humidité (%)	$0,08 \pm 0,004$
Taux de matière sèche dégraissée (%)	$76,22 \pm 0,003$

Tableau 3: Caractéristiques physico-chimiques de la matière grasse issue de la farine de la chenille *Imbrasia oyemensis*.

Caractéristiques physico-chimiques	Valeurs des paramètres
Couleur	brune très foncée
Aspect	semi solide
Température de solubilité (°C)	70°C
Indice d'acide (mg de KOH / g de matière grasse)	$10,07 \pm 0,11$
Acidité oléique (%)	$5,06 \pm 0,06$
Indice de saponification (mg de KOH/g de matière grasse)	$151,79 \pm 1,28$
Taux d'insaponifiables (%)	$0,93 \pm 0,001$
Indice d'iode (g d'iode/100 g de matière grasse)	$48,79 \pm 0,92$
Indice de peroxyde (meq d'oxygène/kg de matière grasse)	$6,95 \pm 0,03$

Composition en acides gras de la matière grasse: Le profil chromatographique des acides gras de la matière grasse extraite est donné par la figure 1 et la composition en acides gras de cette matière grasse est consignée dans le tableau 4. L'analyse du chromatogramme a révélé l'existence de six (6) acides gras dans la matière grasse issue de la farine de la chenille *Imbrasia oyemensis*. La composition en acides gras a donné quatre acides gras saturés qui

sont l'acide palmitique ($45,97 \% \pm 0,01$), l'acide stéarique ($7,21 \% \pm 0,007$), l'acide laurique ($0,5 \% \pm 0,01$) et l'acide myristique ($0,48 \% \pm 0,002$). Les acides gras insaturés sont au nombre de deux dont un est monoinsaturé : l'acide oléique ($34,62 \% \pm 0,002$) et l'autre est polyinsaturé : l'acide linoléique ($11,22 \% \pm 0,009$).

Degré de saturation de la matière grasse : Le degré de saturation montre que cette matière grasse

est composée de 54,16 % d'acides gras saturés et de 45,84 % d'acides gras insaturés, dont 34,62 %

d'acides gras monoinsaturés et 11,22 % d'acides gras polyinsaturés (tableau 4).

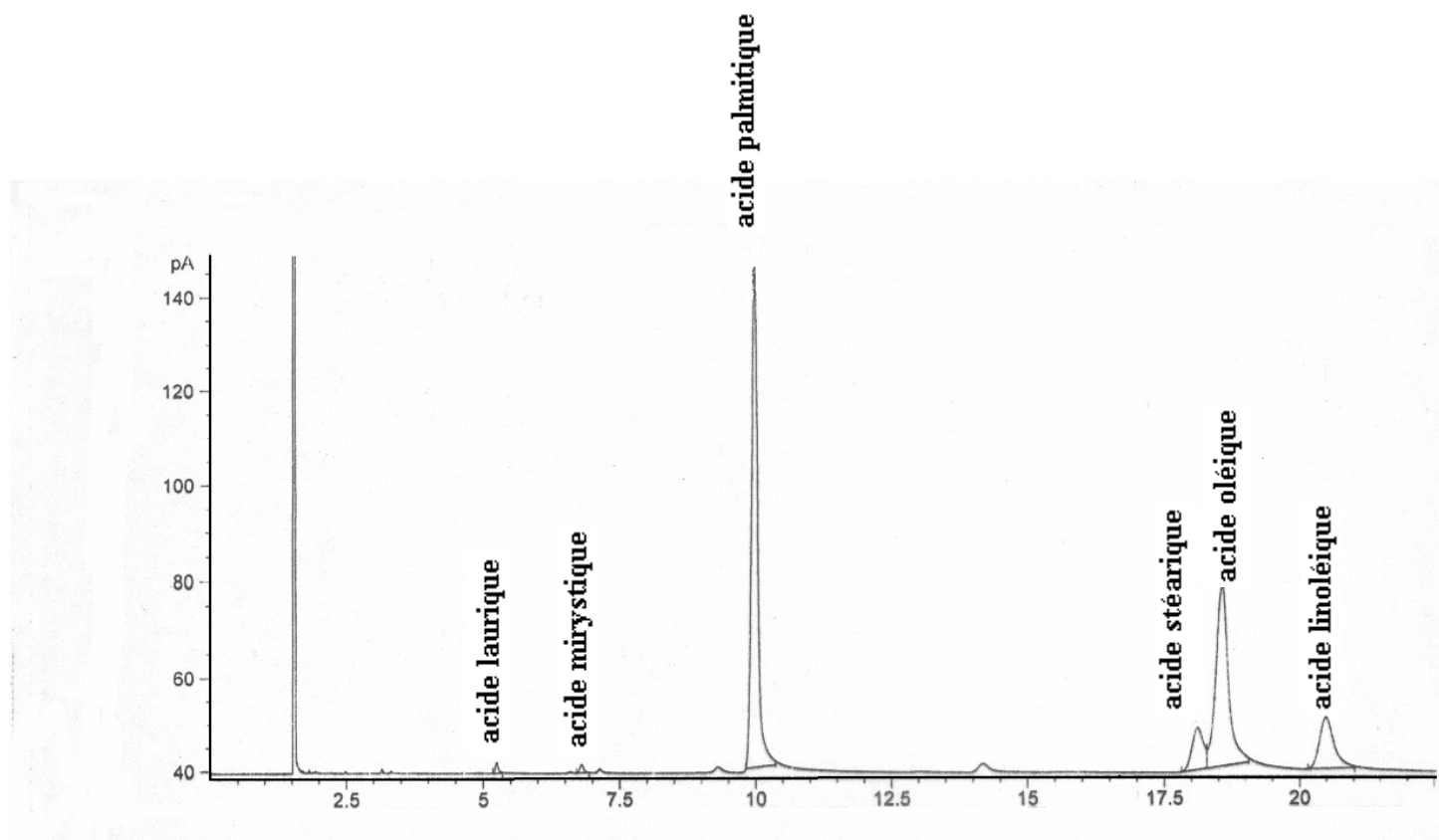


Figure 1: Profil chromatographique des acides gras de la matière grasse extraite de la farine de la chenille *Imbrasia oyemensis* séchée.

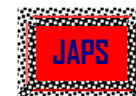
5 DISCUSSION

La farine de la chenille *Imbrasia oyemensis* constitue une importante source de protéines (57,77 %), de matière grasse (23,79 %) et de minéraux. Ce résultat est en accord avec celui de la FAO (2004) qui avait noté une forte teneur protéique chez les chenilles, favorisant ainsi leur incorporation dans les farines pauvres en protéine afin de lutter contre la malnutrition infantile. Cependant, cette quantité de protéines de la chenille *Imbrasia oyemensis* séchée est inférieure à celle de la chenille *Cyri-butyraspermi vuillet* (63 %) consommée au Burkina Faso (Anonyme, 2004)). Elle est plus élevée que celle du bœuf séché (55,4 %) et du poisson séché (47 %) (Anonyme, 2004).

Les cendres issues de l'incinération de la farine de chenille ont permis de quantifier quelques substances minérales (calcium, phosphates, sodium et potassium) indispensables à l'organisme. Ces

teneurs permettent de confirmer que les chenilles apportent aux populations qui les consomment une quantité suffisante de sels minéraux ($2,61 \% \pm 0,03$). Le calcium, les phosphates, le sodium et le potassium interviennent dans l'organisme en fortifiant les os des adultes, jouant le rôle de bioactivateur et d'équilibre osmotique dans le métabolisme cellulaire. Elles favorisent aussi la croissance des enfants (Schapira, 1981). Les taux de sels minéraux déterminés dans cette étude sont similaires à ceux trouvés par Ramos-Elorduy (1998) chez différentes chenilles de l'espèce *Euschistus*.

La teneur en matière grasse de la chenille *Imbrasia oyemensis* ($23,79g \pm 0,001$) représente environ 3 fois la teneur de celle de la chenille de *Hadrapphe ethiopica* (Malaisse & Parent, 1980). Les propriétés chimiques de la graisse de la chenille *Imbrasia oyemensis* analysée, révèle que l'indice d'acide



qui permet d'apprécier le degré d'altération des matières grasses est élevé ($10,07 \pm 0,11$ mg de KOH/g de matière grasse). Ce qui permet d'affirmer que cette matière grasse contient assez d'acides gras libres avec une acidité oléique de $5,06 \% \pm 0,06$. Elle serait donc en voie d'altération (Audigé *et al.*, 1986).

Par conséquent, cette graisse serait susceptible à la rancidité. En effet, les acides gras libres sous l'effet de l'oxygène atmosphérique provoquent le rancissement de la matière grasse. De plus, cette valeur est supérieure à la valeur limite préconisée pour une matière grasse alimentaire par le Codex Alimentarius, (1992) qui est de 4. La

matière grasse de la chenille aurait donc entamé son altération. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que l'hydrolyse des liaisons esters serait déjà entamée. Cela pourrait être dû aux conditions de récolte, de conservation, de fumage et de vente des chenilles. En effet, ces chenilles séchées sont exposées sur les étals sans protection aucune ou enfermées dans des sacs en jute.

L'indice de saponification obtenue ($151,79 \pm 1,28$ mg de KOH/g de matière grasse) est inférieure à celle de l'huile de *Macrotermes subhyalinus* ($193,40 \pm 0,31$) observée par Ekpo et Onigbinde, (2007).

Tableau 4: Composition en acides gras (g/100g de la totalité des acides gras) de la matière grasse extraite de la chenille *Imbrasia oyemensis* séchée.

Composition en acides gras de la matière grasse de la chenille <i>Imbrasia oyemensis</i> séchée	Pourcentage en acide gras
Acide laurique (C12:0)	$0,5 \pm 0,01$
Acide myristique (C14 :0)	$0,48 \pm 0,002$
Acide palmitique (C16 :0)	$45,97 \pm 0,01$
Acide stéarique (C18 :0)	$7,21 \pm 0,007$
Acide oléique (C18 :1)	$34,62 \pm 0,002$
Acide linoléique (C18 :2)	$11,22 \pm 0,009$

La graisse de la chenille *Imbrasia oyemensis* pourrait être utilisée dans la fabrication du savon comme certains corps gras animaux tel que la matière grasse de Hareng (FAO, 1975). Les insaponifiables ($0,93 \% \pm 0,001$), constitués de substances bio-actives comprenant les hydrocarbures, tocophérols, stérols, et les alcools terpéniques sont présents en infimes quantités dans cette graisse.

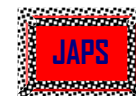
L'indice de peroxyde de la matière grasse de cette chenille ($6,95 \pm 0,03$ meq d'oxygène/kg) est élevé, ce qui justifie une éventuelle oxydation de celle-ci. Par conséquent, elle ne serait pas de bonne qualité nutritionnelle car l'oxydation des acides gras essentiels provoque une diminution de la valeur nutritionnelle de la matière grasse (Asiedu, 1991).

L'indice d'iode légèrement faible ($48,79 \pm 0,92$ g d'iode/100 g), peut justifier la faible teneur en acides gras insaturés ($45,84 \%$) par rapport à la proportion d'acides gras saturés ($54,16 \%$). En effet, plus l'indice d'iode d'un corps gras est élevé, plus sa teneur en acides gras insaturés est élevée (Alais & Linden, 1997). La matière grasse de la chenille *Imbrasia oyemensis* étant plus riche en acides gras saturés, cela expliquerait son aspect pâteux ou semi solide à la température ambiante due à la grande

proportion de liaisons hydrogènes (Alais & Linden, 1997).

La composition en acides gras, déterminée par chromatographie en phase gazeuse, a révélé l'existence de six (6) acides gras..

L'acide oléique ($34,62 \%$) et l'acide linoléique ($11,22 \%$) représentent respectivement les acides gras monoinsaturés et polyinsaturés. L'acide palmitique, acide gras saturé, solide mou et blanc qui fond à $63,1^\circ \text{C}$, fortement représenté dans la composition à $45,97 \% \pm 0,01$, a donc conféré ses propriétés à cette matière grasse. C'est un excellent aliment énergétique (129 ATP), mais sa consommation en forte proportion peut augmenter le risque de maladie cardio-vasculaire et favoriser la formation de thromboses (FAO/OMS, 1993). En effet, il a été démontré que la consommation de mauvaises graisses alimentaires (riches en acides gras saturés à longues chaînes carbonées) augmente considérablement le risque d'infarctus cardiaque causé par un taux élevé de cholestérol dans le sang (Mensink & Katan, 1990 ; Siguel &



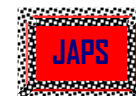
Lerman, 1993). Industriellement l'acide palmitique est utilisé pour la fabrication des margarines qui sont des aliments énergétiques (Alais & Linden, 1997).

De même cette graisse est riche en acide oléique qui est un acide gras mono insaturé (34,62 % \pm 0,002), ce qui donne à la matière grasse de la chenille *Imbrasia oyemensis*, une importance sur le plan nutritionnel en diminuant le risque d'infarctus cardiaque (Connor, 2000 ; Dommels *et al.*, 2002 ; Corbett, 2003). En effet, l'acide oléique 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).

Qualitativement, la matière grasse de la chenille *Imbrasia oyemensis* contient les mêmes acides gras (C₁₆:0, C₁₈:1, et C₁₈:2) que ceux identifiés par Cmelik (1969) chez les reines des termites *Macrotermes natalensis* et *Macrotermes falciger* et par Demesmaecker (1997) chez un échantillon de chenilles *Hadraphe ethiopica*. Les teneurs en acides gras chez *Imbrasia oyemensis* sont proches de celles obtenues chez la chenille *Euschistus strenuus* (Ramos-Elorduy *et al.*, 2000). Toutes ces propriétés permettent de penser que la chenille *Imbrasia oyemensis*, aliment de grande valeur nutritionnelle, pourrait constituer un outil essentiel pour des applications dans des industries agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques.

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR : 1991. Association Française de Normalisation. Catalogue, ed. Paris Afnor, 783p.
- Alais C. et Linden G : 1997. Biochimie alimentaire, Eds Masson, Paris, 248 p.
- Anonyme : 2004. La chenille ou l'agrobusiness Nation et Nutrition du 28 jan au 03 fév. Opinion N° 330 (Burkina Faso), 16 p
- AOAC: 1995. Official methods of Analysis of AOAC International, 16th ed. AOAC International Arlington, VA, 250 p
- Asiedu JJ : 1991. La transformation des produits agricoles en zone tropicale, le palmier à huile, Edition Karthala et CTA, 243 p.
- Audigie Cl, Figarella J et Zonszain F: 1986. Manipulation d'analyse biochimique, Eds Doin, Pris, 222 p.
- Bernfeld P : 1955. Amylases, α and β . Meth. Enzymology1. (Tufts University School of Medicine, Boston. MA),1: 49-58
- BIPEA : 1976. Recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes. Bureau Interprofessionnel d'Études Analytiques, Gennevilliers. France. 140 p.
- Bodenheimer FS : 1951. Insects as Human Food. A Chapter of the Ecology of Man, Junk (The Hague, Hollande): 352 p.
- Briggs AP : 1922. A modification of the Bell-Doisy Phosphate method. J. Biol. Chem. 53 : 453 p
- Chen X et Feng Y : 2002. Review on nutritive value of edible insects. Chinese For. Sci. and Technol. 12: 54-59.
- Cmelik SHW : 1969. Composition des lipides neutres des reines de termites *Macrotermes natalensis* et *Macrotermes falciger*. Insect Physiol.15 :1481-1487.
- Codex alimentarius: 1992. Joint FAO/WHO, Editeur : Food & Agriculture Org; Édition : 2, FAO, Rome (Italie), 337 p
- Connor EW : 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. American Journal of Clinical Nutrition. 7: 171-175.
- Corbett P : 2003. It is time for an oil change! Opportunities for high-oleic vegetables oils. Inform., 14, 480-481.
- Darna L et Dufour P : 1987. Insects as Food: A Case Study from the Northwest Amazon, Am. Anthropologist. 89 (2) : 383-397.
- Demesmaecker A : 1997. Contribution à l'écologie : les chenilles comestibles du Copperbelt, Zambie.Travail de fin d'Études, Fac. univ. Sci. agron. Gembloux, 117 p.
- Dommels YEM, Alink GM, Bladeren PJV et Ommen BV: 2002. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acid and colorectal carcinogenesis: result from cultured colon cells, animal models and human studies. Environmental toxicology and pharmacology; 11: 297-308.
- Ekpo KE and Onigbinde AO : 2007. Characterization of lipids in winged reproductives of the termite *Macrotermes bellicosus*. Pakistan Journal of Nutrition 6: 247-251.
- FAO: 1975. Fishery Industries Division The production of fish meal and oil. FAO Fish. Tech. Pap., (142) Rev. 1: 63 p.



- FAO : 2004. Les insectes comestibles, importante source de protéines en Afrique centrale. 8 Novembre Rome (Italie) 45 p.
- FAO/OMS : 1993. Les graisses et huiles dans la nutrition humaine. Rapport d'une consultation mixte d'experts, Rome, 26 p
- Frappier R et Gosselin D : 1999. Le guide des bon gras. Les Éditions Maxam, Québec, 2e édition. 25 p
- Gindler EM and King JD : 1972. Rapid colorimetric determination of calcium in biological fluids with methylthymol blue. Am. J. Clin. Path. 58: 376-82.
- Malaisse F : 1997. Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle. Les Presses agronomiques de Gembloux. Centre technique de coopération agricole et rurale, Wageningen, Gembloux 78 p.
- Malaisse F et Parent L : 1980. Beiges méridionaux du Shaba (le Zaïre) Naturalistes de comestibles de chenilles de G. 61 : 2-24.
- Malaisse F: 2003. Human consumption of Lepidoptera, Termites, Orthoptera and Ants in Africa. In M. Paoletti, A. Collavo (eds.) Minilivestock Environment, education, research and economics, 245 p.
- Malaisse F, Lognay G, Motte-Florac E, Jacqueline MCT : 2003. Les chenilles comestibles d'Afrique tropicale. Thomas (eds.) Les insectes dans la tradition orale. Paris : Peeters-Selaf. Ethnoscience 5 : 295 p.
- Martinez HJ, Robledo NQ, Mora RE et Davila GO : 2000. Alkaloid composition of *Lupinus campestris* from Mexico. J. Food Biochem. 25: 117-125.
- Mensink RP, et Katan MB : 1990. Effect of dietary trans-fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. Journal of Clinical Nutrition, 323, 439-445.
- Nkouka O : 1987. Les insectes comestibles dans les sociétés d'Afrique centrale, Muntu, 6 : 171-178.
- Pinta M : 1954. Photometrie de flame. Chimie analytique 5 : 126-130.
- Ramos-Elorduy J : 1998. The gourmet guide to edible insects, Part Street Press (Rochester, Vermont). Creepy crawly cuisine, 150 p.
- Ramos-Elorduy J, Motte FE, Pino M et Andary C : 2000. Les insectes utilisés en médecine traditionnelle au Mexique : perspectives – In : Ethnopharmacology/A. Guerici (ed.) Genova : Erga Edizioni, 2000 : 271-290.
- Ruddle K : 1973. The human use of insect: examples from the Yukpa, Biotropica. 5: 94-101.
- Schapira G : 1981. Eléments de Biochimie clinique et physiologie eds, Flammarion Medecine-Sciences 20. Rue Vaugirard, 75006 Paris, 285 p.
- Siguel EN et Lerman RH : 1993. Trans-fatty acids patterns in patients with angiographically documented coronary artery disease. American Journal of Cardiology, 71, 916-920.
- UICPA : 1979. Méthodes d'analyses des matières grasses et dérivés (6è éd., 190p). Lavoisier, Paris (France) : Tec et Doc.