

## **Etude comparative de la composition biochimique et des propriétés nutritives des farines artisanales et industrielles utilisées dans les préparations pour nourrissons (PPN) commercialisées à Abidjan**

### **[ Comparative study of the biochemical composition and nutritional properties of artisanal and industrial flours used in infant formulas (PPN) marketed in Abidjan ]**

**Yao Kouadio<sup>1</sup>, Dan Chépo Ghislaine<sup>1</sup>, Nanga Yessé Zinzendorf<sup>2</sup>, Komade Thierry<sup>1</sup>, Loukou Yao Guillaume<sup>2</sup>, and Kouame Lucien Patrice<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés, Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologie des Aliments (UFR-STA), Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP), Service de Biologie Médicale et de Microbiologie industrielle et Alimentaire, 18 BP 2403 Abidjan 18, Côte d'Ivoire

---

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** In Côte d'Ivoire, one of the concerns regarding child malnutrition remains the lack of nutritional data on locally manufactured flours used in infant formulas. This study aims to verify compliance with standards for the macronutrient composition of 7 artisanal infant flours, then to compare the nutritional quality of these flours with that of industrial infant flour sold in Abidjan (Côte d'Ivoire). The results revealed that apart from soybean flour and «five-grain flours», the water, carbohydrate, lipid and energy content of the artisanal flours tested did not comply with the standard levels recommended by the Codex Alimentarius. The average energy values ( $362.01 \pm 31.93$  kcal / 100 g) of the artisanal flours tested are lower than that of industrial infant flours ( $405.87 \pm 23.94$  kcal / 100 g). On the other hand, the protein ( $17.47 \pm 12.70\%$ ) and lipids ( $8.19 \pm 7.60\%$ ) content of artisanal flours are higher than that of industrial flours. The artisanal five-grain flour made from soybean flour gave a satisfactory energy value and meets the regulatory standards for a complementary diet (400 Kcal / 100 g). Faced with the practiced and high prices of industrial flour, beyond the purses of a large number of families in Côte d'Ivoire, this type of artisanal infantile composite flour with mixtures of cereals and soybeans could meet the nutritional needs of children.

**KEYWORDS:** Infant flour, Infant formula (NPP), Macronutrients, Abidjan.

**RESUME:** En Côte d'Ivoire l'une des préoccupations concernant la malnutrition infantile demeure l'absence des données nutritionnelles sur les farines de fabrication locale utilisées dans les préparations pour nourrissons. Cette étude se propose de vérifier la conformité aux normes de la composition en macronutriments de 7 farines artisanales infantiles, puis de comparer la qualité nutritionnelle de ces farines à celle de la farine infantile industrielle vendues à Abidjan (Côte d'Ivoire). Les résultats ont révélé qu'en dehors de la farine de soja et des « farines aux cinq céréales », les teneurs en eau, glucides, lipides ainsi que la valeur énergétique des farines artisanales testées sont non conformes aux teneurs standards recommandées par le *Codex Alimentarius*. La moyenne des valeurs énergétiques ( $362,01 \pm 31,93$  kcal/100 g) des farines artisanales testées est inférieure à celle des farines infantiles industrielles ( $405,87 \pm 23,94$  kcal/100 g). Par contre, la teneur en protéines ( $17,47 \pm 12,70 \%$ ) et en lipides ( $8,19 \pm 7,60 \%$ ) des farines artisanales sont supérieures à celle des farines industrielles. Les farines artisanales aux cinq céréales constituées de farine de soja a donné une valeur énergétique satisfaisante et répond aux normes réglementaires pour une alimentation de complément (400 Kcal/100 g). Face aux prix pratiqués et élevés des farines industrielles, au-delà des bourses d'un grand nombre de familles en Côte d'Ivoire, ce type de farines composites infantiles artisanales aux mélanges de céréales et au soja pourrait couvrir les besoins nutritionnels des enfants.

**MOTS-CLEFS:** Farine infantile, Préparation pour nourrissons (PPN), Macronutriments, Abidjan.

## 1 INTRODUCTION

La malnutrition infantile constitue un problème de santé publique très préoccupant dans les pays en voie de développement [1]. En effet, la malnutrition contribue à 35 % des décès d'enfants de moins de 5 ans en Afrique de l'Ouest et du Centre. Selon une enquête de l'Institut National ivoirien (INS) [2], en Côte d'Ivoire, environ 30 % des enfants de moins de cinq ans souffrent d'un retard de croissance, dont 12 % souffrant de la forme sévère [3]. Les formes graves de malnutrition comprennent entre autres le marasme, la kwashiorkor et les anémies nutritionnelles. Pour pallier à ce problème de nombreuses farines infantiles de fabrication artisanales à base de céréales sont commercialisées sur les marchés et dans les centres hospitaliers. Contrairement aux farines et aliments de compléments industriels pour enfants vendus dans les supermarchés et les grandes enseignes commerciales, les farines artisanales sont accessibles à toutes les bourses et à moindre coût. Ces farines infantiles artisanales sont, pour la plupart, formulées à base de poudres de céréales telles que le mil, le sorgho, le blé, le maïs, le sorgho, le riz, fonio et le soja et concourent à la valorisation des céréales locales.

Cependant, le problème de la méconnaissance des valeurs nutritionnelles des farines infantiles de fabrication traditionnelle se pose. En effet, confectionnées de façon artisanale sans contrôle de qualité, ces farines couvrent-elles les besoins nutritionnelles journalières du nourrisson ? Possèdent-elles plus de qualité nutritive par rapport aux farines industrielles ?

Selon certains auteurs, les farines infantiles traditionnelles, « faites maison » accessibles à tous, ont une très faible valeur nutritive et causent des problèmes de malnutrition et de carences nutritionnelles [4], [5]. En tout état de cause, ces farines inondent les commerces et centres hospitaliers où elles rivalisent (concurrence) avec les farines industrielles. Par ailleurs, l'absence des données nutritionnelles sur les farines infantiles de fabrication locale demeure une préoccupation pour les ménages.

Ainsi, cette étude a pour objectif de comparer quelques propriétés nutritives des farines artisanales et industrielles pour nourrissons vendues à Abidjan.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 MATERIEL

Le matériel d'étude est constitué de farines artisanales de céréales utilisées dans la préparation pour nourrissons produites localement à Abidjan. Il s'agit de farines de maïs, de riz, de mil, de sorgho de farines, de soja et de farines composites pour nourrissons (**Fig. 1**).



*Fig. 1. Photo de quelques échantillons de PPN artisanales à base de céréales analysés (Yao K., 2009)*

### 2.2 METHODES

#### 2.2.1 PRÉLÈVEMENT, ÉCHANTILLONNAGE ET TRANSPORT

##### 2.2.1.1 SITES DE PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS

Les communes de prélèvements des PPN à base de farines artisanales sont données par la *Fig. 2*. Il s'agit des communes d'Abobo, d'Adjamé, de Koumassi, de Port-Bouet, de Treichville et de Yopougon. Les échantillons de farines céréalières de fabrication artisanale ont été essentiellement collectés dans les centres publics de soins de santé (hôpital général, PMI, Maternité, centre de santé urbaine) de cinq communes de la ville d'Abidjan. Pour chaque commune, les sites de prélèvement sont indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1. Localisation des foyers d'échantillonnage des farines artisanales

Communes de la ville d'Abidjan	Code	Sites d'échantillonnage des farines artisanales
Abobo	A1	Hôpital Général Abobo - Nord
	A2	Hôpital Général Abobo - Sud
	A3	Maternité Henriette Konan Bédié
Adjamé - 220 logements	A4	Centre de santé Croix – Rouge d'Adjamé - 220 logements
Koumassi	A5	Hôpital Général de Koumassi
Yopougon	A6	PMI de Yopougon
Port - Bouet	A7	Hôpital Général de Port - Bouet
	A8	Centre de santé Akwaba - Warf

Ax = échantillons de fabrication artisanale



● Communes d'échantillonnage

Fig. 2. Carte de la ville d'Abidjan indiquant les communes d'échantillonnage. Centre de Cartographie et de Télédétection (CCT) du BNETD. (2001)

### 3 ANALYSE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET NUTRITIVE DES FARINES ARTISANALES

#### 3.1 TENEUR EN EAU (HUMIDITE)

L'humidité est obtenue après dessiccation selon la méthode [6] à 105 °C pendant 24 heures. Pour chaque échantillon, trois creusets sont successivement pesés et la masse à vide est noté (M0). Cinq grammes (5 g) de poudre de farine de céréales sont introduits dans chaque creuset qui est à nouveau pesé et la masse est notée (M1). Les creusets sont ensuite placés à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures. Au terme de l'opération, les creusets sont retirés et placés au dessiccateur pendant 10 minutes, puis pesés à nouveau, soit M2, la nouvelle masse obtenue. La teneur en eau des échantillons est déterminée à partir de la formule suivante:

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)}$$

M<sub>0</sub>: masse du creuset vide

M<sub>1</sub>: (masse du creuset + échantillon) avant étuvage

M<sub>2</sub>: (masse du creuset + échantillon) après étuvage

### 3.2 TENEUR EN CENDRES

La teneur en cendre est obtenue selon la méthode [6] après incinération des farines dans un four électrique à moufle à 550 °C jusqu'à l'obtention d'un résidu blanc. Par cette méthode, trois creusets sont marqués et pesés, soit M<sub>0</sub> leur masse à vide. Deux grammes (2 g) de farine sont introduites dans chaque creuset et leur masse totale (creuset + masse de farine) est déterminé et marqué M<sub>1</sub>. L'incinération est réalisée à 550 °C au four à moufle pendant 24 heures. A terme, les creusets sont retirés et placés au dessiccateur pendant 10 minutes pour refroidissement. En fin, ils sont pesés avec chacun son contenu, soit M<sub>2</sub> la masse obtenue. La teneur en cendre des échantillons de farine est calculée à partir de la formule suivante:

$$\text{Taux de cendres (\%)} = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \times 100$$

M<sub>0</sub>: masse du creuset vide,

M<sub>1</sub>: masse creuset + échantillon,

M<sub>2</sub>: masse creuset + échantillon après retrait du four.

### 3.3 TENEUR EN PROTEINES

La teneur en protéines des farines a été déterminée en dosant l'azote total selon la méthode [6] utilisant le Kjeldahl. Dans cette méthode, une quantité de 0,5 g d'échantillon sec est introduite dans un matras et minéralisée en présence de 10 mL d'acide sulfurique concentré et de 0,5 g de catalyseur de minéralisation [7]. La minéralisation a été réalisée à chaud durant une heure sur une rampe de minéralisation. Après minéralisation et refroidissement de l'échantillon, 150 mL d'eau distillée sont ajoutés dans le matras contenant le minéralisât. Celui-ci est alors positionné dans une unité de distillation (Tecator, Kjeltec System 1002 Distilling Unit, Pays - Bas) et environ 50 mL de NaOH (10 N) sont introduits dans le matras avec trois gouttes de phénolphtaléine à 1 %. La distillation est effectuée et environ 175 mL de distillat sont collectés dans un erlenmeyer contenant 25 mL d'acide borique à 4 % en présence de trois gouttes de rouge méthyle à 1 %. Le mélange (distillat + acide borique à 4 % + rouge méthyle) est par la suite titré sous agitation avec une solution de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,1 N) jusqu'à ce que la couleur vire du vert au rose. Un blanc est réalisé parallèlement et la teneur en protéines est calculée par la formule suivante:

$$\text{Taux d'azote (\% N)} = \frac{(V - V') \times 0,1 \times 14,007}{100}$$

V : Volume d'acide sulfurique versé pour l'échantillon

V' : Volume d'acide sulfurique versé pour le blanc

14,007 : Masse atomique de l'azote.

100 mg : Poids de l'échantillon (100 mL de solution pour 1g d'échantillon).

% N : taux d'azote.

La teneur de protéines brutes est obtenue en multipliant le taux d'azote par 6,25 [8]:

$$\text{Taux de protéines} = \text{Taux d'azote (\% N)} \times 6,25$$

### 3.4 TENEUR EN MATIERES GRASSES

La teneur en lipides est déterminée selon la méthode de [9] utilisant le chloroforme et le méthanol comme solvants. A 10 g de l'échantillon, sont ajoutés 40 mL de chloroforme et 20 mL de méthanol puis homogénéisés vigoureusement à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 2 minutes. Le mélange est filtré sur büchner (filtration sous vide). Les résidus sont dispersés dans 80 mL d'un mélange chloroforme - méthanol (en proportion de deux volumes de chloroforme pour un volume de méthanol) puis homogénéisés pendant 3 minutes et filtrés à nouveau. Les solides restants sont lavés avec 12 mL du mélange chloroforme - méthanol puis filtrés. Tous les filtrats sont rassemblés dans une ampoule à décanter. A cet ensemble, il est ajouté un volume de 0,2 mL de solution de chlorure de sodium anhydre à 0,7 %. La phase organique est récupérée dans un ballon taré, puis le solvant est éliminé à 50 °C à l'évaporateur rotatif (Rotavapor, HEIDOLPH HEZBAD HB, Pays - Bas) et la teneur en lipide est déterminée à l'aide de la formule décrite:

$$\text{Taux de lipides} = \frac{(P_1 - P_0)}{P_e} \times 100$$

P<sub>0</sub>: masse du ballon vide

P<sub>1</sub>: masse du ballon vide + masse de l'huile extraite

P<sub>e</sub>: prise d'essai

### 3.5 DETERMINATION DE LA TENEUR EN GLUCIDES TOTAUX

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon la méthode de Bertrand et Thomas [10]. A 4 g de farine sont ajoutés successivement 40 mL d'eau distillée, 1 mL d'acétate de zinc à 30 % et 10 mL d'acide chlorhydrique concentré (12 N). Le mélange est porté à ébullition pendant 2 h 30 min au bain marie puis refroidi. Il est additionné de trois gouttes de phénolphtaléine et l'ensemble est dosé avec de la soude 6 N jusqu'à l'obtention d'une coloration rose. La solution obtenue est filtrée dans une fiole de 1000 mL à l'aide de papier filtre. Le résidu retenu par le filtre est lavé plusieurs fois à l'eau distillée préchauffée.

A 20 mL de ce filtrat, sont ajoutés 20 mL de solution de sulfate de cuivre II avec 20 mL de solution alcaline et l'ensemble est bouilli pendant 3 minutes dans une calotte chauffante. La masse de cuivre (M<sub>cuivre</sub>) précipité est donnée par la formule suivante:

$$M_{\text{cuivre}} = \frac{100 \times V_{\text{KMNO}_4} \times 10,047}{E \times M} \times 100$$

E = Volume de solution dosée par le permanganate de potassium (20 mL)

M = prise d'essai (4 g)

V<sub>KMNO<sub>4</sub></sub> = Volume de permanganate de potassium utilisé.

10,047 = Masse de cuivre contenue dans 1 mL de la solution titrable (permanganate de potassium).

### 3.6 DETERMINATION DE LA VALEUR ENERGETIQUE

La valeur théorique de l'énergie métabolisable des farines artisanales a été calculée à partir des valeurs analytiques des protéines totales, de la teneur en lipides, et des glucides totaux (fibres brutes y compris) utilisant les valeurs de l'énergie physiologique selon la formule de [11]:

$$E \text{ (Kcal/100 g)} = (4 \times \% \text{ Protéines}) + (4 \times \% \text{ Glucides}) + (9 \times \% \text{ Lipides})$$

### 3.7 ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse statistique des résultats a été faite à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1 Elle a permis de calculer les moyennes et les écarts types des données obtenues. Les différents paramètres analysés ont été ensuite soumis à une analyse de variance (ANOVA). A cet effet, une ANOVA à un facteur et les tests multi- étendus de Duncan ont été utilisés.

L'ANOVA a été employée pour vérifier d'une part, la variabilité entre les différents échantillons d'une commune à une autre et d'autre part la variabilité entre les différents échantillons de farines à un autre. Les différences significatives des paramètres ont été calculées avec la méthode de Duncan au seuil  $\alpha = 5\%$ . Le test de Duncan a permis de calculer les différences significatives des paramètres et par la suite permis de situer d'abord les différences entre les échantillons d'une commune à une autre puis les différences entre les échantillons d'une catégorie de farine à une autre.

## 4 RESULTATS

### 4.1 COMPOSITION BIOCHIMIQUE DES FARINES ARTISANALES A BASE DE CÉRÉALES

Huit variétés d'échantillons de farines artisanales à base de céréales analysés, ont présenté une composition physicochimique très variée. Les taux d'humidité ( $> 5\%$ ) sont dans l'ensemble non conformes aux teneurs standards recommandées par le Codex Alimentarius. Au niveau des protéines, tous les échantillons de farines ont présenté des teneurs moyennes ( $< 13\%$  de matière sèche par gramme) non-conformes aux valeurs standards du Codex Alimentarius en dehors de la farine de soja avec un taux moyen en protéines de 38,37 %. Les valeurs des taux des lipides totaux sont aussi faibles sauf dans les échantillons des farines de soja et des « farines aux cinq céréales ». Les taux de glucides sont en majorité conformes au standard hormis les échantillons de farine de soja. Les taux de cendres traduisant l'apport en sels minéraux totaux sont dans l'ensemble supérieurs au taux standard (2 % MS/g). Seules les PPN artisanales de type farines « aux cinq céréales » ont donné une valeur énergétique ( $> 400$  kcal/100 g) conforme au standard par le Codex Alimentarius (Tableau II).

### 4.2 CONFORMITÉ DES VARIÉTÉS DE PPN ARTISANALES A BASE DE CÉRÉALES AUX VALEURS STANDARD DES FARINES DE COMPLÉMENT SELON [12]

Par rapport aux macronutriments, la conformité touche 75 % des échantillons en ce qui concerne les glucides, 37,5 % les lipides, 25 % des protéines et 12,5 % les valeurs énergétiques. La part des non – conformités vis-à-vis des valeurs standard est très élevée et concerne les taux d'humidité supérieurs (100 % des cas), les protéines (75 %), les lipides (62,5 %) et les glucides dans 25 % des cas (Tableau III).

Tableau 2. Composition biochimique des farines infantiles artisanales à base de céréales

Teneur en nutriments (%)									
Type de farines Paramètres	Farine de soja	Farine aux 5 céréales	Farines de mil	Farines de maïs	Farines de blé	Farines de riz	Farines de sorgho	Farines de fonio	Standart selon Sanogo et al. (1989)
Humidité (%)	13,1±2,21	12,5±4,02	11,6±1,01	12,53±3,21	12,53±1,11	10,9±2,14	11,7±3,06	14,2±2,22	5
Protéines (%)	38,37±0,36	12,47±0,98	8,64±0,07	9,19±0,68	9,01±0,65	10,54±0,62	9,9±0,21	8,18±1,29	13
Lipides (%)	20,24±0,37	8,3±0,03	1,27±0,57	3,6±1,7	1,4±0,47	4,37±1,73	4,26±0,15	1,85±1,47	7
Glucides (%)	10,76±0,35	73,45±0,65	71,61±4,85	66,8±3,56	71,47±1,09	72,84±1,64	69,95±0,27	70,56±0,29	68
Cendres (%)	3,78±0,21	4,58±0,78	3,4±1,18	4,21±0,87	3,41±0,5	5,3±1,31	4,4±0,3	4,3±0,7	2
Valeur énergétique (kcal/100g)	378,65±4,09	418,4±4,65	332,47±4,85	335,49±32,88	334,83±2,4	364,19±22,95	361,95±7,28	331,61±17,05	400

(% MS) = pourcentage de matière sèche par gramme

\* = différents échantillons regroupés sous différentes variétés de PPN artisanales à base de céréales testées

Tableau 3. Conformité des farines artisanales à base de céréales aux valeurs standard selon [12]

	CONFORMITE AUX VALEURS DECLAREES		CAUSES DE NON - CONFORMITE		
	Nombre de variétés testées	Nombre de variétés conformes	Nombre de variétés non conformes	Nombre de valeurs < standard	Nombre de valeurs > standard
Paramètres	N	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Humidité	8	0 0	8 (100)	0	8 (100)
Protéines	8	2 (25)	6 (75)	6 (75)	-
Lipides	8	3 (37,5)	5 (62,5)	5 (62,5)	0
Glucides	8	6 (75)	2 (25)	2 (25)	0
Cendres	8	0	8 (100)	0	8 (100)
Valeur énergétique	8	1 (12,5)	7 (87,5)		

#### 4.3 COMPARAISON DE DEUX TYPES DE FARINES A BASE DE CÉRÉALES TESTÉES (INDUSTRIELLES ET ARTISANALES)

A titre de comparaison, il y a une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les farines artisanales et les farines industrielles au niveau de la teneur moyenne en glucides et en valeur énergétique. Cependant il n'y a pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) au niveau des teneurs en protéines. La farine artisanale possède donc une teneur en glucide et une valeur énergétique inférieure à celles de la farine industrielle (Tableau IV).

Tableau 4. Etude comparée des matières organiques des farines industrielles et des farines artisanales

	Glucides	Matières grasses	Protéines	Valeur énergétique
Farine artisanale	55,11 ± 26,98a	8,19 ± 7,60c	17,47 ± 12,70a	362,01 ± 31,93a
Farine industrielle	70,74 ± 2,29b	7,12 ± 2,37a	15,07 ± 1,69a	405,87 ± 2 3,94b

Les moyennes ayant la même lettre dans la colonne signifient qu'il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ): a, b, c, d, e et f: comparaison d'un type de farine à un autre

#### 4.4 COMPARAISON DES TAUX DE MACRONUTRIMENTS DES FARINES INFANTILES ARTISANALES A BASE DE CÉRÉALES PRISES INDIVIDUELLEMENT

Au niveau des teneurs en glucides, la farine de soja a le taux le plus faible (10,75 %). Tandis que les « farines aux cinq céréales » et celles du maïs montrent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) et présentent des taux supérieurs à 73,5 %. Au niveau des teneurs en matières grasses (lipides) et en protéines totales, la farine de soja présente des taux respectifs plus élevés de 20,24 % et 38,36 % suivie de loin par la farine aux cinq céréales (8,33 % et 12,39 %). Ces taux sont largement élevés par rapport à ceux des autres farines testées et à ceux prescrits par les critères standards de [12]. Les farines de fonio ont donné des teneurs plus faibles en matières grasses (0,81 %) et en protéines totales (7,82 %). Des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été enregistrées entre les différentes farines de céréales testées en ce qui concerne les teneurs en glucides, en matières grasses et en protéines totales (Tableau V).

Tableau 5. Comparaison des valeurs des paramètres biochimiques des farines artisanales à base de céréales testées

	Glucide	Matière grasse	Protéine totale	Valeur Energétique
Farine de soja	10,75 ± 0,37 a	20,24 ± 0,39 a	38,36 ± 0,37 a	378,65 ± 4,39 a
Farine 5 Céréales	73,5 ± 0,75 b	8,33 ± 0,35 g	12,39 ± 1,14 b	418,62 ± 5,45 b
Farine de mil	65,08 ± 0,17 c	2,79 ± 0,08 d	8,85 ± 0,09 c	319,55 ± 7,69 d
Farine de maïs	73,89 ± 0,52 b	5,5 ± 0,20 f	10,86 ± 0,08 d	376,05 ± 18,11 a
Farine de blé	70,27 ± 0,12 d	2,05 ± 0,03 c	10,23 ± 0,14 ed	340,53 ± 0,64 e
Farine de riz	72,48 ± 0,30 e	1,06 ± 0,07 b	8,6 ± 0,07 c	333,99 ± 1,47 ef
Farine de sorgho	70,03 ± 0,34 d	4,13 ± 0,25 e	9,96 ± 0,22 e	361,23 ± 9,42 c
Farine de fonio	70,03 ± 0,34 d	0,8 1±0b	7,82 ± 0 f	321,61 ± 0 ed

Farine 5 Céréales: mélange de cinq céréales au choix du fabricant sauf le soja. Les moyennes ayant la même lettre dans les colonnes signifient qu'il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ): a, b, c, d, e, f et g: comparaison d'un type de farine à un autre

#### 4.5 DISCUSSION

Ce travail s'est limité à l'étude des paramètres de nutrition de 7 farines artisanaux avec comme objectif, la vérification de la conformité de ces produits artisanaux par rapport aux normes en vigueur. La connaissance des paramètres physico-chimiques des farines de façon générale, garde toute son importance dans le processus de contrôle de la qualité quand l'on sait que cette dernière est en grande partie tributaire de ces paramètres.

Les taux d'humidité de l'ensemble des farines artisanales testées (> 5 %) sont non conformes aux teneurs standards recommandées par le Codex Alimentarius. Cette teneur en eau est également supérieure à celle des farines industrielles. Or une grande quantité d'eau dans ces farines compromettrait leurs conditions de conservation; en effet l'eau favorise la prolifération des micro-organismes capables à l'aide de leurs amylases, d'hydrolyser l'amidon contenu dans les farines et de faciliter ainsi l'acidification de ces dernières [13]. En ce qui concerne les glucides, les teneurs trouvées pour l'ensemble des échantillons de farines à base de céréales de fabrication artisanale (55,11 %) ne sont pas conformes et sont en deçà des spécifications réglementaires (normes). Toutefois, 75 % des farines céréalières possèdent des teneurs en glucides conformes aux spécifications fixées par l'OMS. Les glucides constituent la source importante d'apport calorique et le déficit des teneurs constaté doit être comblé. C'est le cas de nombreuses formulations de PPN ou l'ajout de sucre dans les préparations vient combler ce déficit [5].

Les farines constituées d'une seule céréale ont des teneurs en protéines, en lipides, en glucides et en valeurs énergétiques modérées. La comparaison de la composition chimique à celle d'une farine standard a montré que les valeurs énergétiques oscillent entre 321,61 et 378,65 Kcal donc inférieures à 400 Kcal recommandées. Il faudra mouiller à l'usage, ce type de farines artisanales à base de céréales pour être conformes et répondre aux spécifications fixées par l'OMS. Compte tenu de la petite taille de leur estomac (30 à 40 g / kg de poids corporel soit (150 à 200 mL), les enfants ont besoin d'aliments hautement énergétiques pour couvrir leurs besoins énergétiques [14]. Selon la [15], les besoins énergétiques journaliers d'un nourrisson du deuxième âge (06-12 mois) s'élèvent à 950 Kcal; pour les couvrir, ce dernier devrait consommer quotidiennement 238g de nos farines infantiles en moyenne ce qui est difficile sachant que cette quantité de farine pourrait conduire à la préparation de 2,5 litres de bouillie d'où l'importance de l'enrichissement des aliments de sevrage. Les valeurs énergétiques des farines artisanales sont aussi inférieures à celles des farines industrielles. Cependant la combinaison de certaines farines a donné des farines artisanales aux 5 céréales qui sont des aliments riches en glucides, en lipides et protéines surtout lorsque le soja est toujours associé. L'étude de leur valeur nutritionnelle a donné pour ces farines aux 5 céréales, des taux de 12,39 % de matières sèche, de protéines (proche des valeurs standard de 13 % recommandés), 8, 53 % de lipides (contre 7 % minimum recommandés) et 73,5 % de glucides (contre 68 %, valeur standard) avec une valeur énergétique de 418,7 Kcal (contre 400 kcal/100 g de matière sèche comme standard). Des travaux menés sur la formulation d'aliments infantiles de sevrage à base de produits locaux par [16] ont donné les mêmes caractéristiques physicochimiques et des valeurs nutritionnelles proches de celles obtenues. Les farines artisanales aux cinq céréales constituées de farine de soja additionnée aux farines d'autres céréales a donné une valeur énergétique satisfaisante et répond aux normes réglementaires pour une alimentation de complément (400 Kcal/100 g). Face aux prix pratiqués et élevés des farines industrielles, au-delà des bourses d'un grand nombre de familles en Côte d'Ivoire, ce type de farines artisanales au mélange de céréales et au soja pourra être bénéfique. Il peut aussi constituer une bonne source d'alimentation pour un certain nombre d'enfants incapables d'être allaités ou aux parents économiquement faibles.

Il importe de valoriser les farines locales aux mélanges de céréales et enrichies au soja. Selon [17], l'avantage de l'incorporation du soja dans farines est justifié par le fait que le soja renferme en proportions équilibrées des protéines de bonne valeur biologique. En outre, le soja serait riche en acides aminés essentiels, en vitamines et en minéraux. Sa teneur importante en lipides lui confère un pouvoir calorique important. L'usage du soja est de plus en plus sollicité tant dans la nutrition infantile que dans l'alimentation des adultes. Cependant les farines à base de soja analysées sont de loin les plus contaminées par les entérobactéries pathogènes. De ce fait, pour valoriser les farines locales au soja, il faudrait étudier les sources de contamination afin de déterminer les points critiques de contamination et prendre des mesures préventives. Au niveau des farines artisanales de production locale, il a été observé une grande variabilité des teneurs en macronutriments.

## 5 CONCLUSION

Ce travail a permis de déterminer la composition nutritionnelle de 7 farines infantiles artisanales commercialisées à Abidjan. Il ressort de cette étude qu'hormis la farine composite aux 5 céréales, toutes les autres farines infantiles à bases de céréales étudiées ne répondent pas aux normes biochimiques et nutritionnelles recommandées par le Codex Alimentarius. De plus, la valeur énergétique, les teneurs en protéines et en glucides des farines artisanales sont inférieures à celles des farines infantiles industrielles. Par conséquent ces farines ne pourraient couvrir que partiellement les besoins nutritionnels du nourrisson. En revanche, les farines artisanales aux mélanges de cinq céréales et enrichies au soja ont présenté des valeurs nutritives qui répondent aux critères réglementaires en vigueur. C'est le lieu d'encourager des études des procédés de fabrication des farines enrichies à partir d'autres sources de nutriments issues de produits locaux et notamment riches en protéines comme le soja. Ce qui pourrait permettre de répondre à la demande de plus en plus pressante



en farines infantiles de qualité en Côte d'Ivoire et ne présentant pas de dangers pour le consommateur avec des coûts accessibles au grand nombre.

#### REFERENCES

- [1] FAO (2010). The State of Food Insecurity in the World. Rome, Italy: Addressing Food Insecurity in Protracted Crisis.
- [2] INS (2012). Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples de Côte d'Ivoire 2011-2012. Calverton, Maryland, USA: Institut National de la Statistique et ICF International.
- [3] UNICEF (2010). Overview of children in west and central Africa.
- [4] Gbogouri G.A BAMBAS.M, DIGBEU D.Y et BROU K. (2019). Elaboration d'une Farine infantile composée à base d'ingrédients locaux de Côte d'Ivoire: quelles stratégies d'enrichissement en acides gras polyinsaturés oméga 3? Int. J. Biol. Chem. Sci. 13 (1): 63-75.
- [5] Ponka R., Nankap T.L.E., Tambe T.S et Fokou E. (2016). Composition nutritionnelle de quelques farines infantiles artisanales du Cameroun. International Journal of Innovation and Applied Studies 16 (2): 280-292.
- [6] AOAC (1990). Official Methods of analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, US, p. 1271.
- [7] BIPEA (1976). Recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes. Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques, Gennevilliers. France. 140 p.
- [8] Glowa W. (1974). Zircomuim dioxide, a new catalyst in the Kjeldahl method for total N determination. Journal of Association Analysis Chemistry, 57: 1228-1230.
- [9] Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J Biol Chem 226: 497-509.
- [10] Bertrand G, Thomas P. (1910). Guide pour les manipulations de Chimie Biologie. Dund: Paris.
- [11] Atwater W.O., Benedict F.G. (1902). Experiments on the metabolism of matter and energy in the human body, 1898-1900. United States. Office of experiment stations. Bulletin no. 109. Government printing office, Washington, DC.
- [12] Sanogo M., Mouquet C., Trêche S. (1989). La production artisanale de farines infantiles, Expériences et Procédés. Gret, Paris, France, p 11.
- [13] Sall K. (1998). Contrôle de qualité des farines céréalières mises sur le marché au Sénégal. Thèse pour obtenir le grade de docteur en pharmacie, université Cheikh Anta Diop de Dakar, faculté de médecine de pharmacie et d'odontostomatologie, 138 p.
- [14] Brown K.H. (1991). "The importance of dietary quality versus quantity for weaning in less developed countries: a framework for discussion". In Food and Nutrition Bulletin, vol 13, n°2, pp.86-94.
- [15] FAO (1992). Nutrition et développement: une évaluation d'ensemble. Conférence internationale sur la nutrition 2.p. Rome, Italie.
- [16] Tchoko Z. J. V., Bouaffou K. G. M., Kouamé K. G. et Konan B. A. (2011). Etude de la valeur nutritive de farines infantiles à base de manioc et de soja pour enfant en âge de sevrage. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, 80: 748-758.
- [17] Tchoko Z.J.V. (2005). Stratégies d'amélioration de farines infantiles à base de manioc et de soja de haute densité énergétique par incorporation de farine de maïs germé. Doctorat 3ème cycle non publié. Université de Cocody. Laboratoire de Nutrition et de Pharmacognosie, p. 1-126.