

Etude de la qualité nutritionnelle et microbiologique des farines infantiles de quatre unités de production : CMA saint Camille de Nanoro, CSPS Saint Louis de Temnaoré, CM saint Camille d'Ouagadougou et CHR de Koudougou

Aminata SANOU^b, François TAPSOBA^a, Cheikna ZONGO^a, Aly SAVADOGO^{*,a}, Yves TRAORE^a

^aCentre de Recherche en Sciences Biologique, Alimentaire et Nutritionnelle (CRSBAN), Université Ouaga 1 Pr Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03 Burkina Faso

^bUnité de Formation en Sciences et Techniques, Université Catholique de l'Afrique de l'Ouest/ Unité Universitaire à Bobo-Dioulasso (UCAO/UUB), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Résumé

Ce travail a consisté en la détermination de la qualité nutritionnelle et microbiologique des farines infantiles. Vingt-quatre (24) échantillons ont été collectés à Nanoro, Temnaoré, Ouagadougou et Koudougou et analysés. Les principaux résultats des analyses biochimiques ont donné pour 100 g de farine : 13,24 %, 11,88 %, 13,02 %, 11,65 % de protéines respectivement pour les échantillons de Nanoro, Temnaoré, Ouagadougou et Koudougou. Les teneurs moyennes en lipides étaient respectivement dans le même ordre de 12,43 %, 9,99 %, 13,05 % et 10,65 %. Les teneurs moyennes en sucres totaux étaient de : 59,91 % pour Nanoro, 62,71 % pour Temnaoré, 52,99 % pour Ouagadougou et 67,2 % pour Koudougou. Pour des valeurs caloriques théoriques de 404,5 kcal, 388,3 kcal, 381,1 kcal et 411,3 kcal respectivement pour Nanoro, Temnaoré, Ouagadougou et Koudougou. Concernant, les résultats des analyses microbiologiques ni *Salmonella* et *Staphylococcus aureus* n'ont été dénombrés. Contrairement, les levures et les moisissures ont été supérieures au seuil dans six échantillons (10^3 UFC/g). La zone de Koudougou avait une flore aérobie mésophile totale au-dessus de 10^5 UFC/g de farine, recommandé par le Codex Alimentarius. Les farines infantiles analysées renferment des nutriments et ont une valeur microbiologique acceptable pour des aliments de complément destinés aux nourrissons et aux jeunes enfants.

Mots-clés : Farines infantiles, Qualité nutritionnelle et microbiologique, valeur énergétique.

Abstract

This work consisted of determining the nutritional and microbiological quality of infant foods. Twenty four (24) samples were collected in Nanoro, Temnaoré, Ouagadougou and Koudougou and analyzed. The main biochemical results gave for 100 g of flour: 13.24 %, 11.88 %, 13.02 %, and 11.65 % protein, respectively Nanoro, Temnaoré, Ouagadougou and Koudougou. The mean levels of lipids were in the same order of 12.43 %, 9.99 %, 13.05 % and 10.65 %. The mean levels of total sugars were: 59.91 % for Nanoro, 62.71 % for Temnaoré, 52.99 % and 67.2 % for Ouagadougou to Koudougou. For theoretical caloric values of 404.5 kcal, 388.3 kcal, 381.1 kcal and 411.3 kcal respectively Nanoro, Temnaoré, Ouagadougou and Koudougou. Regarding the results of microbiological analyzes any *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* were counted. The yeasts and moulds in the six samples were higher than the threshold. Koudougou area had a total mesophilic aerobic flora above 10^5 / g flour, recommended by the Codex Alimentarius. The analyzed infant foods contain nutrients and have an acceptable microbiological value for complementary foods for infants and young children.

Keywords: Infant flours, nutritional and microbiological quality, energy value.

1. Introduction

La malnutrition constitue un problème de santé publique à travers le monde. Au Burkina Faso, 99 % des

enfants sont allaités à leur naissance et 84 % d'entre eux le reste jusqu'à l'âge de 23 mois [1]. Cependant, la malnutrition sévit toujours. En 2014, 417 000 enfants ont souffert de la malnutrition aiguë dont 30,46 % d'enfants

de la forme sévère et 69,54 % d'enfants de la forme modérée [2], et plus de 35 % des décès infantiles ont été attribués à cette malnutrition. La stratégie mondiale sur l'alimentation du nourrisson et du jeune enfant a montré que c'est la période de transition où commence l'alimentation complémentaire que le nourrisson est particulièrement vulnérable. En effet, c'est entre la période de 6 mois à 2 ans, appelée période de "l'alimentation de complément", que la prévalence de la maigreur est la plus élevée et que les retards de croissance en taille apparaissent [3]. Pour cette raison, la recommandation générale de santé publique suggère pour une croissance, un développement et une santé optimale du nourrisson, un allaitement maternel exclusif pendant les 6 premiers mois de la vie, puis en fonction des besoins de l'évolution nutritionnelle, une introduction des aliments complémentaires sûrs et adéquats du point de vue nutritionnel. Au Burkina Faso, des farines infantiles importées existent sur le marché ainsi que celles produites localement comme aliments de complément. Des études se sont intéressées à l'alimentation complémentaire des jeunes enfants [4, 5, 6, 7]. Ces travaux ont porté respectivement sur l'amélioration du procédé de production de la farine infantile, l'amélioration de la qualité des bouillies traditionnelles, l'optimisation des procédés de fabrication de la bouillie fermentée et enfin l'évaluation de l'acceptabilité des farines infantiles. Toutefois, peu d'études ont été conduites sur la qualité des farines produites dans nos sites de prélèvement. D'où l'intérêt de notre travail : "étude de la qualité nutritionnelle et microbiologique des farines infantiles de quatre unités de production : Centre Médical avec Antenne chirurgicale (CMA) Saint Camille de Nanoro, Centre de Santé et de Promotion Sociale (CSPS) Saint Louis de Temnaoré, Centre Médical (CM) Saint Camille d'Ouagadougou et Centre Hospitalier Régional (CHR) de

Koudougou". L'objectif principal de cette étude a été d'évaluer les qualités nutritionnelle et hygiénique des farines infantiles produites dans les structures des zones précédemment citées. Il s'agissait plus spécifiquement de:

- Déterminer quelques caractéristiques physico-chimiques des farines infantiles,
- Evaluer la sécurité sanitaire et la fraîcheur des farines infantiles,
- Analyser les Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) des unités de production de farines infantiles,
- Comparer la valeur nutritive et hygiénique des farines analysées en se basant sur la norme FAO/WHO Codex [8, 9, 10] et la norme burkinabè [11].

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Echantillonnage

Le matériel qui a fait l'objet de notre étude, était constitué de farines infantiles à cuire. Les farines étaient conditionnées dans des sachets plastiques à raison de 500 g par sachet. Les zones de prélèvement étaient l'unité de production de farine infantile du CMA St Camille de Nanoro, l'unité de production de farine infantile du CSPS St Louis de Temnaoré, l'unité de production de farine infantile du CHR de Koudougou et l'unité de production Misola du CMA St Camille d'Ouagadougou. Les prélèvements ont été réalisés suivant six (06) productions successives au niveau de chaque structure et analysés au fur et à mesure. Six (06) sachets de farine de 500 g de chaque unité de production ont constitué les échantillons dans cette étude. Au total, 24 échantillons ont été utilisés pour cette étude. La figure 1 résume la provenance, le nombre d'échantillons ainsi que la composition de la farine suivant son origine. Les analyses microbiologiques ont précédé celles biochimiques.

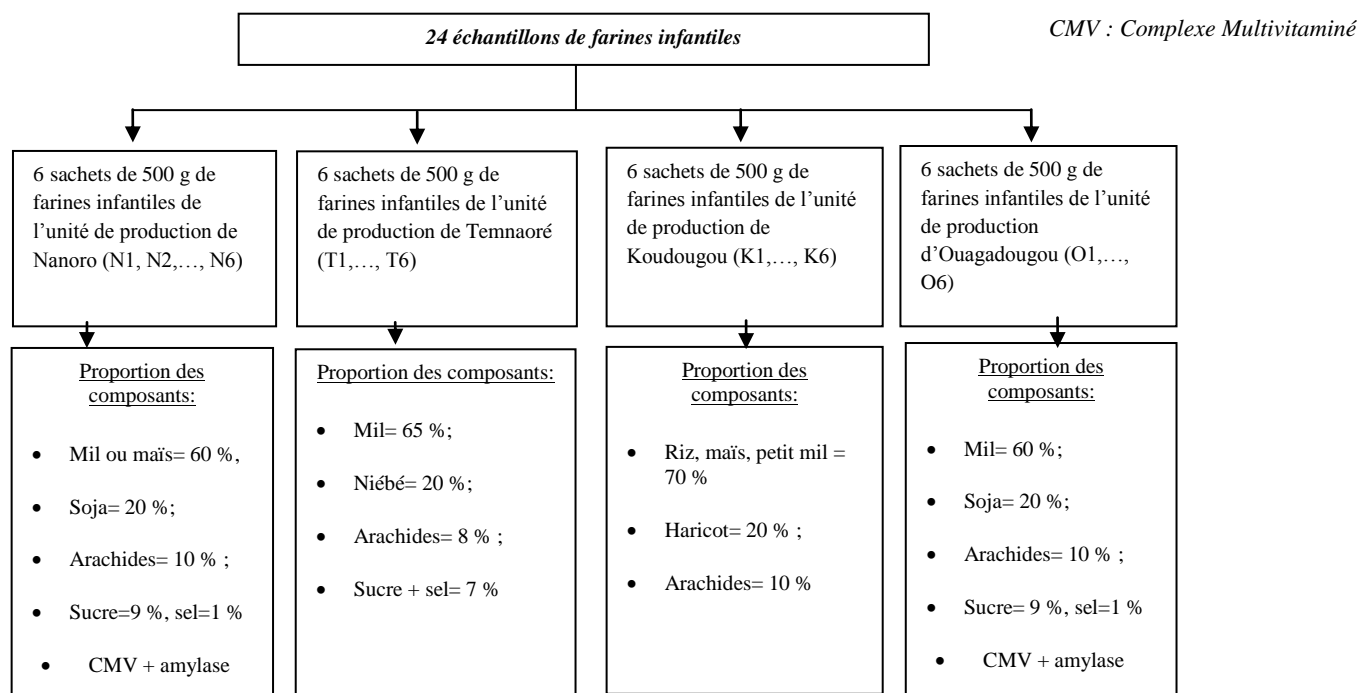


Figure 1 : Povenance, le nombre d'échantillons ainsi que la composition de la farine suivant son origine

2.1.2. Etiquetage des échantillons

Les échantillons ont été identifiés par la première lettre du nom de la zone suivie du numéro d'ordre de la collecte. Le premier échantillon de chaque localité aura pour code : N1, T1, K1, O1.

2.1.3. Analyses de quelques paramètres physicochimiques des farines infantiles

- Dosage qualitatif des aflatoxines totales des farines infantiles : Les aflatoxines totales ont été dosées dans les farines infantiles fabriquées par l'unité de production de Nanoro en utilisant des kits de test pour les aflatoxines totales AgraStrip (10 ppb). Dix (10) grammes de farine ont été dissous dans du méthanol 70 %. Après agitation et un temps de repos de 1 minute, le mélange a été filtré avec un papier filtre Whatman et 50 µL ont été ajouté à 50 µL de diluant préalablement homogénéisé dans le puits. La bandelette a été placée pour la lecture du résultat après 5 minutes de repos.

- Détermination de la teneur en eau : Cinq (05) grammes de prise d'essai dans une nacelle ont été séchées dans une étuve à 105 °C pendant 3 heures. La nacelle refroidie dans un dessiccateur a été pesée et remplacée à l'étuve pendant 1 heure. Ces opérations de séchage, refroidissement et pesée ont été répétées jusqu'à l'obtention d'une masse constante selon la méthode standard AOAC [12].

- Détermination de la teneur en cendres : Une prise d'essai de 5 g de l'échantillon dans un creuset a été incinérée à 550 °C pendant 4 heures selon la méthode standard AOAC [12]. Les cendres ont représentées la masse obtenue après refroidissement.

- Dosage des protéines : La méthode kjeldahl a été utilisée pour le dosage des protéines. Une prise d'essai de 0,2 g de farine additionnée de 10 mL d'acide sulfurique concentré et de catalyseurs (3,5 g de K₂SO₄ et 0,4 g de CuSO₄) a été minéralisée à 400 °C pendant 4 heures. La minéralisât dilué avec 40 mL d'eau distillée a été neutralisé par de la soude 10 N en présence de

phénophtaléine. La solution obtenue a été distillée et recueillie dans 20 mL d'acide borique contenant 5 à 6 gouttes d'hélianthine et de vert de bromocrésol. L'acide sulfurique 0,1 N a servi à titrer le distillat. Un blanc a été réalisé en effectuant le même mode opératoire sans la prise d'essai. Chaque échantillon a été dosé en triplicata. La teneur en protéines (TP) a été déterminée par la formule (1).

$$TP (\%) = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times 14 \times 0,001}{Me} \times 6,25 \times 100 \quad (1)$$

V_0 = Volume de H_2SO_4 , ayant servi pour titrer le blanc ;

V_1 = Volume de H_2SO_4 utilisé pour le titrage de l'échantillon

N = Normalité de l'acide sulfurique ;

Me = Masse de l'échantillon ($PE=0,2$ g) ;

$6,25$ = Coefficient de conversion de l'azote en protéine ;

14 = Poids moléculaire de l'azote

$0,001$ = Facteur de conversion du volume (mL) en L

- Détermination de la teneur en lipides : Une masse de 5 g (PE) de chaque échantillon de farine infantile a été pesée et placée dans une cartouche d'extraction. La cartouche a été bouchée avec du coton et placée dans le Soxhlet. Puis, des ballons d'extraction de 500 mL ont été lavés, séchés et pesés à vide (P_0) et 400 mL d'hexane y ont été introduits. Le Soxhlet a été adapté par le bas au ballon déposé sur une plaque chauffante ; et par le haut à un système de réfrigération. Ce dernier a été mis en connexion avec un cryostat permettant de condenser les vapeurs de solvant destinées à entraîner les lipides. L'extraction a été faite pendant 4 heures, puis le solvant a été récupéré grâce à un rotavapor de type Bucher. Ensuite, le ballon et les lipides (P_f) ont été portés à l'étuve à 103 °C pendant 1 heure, puis refroidis dans un dessiccateur et pesés selon la méthode AOCS [13]. L'opération a ainsi été répétée jusqu'à l'obtention un poids constant à 0,01 près. Chaque échantillon a été extrait en double. La teneur en lipides (TL) des échantillons a été déduite par la formule (2).

$$TL(\%) = [(P_f - P_0)/PE] \times 100 \quad (2)$$

- Détermination de la teneur des glucides totaux : La teneur en sucres totaux des échantillons de farine infantile a été déterminée par la méthode AOAC [12]. Pour cela, 1 g de farine a été introduit dans 10 mL de DMSO (diméthylsulfoxyde) à 25 % (m/v : 25 g de DMSO dans 75 mL d'eau distillée). Ce mélange a été incubé au bain-marie bouillant pendant 15 minutes. Ensuite, 0,1 mL du mélange a été dilué avec 9,9 mL d'eau. Puis, 0,5 mL du dernier mélange a été prélevé, dans lequel, il a été ajouté 0,5 mL de phénol (5 %). Après homogénéisation, 2 mL de H_2SO_4 (75 %) ont été ajoutés. Ce mélange a été mis au bain-marie bouillant pendant 15 minutes, ensuite, il a été incubé à l'obscurité pendant 15 minutes. La densité optique a été lue au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 492 nm. Chaque échantillon a été dosé en triplicata et la teneur en sucres totaux a été lue sur une courbe d'étalonnage qui a été obtenue en utilisant le glucose comme standard.

- Détermination de la valeur calorique théorique de la farine infantile : Pour déterminer cette valeur, il a été fait la somme des produits des constituants majeurs (glucides, protéines, lipides) avec leurs coefficients thermiques d'Atwater [14] selon la formule (3).

$$VE (\text{kcal}/100 \text{ g}) = \% \text{ Protéines} \times 4 \text{ kcal} + \% \text{ Glucides} \times 4 \text{ kcal} + \% \text{ Lipides} \times 9 \text{ kcal.} \quad (3)$$

- Traitement statistique : Les données ont été saisies sur le logiciel Excel 2007. Chaque échantillon a été analysé en triplicata. Le calcul de la moyenne et des écarts types de l'humidité, des protéines, des lipides et des sucres totaux ont été effectués respectivement avec les fonctions « moyenne » et « écartype » du logiciel Excel 2007. L'analyse de la variance ANOVA a permis de tester les différences significatives entre les moyennes des paramètres physico-chimiques (humidité, protéines, lipides, sucres totaux). Un risque $\sigma = 0,05$ de première espèce a été défini auquel on a comparé p, la probabilité

qu'il n'y ait pas de différence entre les sites pour les paramètres étudiés. Pour $p > 0,05$: l'écart des paramètres entre les sites n'est pas significatif. Pour $p < 0,05$, l'écart est jugé significatif.

2.2. Analyses microbiologiques des farines infantiles

2.2.1. Préparation de l'échantillon

- Préparation de l'eau physiologique : La solution physiologique utilisée dans cette étude, était une solution de chlorure de sodium (NaCl) 9 ‰. Le volume requis pour nos analyses a été préparé en prenant en compte le volume nécessaire pour la constitution de la solution mère et le nombre de dilution à effectuer. La solution a été répartie dans les différents flacons et stérilisée à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes.

- Préparation de la solution mère et des dilutions décimales : La solution mère a été préparée en pesant et mélangeant 10 g de farine infantile (excepter pour la détection des salmonelles où 25 g de farine ont été utilisés pour 75 mL d'eau physiologique) dans 90 mL d'eau physiologique stérile autour d'une flamme. La solution obtenue a représenté la suspension mère correspondant à la dilution 10^{-1} . La solution a été laissée au repos afin de se dissoudre et de permettre une revivification des germes à la température ambiante pendant 30 à 45 minutes. A partir de cette suspension une série de dilutions décimales a été effectuée après homogénéisation en mettant 1 mL de la solution mère dans 9 mL d'eau physiologique pour obtenir la dilution 10^{-2} et même procédé en prélevant cette fois ci la dilution 10^{-2} pour constituer la dilution 10^{-3} et ainsi de suite pour le reste des dilutions.

- Préparation des milieux de culture : La préparation des milieux a consisté à diluer avec 1 L d'eau distillée, la masse correspondante de chaque milieu lyophilisé et à placer les solutions dans un bain marie bouillant pour dilution complète. Les solutions ont ensuite été stérilisées

à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes excepté les solutions de VRBL et de SS. Enfin, elles ont été refroidies à 50 °C et 15 à 20 mL de la solution a été coulée dans des boîtes de Pétri stériles.

Les coliformes ont été dénombrés sur la gélose Violet Red Bile Lactose (VRBL) (Biokar, France) [15]; la gélose Sabouraud Chloramphénicol (CAF) (Biokar, France) a été utilisée pour le dénombrement des levures et moisissures [15]; le milieu *Salmonella/ Shigella* (SS-agar) (Biokar, France) a été utilisé pour la recherche de *Salmonella* ; le milieu Eosine Bleu de Méthylène (EMB) (Biokar, France) a été utilisé pour le dénombrement de *Escherichia coli* [16] et enfin, le milieu Chapman manité (Sigma Aldrich, USA) a été utilisé pour la numération de *Staphylococcus aureus* [15].

- Ensemencement des dilutions : Les dilutions 10^{-1} à 10^{-4} ont servi à ensemercer les milieux de culture. L'ensemencement a été effectué dans des conditions aseptiques autour d'un bec bunsen. A l'aide de micropipette, 0,1 mL de la dilution retenue a été prélevée. L'ensemencement par étalement (en surface) a consisté à prélever et à déposer aseptiquement 0,1 mL de la solution à la surface et au centre de la gélose refroidie et solidifiée et à l'étaler à l'aide d'un râtelier de pipette sur toute la surface de la gélose. Concernant, l'ensemencement en profondeur, il a consisté à introduire dans une boîte de Pétri stérile, 1 mL de l'inoculum à ensemercer, puis à ajouter 12 mL de gélose et homogénéiser. Après solidification de cette première couche, il a été coulé à nouveau 4 mL de milieu, pour former une seconde couche qui a été laissée pour solidification.

- Incubation : Les boîtes de Pétri ensemencées pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, de *Salmonella* et de *Staphylococcus aureus* ont été incubées à 37 °C pendant 24 à 48 heures. Les boîtes de Pétri pour le dénombrement des levures et moisissures ont été incubées à 30 °C pendant 72 heures à 5-6 jours et celles

pour *Escherichia coli* et les coliformes fécaux ont été incubées à 44 °C pendant 72 heures.

- **Lecture et expression des résultats** : Les colonies ont été comptées suivant le temps d'incubation correspondant à chaque germe. La norme internationale [17] a été utilisée et les résultats ont été exprimés en Unité Formant Colonie par gramme d'échantillon (UFC/g). Le nombre N de microorganismes présents dans l'échantillon d'essai sous forme de moyenne pondérée de deux dilutions décimales successives, a été calculé selon l'équation 4.

$$N = \Sigma C / (V \times 0,1 \times d) \quad (4)$$

- **Interprétation des résultats microbiologiques** : Le résultat du dénombrement de la flore aérobie totale, des coliformes totaux, des levures et moisissures et *E. coli* a été interprété suivant un plan à trois classes. Celui de *Salmonella* et de *Staphylococcus* a été interprété suivant un plan à deux classes : absence dans 25 g (lorsque le résultat est bon et la farine jugée satisfaisante) ou présence dans 25 g (lorsque le résultat n'est pas bon et la farine est déclarée impropre à la consommation).

3. Résultats

3.1. Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des farines infantiles analysées.

- **Teneur en aflatoxines des farines enrichies de Nanoro** : Le tableau suivant présente les résultats obtenus du dosage des aflatoxines dans les farines infantiles enrichies de Nanoro

Tableau 1
Teneur en aflatoxines totales des farines infantiles de Nanoro

| Echantillons | Teneurs totale en aflatoxine | Seuil Fasonorm |
|--------------|------------------------------|----------------|
| N1 | < 10 ppb | |
| N2 | < 10 ppb | |
| N3 | < 10 ppb | |
| N4 | < 10 ppb | |
| N5 | < 10 ppb | |
| N6 | < 10 ppb | |
| N | < 10 ppb | < 4 ppb |

N = Nanoro; ppb: Part per Billion

- **Teneur en eau** : Les teneurs en eau des farines sont données dans le tableau suivant.

Tableau 2 :
Teneur en eau des farines infantiles des quatre unités

| Echantillons | Humidités (%) | Moyenne | Fasonorm | p |
|--------------|---------------|-------------|----------|------------------|
| N1 | 4,79 ± 0,06 | | | |
| N2 | 5,39 ± 0,12 | | | |
| N3 | 5,48 ± 0,00 | | | |
| N4 | 5,45 ± 0,21 | | | |
| N5 | 5,04 ± 0,07 | | | |
| N6 | 6,01 ± 0,10 | | | |
| T1 | 5,69 ± 0,00 | | | |
| T2 | 5,42 ± 0,46 | | | |
| T3 | 5,19 ± 0,20 | | | |
| T4 | 5,07 ± 0,31 | | | |
| T5 | 5,41 ± 0,18 | | | |
| T6 | 4,69 ± 0,07 | | | |
| O1 | 4,86 ± 0,04 | | | |
| O2 | 4,79 ± 0,15 | | | |
| O3 | 5,14 ± 0,01 | | | |
| O4 | 5,54 ± 0,02 | | | |
| O5 | 4,79 ± 0,15 | | | |
| O6 | 5,14 ± 0,01 | | | |
| K1 | 5,56 ± 0,18 | | | |
| K2 | 5,64 ± 0,08 | | | |
| K3 | 5,76 ± 0,24 | | | |
| K4 | 5,51 ± 0,10 | | | |
| K5 | 5,64 ± 0,08 | | | |
| K6 | 5,51 ± 0,10 | | | |
| N | | 5,36 ± 0,07 | | |
| T | | 5,25 ± 0,17 | | |
| O | | 5,04 ± 0,07 | ≤ 8 | 10 ⁻⁵ |
| K | | 5,60 ± 0,07 | | |

N : Nanoro ; T : Temnaoré ; O : Ouagadougou ; K : Koudougou

- Teneur en cendres ou matières minérales totales : Les teneurs en cendres sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3

Taux de cendres dans les farines infantiles analysées

| Echantillons | Cendres (%) | Moyennes | Normes Codex |
|--------------|-------------|----------|--------------|
| N | N1 | 2,20 | 2,78 |
| | N2 | 2,66 | |
| | N3 | 3,30 | |
| | N4 | 3,12 | |
| | N5 | 2,98 | |
| | N6 | 2,44 | |
| T | T1 | 1,62 | 1,71 |
| | T2 | 1,48 | |
| | T3 | 1,58 | |
| | T4 | 1,88 | |
| | T5 | 1,94 | |
| | T6 | 1,76 | |
| O | O1 | 2,74 | 2,74 |
| | O2 | 2,78 | |
| | O3 | 2,96 | |
| | O4 | 2,60 | |
| | O5 | 2,78 | |
| | O6 | 2,60 | |
| K | K1 | 1,24 | 1,38 |
| | K2 | 1,40 | |
| | K3 | 1,18 | |
| | K4 | 1,60 | |
| | K5 | 1,24 | |
| | K6 | 1,60 | |

N : Nanoro ; T : Temmaoré ; O : Ouagadougou ; K : Koudougou

- Teneur en protéines : Les teneurs en protéines sont résumées dans le tableau 4.

Tableau 4

Teneur en protéines des farines infantiles

| Echantillons | Protéines (%) | Moyennes | Fasonorm | p |
|--------------|---------------|--------------|---------------------|------------------|
| N | N1 | 13,20 ± 0,14 | 13,24 ± 0,35 | |
| | N2 | 12,87 ± 0,09 | | |
| | N3 | 13,92 ± 0,05 | | |
| | N4 | 13,95 ± 0,00 | | |
| | N5 | 13,44 ± 0,21 | | |
| | N6 | 12,08 ± 0,94 | | |
| T | T1 | 11,24 ± 0,12 | 11,88 ± 0,22 | |
| | T2 | 12,53 ± 0,04 | | |
| | T3 | 11,41 ± 0,08 | | |
| | T4 | 11,68 ± 0,22 | | |
| | T5 | 11,50 ± 0,04 | | |
| | T6 | 12,93 ± 0,61 | | |
| O | O1 | 12,22 ± 0,22 | 13,02 ± 0,24 | >12,70 |
| | O2 | 13,23 ± 0,60 | | |
| | O3 | 13,38 ± 0,69 | | |
| | O4 | 12,98 ± 0,00 | | |
| | O5 | 13,07 ± 0,04 | | |
| | O6 | 13,20 ± 0,05 | | |
| K | K1 | 11,45 ± 0,34 | 11,65 ± 0,13 | |
| | K2 | 11,41 ± 0,08 | | |
| | K3 | 11,31 ± 0,38 | | |
| | K4 | 11,99 ± 0,30 | | |
| | K5 | 11,34 ± 0,34 | | |
| | K6 | 12,41 ± 0,13 | | |

N : Nanoro ; T : Temmaoré ; O : Ouagadougou ; K : Koudougou

- Teneur en lipides : La teneur en lipides est résumée dans le tableau 5.

Tableau 5

Teneur en lipides des farines infantiles

| Echantillons | Lipides (%) | Moyennes | Fasonorm | p |
|--------------|-------------|--------------|---------------------|------------------------|
| N | N1 | 11.91 ± 0.10 | 12.43 ± 0.54 | |
| | N2 | 11.65 ± 0.07 | | |
| | N3 | 12.29 ± 1.49 | | |
| | N4 | 12.34 ± 0.43 | | |
| | N5 | 13.79 ± 0.89 | | |
| | N6 | 12.58 ± 0.60 | | |
| T | T1 | 10.01 ± 1.13 | 9.99 ± 0.44 | |
| | T2 | 9.91 ± 1.96 | | |
| | T3 | 9.50 ± 0.25 | | |
| | T4 | 10.34 ± 0.10 | | |
| | T5 | 9.62 ± 0.19 | | |
| | T6 | 10.58 ± 0.08 | | |
| O | O1 | 13.57 ± 0.91 | 13.05 ± 0.33 | > 8.5 |
| | O2 | 13.47 ± 1.10 | | |
| | O3 | 12.70 ± 0.94 | | |
| | O4 | 12.40 ± 0.22 | | |
| | O5 | 13.47 ± 1.10 | | |
| | O6 | 12.40 ± 0.22 | | |
| K | K1 | 10.45 ± 0.87 | 10.65 ± 0.48 | 10⁻⁵ |
| | K2 | 10.99 ± 0.29 | | |
| | K3 | 10.71 ± 1.56 | | |
| | K4 | 10.29 ± 0.51 | | |
| | K5 | 10.45 ± 0.87 | | |
| | K6 | 10.99 ± 0.29 | | |

N : Nanoro ; T : Temnaoré ; O : Ouagadougou ; K : Koudougou

- Teneur en sucres totaux : Le tableau 6 présente la teneur des sucres totaux.

Tableau 6

Teneur en sucres totaux des farines infantiles

| Echantillons | Sucres totaux (%) | Moyennes | Fasonorm | p |
|--------------|-------------------|--------------|---------------------|------------------------|
| N | N1 | 57.16 ± 0.52 | 59.91 ± 0.33 | |
| | N2 | 58.26 ± 0.69 | | |
| | N3 | 56.92 ± 0.52 | | |
| | N4 | 62.92 ± 0.69 | | |
| | N5 | 62.30 ± 0.52 | | |
| | N6 | 61.94 ± 1.38 | | |
| T | T1 | 63.28 ± 0.52 | 62.71 ± 0.28 | |
| | T2 | 62.43 ± 0.69 | | |
| | T3 | 63.53 ± 0.87 | | |
| | T4 | 63.28 ± 0.17 | | |
| | T5 | 62.18 ± 0.35 | | |
| | T6 | 61.57 ± 0.17 | | |
| O | O1 | 51.65 ± 0.35 | 52.99 ± 0.08 | 64 ± 4 |
| | O2 | 53.12 ± 0.35 | | |
| | O3 | 54.47 ± 0.52 | | |
| | O4 | 52.14 ± 0.35 | | |
| | O5 | 52.14 ± 0.35 | | |
| | O6 | 54.47 ± 0.52 | | |
| K | K1 | 65.36 ± 0.69 | 67.2 ± 0.55 | 10⁻⁵ |
| | K2 | 70.50 ± 0.35 | | |
| | K3 | 65.98 ± 1.56 | | |
| | K4 | 70.02 ± 0.35 | | |
| | K5 | 65.98 ± 1.56 | | |
| | K6 | 65.36 ± 0.69 | | |

N : Nanoro ; T : Temnaoré ; O : Ouagadougou ; K : Koudougou

- *Valeur calorique théorique des farines analysées* : La valeur énergétique des différentes farines infantiles analysées est regroupée dans le tableau 7.

Tableau 7

Valeur énergétique en kcal des farines infantiles.

| Echantillons | Valeurs caloriques (kcal) pour 100 g | Moyennes \pm SD | Fasonorm | p |
|--------------|--------------------------------------|--------------------|------------|-----------|
| N | N1 | 388,62 \pm 2,42 | | |
| | N2 | 389,34 \pm 2,49 | | |
| | N3 | 393,99 \pm 11,54 | | |
| | N4 | 418,49 \pm 6,66 | | |
| | N5 | 427,12 \pm 9,23 | | |
| | N6 | 409,32 \pm 9,23 | | |
| T | T1 | 388,18 \pm 12,75 | | |
| | T2 | 389,03 \pm 15 | | |
| | T3 | 385,22 \pm 5,43 | | |
| | T4 | 392,94 \pm 1,07 | | |
| | T5 | 381,31 \pm 3,22 | | |
| | T6 | 393,25 \pm 2,45 | | |
| O | O1 | 377,62 \pm 7,65 | ≥ 420 | 10^{-4} |
| | O2 | 386,63 \pm 10,95 | | |
| | O3 | 385,72 \pm 7,98 | | |
| | O4 | 372,11 \pm 0,55 | | |
| | O5 | 391,37 \pm 8,02 | | |
| | O6 | 373 \pm 0,37 | | |
| K | K1 | 401,35 \pm 11,97 | | |
| | K2 | 426,58 \pm 4,28 | | |
| | K3 | 405,57 \pm 6,25 | | |
| | K4 | 420,65 \pm 2,02 | | |
| | K5 | 403,35 \pm 15,42 | | |
| | K6 | 410 \pm 0,7 | | |

N : Nanoro ; T : Temnaoré ; O : Ouagadougou ; K : Koudougou ; SD : Ecart type

3.2. Résultats des analyses microbiologiques des farines infantiles

Le tableau 8 présente le résultat des analyses microbiologiques des farines infantiles.

Les résultats ont été comparés aux valeurs seuils proposées dans Fasonorm [11].

Tableau 8
Résultats microbiologiques des farines infantiles analysées

| Germes Code | FAMT | CT | CF | UFC/g | | | S. aureus | Salmonella |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|-----------------|-----------|------------|
| | | | | E. coli | LM | UFC/25 g | | |
| N1 | 4,5 x 10 ³ | 1,8 x 10 ³ | 0 | 0 | 1,8 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| N2 | 8,0 x 10 ² | 1,5 x 10 ² | 0 | 0 | 3,5 x 10 ² | Absent dans 1 g | Absent | |
| N3 | 3,0 x 10 ⁴ | 5,9 x 10 ³ | 0 | 0 | 4 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| N4 | 1,6 x 10 ⁴ | 6,5 x 10 ² | 6,5 x 10² | 0 | N<10 | Absent dans 1 g | Absent | |
| N5 | 4 x 10 ⁴ | N<10 | 0 | 0 | 4,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| N6 | 8,5 x 10 ⁴ | 2,6 x 10 ³ | 0 | 0 | N<10 | Absent dans 1 g | Absent | |
| T1 | 9,4 x 10 ⁴ | 2,9 x 10 ³ | 0 | 0 | 1,0 x 10⁴ | Absent dans 1 g | Absent | |
| T2 | 2,7 x 10 ⁴ | 1,0 x 10 ³ | 0 | 0 | 1,8 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| T3 | 1,7 x 10⁵ | 4,1 x 10 ³ | 1,5 x 10² | 0 | 6,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| T4 | 2,3 x 10 ⁴ | N<40 | 0 | 0 | 5,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| T5 | 2,4 x 10 ⁴ | N<10 | 0 | 0 | 1,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| T6 | 6,5 x 10 ⁴ | 1,5 x 10 ³ | 0 | 0 | 2,6 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| O1 | 5,3 x 10 ⁴ | 4,0 x 10 ² | 0 | 0 | 9,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| O2 | 7,5 x 10 ² | N<10 | 0 | 0 | 2,0 x 10 ² | Absent dans 1 g | Absent | |
| O3 | 3,9 x 10 ⁴ | 2,0 x 10 ³ | 5,5 x 10² | 0 | 8,4 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| O4 | 6,5 x 10 ⁴ | N<10 | 0 | 0 | 1,5 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| O5 | 5,3 x 10 ⁴ | 4,0 x 10 ² | 0 | 0 | 9,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| O6 | 6,5 x 10 ⁴ | 6,5x 10 ² | 0 | 0 | 1,5 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| K1 | 4,6 x 10⁵ | 1,1 x 10 ³ | 0 | 0 | 5,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| K2 | 3,3 x 10⁵ | 2,1 x 10 ³ | 0 | 0 | 2,5 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| K3 | 5,5 x 10⁵ | 3,5 x 10 ³ | 0 | 0 | 5,5 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| K4 | 1,0 x 10 ⁴ | 1,0 x 10 ² | 1,0 x 10² | 0 | 1,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| K5 | 3,2 x 10⁵ | 2,0 x 10 ³ | 0 | 0 | 3,0 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| K6 | 5,5 x 10⁵ | 4,0 x 10 ³ | 0 | 0 | 5,2 x 10³ | Absent dans 1 g | Absent | |
| Normes | < 10 ⁵ | - | <100 | < 10 | < 10 ³ | Absent dans 1 g | Absent | |

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale ; CT : Coliformes totaux ; CF : Coliformes fécaux ; E. coli : Escherichia coli ; S. aureus : Staphylococcus aureus ; LM : Levures et Moisissures.

4. Discussion

4.1. Composition des différentes farines analysées

Les ingrédients de la recette de la farine infantile sont principalement des céréales, des légumineuses et des oléagineux. Les céréales sont dominantes (plus de 60 %). La proportion en légumineuse est la même (20 %) mais de type différent : soja pour Nanoro et Ouagadougou et haricot ou niébé pour Temnaoré et Koudougou, comme avons relevé une absence de produits d'origine animale.

4.2. Caractéristiques biochimiques et microbiologiques des farines analysées

- Teneur en aflatoxines totales des farines infantiles de Nanoro: Les résultats du dosage des aflatoxines totales réalisé par le test AgraStrip performance 10 ppb sur les farines de Nanoro, a révélé une absence des aflatoxines totales (notice d'utilisation du test) que nous avons présenté dans le tableau 1 par inférieure à 10 ppb. La teneur en aflatoxines totales des farines est largement inférieure à la teneur résiduelle maximale autorisée (4-30 µg/kg) dans l'alimentation humaine par la FDA [18]. Mais cette teneur ne peut permettre d'affirmer que les farines analysées sont conformes à la valeur (4 ppb) recommandée par Fasonorm [11]. A la lumière des connaissances sur les conditions de production (activité de l'eau du substrat, température du milieu) des aflatoxines, nous pouvons déduire que les aflatoxines n'ont pas été synthétisées en quantité décelable par la bandelette dans les farines analysées. Cette conclusion est confirmée par les résultats de la teneur en eau des farines. En effet, la teneur était inférieure au seuil de 8 % fixée par Fasonorm [11]. Sur le plan technologique, cela permet de dire que les bonnes pratiques de fabrication (BPF) ont été prises en compte. Sur le plan nutritionnel, il n'y a pas non plus de réduction du potentiel nutritionnel des farines infantiles de Nanoro occasionnée par des aflatoxines.

- Teneur en eau: Tous les échantillons ont une teneur en eau inférieure au seuil de 8 % fixée par Fasonorm [11]. A l'observation, on ne remarque pas de différences entre les moyennes. Mais, statistiquement, la teneur en eau des farines n'est significativement pas la même d'une zone de prélèvement à une autre ($p = 0,00001 < 0,05$). Ces écarts pourraient s'expliquer entre autre par une humidité différentielle des céréales lors de leur acquisition, une technologie de fabrication non standardisée entre les unités de production et par l'influence du milieu de conservation. Kabré [5] a rapporté des valeurs inférieures (1,26 à 4,54 %) pour des farines locales. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les farines analysées par Kabré [5] étaient fabriquées selon la norme Nutrifaso or dans notre cas, certains échantillons étaient issus de production artisanale dont les paramètres de fabrication notamment (temps mis pour le séchage et la torréfaction) n'étaient pas strictement standardisés.

- Teneur en cendres: Les teneurs moyennes en cendres sont comparables deux à deux et sont conformes aux recommandations du CODEX [8], c'est-à-dire ≤ 3 %. Des valeurs similaires ont été rapportées par Zannou [19] en Côte d'Ivoire (2 %) et par Kayalto et al. [20] au Tchad en 2013 (1,84 % pour la farine infantile à base de mil, et 1,75 % pour la farine infantile à base de maïs). Le taux de cendres donne un aperçu de la quantité de minéraux totaux contenue dans la farine. Les farines analysées dans notre étude pour les zones de Nanoro et d'Ouagadougou comportent tout comme dans l'étude de Zannou [19], du soja, qui renferme des minéraux. Et en plus, ces dernières ont été enrichies au CMV, ce qui explique les teneurs légèrement plus élevées. Cette thèse est confirmée par Lathelize et al. [21] après l'analyse de la farine Kasona au Burkina Faso dont la teneur en micronutriments était jugée inférieure aux recommandations pour ces types d'aliments en raison de l'absence de l'incorporation de complément minéral et vitaminique.

- Teneur en protéines : La différence entre les teneurs moyennes en protéines est statistiquement significative ($p = 0,00001 < 0,05$). Les échantillons de Nanoro et d'Ouagadougou ont une teneur moyenne en protéines qui est comparable à celle rapportée par Zannou [19] (13 % et 14 %) et sont conformes à la valeur recommandée par Fasonorm [11] ($> 12,7$ %). Les farines de Temnaoré et de Koudougou ont des concentrations moyennes en protéines inférieures à la recommandation de Fasonorm [11]. Le soja de part, sa composition en protéines (38-40 % de protéines), sa disponibilité et son coût moindre par rapport aux protéines d'origines animales est largement utilisé dans le régime alimentaire des enfants. En effet, selon Agbo [22], l'une des raisons d'incorporer le soja dans les bouillies de sevrage est sa composition en proportion équilibrée en protéines de bonne valeur biologique contenant tous les acides aminés essentiels, en plus de son coût moindre et de sa disponibilité. Cette thèse est également partagée par Achi [23] qui suggère l'utilisation du soja dans les formulations d'aliments infantiles pour leur enrichissement protéique afin de combattre la malnutrition à travers le monde. Soro et al. [24] sont également parvenus à une conclusion semblable.

- Teneur en lipides : Les écarts entre les différentes moyennes des lipides sont statistiquement significatifs et les moyennes sont toutes conformes au seuil de Fasonorm [11] ($> 8,5$ % pour les farines infantiles). Zannou [19] et Kayalto et al. [20] ont rapporté une teneur en lipides respectivement de 10 % et 10,33 % pour les farines infantiles. Partant de l'analyse que toutes les farines de la présente étude ont pour principale source de lipides les arachides, les différences constatées dans les valeurs se situeraient au niveau de la légumineuse utilisée. Selon Lestienne [25], la composition en lipides des graines de niébé de l'ordre de 1,2 % est faible. Par contre, le soja fournit des matières grasses de l'ordre de 30 g/ 100 g de matière sèche [23]. Ceci pourrait expliquer les valeurs plus faibles en lipides des farines provenant des zones de

Temnaoré et Koudougou par rapport aux deux autres zones de prélèvement. Les farines infantiles analysées dans notre étude présentent alors des teneurs en lipides plus élevées que celles de [19] parce que, dans ces farines sont incorporées à la fois des arachides et du soja.

- Teneur en glucides totaux : Nous remarquons que les teneurs moyennes en sucres totaux diffèrent les unes des autres. Statistiquement, cette différence s'est révélée significative ($p < 0,05$). La recommandation du Codex pour les farines infantiles est de 64 ± 4 % [8]. Les teneurs trouvées dans les farines soumises à notre analyse sont conformes à cette référence excepté celles d'Ouagadougou. Zannou [19] a rapporté 61 % pour FMS et 63 % pour FAS et Kayalto et al. [20] ont trouvé 63,16 % pour la farine infantile locale à base de petit mil. La teneur en glucides des farines destinées aux jeunes enfants est attribuable à leur composition en céréales (petit mil, maïs, riz). Ceci est en accord avec les caractéristiques générales de l'alimentation africaine, dont la principale source de glucides est constituée par les céréales.

- Valeur calorique théorique des farines infantiles : Il y'a une différence statistiquement significative entre les valeurs caloriques ($p < 0,05$). Fasonorm [11] recommande une valeur calorique supérieure à 420 kcal. Les farines infantiles analysées dans notre étude donnent des valeurs (entre $381,1 \pm 4,39$ et $411,3 \pm 5,79$) inférieures à cette recommandation. Mais nos résultats sont comparables à ceux rapportés par Fasonorm [11] et Zannou [19] respectivement 385,84 kcal/ 314,07 kcal (pour la farine infantile locale à base de mil et à base de maïs) et 394 kcal/ 390 kcal pour (FAS et FMS). Par rapport aux bouillies traditionnelles à base de petit mil fermenté qui ont une teneur en protéines (8,0 %) et en lipides (3,2 %) avec une densité énergétique moyenne de seulement 41 kcal/100 g de bouillie [4], qui pourtant, sont données aux enfants de moins de 5 ans, nous pouvons

considérer au regard des teneurs en nutriments (protéines, lipides et glucides) que les farines infantiles soumises à notre analyse constituent une source non négligeable d'énergie et de protéines pour les enfants à partir de six (06) mois.

4.3. Discussion des résultats microbiologiques des farines infantiles

4.3.1. Microbiologie des échantillons de farines infantiles enrichies de Nanoro

La flore aérobie mésophile qui a été retrouvée est conforme en valeur, à la recommandation de Fasonorm [11] puisqu'aucun résultat n'a excédé la limite de 10^5 UFC/g. Nous avons dénombré également des coliformes totaux dont $6,5 \times 10^2$ UFC de coliformes fécaux dans 1 g de l'échantillon 4 ; mais, *Escherichia coli* n'a pas été identifié. Sur les six échantillons qui ont été analysés, nous avons retrouvé dans la moitié (précisément échantillons N1, N3 et N5) des levures et des moisissures dans les farines qui ont dépassé la recommandation qui est de 10^3 UFC/g. *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* ont été absents respectivement dans 1 et 25 g de farine. En résumé, en présence de microorganismes indicateurs de l'hygiène générale et en l'absence de germes identifiés potentiellement pathogènes, nous pouvons déduire que la consommation des farines infantiles de Nanoro ne présente pas de danger pour la santé. Toutefois, des mesures correctives doivent être mise en œuvre afin d'obtenir une qualité microbiologique optimale.

4.3.2. Microbiologie des échantillons de farines infantiles enrichies de Temnaoré

La flore totale des farines de la zone de Temnaoré a été conforme en valeur à la norme, exceptée pour l'échantillon T3 dont le nombre des unités formant colonies (UFC) a été de $1,7 \times 10^5$. Les coliformes totaux ont également été retrouvés et l'échantillon T3 avait

$1,5 \times 10^2$ UFC de coliformes fécaux ; mais, *Escherichia coli* n'a pas été retrouvé. Les levures et les moisissures dans les six échantillons ont été supérieures au seuil (10^3 UFC/g). La recherche de *Staphylococcus aureus* et de *Salmonella* a permis de conclure à une absence de ces germes respectivement dans 1 et 25 g de farine. A partir des résultats qui précèdent, nous pouvons déduire que les farines infantiles de Temnaoré ont présenté une qualité microbiologique acceptable, qui peut être améliorée notamment en appliquant des règles d'hygiène comme le lavage des mains au cours de la fabrication.

4.3.3. Microbiologie des échantillons de farines infantiles enrichies d'Ouagadougou

La flore aérobie totale a été jugée conforme à la valeur de Fasonorm [11]. En effet, tous les échantillons ont présenté une valeur inférieure au seuil (10^5 UFC/g) pour ces microorganismes. Nous avons retrouvé des coliformes totaux et $5,5 \times 10^2$ UFC/g de coliformes fécaux dans l'échantillon O3 mais, *Escherichia coli* n'a pas été retrouvé. Excepté l'échantillon O2, les autres échantillons ont présenté des colonies de levures et moisissures supérieures en valeur à la limite recommandée par Fasonorm [11]. *Staphylococcus aureus* n'a pas été retrouvé dans 1 g de farine et *Salmonella* était absente dans 25 g. L'analyse de ces résultats, nous conduit à la conclusion suivante : les échantillons d'Ouagadougou sont indemnes de bactéries pathogènes généralement à l'origine des maladies mais, la prolifération des germes fortement présents dans l'ambiance peut révéler une défaillance au cours de la production pouvant entraîner une perte des caractéristiques organoleptiques et de la valeur marchande de la farine.

4.3.4. Microbiologie des échantillons de farines infantiles de Koudougou

Les résultats ont montré des colonies appartenant au groupe de la flore aérobie mésophile totale supérieure à la limite de 10^5 UFC/g dans cinq échantillons sur les six qui ont été analysés. Comme dans les autres unités de production, des coliformes totaux ont été retrouvés ainsi qu'un cas de coliformes fécaux. Toutefois, aucune colonie d'*Escherichia coli* n'a été identifiée. De même, les recherches de *Staphylococcus aureus* et de *Salmonella* ont abouti à une absence de ces germes respectivement dans 1 et 25 g de farine. Les résultats qui précèdent, nous permettent de tirer la conclusion suivante : la présence massive des germes saprophytes se développant au détriment des éléments nutritifs peut accélère le processus de vieillissement de la farine ce qui engendrera une perte de la qualité nutritive.

Dans l'ensemble, dans les quatre zones de prélèvement les échantillons ont été classés satisfaisants en ce qui concernent *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*. La présence de bactéries d'origine fécale ou tellurique a montré un manque d'hygiène et un défaut de rigueur technique tandis que la présence de levures et moisissures a montré une défaillance dans les conditions de conservation. Nos conclusions sont en rapport avec celles rapportées par Kayalto et al. [20] qui préconisaient une surveillance accrue notamment au cours du séchage en protégeant la farine de la poussière et en veillant à l'hygiène des mains lors de la manipulation du produit.

5. Conclusion

Le présent travail a consisté à l'étude de la qualité nutritionnelle et microbiologique des farines infantiles de quatre localités que sont Nanoro, Temnaoré, Ouagadougou et Koudougou. La présence des aflatoxines totales n'a pas été révélée dans les échantillons analysés.

Statistiquement, les différences des teneurs moyennes en macronutriments (protéines, lipides, glucides totaux) ont été significatives entre les localités. En outre, les teneurs en macronutriments se trouvaient dans les intervalles de référence mais la valeur énergétique était en deçà à la recommandation de Fasonorm. Sur le plan sanitaire, les résultats ont été satisfaisants parce que *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* étaient absents respectivement dans 1 et 25 g de chaque échantillon après culture. Une flore aérobie mésophile supérieure dans certains échantillons à la limite recommandée, des levures et des moisissures nombreuses et des coliformes fécaux retrouvés seraient dus à un manque de rigueur dans l'application de la technique et des mesures préventives. Le biais de cette étude, est que le dosage des aflatoxines n'a été effectué que sur les échantillons de Nanoro à cause de la limitation des ressources qui donnait la priorité aux farines de cette zone.

Références

- [1] INSD, M. D., Macro, I., Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples (EDSBF-MICS IV), Rapport préliminaire, Burkina Faso, 2010. *Ouagadougou: INSD* (2011), 40.
 - [2] UNICEF, Aperçu des besoins humanitaires. *OCHA* (2014), 20 p.
 - [3] Shrimpton, R., Victora, C. G., de Onis, M., Lima, R. C., Blössner, M., Clugston, G., Worldwide timing of growth faltering: implications for nutritional interventions. *Pediatrics* (2001), 107 (5), e75-e75.
 - [4] Dabo, R., Optimisation des procédés de fabrication de la bouillie fermentée améliorée à base de Pennisetum glaucum: ben-songo. *Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées (DESS), Option : Industrie Agro-Alimentaire, Université d'Ouagadougou* (2011).
 - [5] Kabré, A., Évaluation de l'acceptabilité des farines infantiles produites localement et des farines importées. Mémoire Maitrise des Sciences et Techniques ; Option: Technologie alimentaire/ Nutrition humaine. Centre de Recherche en Sciences Biologiques Alimentaires et Nutritionnelles, Université d'Ouagadougou. (2013).
 - [6] Tou, E. H. K.-P., "Caractérisation et amélioration du procédé traditionnel de préparation de la bouillie de mil fermenté, Ben-Saalga, utilisée comme aliment de complément au Burkina Faso". Thèse de Doctorat en Sciences biologiques, Spécialité : Nutrition Humaine. Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Université d'Ouagadougou (2006).
-

- [7] Traoré, T., Elaboration et évaluation d'une stratégie d'amélioration de l'alimentation de complément des jeunes enfants au Burkina Faso. (2005).
- [8] Alimentarius, C., Guidelines on formulated supplementary foods for older infants and young children CAC/GL08-1991. Rome: Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission (1991).
- [9] FAO/OMS, Rapport de la 30^{ème} session du comité du Codex sur la nutrition et les aliments diététiques ou de régime. Afrique du Sud. (2008), 1-223.
- [10] Nations, U., WHO, *Human Energy Requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation: Rome, 17-24 October 2001*. Food & Agriculture Org.: 2004.
- [11] Fasonorm, Farines infantiles spécifications Norme Burkinabè NBF 01-198 (2014), 7-9.
- [12] AOAC, Official Methods of Analysis. (1990), 15th Editions, Washington DC, , 808, 831- 835, 1113.
- [13] AOCS, "Official Methods and Recommended Practices", 4th Edition. (1990).
- [14] Merrill, A. L., Watt, B. K., Energy Value of Foods: Basis and Derivation", Agriculture Handbook, Washington DC, ARS United States Department of Agriculture, No 74. (1973).
- [15] De Souza, C., Ameyapoh, Y., Karou, S. D., Anani, K. T., Kpodar, M. L., Gbeassor, M., Assessing market-sold remedies in Lomé (Togo) for hygienic quality. *Biotechnology research international* (2010), 2011.
- [16] Zinnah, M., Bari, M., Islam, M., Hossain, M., Rahman, M., Haque, M., Babu, S., Ruma, R., Islam, M., Characterization of *Escherichia coli* isolated from samples of different biological and environmental sources. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine* (2007), 5 (1), 25-32.
- [17] Internationale, N., Microbiologie des denrées alimentaires et aliments pour animaux-Règles générales relatives aux analyses microbiologiques. *ISO 7218* (2007), 69.
- [18] Bramstedt, K. A., Kassimatis, K., A study of warning letters issued to institutional review boards by the United States Food and Drug Administration. *Clinical and investigative medicine* (2004), 27 (6), 316.
- [19] Zannou, T., Stratégies d'amélioration des farines infantiles à base de manioc et de soja de haute densité énergétique par incorporation de farine de maïs germés. *Doctorat 3^{ème} cycle non publié. Université de Cocody, Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie* (2005), 1-126.
- [20] Kayalto, B., Zongo, C., Compaore, R. W., Savadogo, A., Traore, A. S., Otchom, B. B., Study of the Nutritional Value and Hygienic Quality of Local Infant Flours from Chad, with the Aim of Their Use for Improved Infant Flours Preparation. *Food and Nutrition Sciences* (2013), 4 (09), 59.
- [21] Lathelize, M., Mouquet, C., Trèche, S., Production de farine infantile dans une petite unité artisanale d'Ouagadougou (Burkina Faso): diagnostic et propositions d'amélioration du fonctionnement de l'unité et de la qualité du produit. (1999).
- [22] Agbo, N. G., Supplementation of traditional Ivorian food (attiéké) with soybean. Université de Cocody. The third International Soybean. Processing and Utilisation Conference. The Japanese Society for food sciences and technology. The organizing committee for ISPU-III (1996).
- [23] Achi, O. K., Quality attributes of fermented yam flour supplemented with processed soy flour. *Plant Foods for Human Nutrition* (1999), 54 (2), 151-158. [24] Soro, S., Konan, G., Elleingand, E., Nguessan, D., Koffi, E., Formulation d'aliments infantiles à base de farines de soja enrichies au soja. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* (2014), 13 (5), 8313-8339.
- [25] Lestienne, I. Contribution à l'étude de la biodisponibilité du fer et du zinc dans le grain de mil et conditions d'amélioration dans les aliments de complément. Université Montpellier II, 2004.