



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Mise au point d'une farine précuite à base de maïs (*Zea mays*) et de soja (*Glycine max*) par la méthode traditionnelle

Franck Ngoyi TSHITE^{1*}, Van Tshiombe MULAMBA² et Masimango J.T. NDIANABO³

¹INERA, Station de Gimbi, République Démocratique du Congo.

²CGEA/CREN-K, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

³UNIKIN, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

*Auteur correspondant, E-mail: tshitengoyi@gmail.com, tshitengoyi@yahoo.fr,

Tél : (+243) 81 52 98 460, (+243) 97 12 66 447

RESUME

Une farine précuite mise au point par la méthode traditionnelle selon deux modes de préparation, à savoir la voie humide et la voie sèche, a été étudiée. Sa valeur bromatologique, sa viscosité et ses caractéristiques organoleptiques ont été évaluées. La présente étude avait pour objectif de mettre au point un aliment infantile précuit à l'aide des ingrédients localement produits, en vue de contribuer à la lutte contre la malnutrition protéino-énergétique en RDC. Une diminution sensible de la teneur en protéine a été observée surtout avec la farine préparée par voie humide. Cependant, les bouillies préparées à base de cette dernière ont été les plus appréciées sur le plan organoleptique. Les farines à dose élevée en maïs ont été plus visqueuses et donc plus précuites que d'autres. Les variables organoleptiques ont été corrélées entre elles.
© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Farine précuite, viscosité, nutrition, maïs, soja.

Formulation of precooked flour basic on maize (*Zea mays*) and soya beans (*Glycine max*) by traditional method

ABSTRACT

Precooked flour formulated following wet and dry traditional methods was evaluated. Nutritional values, viscosity and sensory characteristics were evaluated. The present study aimed at processing precooked childhood food using local materials in view to contributing to protein and energy malnutrition fight in Democratic Republic of Congo. The loss of protein value was observed especially within the flour obtained by wet method, while it was well appreciated. Flour pondered with high quantity of maize presented high value of viscosity. Correlation was observed between organoleptic parameters.
© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Precooked flour, viscosity, nutrition, maize, soya bean.

INTRODUCTION

La malnutrition protéino-énergétique affecte approximativement 170 million d'enfants de moins de 5 ans d'âge, avec une prévalence de 40% en Asie du sud et 50% en

Afrique subsaharienne (Onis et Blossner, 2003; OMS/UNICEF, 2006). Parmi les causes de cette situation, nous pouvons citer la pauvreté, le manque de temps des parents ou des personnes en charge de la garde pour

s'occuper des enfants, le manque de connaissances, etc. (Saskia, Annoek, 2005). Dans la plupart des cas, les interventions humanitaires sont souvent proposées comme solution à cette situation (Haas et al., 1995). En réalité, cette assistance s'est révélée une solution non durable, probablement suite au faible niveau de production et de transformation agricoles dans les régions concernées (Mitzner et al., 1984 ; Eagle et al., 2007), dont les populations se voient obligées de garder la main tendue vers l'extérieur.

La production à petite échelle d'aliments de complément par la méthode traditionnelle, comme la farine précuite, pour usage local à partir de produits locaux disponibles, s'avère une alternative efficace aux importations, aux produits fabriqués industriellement qui coûtent cher et sont inaccessibles à toutes les bourses. Elle constitue un moyen efficace de valorisation des produits agricoles dans les pays en développement (Phillips et al., 2004 ; John et al., 2015). Les aliments obtenus sont peu coûteux, faciles à produire, vite préparés et utilisables par tout le monde n'importe où (Bounie, 2009), luttant ainsi contre la malnutrition des enfants en période de sevrage (John et al., 2015). Le maïs et le soja respectivement, céréale et légumineuse, ont été choisis pour leur richesse en protéine et en énergie, d'une part, et pour leur complémentarité dans l'alimentation humaine, d'autre part (Van der Holf et Underwood, 1987).

Les procédés physiques et biochimiques par lesquels passent ces aliments, modifient leurs qualités biochimiques, leur structure, leur texture, et leurs valeurs nutritionnelles ; favorisent leur assimilation dans l'organisme (Kokou et al., 2014). La pré-cuisson, par exemple, réduit sensiblement la quantité d'énergie nécessaire à la préparation proprement dite et permet une économie d'énergie et du temps (Favier, 1977 ; Saskia et Annoek, 2005). Elle amène ces aliments à gélifier instantanément au contact de l'eau tiède préalablement portée à l'ébullition (Nugent, 2002). La torréfaction inhibe les substances anti nutritionnelles, facilite l'assimilation des aliments dans l'organisme (Corinne, 2013). Faite avec délicatesse, cette technique contribue au

développement des caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles des matières premières (Bounie, 2009).

Le présent travail consistait en une mise au point d'une farine précuite par la méthode traditionnelle en utilisant les produits locaux (maïs et soja) afin de contribuer à la lutte contre la malnutrition protéino-énergétique particulièrement importante chez les enfants en âge de sevrage et à valoriser ces matières premières agricoles.

MATERIEL ET METHODES

Matériels

Cinq kilogrammes de grains de maïs et cinq kilogrammes de graines de soja ont été achetés au marché de BANZA-LEMBA, situé à 200 mètres environ du HOME 30 des étudiants de l'Université de Kinshasa, commune de LEMBA, KINSHASA, République Démocratique du Congo.

Méthodes

Préparation des farines

La préparation des matières premières et de différentes combinaisons, la détermination de la viscosité et des qualités organoleptiques des farines ont été faites au Laboratoire de Chimie de La Faculté des Sciences Agronomiques ; le Laboratoire de Biochimie et Technologie des Aliments du Commissariat Général à l'Energie Atomique (CGEA/CREN-K) a servi pour analyses biochimiques.

Les farines ont été fabriquées selon le traitement humide (C1) et le traitement sec (C2).

Méthode sèche

Après lavage, égouttage et séchage à l'étuve (50 °C), les graines de soja et de maïs ont été soumises séparément à la torréfaction pendant 10 minutes dans une poêle préalablement chauffée. Après refroidissement, les produits ont été moulus au Moulinex et tamisés à l'aide d'un tamis de 200 microns de diamètres environ. Les différentes farines obtenues ont été annotées de la manière suivante : Tsm : farine de maïs obtenue après traitement sec ; Tss : farine de soja obtenue après traitement sec.

Méthode humide

Elle a été appliquée selon dispositif expérimental (Figure 1).

Ce schéma a été adapté à celui proposé par Bounie (2009) dans la fabrication industrielle des farines précuites des céréales. Le séchage à l'étuve était intervenu pour gagner en temps.

Les farines obtenues ont été annotées de la manière suivante : Thm : farine de maïs obtenue après traitement humide ; Ths : farine de soja obtenue après traitement humide.

Formulation des aliments

Elle a été effectuée suivant deux types de combinaisons de farines de maïs et de soja après préparation, à savoir la combinaison entre farines obtenues par la méthode humide et la combinaison entre farines obtenues par la méthode sèche. Pour chaque 100 g d'aliment formulé, des proportions ont été diversifiées et au total douze recettes ont été formulées en raison de 6 par traitement tel qu'indiqué dans le Tableau 1.

Tests bromatologiques

Les analyses bromatologiques ont porté sur la teneur en eau (Hr), la teneur en protéines brutes (P.B), la teneur en matières grasses (M.G), la teneur en glucides totaux (G.T) et la teneur en cendres brutes (C.B) des farines obtenues après traitements.

La teneur en protéines a été déterminée par la méthode de Kjeldahl, les cendres ont été obtenues par calcination au four à moufle à 550 °C des échantillons. La teneur en eau a été obtenue par la différence de poids des échantillons avant et après étuvage en utilisant la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau} = \frac{P1-P3}{P1} \times 100$$

où P1 : poids de l'échantillon + cartouche avant étuvage, P3 : poids de l'échantillon + cartouche après étuvage. Les cartouches (P0) ont été préalablement étuvées (105 °C) et gardées dans un dessiccateur afin d'éliminer toute trace d'eau. Après étuvage à 105 °C

jusqu'à poids constant (24 h), les échantillons (P1) ont été également gardés dans le dessiccateur afin d'éviter la réabsorption de l'humidité. La teneur en glucides totaux a été obtenue par la différence des poids avec les autres éléments nutritifs selon la formule suivante (100 - (PB + CB + Hr + MG)). La teneur en matières grasses a été obtenue par la méthode de Soxhlet. Les valeurs renseignées sont les moyennes de trois répétitions.

Test d'instantanéité

La viscosité a un lien étroit avec la capacité et la vitesse d'une substance à absorber de l'eau sur les liaisons polaires libres (Ahure et Ariahu, 2013). Ainsi, elle nous renseigne sur l'instantanéité de nos produits. Des bouillies ont été fabriquées à la concentration de 30 g de matière sèche pour 100 ml de solution (Bonie, 2009), en utilisant de l'eau préalablement bouillie pour éviter les contaminations microbiennes (Onilude, 2009). La viscosité (indicateur de la pré-cuisson) a été mesurée à l'aide du Viscosimètre d'Ostwald.

Tests organoleptiques

Les propriétés organoleptiques ont été évaluées par un panel de 20 étudiants. Les deux méthodes complémentaires d'analyse sensorielle utilisées ont été le test de préférence et celui d'échelle ou de notation de qualité portant sur la couleur, le goût et l'arôme des bouillies. Ces paramètres ont été annotés de la manière suivante :

I. Couleur

- BR. Couleur brune
- BEI. Couleur beige
- JP. Couleur jaune pâle

II. Goût

- AB. Assez bon
- B. Bon
- TB. Très bon

III. Arôme

- TP. Soja très prononcé
- P. Soja prononcé
- MP. Soja moins prononcé

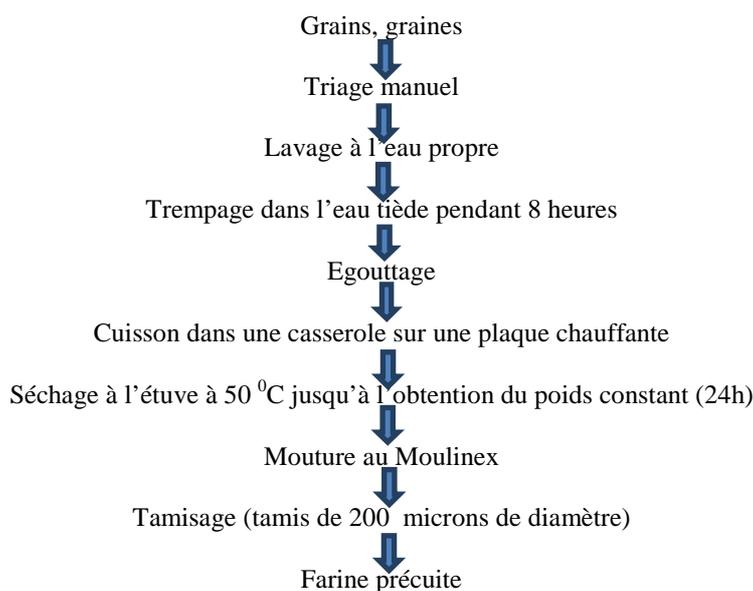


Figure 1 : Schéma de traitement humide de soja et de maïs

Analyses statistiques

Les données ont été saisies sur Excel et analysées sur SPSS. Les données quantitatives ont été présentées sous forme de moyenne \pm écart type et les données qualitatives ont été présentées sous forme de proportions. Les tests de Student, d'Anova et le test de Chi carré ont permis de comparer respectivement deux moyennes, plus de deux moyennes et les proportions. La valeur de $P < 0.05$ était considérée comme significative.

RESULTATS

Les résultats sur la composition bromatologique de la farine de soja après traitements figurent dans le Tableau 3. Ceux de la farine de maïs après traitement sont dans le Tableau 4. Les Tableaux 5 et 6 reprennent respectivement les caractéristiques générales des produits fabriqués et l'impact des modes de préparation sur les produits finis. La Figure 2 présente la distribution générale des paramètres bromatologiques et technologique. Le Tableau 7 renseigne sur la corrélation entre différents paramètres d'étude. Les Figures 3 et

4 renseignent respectivement sur la distribution générale des variables organoleptiques et sur l'impact des modes de préparation sur ces variables.

Composition bromatologique des farines après traitements

Farine de soja

Hormis la cendre brute (P -value > 0.05), les traitements employés ont présenté une différence significative dans la composition bromatologique de la farine de soja (P -value < 0.05). Le traitement sec a donné des farines à valeurs élevées en protéines brutes, en énergie et en matière Grasse. Par contre, il a fourni des farines à faible taux d'humidité (Tableau 1).

Farine de maïs

Les deux modes de préparation ont donné des valeurs identiques en ce qui concerne les glucides totaux et la matière grasse (P -value > 0.05). Par contre, la différence était nettement significative quant aux autres variables bromatologiques étudiées (P -value < 0.05). Le traitement sec a présenté

des valeurs élevées en glucides totaux et en énergie. Par ailleurs, il a donné des valeurs faibles en protéine brutes et en cendre brute.

Impact des modes de préparation sur les rations formulées

Les deux modes de préparation ont conduit aux résultats similaires en ce qui concerne les glucides totaux, l'énergie et la matière grasse (P-value>0.05). La différence était significative quant aux autres paramètres évalués (P-value<0.05) (Tableau5). Le traitement sec a produit des farines à valeurs élevées en protéines brutes, en viscosité et en cendre brute, par rapport au traitement humide. Par contre, il a fourni des farines à faible taux d'humidité.

Les Figures 2 révèlent une distribution normale des valeurs de toutes les variables dans tous les traitements. Les rations à doses élevée en soja (60%-80%) ont produit des valeurs faibles de P.B, de viscosité, de MG, d'énergie et de CB. Par contre, elles ont donné des valeurs élevées d'Hr et de GT. L'augmentation progressive de doses de soja en défaveur de maïs dans des rations (T1-T3) entraînait une croissance de l'humidité, de la viscosité et des glucides totaux. Par contre, elle a provoqué une décroissance de PB, l'un des éléments indispensables dans l'alimentation des nourrissons.

Les rations à dose élevée en maïs (60%-80%) ont produit des valeurs élevées de

viscosité, de PB, de CB et de MG. L'augmentation des proportions de maïs en défaveur de soja (T4-T6) a entraîné la décroissance de la teneur en eau, de la viscosité et des GT. Par contre elle a provoqué la croissance de l'énergie, de la CB, de MG et des PB.

Par rapport à l'instantanéité ou à la précuisson, T4 s'est révélée performant car il a produit des valeurs élevées de viscosité, suivi de T5. La teneur en PB a été corrélée à la viscosité et fortement corrélée à la CB (0.905). La majorité des variables bromatologiques ont été négativement corrélées entre elles.

Caractéristiques organoleptiques des produits fabriqués

En général, les produits fabriqués avaient un arôme bon (42%) avec un goût de soja très prononcé (50%) et une couleur beige (75%) (Figure 3). Au regard du Tableau 6, tous les paramètres organoleptiques ont été corrélés entre eux. Une corrélation a été établie entre le goût et le taux d'humidité. Sur le plan arôme et goût, les produits fabriqués par la méthode humide étaient mieux appréciés que ceux fabriqués par la méthode sèche (P-value < 0.05). En général, les produits obtenus par la méthode humide étaient de couleur beige tendant vers le jaune pâle, Par contre, ceux de la méthode sèche étaient de couleur brune (Figure 4).

Tableau 1 : Formulation des aliments.

Combinaisons	Proportions (g)	Traitements	Combinaisons	Proportions (g)	Traitements
Thm xThs	40+60	T1	TsmxTss	40+60	T1
Thm xThs	30+70	T2	TsmxTss	30+70	T2
Thm xThs	20+80	T3	TsmxTss	20+80	T3
Thm xThs	60+40	T4	TsmxTss	60+40	T4
Thm xThs	70+30	T5	TsmxTss	70+30	T5
Thm xThs	80+20	T6	TsmxTss	80+20	T6

Thm : farine de maïs obtenue après traitement humide, Ths : farine de soja obtenue après traitement humide, Tsm : farine de maïs obtenue après traitement sec, Tss : farine de soja obtenue après traitement sec, T1, T2, T3, T4, T5, T6 : différents traitements selon les proportions.

Tableau 2 : Besoin quotidien en énergie, protéine et lipides de l'alimentation des nourrissons en fonction de l'âge.

Age (ans)	Poids (kg)	Energie (kcal)	Protéine (g)	Lipides (g)	Vit A (RE)	Vit C
Enfants de deux sexes						
0-1/2	5.4	585	10	-	350	20
1/2-1	8.8	960	14	-	350	20
1-3	11.9	1250	14	35	400	20
3-5	15.9	1510	18	42	400	20
5-7	19.6	1710	20	48	400	20
7-10	25.9	1880	26	52	400	20

Burgess et King, 1993.

Tableau 3: Valeur bromatologique de la farine de soja après traitement.

Variables	Modes de préparation		P-value
	C1	C2	
PB (%)	4.54±0.12	8.28±0.15	0.025
GT (%)	70.96±0.71	61.01±0.12	0.004
Energie (Kcal)	454.60±0.053	470.92±0.45	0.001
CB (%)	3.26±0.06	6.50±0.01	0.1375
Humidité (%)	8.11±0.06	3.3±0.03	0.0145
MG (%)	16.20±0.046	21.78±0.32	0.0065

P.B. protéine brute, G.T. Glucides totaux, C.B. Cendres brutes,
M.G. Matières grasses, C1 : traitement humide, C2 : traitement sec.

Tableau 4 : Caractéristiques de la farine de maïs après traitement.

Variables	Modes de préparation		P-value
	C1	C2	
PB (%)	4.12±2.60	1.1±0.02	0.0245
GT (%)	76.40±0.60	87.81±0.305	0.306
Energie (Kcal)	444.66±0.053	405.90±4.17	0.004
CB (%)	2.01±0.016	1.65±0.01	0.023
Humidité (%)	7.65±0.01	4.44±0.09	<0.0205
MG (%)	12.75±0.15	4.86±0.395	0.071

P.B. protéine brute, G.T. Glucides totaux, C.B. Cendres brutes, M.G. Matières grasses, C1 : traitement humide, C2 : traitement sec.

Tableau 5 : Caractéristiques générales des produits fabriqués.

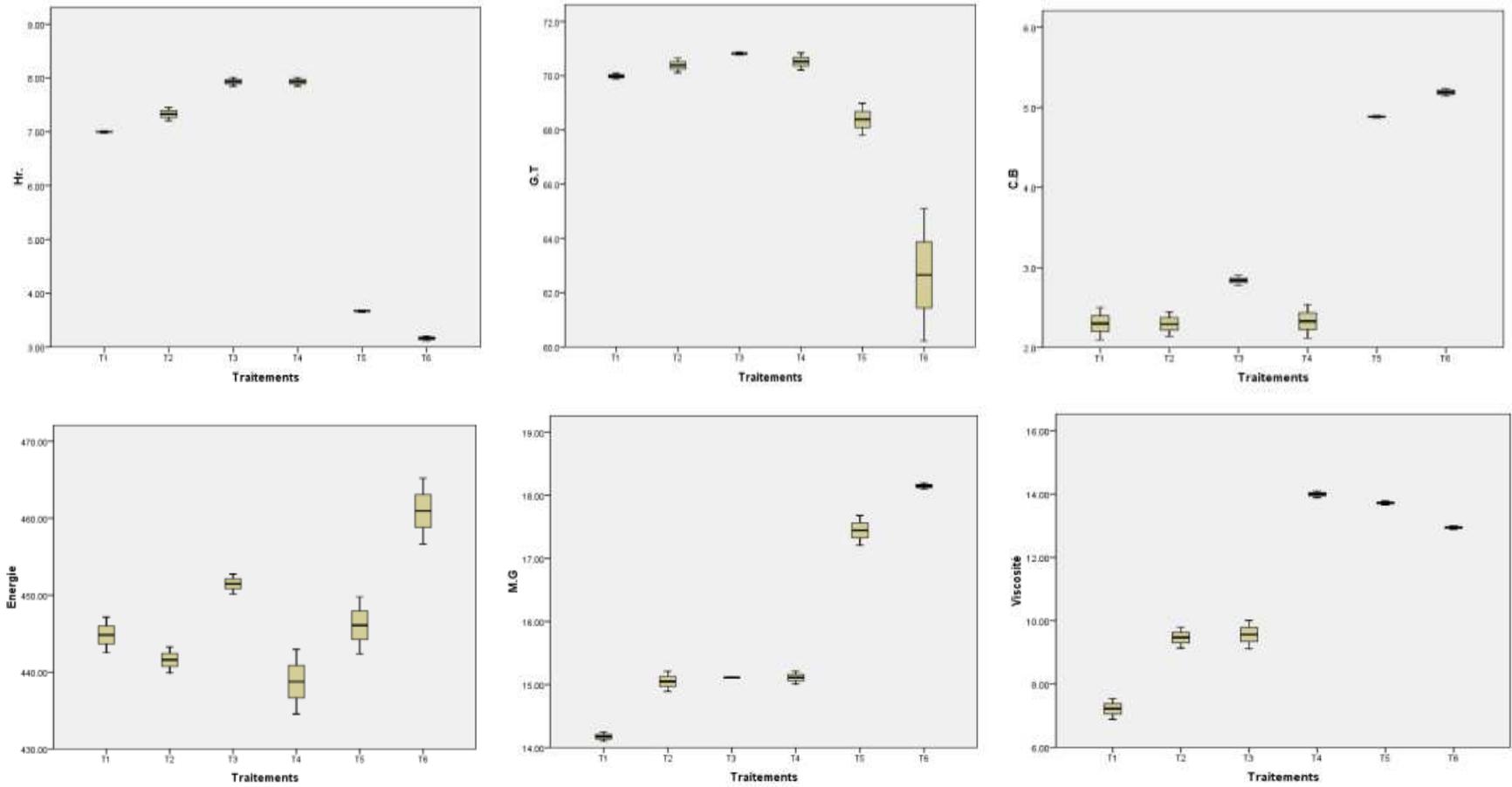
variables	Moyenne ± Ecart type	Extrême
PB (%)	3.9±1.7	2.3-7.2
GT (%)	71.1±4.4	60.2-80.1
Energie (Kcal)	434.6±28.4	347-465.2
CB (%)	3±1.2	1.2-5.5
Humidité (%)	5.9±1.9	3.0-8.0
MG (%)	16.8±7.5	10.1-41
Viscosité (Poisés)	1.75±1.7	1.9-1.6

P.B. protéine brute, G.T. Glucides totaux, C.B. Cendres brutes, M.G. Matières grasses.

Table 6 : Impact des modes de préparation sur les caractéristiques des produits obtenus.

Variabes	Modes de preparation		P-value
	C1	C2	
PB (%)	2.8±0.5	5.1±1.7	<0.001
GT (%)	71.8±1.9	70.6±6.4	0.6
Energie (Kcal)	492.4±37	439.7±16.2	0.38
CB (%)	2.2±0.4	3.7±1.4	0.002
Humidité (%)	7.4±0.3	4.3±1.7	<0.001
MG (%)	18.5±10	15.1±3.2	0.285
Viscosite (Poisés)	1.8±2.7	2.0±0.9	<0.001

P.B. protéine brute, G.T. Glucides totaux, C.B. Cendres brutes, M.G. Matières grasses.



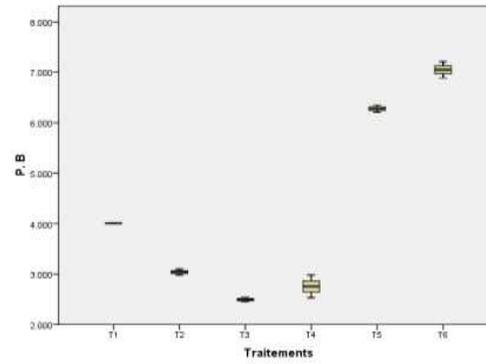


Figure 2 : Distribution générale des paramètres d'étude.

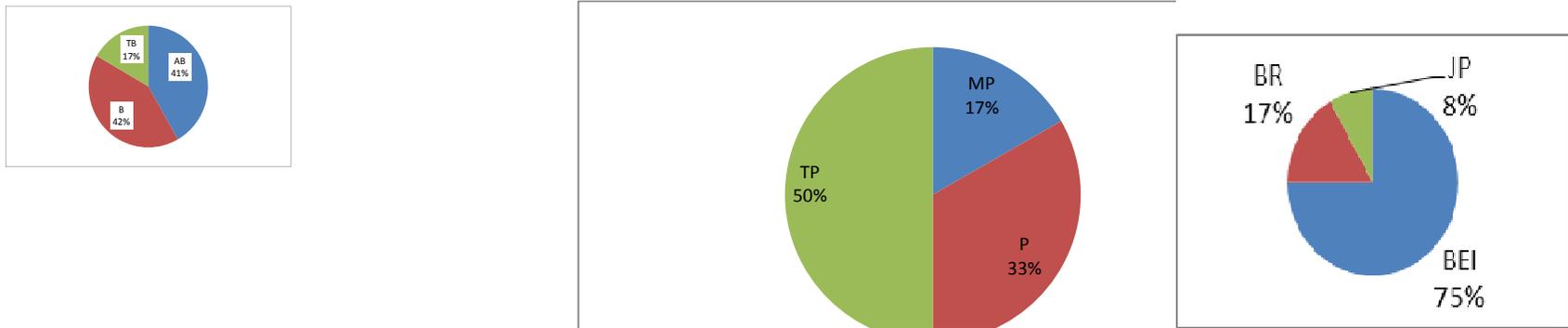


Figure 3 : Distribution des caractéristiques organoleptiques.

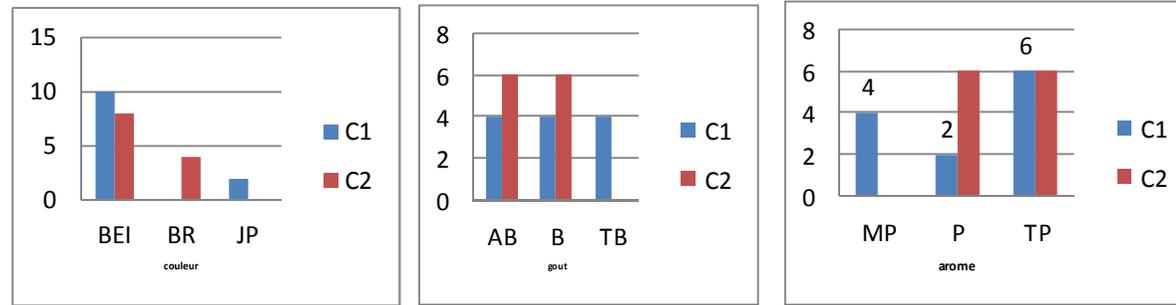


Figure 4 : Impact des modes de préparation sur les caractéristiques organoleptiques. C1. Traitement humide, C2. Traitement sec, BEI. Beige, BR. Brune, JP. Jaune pâle, AB. Assez bon, B. Bon, T.B. Très bon, MP. Soja moins prononcé, P. Soja prononcé, soja très prononcé.

Tableau 7 : Corrélation de Pearson entre paramètres d'étude.

Variables	P. B	G.T	Energie	C.B	Humidité	M.G	Viscosité	gout	Arome	Couleur
P. B	1.000									
G.T	-0.622	1.000								
Energie	0.149	0.012	1.000							
C.B	0.905	-0.666	0.085	1.000						
Humidité	-0.875	0.208	-0.150	-0.755	1.000					
M.G	0.004	-0.377	-0.855	0.102	0.142	1.000				
Viscosité	0.556	0.001	0.143	0.547	-0.728	-0.265	1.000			
gout	-0.502	0.054	-0.059	-0.599	0.650	0.045	-0.508	1.000		
Arome	-0.238	0.051	-0.205	-0.414	0.316	0.218	-0.344	0.644	1.000	
Couleur	-0.238	-0.204	0.204	-0.373	0.479	0.062	-0.711	0.644	0.543	1.000

P.B. protéine brute, G.T. Glucides totaux, C.B. Cendres brutes, M.G. Matières grasses.

DISCUSSION

Caractéristiques bromatologiques

Les traitements thermiques induisent des variations dans la composition des aliments (Sawadogo et al., 2015). Ils peuvent même influencer la concentration en éléments minéraux des produits finis (Hamunyari et al., 2014). Les deux modes de préparation ont influencé la valeur bromatologique des farines. Le traitement sec a produit des valeurs élevées de protéines brutes, de viscosité et de cendre brute, par rapport au traitement humide. Par contre, il a fourni des farines à faible teneur en humidité. La composition des matières premières après traitement aurait impacté celle des rations. Les traitements technologiques ont pour mission d'améliorer la valeur nutritive des produits finis (Syed et al., 2011). Cependant, la moyenne des valeurs des éléments nutritifs de nos farines sont inférieures aux besoins quotidiens des nourrissons (Burgess et King, 1993) et aux normes (FAO/OMS, 2006). La torréfaction qui a été utilisée comme technique de pré-cuisson, est une opération délicate et importante de la fabrication des farines précuites. Saskia et Annoek (2005) ont rapporté que bien faite, la torréfaction contribue à augmenter la valeur nutritive du produit fini par rapport aux matières premières. Cette technique permet d'inactiver les facteurs antitrypsiques du soja, de tuer les bactéries, de diminuer l'humidité, de précuire les produits et de prolonger de 6 mois la durée possible de conservation (Sarwar et al., 2012). Corinne (2013) a rapporté qu'une bonne torréfaction se fait à 150 °C entre 20 et 30 minutes environ.

Au regard du traitement humide qui est moins documenté, il s'avère que le temps et la température de pré-cuisson, le temps de trempage jouent un rôle important. Un temps de trempage trop long peut entraîner la dissolution des nutriments (Alozie et al., 2009). Borejszo et Khan (1992) ont rapporté

qu'entre 57 °C et 70 °C, les granules d'amidon gonflent du fait d'une adsorption d'eau sur les groupements polaires hydrophiles et la température de gélatinisation de l'amidon varie selon l'origine végétale. Dans le cas de cette étude, il est important d'évaluer la courbe temps-température de pré cuisson et le temps de trempage afin d'optimiser la technique.

Les farines infantiles demandent une mouture fine et sèche pour une bonne conservation. La finesse de cette mouture contrôlée par un tamis est importante car plus la granulométrie d'une farine est fine, mieux elle sera assimilable par l'enfant. Notre farine a été tamisée avec un tamis de maille de 200 microns de diamètre. Ces mailles sont petites comparativement à celles rapportées par (Kouassi, 2015). Cet auteur a utilisé des mailles de 500 microns, deux fois plus grosses que les nôtres, dans la préparation des bouillies infantiles préparées par les techniques de germination et de fermentation.

Le taux d'humidité de la farine, donc des grains, joue un rôle important dans sa durée de conservation et dans le goût du produit fini. Plus une farine est sèche, mieux elle se conserve. La valeur moyenne renseignée dans cette étude ($5,9 \pm 1,9\mu$) est appréciable, la norme étant de 5 microns (FAO/OMS, 2006). Alozie et al. (2009) ont rapporté la même valeur de teneur en eau dans la farine de Bambara, valeur au-delà de laquelle le milieu devient favorable au développement des microorganismes. Notre farine peut ainsi être bien conservée.

L'énergie est l'un des éléments les plus déterminants dans la croissance des nourrissons. La valeur moyenne d'énergie de $434,6 \pm 28,4$ Kcal renseignée dans cette étude est proche, mais peu supérieure à la norme qui est de 400 Kcal (OMS/UNICEF, 2003 ; Mouquet et al., 2008) et à celle rapportée par (Kouassi, 2015) dans des bouillies infantiles préparées par les techniques de germination et

de fermentation. Cette valeur serait encore plus importante en tenant compte des autres sources d'énergie comme les lipides et les glucoses. Ahure et Ariaahu (2013) ont rapporté de valeurs supérieures aux nôtres. L'ajout du saccharose pourra non seulement améliorer le goût, mais aussi la teneur en énergie.

La teneur en protéine de $3.9 \pm 1.7\%$ rapportée dans cette étude est inférieure aux besoins des nourrissons (Onilude, 2009) et aux normes (Solomon, 2005). Une attention particulière mérite d'être prêtée sur l'étude du barème temps-température dans la cuisson et la torréfaction des matières premières car ce dernier serait responsable de la dénaturation probable des protéines. La combinaison céréales-légumineuses est une solution alternative à la carence des protéines d'origine animale dans les pays en développement et fournit les protéines de bonne qualité (OMS/UNICEF, 2003). Dewey et Brown (2003) ont rapporté dans leur étude que la teneur en protéine de céréales combinées aux légumineuses est meilleure que celle produite à partir des céréales seules. L'incorporation en proportion de 1/3 de soja pour 2/3 de maïs est idéale pour l'équilibre et la qualité de protéines (Kouassi, 2015).

Les lipides sont une des sources potentielles de l'énergie (Henry, 1974). Nos farines ont produit des valeurs élevées ($16.8 \pm 7.5\%$), pratiquement le double, comparativement aux normes et aux besoins. Henry, (1974) a rapporté des valeurs de 7%, la norme étant de 8% (FAO/OMS (2006). La torréfaction, particulièrement de soja, aurait favorisé l'expression de la matière grasse.

Les glucides totaux ($71.1 \pm 4.4\%$) trouvés sont bien supérieurs, les normes étant de 64% (FAO/OMS, 2006). Kouassi (2015) a rapporté des valeurs variant entre 60% et 70%.

Caractéristiques organoleptiques

Les paramètres organoleptiques jouent un rôle important dans l'acceptabilité d'aliments par les consommateurs. En général, les produits fabriqués avaient un arôme bon (42%) avec un goût de soja très prononcé (50%) et une couleur beige (75%) (Figure 3). La couleur standard (jaune pâle) n'a été cotée qu'à 8% (Figure 3). Les bouillies faites avec des farines obtenues par voie humide ont été mieux appréciées que celles faites avec des farines obtenues par voie sèche qui avaient un arôme de soja très prononcé. Ceci, serait dû au développement possible des produits néoformés à odeur désagréable (Corinne, 2013; Kokou et al., 2014) qu'il convient d'évaluer par la suite. L'odeur de soja très prononcée pourrait être diminuée par l'ajout d'additifs alimentaires comme les aromates.

Test d'instantanéité (pré- cuisson)

L'instantanéité est la caractéristique technologique principale des farines précuites. La notion de viscosité a été utilisée pour matérialiser ce concept. Les produits obtenus ont donné des valeurs de viscosité variant entre 1,9 et 1,6 poises, avec une moyenne de $1,75 \pm 1,7$ Poises. Bounie (2009) a rapporté que la viscosité maximale dans des bouillies infantiles est de 1.6 poises. Selon cet auteur, cette valeur est obtenue avec 13.5 g de matière sèche par millilitre de bouillie obtenue. Cette concentration est inférieure à la nôtre. Kouassi, (2015) a rapporté des valeurs élevées de viscosité, variant entre 4 à 4,16 poises, dans la fabrication d'aliment de complément avec les sojas et sorgho germés. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Elenga et al. (2012), mais supérieurs aux nôtres. Cette valeur varie aussi en fonction de l'origine végétale et de la technologie employée (Mouquet, 2001 ; Saskia et Annoek, 2005; Zannou-Tchouko, 2011).

Bien fabriqués, ces produits peuvent contribuer à l'amélioration du statut proteino-

énergétique déficient et précaire des jeunes dans les pays en développement. Quelques suppléments préalables seraient les bienvenus en vue de rendre ces aliments complets, équilibrés et appréciés des consommateurs (Latham, 1974 ; Lokombé-Léké et Mullié, 2004).

Conclusion

L'objectif de cette étude était de mettre au point un aliment infantile précuit à l'aide des ingrédients localement produits, en vue de contribuer à la lutte contre la malnutrition protéino-énergétique en RD Congo. La méthode humide a produit des farines à faible teneur en protéine, mais organoleptiquement appréciées des consommateurs. Les techniques utilisées paraissent simples à manipuler. Cependant, la maîtrise du barème temps-température de pré-cuisson et du temps de trempage, ainsi que l'ajout de quelques suppléments seraient un atout majeur à leur optimisation.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt concernant cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

FNT a conçu le sujet, collecté les données, formulé les rations et a rédigé le manuscrit ; VTM a réalisé les analyses biochimiques, statistiques et la correction du manuscrit et MJTN a réalisé les orientations techniques et corrigé le manuscrit.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le laboratoire de Biochimie et Technologie des Aliments du CGEA/CRENK et la Faculté des Sciences Agronomiques/UNIKIN pour avoir facilité les travaux de laboratoire et les analyses.

REFERENCES

- Ahure D, Ariaahu CC. 2013. Quality evaluation of glucose syrup from sweet cassava hydrolyzed by rice malt crude enzymes extract. *Journal of Food Technology*, **11**(3): 1-3.
- Alozie YE, Iyam MA, lawalo O, udofia U, Ani IF. 2009. Utilisation de la farine de Bambara comme aliment de complément. Londres. *Journal of Food Technology*, **7**(4): 111-114.
- Borejszo Z, Khan KH. 1992. Reduction of flatulence-causing sugars by high temperature extrusion of pinto bean high starch fractions. *J Food Sci.*, **57**: 771-781.
- Bounie D. 2009. Produits alimentaires d'urgence et leurs technologies de fabrication. Exemple des lignes conteneurisées de transformation alimentaire utilisables en phase de réhabilitation / prévention, Polytech'Lille, Ecole d'ingénieur, USTL-France.
- Burgess A, King FF. 1993. *Nutrition in Developing Countries*. Oxford University Press: Oxford, UK.
- Corinne G. 2013. *Additifs Alimentaires, Le Guide Indispensable pour ne plus vous Empoisonner*. Ed. Chariot d'Or: Paris, France.
- Dewey KG, Brown KH. 2003. Undated on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and applications for intervention programs. *Food Nutr. Bull.*, **24**(1): 5-28.
- Eagle PL, Black MM, Behrman JR, de Mello MC, Gertler PJ, Kapiriri L. 2007. Strategies to avoid the loss of development potential in more than 200 million children in the developing world. *Lancet*, **369**: 229-242.
- Elenga M. 2012. Amélioration de la qualité nutritionnelle et de la densité énergétique

- des bouilles de maïs fermenté et de la farine d'igname utilisée comme aliment de complément du nourrisson. Thèse de Doctorat de l'Université de Marien Nguabi, 104p.
- Favier JC. 1977. *Valeur Alimentaire de deux Aliments de Base Africains : le Manioc et le Sorgho*. ORSTOM : Paris.
- FAO/OMS. 2006. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Rapport des vingt-septième sessions du comité du codex sur la nutrition et les aliments diététiques ou de régime. ALINOM 06/29/26, 105 p.
- Haas JD, Martinez EJ, Murdoch S, Conlisk E, Rivera JA, Martorell R. 1995. Nutritional supplementation during the preschool years and physical work capacity in adolescent and young adult Guatemalans. *The Journal of Nutrition*, **125**(4): 1078S–1089S.
- Henry Y. 1974. Incorporation de proportions variables de matières grasses (huile d'arachide) dans le régime des porcs en croissance- finition, en relation avec le taux de matières azotées, station de recherches sur les porcs, I.N.E.R.A., 78350 Jouy en Josas. *Ann. Zootech.*, **23**(2): 171-184.
- John CP, Melissa G, Kenneth M, Chrissie T, Yin BH, André B, Mark JM, Per A. 2015. Developmental outcomes among 18-month-old Malawians after a year of complementary feeding with lipid-based nutrient supplements or corn-soy flour. *Maternal and Child Nutrition*, **8**(2012), 239–248.
- Hamunyari C, Tuarira M, Jefta T. 2014. Nutrient content of water spinach (*Ipomoea aquatica*) under different harvesting stages and preservation methods in Zimbabwe. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(3): 854-861.
- Kokou AA, Kokouvi D, Kossi KH. 2014. Activités antioxydantes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques acclimatées au Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(3): 1103-1110.
- Kouassi KA Amino A, Adouko AE, Gnahe DA, Grodji GA, Kouakou B D, Gnakri D. 2015. Comparaison des caractéristiques nutritionnelles et rhéologiques des bouillies infantiles préparées par les techniques de germination et de fermentation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 944-953.
- Latham. 1979. Human nutrition in tropical Africa, a textbook for health workers with special reference to community health problems in Eastern Africa. FAO, Italie, Rome.
- Lokombé-Léké A, Mullié C. 2004. Nutrition du nourrisson et diversification alimentaire. *Cahiers de Nutrition et Diététique*, **39**: 349-359.
- Mitzner K, Scrimshaw N, Morgan A. 1984. *Improving the Nutritional Status of Children During the Weaning Period: a Manual for Policy Makers*. Program Planners and Field Workers, MIT: Cambridge, Royaume-Unis.
- Mouquet C, Trèche S. 2001. Viscosity of gruels for infant a comparaison of measurement procedures. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **52**: 389-400.
- Mouquet C, Icard C, Guyot JP, Tou EH, Rochette I, Trèche S. 2008. Consumption pater, biochemical composition and nutritional value of fermented pearl millet gruels in Burkina Faso. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **59**(7): 716-729.
- Nugent R. 2002. Contributions and constraints from agriculture in achieving a nutrition strategy to prevent chronic diseases. *Asia Pac J Clin Nutr.*, **11**(9):S767–771.
- OMS/UNICEF. 2003. *Alimentation Complémentaire des Jeunes Enfants dans les Pays en Développement*. OMS : Genève ; 130-131.

- Onilude AA. 2009. Microbiological and chemical changes during production of malted and fermented Cereal- legume weaning foods. *Advances in Food Sciences*, **31**(3): 139-145.
- Onis M, Blössner M. 2003. TheWorld Health Organization Global Database on Child Growth and Malnutrition: methodology and applications. *International Journal of Epidemiology*, **32**, 518–526.
- Phillips T, Taylor DS, Sanni L, Akoroda M. 2004. *A cassava Industrial Revolution in Nigeria. The Potential for a new Industrial crop*. IFAD/FAO: Rome; 43 p.
- Sarwar Gilani G, Wu Xiao C, Cockell KA, 2012. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *Br J. Nutr.*, **108**(2): S315–332.
- Saskia van G, Annoek van den W. 2005. Production Artisanale d'Aliments de Complément, série Agrodok Cordaid, N° 22, Pays- Bas.
- Sawadogo II, Koala M, Dabire C, Ouattara LP, Bazie VBEJT, Hema A, Gnoula C, Pale E, Nebie RHC. 2015. Etude de l'influence des modes de transformation sur les teneurs en lycopène de quatre variétés de tomates de la région du nord du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(1): 362-370.
- Solomon M. 2005. Nutritive value of three potential complementary goods based on cereals and legumes. *Agriculture Nutritive*, **5**(2):1-14.
- Syed AS, Aurang Z, Tariq M, Nadia N, Muhammad S, Abdul A, Asim M. 2011. Effets de la germination sur la qualité nutritionnelle des variétés de haricot mungo. *Revue Africaine de la Recherche Agricole*, **6**(22): 5091-5098.
- Van der Hof Y, Underwood BA. 1987. Processed supplementary foods for older infants and young children, with special reference to developing countries. *Food and Nutrition Bulletin*, **9**(1).
- Zannou–Tchoko V, Ahui-Bitty L, Kouame K, Bouaffou K, Dally T. 2011. Utilisation de la farine de maïs germée source d'alpha amylase pour augmenter la densité énergétique des bouillie de sevrage à base de manioc et de son dérivé, l'attiéké. *Journal of Applied Biosciences*, **37**: 2477-2484.