

Contribution à la valorisation alimentaire des feuilles de *Moringa oleifera* par les biscuits à base des ingrédients locaux à Kikwit/ RD Congo

Kalaki K. Prisca¹, Mutinsumu M. Pierre Célestin², Ndungi N. Albert³, Metena M. Marlène⁴ et Uмба M. Joachim⁵

1. Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM) de Kikwit, option Nutrition et Diététique, B.P. 126 Kikwit/Kwilu

2. Professeur à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM) de Kinshasa, B.P.774 Kinshasa XI

3. Chef de production, Société CRIS SARL- Kinshasa/ Limite

4. Assistante à l'Université Pédagogique Nationale (UPN), B.P. 8815 Kinshasa Ngaliema

5. Professeur à l'Université Pédagogique Nationale (UPN), B.P. 8815 Kinshasa Ngaliema, Université Loyola du Congo (ULC) Kimmwenza B.P. 3724 Kinshasa-Gombe

Corresponding : joachimumba@yahoo.fr; cellphone +243 82 22 48 733

Mots clés : *Moringa oleifera*, Biscuits, Ingrédients locaux, Kikwit.

Submission 12/11/2021, Publication date 28/02/2022, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

1 RÉSUMÉ

Par ailleurs, la malnutrition, souvent un fléau dans les pays pauvres, peut être atténué grâce à la culture locale du *Moringa* qui permet de remédier à l'anémie et aux carences nutritives particulièrement redoutables pour les nourrissons et les femmes qui allaitent. Pour combler ce déficit en protéines tant animales que végétales, différentes stratégies ont été développées. C'est ainsi que la présente étude a été réalisée au sein de l'industrie CRIS SARL, société qui vise à promouvoir la production, la transformation, la valorisation et la consommation des produits à base des aliments locaux, notamment les céréales. Les résultats obtenus montrent qu'avec un coût de production faible de 350, Franc Congolais de la RDC, (soit 0,212\$); la poudre des feuilles de *Moringa* améliore la teneur en protéines à 12%, celle des fibres est de 5,5%, celle du fer est 10,5 mg et un apport énergétique de 370,5 Kcal.

ABSTRACT

Often a scourge in poor countries can be alleviated by the local cultivation of *Moringa oleifera*, which helps to remedy anemia and nutritional deficiencies, which are particularly serious for infants and breastfeeding women. To make up for this deficit in both animal and vegetable proteins, various strategies have been developed. This is how this study was carried out within the CRIS SARL industry, a company that aims to promote the production, processing, enhancement and consumption of products made from local foods, in particular cereals. The results obtained go up only with a low production cost of 350 Congolese Franc (or \$ 0.212); *Moringa* leaf powder improves protein content to 12%, fiber content is 5.5%, iron powder is 10.5 mg and an energy intake of 370.5 Kcal.

2 INTRODUCTION

La fabrication des biscuits à base de feuille de *Moringa oleifera* consiste essentiellement sur l'optimisation des biscuits afin qu'il constitue une réponse efficace parmi tant d'autre, dans la prévention sinon, la lutte contre la malnutrition

dans sa forme aiguë. C'est dans cette optique que la présente étude entend apporter sa contribution à la valorisation alimentaire des feuilles de *Moringa oleifera* en enrichissant le biscuit avec la poudre de cette dernière, ce

biscuit pourra être proposé dans les écoles comme source principale des protéines et de l'énergie dans la ration de chaque élève. Parfois appelé « arbre de vie » (Sekone L.P, 2006) ou « arbre du paradis » en raison de ses vertus environnementales, médicinales et alimentaires exceptionnelles, le *Moringa* est un arbre à usages multiples dont les feuilles, fleurs, fruits, écorces et racines peuvent être consommés directement. Ses qualités nutritionnelles sont de plus en plus reconnues et pourraient représenter une solution efficace dans le cadre de la lutte contre la malnutrition. [https : //www.mr-plantes.com/2017/02/moringa](https://www.mr-plantes.com/2017/02/moringa) et [https : //www.doctissimo.fr/nutrition/sante-dans-l-assiette/secrets-des-aliments-sante/bienfaits](https://www.doctissimo.fr/nutrition/sante-dans-l-assiette/secrets-des-aliments-sante/bienfaits). Le *Moringa* peut aussi être valorisé sous forme de produits à plus haute valeur ajoutée. Sa culture est facile. Il est résistant à la sécheresse et s'adapte à presque toutes les régions tropicales. On le rencontre fréquemment dans les jardins en Afrique subsaharienne. C'est un arbre à croissance rapide, dont les feuilles peuvent être récoltées dès les premiers mois de culture, Torondel *et al.*, 2014. Sous les tropiques, le *Moringa* est un petit arbre (10 m maximum) au feuillage caduc, résistant bien à la sécheresse,

dont la croissance est rapide. Ce sont ses gousses et ses feuilles tripennées qui sont principalement utilisées, bien que les graines et l'écorce ne soient pas en reste. La malnutrition, souvent un fléau dans les pays pauvres, peut être atténué grâce à la culture locale du *Moringa* qui permet de remédier à l'anémie et aux carences nutritives particulièrement redoutables pour les nourrissons et les femmes qui allaitent. La purification de l'eau serait un autre atout du *Moringa* dont les graines contiennent un produit actif qui filtre par floculation l'eau et la rend potable. Ces deux aspects expliquent pourquoi on l'appelle arbre de vie, Torondel *et al.*, 2014. Les feuilles de *Moringa* sont riches en vitamines A, C, E et B. Une forte teneur en calcium et en potassium est à noter ainsi qu'en magnésium, manganèse, sélénium, fer. Elles contiennent également des bons acides gras et les 8 acides aminés dits essentiels (isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, valine). Elles sont, par contre, pauvres en phosphore et lipides. Attention cependant à leur teneur en oxalate, oxydant naturel contenu notamment dans les épinards (Bidima , 2016).



Photo 1 : Arbre de *Moringa oleifera*
Source : Umba, J.D.M (2020)



Photo 2 : Gousses de *Moringa oleifera*

Tableau 1 : Partie de la plante et leurs intérêts.

Parties de la plante	Usages ou intérêts
Feuilles	Alimentaire, fourrage, biomasse, hormone de croissance végétale, médicinal
Fleurs	Alimentaire, médicinal, miel
Fruits	Alimentaire, médicinal
Racine	Médicinal
Graine	Cosmétiques, alimentaire, traitement des eaux, médicinal
Bois	Papier, production d'alcool, alimentation animale (jeunes pousses), médicinal
Écorce	Corde, teinture, gomme pour tannage, médicinal

Source : www.moringanews.org

Tableau 2 : Quelques ingrédients utiles contenus dans le *Moringa* et leurs localisations

Ingrédient	Localisation
Lignine/cellulose	Branches et tronc
Alcool	Branches
Hormones	Feuilles
Bioflavanoïdes	Feuilles, fleurs et pousses
Acide arachidique	Graines et feuilles
Acide oléique	Graines et feuilles
Acide linoléique	Graines et feuilles
Acide linoléique	Graines
Ptérygospérmine	Fleurs

Source : Paliwal *et al.*, 2011

Tableau 3 : Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa* fraîches pour 100 grammes de matière sèche

Calories	(kcal)	300
Protéines	(g)	25
Minéraux	(g)	12
Glucides	(g)	40
Lipides	(g)	8
Fibres	(g)	15
Calcium	(mg)	2100
Fer	(mg)	27
Potassium	(mg)	1300
Magnésium	(mg)	405
Manganèse	(mg)	8
Zinc	(mg)	2,6
Sodium	(mg)	100
Vitamine A	(UI)	14300
Vitamine C	(mg)	850

Source : www.moringanews.org; Zarkadas *et al.*, (1995) ; Fuglie (2002) et AGROCONSULT HAITI SA (2016)

Selon les travaux du groupe de travail PNNS (2007), les biscuits sont surtout classés en fonction de leur activité d'eau. En cela, les biscuits sont classés en trois catégories :

✓ Les biscuits secs : activité d'eau (A_w) comprise entre 0,05 et 0,5. Dans cette catégorie se trouve les biscuits sucrés et goûters etc (36% des biscuits) ;

✓ Les biscuits à humidité intermédiaire : activité d'eau (A_w) comprise entre 0,55 et 0,85. Dans cette catégorie se trouvent les biscuits aux œufs (boudoirs, cuillers,...) et les gaufrettes, qui représente 5% et les biscuits pâtisseries, chocolatés et assortiments représentant 30% des biscuits ;

✓ Les produits humides : activité d'eau (A_w) supérieure à 0,85 dont toute la gamme de la pâtisserie (29% des biscuits).

L'eau a aussi un impact sur la texture de l'aliment. Le contrôle de l'eau est maintenant un paramètre défini validé par l'USP 1112 (Mathlouthi M. , 1986).

Afin de diminuer cette activité, on peut :

- sécher le produit ;
- ajouter un soluté qui va fixer l'eau et la rendre non-utilisable par les micro-organismes : c'est la salaison des produits de charcuterie, par exemple, ou le sucrage des confitures.

Tableau 4 : Valeur nutritive des biscuits

Composition /Quantité	Energie	475 Kcal
Protéines		6,5 g
Glucides		66,2 g
Lipides		19,8 g
Eau		3,52 g
Fibres		3 g
Minéraux :		
•magnésium		14 mg
•phosphore		190 mg
•potassium		157 mg
•calcium		10 mg
•fer		0,4 mg
•iode		4,15 mg
Vitamines :		
•Vitamine D		0,4 mg
•Vitamine E		1,4 mg
•Vitamine B1		0,05 mg

Source : PNNS, 2007

Ce tableau présente l'apport énergétique (Calories) de 100 grammes de biscuit sec et les nutriments (protéines, glucides, sucres, matières grasses / lipides, acides gras saturés, fibres alimentaires, sodium, sels minéraux et vitamines)

qui entrent dans sa composition. Les quantités de nutriments indiquées sont des valeurs moyennes, ces valeurs peuvent varier pour différents types de biscuit sec.

Tableau 5 : Contribution des biscuits aux apports nutritionnels

Apport nutritionnel	Glucides complexes	Vitamine E	Fibres	Fer	Lipides	Glucides simples	Énergies
Enfants	3,9%	2,3%	2,5%	2,4%	4,7%	4,5%	3,6%
Adultes	1,7%	1,1%	0,9%	1,1%	2,1%	2,9%	1,8%

Source : PNNS, 2007

Les apports en lipides sont de l'ordre de 4,7% chez les enfants et 2,1% chez les adultes. Les

apports en glucides simples sont de 4,5% chez les enfants et 2,9% chez les adultes.

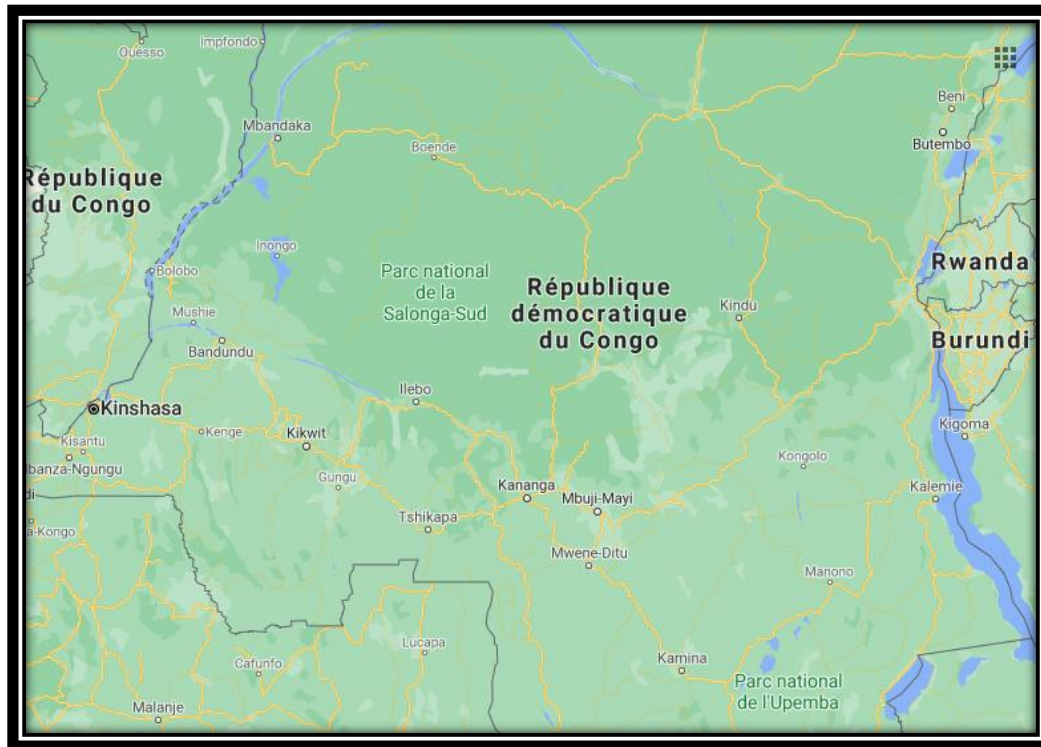
3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Milieu

3.1.1 Localisation : La société CRIS SARL est située sur la 13^{ème} Rue Limete, quartier industriel au n°3 ; elle est limitée à l'Est par la

13^{ème} rue en face de la parcelle des témoins de Jehova, à l'ouest par la station électrique de la SNEL 12^{ème} Rue, au nord par une friperie et au sud par l'école technique Kimbanguiste.

3.2 Matériel

**Figure 1** : Localisation du village Kwenge à 30 km de la ville de Kikwit sur l'axe Kinshasa-Kikwit (RD Congo).

Le matériel de cette étude est constitué du biscuit enrichi en feuilles de *Moringa oleifera*. Ces feuilles ont été récoltées dans les champs des planteurs localisés dans le village de Kwenge situé à 30 km de la ville de Kikwit.

- Composition des ingrédients utilisés dans la fabrication des biscuits à base de la poudre des feuilles séchées de *Moringa oleifera*.

Tableau 6 : Composition des différents ingrédients

ALIMENTS	QUANTITE	Kcal	Protéines	Glucides	Lipides
	(g)		(g)	(g)	(g)
Farine de blé 70%	58	193	6,4	40,6	0,58
Huile végétale	16	144	-	-	16
Sucre brun	13	49	-	12,35	-
Lait entier en poudre	5	24	1,3	1,9	1,2
Poudre de Moringa	6	18	1,5	0,48	2,4
Bicarbonate d'Ammonium	0,3	-	-	-	-
Bicarbonate de Sodium	0,2	-	-	-	-
Backing	0,1	-	-	-	-
Maltodextrines III	0,3	-	-	-	-
Sel iodé	0,1	-	-	-	-
Métabisulfite de Na	0,01	-	-	-	-
Arôme Vanille liquide	0,1	-	-	-	-
Sirop de sucre 60%	1	2	-	0,57	-
TOTAL	100,11	430	9,2	55,9	20,18
%			8,6	52	42,2

Le pétrin : C'est une machine qui permet d'effectuer les travaux suivants : pétrir, mélanger, homogénéiser, disperser, amalgamer, fondre, refroidir, dissoudre, plastifier, dégazer, condenser, défibrer le produit fini ou le déchet du processus de fabrication précédente. L'usine n'a qu'un seul type de pétrin, en l'occurrence le **pétrin horizontal**, qui est utilisé pour la fabrication des pâtes dures des biscuits. Il s'agit d'une machine robuste munie d'un bras mélangeur, d'un arbre malaxeur, d'une cuve de pétrissage et d'une armoire électrique qui contient le tableau de commande.

3.4 Matériel d'analyses

3.4.1 Analyses sensorielles : Le matériel utilisé pour les évaluations sensorielles se compose comme suit :

- petit matériel et équipements de cuisine : plateaux, bols, verres,...
- fiches d'évaluation

3.4.2 Analyses physico-chimiques

3.4.2.1 Matériel d'analyse :

- une étuve HERAEUS ;
- une balance analytique KERN (440-35N) ;

- un extracteur de type Soxhl et Vapodest 20 ;
- un distillateur Gerhardt ;
- un four à Moufle ou incinérateur
- un dessiccateur;
- un minéralisateur Gerhardt;
- petit matériel de laboratoire : verreries

3.4.2.2 Détermination de la teneur en eau (taux d'humidité) :

La détermination de l'humidité de nos échantillons a été effectuée suivant la méthode de perte de poids décrite par Vervack (1982) qui consiste à déterminer la teneur en eau et des cendres d'un produit destiné à l'alimentation humaine ou animale.

a. Principe : Cette méthode consiste à sécher l'échantillon à l'étuve à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'au poids constant. De la différence des poids de l'échantillon frais et sec, on déduit la teneur en humidité.

b. Mode opératoire : Peser 2 gr de farine de BISCUIT (P_i) sur une capsule en verre préalablement tarée (P_o) à l'aide d'une balance analytique (KERN 440-35N).

La capsule et son contenu sont placés à l'étuve (HERAEUS) réglée à 105°C pendant 24 heures.

Après séchage, la capsule est retirée de l'étuve et refroidie dans un dessiccateur contenant du silicagel avant d'être pesée à nouveau (P_2).

c. Expression des résultats :

$$\% \text{ Humidité} = \frac{P_1 - P_3}{P_1} \times 100$$

P_0 : Poids (g) de la capsule vide

P_1 : Poids (g) de l'échantillon

P_2 : Poids (g) de la capsule contenant l'échantillon sec

P_3 : Poids (g) de l'échantillon sec = $P_2 - P_0$

3.4.2.3 Détermination du taux des cendres



Photo 1 : Four à moufle

a. Principe :

La détermination des cendres a été faite selon la norme française « NF V03-760, décembre 1981 » utilisé par le laboratoire de LACOMEDA.

b. Mode opératoire :

2 g de l'échantillon broyé (P_1) sont pesés dans un creuset de poids vide (P_0) puis placés dans un four à 550°C pendant une nuit. Les échantillons calcinés sont retirés du four et placés dans un dessiccateur pour refroidissement puis pesés et le poids final (P_2) noté.

c. Mode de calcul et expression des résultats:

$$\% \text{ Cendres} = \frac{P_2 - P_0}{P_1} \times 100$$

2.3.2.4. Dosage des fibres brutes

a. Principe :

Ce dosage est basé sur l'attaque de la substance alimentaire sous réfrigérant à reflux par un mélange d'acide nitrique et d'acide acétique.

b. Mode opératoire :

Il est introduit dans un ballon d'extraction de 250ml environ 0,6g d'échantillon de BISCUIT à analyser (P_1). En y ajoutant 30ml d'acide acétique 80% (Merck n° 63) et 3ml d'acide nitrique concentré Merck n° 456). Le ballon a été surmonté d'un réfrigérant à rodage normalisé et

le contenu a été digéré dans le mélange d'acides (30ml de CH_3COOH 80% et 3ml de HNO_3 concentré) sous ébullition pendant 30 minutes. Après refroidissement, la solution est filtrée sur un papier filtre (Whatman n°1) préalablement taré (P_0).

Ensuite, laver les résidus avec une quantité suffisante d'eau bouillante et un peu d'éthanol, avant de les sécher à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant (P_2).

c. Expression des résultats :

$$\% \text{Fibres brutes} = \frac{P_2 - P_0}{P_1} \times 100$$

Où : P_2 = Poids du papier filtre + fibres brutes

P_1 = Poids de l'échantillon

P_0 = Poids du papier filtres vide

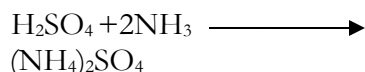
3.4.2.5 Dosage des protéines

En réalisant cette analyse suivant la méthode de KJEDAHL décrite par Coutouly *et al.* (1987).

a. Principe

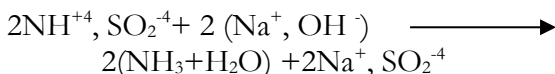
- Minéralisation

La méthode consiste à transformer l'azote organique en ammoniac à chaud et en présence d'un oxydant (H_2SO_4 concentré) et d'un catalyseur. Il en résulte une solution de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qui peut être présentée suivant la réaction :

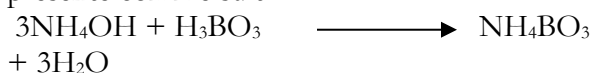


- Distillation

Le sulfate d'ammonium est décomposé par la soude pour former l'ammoniac (NH_4OH) selon la réaction suivante :

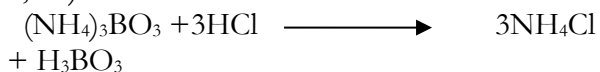


L'ammoniaque est entraînée par la vapeur d'eau et se condense ensuite dans un réfrigérant avant d'être recueillie dans un excès d'acide fort de molarité connue (HCl , H_2SO_4) en présence de rouge de méthyle ou dans un volume en excès de réactif de Graok (solution saturée d'acide borique mélangé avec l'indicateur mixte : rouge de méthyle et bleu de méthylène). La réaction se présente comme suit :



- Titration

La concentration de NH_4^+ est évaluée par titrage de borate par l'acide chlorhydrique dilué (HCl 0,1N).



b. Mode opératoire

Dans un ballon KJELDAHL, introduire 0,1g de biscuit broyé à analyser, 10 ml de H_2SO_4 concentré et une demi-cuillerée de réactif au sélénium. En chauffant la solution contenue dans le ballon KJELDAHL sous la hôte ventilée jusqu'à l'obtention d'une liqueur verdâtre limpide. Ajouter à la liqueur, après refroidissement, 300ml d'eau de robinet, une pincée de pierre ponce et quelques gouttes de phénolphtaléine.

Ajouter 40 ml de NaOH 40% et relié sans délai le ballon KJELDAHL au distillateur et chauffé jusqu'à l'obtention d'à peu près 200ml de distillat dans un erlenmeyer contenant 25ml de mélange d'acide borique (H_3BO_3) 5% et un indicateur mixte.

A l'aide d'une burette, titrer le distillat avec le HCl 0,1N jusqu'au virage de la solution au rose et noter le volume de HCl 0,1N utilisé.

c. Expression des résultats

$$\% \text{ Protéines brutes} = \frac{V(\text{ml}) \times 0,6136}{P(\text{g})}$$

Où : v (ml) = Volume de titrage par HCl

0,6136 = Facteur analytique

P = Poids de l'échantillon en gramme

3.4.2.6 Dosage de lipides totaux

Les lipides totaux ont été dosés suivant la méthode de Soxhlet décrite par Vervack (1982).

a. Principe

La méthode consiste à extraire à chaud les lipides contenus dans l'échantillon au moyen d'un solvant organique approprié.

b. Mode opératoire :

- **Extraction** : 2g d'échantillon à analyser (P_1) ont été introduits dans une cartouche à papier filtre (Whatman n°1) dilapidé et séchée au préalable à l'étude à 105°C . Boucher la cartouche avec de l'ouate et placer dans un extracteur (Soxhlet).

L'extracteur est ensuite raccordé au ballon d'extraction placé sur la calotte de chauffage ; puis, ajouter environ 170ml de l'éther de pétrole ($40-60^\circ\text{C}$) et relier tout le dispositif au réfrigérant avant de démarrer le chauffage pour une durée d'au moins 8 heures.

- **Distillation** : Après extraction, l'éther de pétrole ($40-60^\circ\text{C}$) est récupéré en chauffant sur une plaque le contenu du ballon relié à une bouteille par l'intermédiaire d'un réfrigérant.

Le ballon contenant les lipides concentrés après distillation est séché à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant.

c. Mode de calcul

La différence de poids entre le ballon contenant la matière grasse (P_2) et le ballon vide (P_0) permet de calculer la teneur en matière grasse.

$$\% \text{ Matière grasse} = \frac{P_2 - P_0}{P_1} \times 100$$

Où : P_2 = Poids (g) du ballon + matière grasse

P_0 = Poids (g) du ballon vide

P_1 = Poids (g) de l'échantillon

3.4.2.7 Détermination des glucides totaux

Les glucides totaux ont été obtenus par la méthode décrite par Favier et Maljournal (1983). Elle consiste à retrancher de 100 la somme des teneurs des autres constituants de l'échantillon analysé (humidité, protéines, lipides, cendres et fibres brutes).

➤ **Glucides totaux**= 100g- (Humidité+Protéines+Lipides+Cendres+Fibres brutes).

4.5 Procédés de fabrication des biscuits

4.5.1 Production des biscuits : La principale matière première est composée de la farine de froment 70% ,de l'huile végétale, du sucre brun, du lait entier en poudre et des feuilles de *Moringa oleifera*. La production des biscuits a été réalisée à l'aide du procédé mis en place par le chef de production de CRIS SARL. Le protocole de production est composé des principales étapes suivantes :

- le pesage des matières premières et ingrédients,
- la préparation de la soupe,
- le pétrissage,
- moulage ou mise en forme,
- cuisson au four à tunnel

Certains paramètres du procédé ont été optimisés afin de l'adapter à la matière première utilisée et d'atteindre l'objectif recherché. C'est entre autre, la température des compartiments du four et la vitesse du tapis du four....

4.5.2 Paramètres et méthodes d'optimisation des biscuits de *Moringa*

A. Paramètre :

Les paramètres de production :

- préparation de la soupe : 2 minutes

4.5.3 Fiche de dégustation

DEGUSTATION DES MASSES

Produit :..... Date :.....

Paramètres	Cotation	Référence
Goût	/5	M<3 ; B=3 TB=3,5 ; E=4
Odeur	/5	
Aspect	/5	
Arrière-goût	/5	
Total	/20	
Conclusion		

Legende : M : médiocre, B : bon

TB : très bon

E : excellent

5 DISCUSSION DES RESULTATS

5.1 Résultats de l'analyse physico-chimique : Les présents résultats ont été obtenus après analyse au laboratoire de contrôle des médicaments et denrées alimentaires,

- durée de pétrissage : 2 minutes
- température de cuisson : 300°C au-dessus et 250°C en dessous
- vitesse du tapis métallique : 4m/minute
- rendement de production : 80-85%

B. Conduite des tests de dégustation

Vu le temps imparti, et les moyens limités, l'échantillon de la dégustation a été de 20 personnes. Le test de dégustation a été réalisé sur base d'analyse sensorielle. Chaque dégustateur a reçu une fiche d'évaluation et un verre d'eau pour rincer la bouche. Les dégustateurs ont été invités à apprécier les échantillons sur base des éléments d'appréciation de la fiche d'évaluation. Les fiches dûment remplies par les dégustateurs ont été retirées à la fin de l'évaluation et les données ont été organisées puis traitées. Une formation minimale est faite à l'intention des dégustateurs : principe de notation ou d'appréciation, remplissage de la fiche d'évaluation, nature de l'échantillon, les paramètres à évaluer. Les tests hédoniques s'attachent à la dimension « plaisir » et aux ressentis personnels des testeurs.

Notons que la fiche de dégustation a été conçue en fonction des épreuves sensorielles à réaliser (test hédonique).La plupart des tests hédoniques sont réalisés « à l'aveugle » de manière à ne tester que l'appréciation de la recette.

LACOMEDA en sigle, de la Faculté de Pharmacie de l'UNIKIN. Ces résultats sont présentés et commentés dans le tableau 7.

Tableau 7. Composition chimique du biscuit enrichi à la poudre de feuilles de *Moringa* pour 100g de matière sèche.

Composants	Teneur (%)	Taux de couverture
Humidité	3,8	
Cendre totale	1,75	
Fibre totales	5,5	
Lipides	2,05	5%
Protéines	12	13%
Fer (mg)	10,5	100%(adulte)
Glucides Totaux	75	81,9%
Energie (Kcal)	370,5	

Les résultats d'analyse repris dans ce tableau montrent que le biscuit enrichi à la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* renferme 12% de protéines qui couvrent 13% d'apport

énergétique de 100g de Biscuit. La teneur en fibres est de 5,5% et celle de fer est 10,5mg, tandis que l'apport énergétique est de 370,5 Kcal.

5.2 RESULTATS DE DEGUSTATION

Les résultats sur la dégustation sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : cotation et appréciation des dégustateurs

Paramètres	cotation (5)	Appréciation (mention)
Aspect	3,5	TB
Odeur	2,0	MB
Goût	3,0	B
Arrière-goût	2,5	B
TOTAL	11,0	
moyenne	2,72	B

Légende : MB <2,5 ; B =2,5 à 3 ; TB ≥3 ; E ≥4

Les dégustateurs ont donné au biscuit enrichi à la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* la cote 3,5 pour la présentation (aspect), 3,0 pour le goût

et 2,5 pour l'arrière-goût. La cote moyenne est de 2,72 pour l'ensemble des paramètres sensoriels et le biscuit a obtenu la mention Bien.

Coût de production de la recette aux 100g de biscuit

Tableau 9 : Coût de production de la recette aux 100 g

Désignation	Coût
Matières premières pour 100 g	0,146\$
Emballage	0,025\$

Energie consommée	0,020\$
Main d'œuvre	0,015\$
Toutes taxes	0,005\$
Amortissement des machines	0,002\$
Total	0,212\$

Le coût de production du biscuit à base de la poudre des feuilles séchées de *Moringa oleifera* donne 350Fc soit 0,212\$ pour une quantité emballée de 100g. Cela signifie qu'une ration de

1000Kcal coûterait environ 960Fc donc, inférieur à 1\$/jour ; ce coût paraît abordable pour la prise en charge de la malnutrition.

6 DISCUSSION

Les résultats de l'analyse de biscuit prouvent à suffisance que l'utilisation de la poudre des feuilles de *Moringa* séchées comme élément enrichissant dans la production des biscuits hyper énergétiques a contribué à remonter la teneur en protéines jusqu'à 12% alors que toutes les recettes des biscuits secs ne dépassent pas 7% (voir tableau 4). Ceci prouve que le biscuit obtenu est un complexe alimentaire de base qui pourra être utilisé dans la lutte contre la malnutrition.

Une teneur en fibres totales de **5,5%** qui peut être favorable pour :

- nettoyer l'intestin et favoriser la perte de poids chez les obèses ;
- prévenir la constipation ;
- diminuer l'absorption du cholestérol et des graisses alimentaires.
- Et en diminuant l'absorption des graisses et en réduisant le LDL-cholestérol sanguin et les triglycérides, elles jouent un rôle dans la diminution des maladies cardio-vasculaires. Sa teneur en fer de 10,5mg % est capable de couvrir les besoins journaliers d'un homme adulte et par surcroît ceux de l'enfant de moins de 5 ans alors que dans le biscuit sec cette teneur n'est que de

0,4mg%. L'énergie aux 100g qui est de 366 Kcal permet de classer ce biscuit dans l'ordre des aliments hyper-énergétiques. La teneur en cendre qui est de 1,75% démontre à suffisance, qu'il y aurait assez des minéraux et des vitamines dans ce biscuit si les analyses sont poursuivies de façon approfondie. Par ailleurs, si on compare les feuilles de *Moringa* avec d'autres aliments connus pour leur richesse en élément particulier, on voit bien l'intérêt de ces feuilles en nutrition : en équivalent de poids, les feuilles fraîches contiennent plus de protéines et de calcium que le lait frais, plus de vitamine C que les oranges, autant de potassium que la banane, autant de magnésium que le chocolat, presque autant de fer que les lentilles, et presque autant de vitamine A que les carottes (Maja S *et al.*, 2013). A ce stade, la poudre de *Moringa oleifera* transformée dans le biscuit pourrait contribuer à l'amélioration de la situation nutritionnelle du pays. Grâce à ses apports en nutriments, ces résultats confirment l'hypothèse de base selon laquelle « la consommation des feuilles de *Moringa oleifera* pourrait améliorer la situation nutritionnelle du pays grâce à sa richesse en protéines et en vitamines ».

7 CONCLUSION

Le combat contre la malnutrition doit être livré sur de multiples fronts en mettant en place une série de mesures ; ainsi le biscuit enrichi à la poudre des feuilles de *Moringa oleifera*, fabriqué grâce au génie industriel de la Société CRIS SARL, est une voie de lutte contre ce problème de santé publique et de prévention à sa survie. La

consommation régulière de ces feuilles associées à d'autres aliments aide à rester en bonne santé. L'utilisation de la poudre de feuilles *Moringa oleifera* est particulièrement préconisée chez les personnes souffrant de malnutrition ou pour prévenir l'apparition de la malnutrition. Les résultats obtenus (avec la richesse en protéines et



en fer) prouvent à suffisance que ce biscuit ouvre la voie à des nouvelles recherches sur les études cliniques de lutte contre la malnutrition et avec sa teneur élevée en fibres alimentaires l'associer au régime diététique des sujets souffrant de diabète de type 2. Avec un coût de production aux 100 g qui est de 0,212\$, ce biscuit

peut être à la portée de toutes les bourses afin d'être utilisé pour prévenir les cas de malnutrition auprès de la population. Il est souhaitable que des études se poursuivent pour approfondir les analyses physico-chimique, microbiologique et toxicologique afin d'établir les vertus de cette recette.

8 BIBLIOGRAPHIE

- AGROCONSULT HAITI SA (2016) Analyse des potentialités de l'exploitation du Moringa en Haïti. Rapport final. Ministère de l'Agriculture, des ressources naturelles et du développement rural. 210 p.
- Becker, K. (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the Moringa oleifera tree. The Journal of Agricultural Science, 128(03), 311-322.
- Bidima M., (2016) *Production et transformation du Moringa*, Wageningen, Proagro, CTA et ISF, 40 p
- Broin, M. (2005). Composition nutritionnelle des feuilles de Moringa oleifera. In): Moringanews
- Coutouly, G, Klein E, et Meyer E (1987) Travaux dirigés de biochimie. Éd. Doin
- Fahey, J. W. (2005). Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. Trees for life Journal, 1(5), 1-15.
- Favier A., et Maljournal B. (1983): Données récentes sur la biochimie de certains oligo-éléments. In : Problèmes Actuels de Biochimie Appliquée. 1980, 11e série, 1-74, édité par Masson, Paris. France.
- Foidl, N., Makkar, H., & Becker, K. (2001). Potentiel de Moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie. Potentiel de développement des produits de Moringa. Dar esSalaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001.
- Fuglie L.J (2002) Le Moringa dans la médecine traditionnelle. In l'arbre de vie, les multiples usages du Moringa. Wageningen : CTA, Dakar, 177 p.
- Goyal, B. R., Agrawal, B. B., Goyal, R. K., & Mehta, A. A. (2007). Phytopharmacology of Moringa oleifera Lam.—an overview.
- Kooltheat, N., Sranujit, R. P., Chumark, P., Potup, P., Laytragoon-Lewin, N., & Usuwanthim, K. (2014). An ethyl acetate fraction of Moringa oleifera Lam. inhibits human macrophage cytokine production induced by cigarette smoke. Nutrients, 6(2), 697-710.
- Madi, O. P., Bourou, S., & Woin, N. (2012). Utilisations et importances socioéconomiques du Moringa oleifera Lam. en zone de savanes d'Afrique Centrale. Cas de la ville de Maroua au Nord-Cameroun. Journal of Applied Biosciences, 60, 4421-4432.
- Maja S. Hellsing, Habauka M. Kwaambwa, Fiona M. Nermark, Bonang B.M. Nkoane, Andrew J. Jackson, Matthew J. Wasbrough, Ida Berts, Lionel Porcar, Adrian R. Rennie (2013) « Structure of flocs of latex particles formed by addition of protein from Moringa seeds », Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, vol. 460, p. 460–467
- Makkar, H., & Becker, K. (1996). Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted Moringa oleifera leaves. Animal feed science and technology, 63(1-4), 211-228.
- Malumba P (2000) Une approche programmatique dans la formulation des aliments complets pour volaille. Mémoire en Chimie et Industries Agricoles, Faculté de Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, 72 p.



- Mathlouthi M. (1986) Water interactions and Food Preservation, Ed., "Food Packaging and Preservation, Theory and Practice", Elsevier Applied Science Publishers, London, pp. 137-164.
- Nweze, N. O., & Nwafor, F. (2014). Phytochemical, proximate and mineral composition of leaf extracts of *Moringa oleifera* Lam. from Nsukka, South-Eastern Nigeria. IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 9(1), 99-103.
- Paliwal R, Sharma V. and Pracheta (2011) A review on Horse-radish tree (*Moringa oleifera*) : a multipurpose tree with high economic and commercial importance. Asian J. Biotechnol., 3 (4): 317-328.
- PNNS (2007) Rapport du groupe de travail PNNS sur les glucides. Etapes 1 et 2 du mandat. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 290 p.
- Poiret D., www.mr-plantes.com/2017/02/moringa
- Rajangam, J., Azahakia Manavalan, R., Thangaraj, T., Vijayakumar, A., & Muthukrishnan, N. (2002). Production et utilisation du *Moringa* en Inde du sud: la situation actuelle.
- Saint Sauveur, A. d., & Broin, M. (2010). Produire et transformer les feuilles de *Moringa*.
- Sekone L.P (2006) *Moringa oleifera* ou « L'arbre de vie ». Mémoire pour la validation de la formation. Burkina-Faso, 71 p
- Torondel B. , Opare D. , Brandberg B. et Cobb E., (2014) « *Efficacy of Moringa oleifera leaf powder as a hand-washing product: A crossover controlled study among healthy volunteers* », *BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 14, 57p
- Umba, J.D.M (2020) Diversification de recettes à base de viande de cobayes domestiques (*Cavia porcellus* L) en RD Congo. Médiaspaul, 105 p.
- Vervack, W. (1982) Guide de laboratoire de biochimie de la nutrition : analyse des aliments. Louvain Laneuve, pp. 10-40.
- www.moringanews.org, www.scribd.com
- Xavier J., www.doctissimo.fr/nutrition/sante-dans-l-assiette/secrets-des-aliments-sante/bienfaits
- Zarkadas C.G, Yu Z et Burrows V.D (1995) Protein quality of three nez Canadian-developped naked oat cultivars using amino acid compositional data. Journal of Agriculture and Food chemistry, 43: 415-421