

## Identification des procédés de préparation des « *madioko matshukutshuku* » et comparaison qualitative avec d'autres produits dérivés du manioc dans le Mayumbe

Sanana Munoko John MUYUKU<sup>1\*</sup>, Rachel MPUTU<sup>2</sup>, Ahoka José OKONDA<sup>3</sup>,  
Kalukul Maurice NSIKUNGU<sup>4</sup>, Zola Eric SUMBU<sup>5</sup> et Kuma Mapunzu Paul MONZAMBE<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire de Chimie & Industries Agroalimentaires, BP 8815 Kinshasa 1, République Démocratique du Congo

<sup>2</sup> Office Congolais de Contrôle (OCC), Laboratoire d'Analyse Microbiologique, Avenue Flambeau-Commune de la Gombe, BP 8806 Kinshasa, République Démocratique du Congo

<sup>3</sup> Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Phytotechnie, Unité de Recherche en Toxicologie, BP 8815 Kinshasa 1, République Démocratique du Congo

<sup>4</sup> Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de Chimie, Unité de Recherche Chimie Alimentaire, Laboratoire de Chimie Analytique, BP 8815 Kinshasa 1, République Démocratique du Congo

<sup>5</sup> Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Chimie & Industries Agroalimentaires, BP 117 Kinshasa IX, République Démocratique du Congo

<sup>6</sup> Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Zootechnie, Unité de Recherche Biochimie de la Nutrition, BP 8815 Kinshasa 1, République Démocratique du Congo

---

\* Correspondance, courriel : [muyukusanana@gmail.com](mailto:muyukusanana@gmail.com)

### Résumé

L'objectif poursuivi au cours de cette étude a été d'identifier les procédés de préparation des « *madioko matshukutshuku* » et de faire une comparaison, sur le plan qualité, entre cette denrée traditionnelle précitée et les autres produits du manioc consommés dans le Mayumbe. Il s'est avéré que tous les processus de transformation du manioc frais en « *madioko matshukutshuku* » sont uniformes et comprennent plusieurs étapes, notamment : l'épluchage du manioc frais, le macrodécoupage, le lavage, la cuisson à l'ébullition, le refroidissement du manioc cuit suivi de l'immersion hydrique pour une conservation de longue durée moyennant renouvellement quotidien du solvant conservateur. Comparativement aux autres produits dérivés du manioc consommés dans ce milieu traditionnel, la qualité hygiénique de « *madioko matshukutshuku* » est critique compte tenu de la présence des coliformes détectés dans le milieu d'immersion. Bien que cela, c'est une denrée alimentaire quasiment décyanurée et de qualité protéique acceptable consommée fréquemment accompagné des légumes, poissons, viandes et autres condiments disponibles au sein des ménages.

**Mots-clés :** *caractérisation, endogène, amélioration, transformation, aliment, périssabilité.*

## Abstract

### Identification of processes for preparing "*madioko matshukutshuku*" and qualitative comparison with other cassava-derived products in Mayumbe

The objective pursued during this study was to proceed to the identification of the preparation processes of "*madioko matshukutshuku*" and to make a comparison, in terms of quality, between this traditional food and the other products derived from cassava consumed in the region of Mayumbe. It turned out that all the processes of transforming fresh cassava into "*madioko matshukutshuku*" are uniform and include several stages, including: peeling fresh cassava, slicing cassava into coarse slices, washing, cooking, cooling of the cooked cassava followed by water immersion for long-term conservation by daily renewal of the preservative solvent. In comparison with other cassava-derived products consumed in this rural environment, the hygienic quality of "*madioko matshukutshuku*" is critical due to the presence of coliforms detected in the immersion solvent. Despite this, it is a decyanurized food of acceptable protein quality and consumed frequently accompanied by vegetables, fish, meats and other condiments available in households.

**Keywords :** *characterization, endogenous, improvement, transformation, food, perishability.*

## 1. Introduction

Dans le souci de lutter contre la périssabilité du manioc et sa toxicité due aux cyanures, il existe une diversité des procédés technologiques de transformation en fonction du terroir où ils sont pratiqués [1]. En République Démocratique du Congo, la plupart des technologies artisanales sont basées sur la fermentation et font appel aux cours d'eau, aux étangs sinon aux bacs et aux fûts pour le rouissage du manioc. Parmi les produits qui en résultent, il y a les cossettes, la farine, la pâte de fufou, la chikwague et autres. Ces derniers contiennent parfois d'importantes quantités de composés cyanés lorsque les racines de manioc ont été insuffisamment traitées [2, 3]. En 1975, une étude épidémiologique effectuée dans l'Ex province de Bandundu a révélé une association entre la maladie de Konzo et la consommation fréquente des produits de rouissage écourté [4]. En outre, des corrélations ont été établies entre le raccourcissement du rouissage et des cas de goitre dans le Kongo - Central excepté la région du Mayumbe [5]. Dans cette région entièrement localisé dans le District du Bas - Fleuve, à l'Ouest de la RDC sur la rive droite du fleuve Congo avant l'embouchure à l'océan Atlantique [6, 7], les racines tubéreuses de manioc sont principalement consommées sous forme de « *madioko matshukutshuku* ». Des tranches de manioc frais bouillies sont conservées dans l'eau plusieurs fois renouvelée. L'identification des procédés de préparation des différents « *madioko matshukutshuku* » ainsi que la comparaison qualitative de cette denrée traditionnelle avec d'autres produits dérivés du manioc consommés dans la région devraient permettre : (i) d'évaluer les étapes traditionnelles de préparation des « *madioko matshukutshuku* » ; (ii) dégager les raisons de sa dénomination et de sa conservation immergée dans l'eau ; (iii) évaluer la fréquence et le pourquoi de sa consommation, ainsi que sa préférence par rapport aux autres produits dérivés du manioc répertoriés ; (iv) comparer ces derniers avec « *madioko matshukutshuku* », notamment sur le plan de la qualité hygiénique ainsi que sur certains aspects physico-chimiques et nutritionnels. Les données recueillies auprès des enquêtés ont été compilées et traitées par utilisation du logiciel SPSS version 20. A l'aide du logiciel R, les Analyses des Composantes Principales ont été effectuées afin d'établir une corrélation entre les différents paramètres étudiés.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel expérimental

#### 2-1-1. Questionnaire d'investigations

Un questionnaire d'enquête, élaboré pour la circonstance, a servi à la collecte des informations relatives aux préoccupations suivantes : (i) la signification de la dénomination « *madioko matshukutshuku* », (ii) le rôle de la conservation sous eau, (iii) la fréquence de consommation, (iv) le pourquoi de sa consommation et la nature de la nourriture d'accompagnement, (v) la préférence par rapport aux autres produits dérivés du manioc repertoriés, (vi) les procédés traditionnels de préparation des « *madioko matshukutshuku* », notamment en précisant :

- Pour la matière première : la variété de manioc préférée, les dimensions approximatives des tranches de manioc utilisées ;
- Pour la cuisson : la durée de la cuisson, cuisson à température modérée ou à l'ébullition, cuisson légère, cuisson moyenne, cuisson profonde ;
- Lors de la fermentation : milieu de fermentation, eau utilisée (eau de cuisson ou autre), pratique d'inoculation ou non, fréquence de renouvellement de l'eau, élimination d'eau de trempage ou non, durée de la phase fermentaire (courte durée, durée moyenne ou longue durée), altération du produit ou non, comment détecter le cas d'altération et attitude vis - à - vis du produit altéré (consommable ou non), nature de l'eau au cours de la fermentation (eau limpide, eau trouble), à quand la fin de la phase d'immersion ;
- Consommation du produit fermenté/conservé : après combien de temps de fermentation et pourquoi.

#### 2-1-2. Matériel et appareillage pour analyses physicochimiques et microbiologiques

- Verrerie courante ;
- Balance de précision, pH - mètre, appareil Kjeldahl, Spectrophotomètre uv, Centrifugeuse, Agitateur magnétique pour analyses des paramètres physicochimiques ;
- Bain marie Numérique, Etuve Universelle, Incubateur, Autoclave électrique, Bec bunsen, Anse de platine, Hotte à flux laminaire et autres pour la réalisation des essais microbiologiques.

### 2-2. Méthodes expérimentales

#### 2-2-1. Echantillonnage des enquêtés, période et durée de l'enquête

Pour un échantillonnage représentatif, quelques secteurs, groupement et villages ont été tirés, de façon aléatoire, parmi tant d'autres dans chacun des territoires (*Tableau 1*). Au total, 100 ménages ont été soumis au questionnement entre les mois de Mai et Juillet 2017 à raison de 34 à Seke-Banza, 33 à Lukula, et 33 à Tshela.

**Tableau 1 : Différents villages enquêtés dans les trois territoires du Bas-Fleuve**

Territoire	Secteur	Villages sites
Seke-banza	Bundi	Maduda, Mbata-Seda, Mbumba-Nkanzu, Nsanda
	Isangila	Manterne, Kiniati, Kimvuzi, Makaba, Vangu
Tshela	Loango	Tuidi-Benza, Vaku-Nkanzu, Khele-Pese, Kiolo-Dede, Kiolo-Mbuku, Kangu
	Nzobe-luzi	Sebo-Nzobe, Nsanga Nord, Mpangala, Sizi-Nzobe, Kodo-Tembe et Tshela
Lukula	Kakongo	Kipata, Makungulenge, Kayikole, Mbaka et Mwengi.
	Tsanga-Sud	Kilangu, Sanga-Ngumba, Mbata-Mbenge, Kwangila-Lele, Mpaka et Sumbu.

### 2-2-2. Echantillonnage de « madioko matshukutshuku » et autres produits dérivés

Les différents échantillons, ayant servi aux analyses physicochimiques et microbiologiques, ont été prélevés dans quelques ménages de producteurs sur le tronçon Boma et Tshela (**Tableau 2**). Après collecte, les échantillons ont été conditionnés dans la glacière et transportés au laboratoire de l'OCC/Labovet pour analyses.

**Tableau 2 : Sites de prélèvement des échantillons de tous les produits dérivés du manioc**

Sites (villages)	Secteur Territoire	Localisation
Nsanda	Sekebanza	Bifurcation entre la route Inga et la route Tshela
Manterne	Sekebanza	A quelques mètres de l'INERA Luki
Kilangu	Lukula	A 56Km de la ville de Boma
Mwengi	Lukula	A 85Km de la ville de Boma
Kangu	Tshela	A 100Km de la ville de Boma
Tshela	Tshela	A 120Km de la ville de Boma

### 2-2-3. Paramètres d'études

- Evaluation des étapes traditionnelles de préparation des « madioko matshukutshuku » ;
- Les raisons de sa dénomination et de sa conservation immergée dans l'eau ;
- Evaluation de la fréquence et du pourquoi de sa consommation ainsi que du pourquoi de sa préférence par rapport aux autres produits dérivés du manioc ;
- Comparaison entre « madioko matshukutshuku » et les autres produits transformés du manioc consommés dans la région, notamment sur la qualité hygiénique (biomasse microbienne, germes totaux aérobies, coliformes et autres) ainsi que sur certains aspects physicochimiques (taux d'humidité, le degré d'acidité) et nutritionnels (taux des cyanures et taux en protéines brutes).

### 2-2-4. Méthodes d'analyses physico-chimique et biochimique

Les analyses ont porté sur la détermination du taux d'humidité, de l'acidité titrable, du pH, du taux des cyanures et de la teneur en protéines brutes selon les méthodes décrites par Cozzolino *et al.*, [8].

### 2-2-5. Méthodes d'analyses microbiologiques

#### 2-2-5-1. Milieux de culture

Les milieux et conditions de culture utilisés sont les suivants : (i) Milieu de SABOURAUD pour la recherche et le dénombrement des levures et moisissures. (ii) milieu «Plate Count Agar» (PCA) pour la recherche et le dénombrement des germes totaux aérobies ; incubation en aérobiose pendant 72 h, à 30°. (iii) Milieu Rapid

E. coli 2 ensemencé avec 0,1 mL de bouillon de culture et incubé pendant 24 heures à 44° C pour la recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*. (iv) Gélose Baird-Parker base additionné de Rabbit Plasma Fibronogen incubé à 37° C pendant 24 à 48 heures pour la recherche et le dénombrement de *Staphylococcus coagulase +* ; recherche de la coagulase + par repiquage de n colonies typiques dans 5 ml de 'Bouillon coeur cerveau' appelé Brain Heart Infusion que l'on incube pendant 24 heures à 37° C. (v) Gélose tryptose sulfite à la cyclosérine pour la recherche et dénombrement de *Clostridium perfringens* en anaérobiose ; incubation faite à 46° C pendant 18 et 24 heures. (vi) Milieu 'MOSSSEL', incubation réalisée à 30° C pendant 24 à 48 h pour le *Bacillus cereus*. (vii) Eau peptonée tamponnée (EPT) suivie de l'incubation incubés à 37° C pendant 16 à 20 h et enrichi avec deux milieux sélectifs, le Rappaport Vassiliadis et la sélénite cystine ; incubation à 37° C pendant 16 et 20 heures. (viii) Recherche de *Shigella sp* réalisée sur milieu Salmonelle-Shigella. (ix) Recherche *Listeria monocytogenes* effectuée par ensemencement sur milieu Rapid Listeria incubé à 37° C pendant 24 heures et d'autre part par ensemencement de 10 ml de "Fraser demi" par 0,1 ml de la souche mère suivi d'une incubation à 37° C pendant 48 heures.

### 2-2-5-2. Conditions de culture

Les principaux genres et espèces présents sont dénombrés après culture sur milieux sélectifs. Le résultat correspond à la moyenne des nombres de colonies développées (entre 10 et 100 colonies par boîtes). Après dénombrement des colonies, les souches sont purifiées et leurs caractères morphologiques, biochimiques et physiologiques sont examinés et déterminés selon les méthodes classiques de microbiologie. L'identification des souches se fait sur la base des caractéristiques définies dans le Bergey's Manual of Systematic Bacteriology [9].

## 3. Résultats

### 3-1. Analyse des données des enquêtes

#### 3-1-1. Etapes traditionnelles de préparation des « madioko matshukutshuku »

L'enquête sur l'identification des procédés de préparation a révélé l'uniformité des étapes du procédé dans tout le Mayumbe tel que résumé dans le **Tableau 3** présentant les séquences du processing : (i) La récolte de la matière première et épluchage : Pour préparer « madioko matshukutshuku », la majorité des femmes paysannes (67,6 %) utilisent habituellement le manioc doux à pulpe blanche. Moins des paysannes ont la préférence du manioc succulent à pulpe jaune. Dans tous les cas, les produits qui en résultent sont douceâtre. L'épluchage qui consiste à l'élimination des écorces riches en glucosides cyanogènes s'effectue à 90 % par utilisation d'une machette. (ii) Le découpage : Environ 80 % des femmes paysannes interrogées ont estimé que le découpage d'une racine de manioc est fonction de sa dimension. Ainsi, une racine de gros calibre est généralement découpée en tranches grossières (dimension entre 8 - 12 cm de longueur x 3 - 5 cm de largeur). Lorsque le manioc est de petit calibre, il est pratiquement divisé en deux tranches grossières. (iii) Cuisson, refroidissement et lavage : la majorité des femmes paysannes font bouillir les tranches de manioc à ébullition de courte durée (environ 10 minutes pour 69,2 % des cas) au terme de laquelle le refroidissement de manioc cuit se fait dans l'eau de cuisson. Lorsque cuisson est profonde (20 à 30 minutes pour 30,8 % des cas) l'eau de cuisson est évacuée pour un refroidissement à sec afin d'éviter le ramollissement avancé du manioc cuit. Au niveau du ménage, le nettoyage des tranches du manioc cuit ainsi que leur immersion conservation s'effectuent moyennant l'utilisation de l'eau de source qualifiée d'hygiénique (78,7 % des cas). (iv) L'immersion hydrique de manioc cuit : A cause de pollution des eaux

riveraines due aux diverses activités humaines, le manioc cuit est trempé dans l'eau puisée de source pour sa conservation immergée au niveau des ménages, pendant 2 à 4 semaines selon les besoins de consommation. Cette eau non inoculée utilisée comme est renouvelée au quotidien pour éviter toute dégradation par fermentation (78,7 % des cas). Ainsi, l'eau de trempage éliminée est légèrement colorée en jaune pâle. Cependant, lorsque le renouvellement d'eau de trempage n'a pas été effectué de manière régulière, il y a fermentation avancée qui se caractérise par : (i) altération du produit, (ii) forte turbidité et effervescence du milieu d'immersion. Par conséquent, le manioc altéré sera déclaré non comestible et rejeté. Par contre, lorsque les tranches de manioc cuit sont immergées dans les eaux rivéraines (21,3 % des cas), elles sont emballées dans un sac attaché sous eau ; et l'écoulement constant de l'eau ne favorise pas la dégradation par fermentation. Cependant, le « *madioko matshukutshuku* » ainsi conditionné est traditionnellement qualifié de non hygiénique à cause de supçons de contamination fécale des eaux exploitées.

**Tableau 3 : Description des étapes traditionnelles de préparation ainsi que l'évaluation de faisabilité et les objectifs poursuivis pour les différentes séquences du processing**

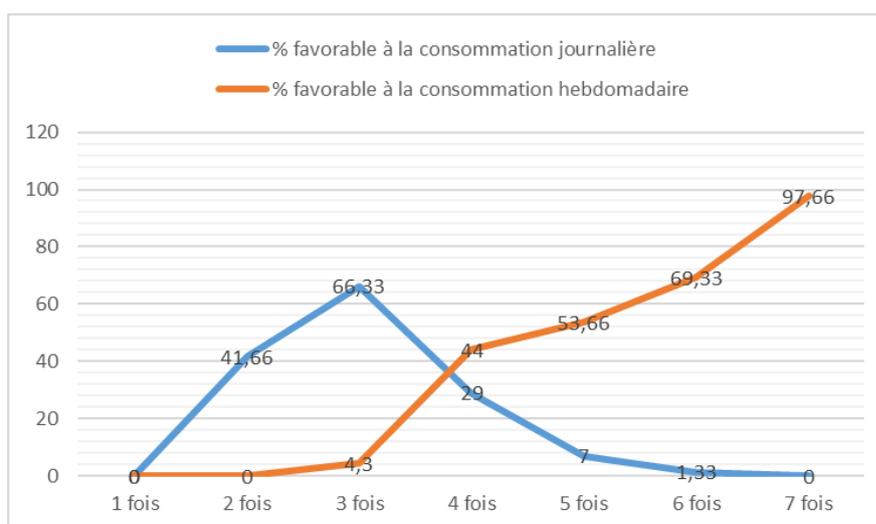
Etapes de préparation	Évaluation de la faisabilité/de la praticabilité		Objectifs poursuivis
<b>Récolte des racines tubéreuses du manioc</b>	<b>Utilisation de :</b> - Houe : 10 % - Machette : 90 %	<b>Matière première utilisée :</b> Manioc doux à pulpe blanche : 67,6 % ; Manioc amer à pulpe blanche : 29,3 % ; Manioc succulent à pulpe jaune : 3,1 %.	Aussitôt récoltées, les racines tubéreuses de manioc sont rapidement traitées pour leur transformation.
<b>Epluchage et découpage</b>	<b>Équipement/outillage :</b> Machette : 90 % Couteau : 10 %	<b>Dimensions approximatives des tranches de manioc utilisées :</b> Tranches grossières : 80 % ; Tranches petites : 20 %	Consiste à débarrasser les racines de leurs écorces riches en cyanures.
<b>Lavage</b>	<b>Eau utilisée :</b> Eau de rivière : 21,3 % des cas Eau de source : 78,7 % des cas		Les racines épluchées sont lavées pour les débarrasser des impuretés (sable, terre...).
<b>Cuisson</b>	<b>Type à température :</b> Modérée : 0 % Ébullition : 100 % des cas.	<b>Durée de la cuisson :</b> Légère : 69,2 % des cas Profonde : 30,8 % des cas	Les tranches de manioc sont cuites pendant une courte durée pour assurer leur ramollissement.
<b>Refroidissement et lavage</b>	<b>Modalité :</b> Dans l'eau de cuisson : 0 %  Dans une nouvelle eau : 100 % des cas	<b>Défibrage de fibre centrale :</b> Obligatoire : 100 % des cas  Facultatif : rien à signaler	Le manioc cuit est, par la suite, refroidi, lavé pour éliminer la partie boueuse ; et défibré pour éliminer les fibres situées dans la partie centrale
<b>Conservation immergée et consommation</b>	<b>Milieu de fermentation et solvant utilisé :</b> Forêt/Eau de rivière : 21,3 % des cas ; Ménage/Eau de source : 78,7 % des cas	<b>Élimination d'eau de trempage/Fréquence de renouvellement du solvant :</b> <b>En forêt</b> , les tranches cuites de manioc sont emballées dans un sac avant leur immersion continue dans l'eau de rivière. <b>Au niveau du ménage</b> , la conservation se fait dans une casserole et peut durer plusieurs jours, pourvu que l'eau utilisée pour le trempage soit renouvelée quotidiennement.	
	<b>Pratique d'inoculation :</b> Non : 100% des cas	<b>Durée d'immersion :</b> Une semaine : 1,9 % des cas Deux à trois semaines : 70 % des cas. Plus de trois semaines : 28,1 % des cas.	<b>Altération du produit :</b> Cas de fermentation dans l'eau de rivière : Non, car écoulement continu et luxiviation Cas de fermentation ménagère dans une casserole : Oui, en cas de non renouvellement du solvant conservateur ; gout altéré après 2 à 3 jours
	<b>Eau de fermentation :</b> - limpide : rare - trouble : 100 %	<b>Fin de la phase d'immersion :</b> - fonction du procédé utilisé : 30 % des cas - fonction des besoins de consommation : 70 % des cas, selon que le ménage dispose ou pas d'autres féculents	

**3-1-2. De la dénomination et de la conservation en immersion dans l'eau**

Le « *madioko matshukutshuku* » est une appellation réservée aux tranches de manioc bouillies et conservées immergées sous eaux. Cette dénomination tire son explication dans son processus de préparation : le bruit émis par le bouillon des tranches de manioc à l'ébullition et celui de son immersion dans l'eau pour sa conservation évoquent le bruit d'un tambour. C'est une préparation ancestrale ancrée dans la culture et les habitudes alimentaires séculaires de la région du Mayumbe. Cette denrée traditionnelle est également connue sous appellation de : « *mayaka matshukutshuku* » dans le territoire de Tshela, « *mayaka mamitshela* » ou encore « *madioko mamitshela* » dans le territoire de Lukula et « *misela* » dans le territoire de Seke banza. Le « *madioko matshukutshuku* » est traditionnellement conservé par immersion hydrique durant plusieurs jours pourvu que le solvant conservateur soit renouvelé de façon quotidienne afin d'éviter, si non de réduire, l'altération alimentaire par fermentation.

**3-1-3. De la fréquence de consommation**

Les informations relatives à la consommation sont présentées dans la **Figure 1** qui suit. Dans son interprétation, la fréquence de consommation est fonction des besoins d'un ménage. Si 66 % environ des enquêtés en consomment 3 fois par jour, 98 % environ ont l'habitude de le consommer 7 fois la semaine. Toutefois, l'exposition de cette denrée traditionnelle à la pollution environnementale constitue un facteur à la base de son rejet par les non autochtones.



**Figure 1 : Fréquence de consommation de « madioko ma tshukutshuku »**

**3-1-4. Du pourquoi de consommation et préférence par rapport aux autres produits dérivés de manioc**

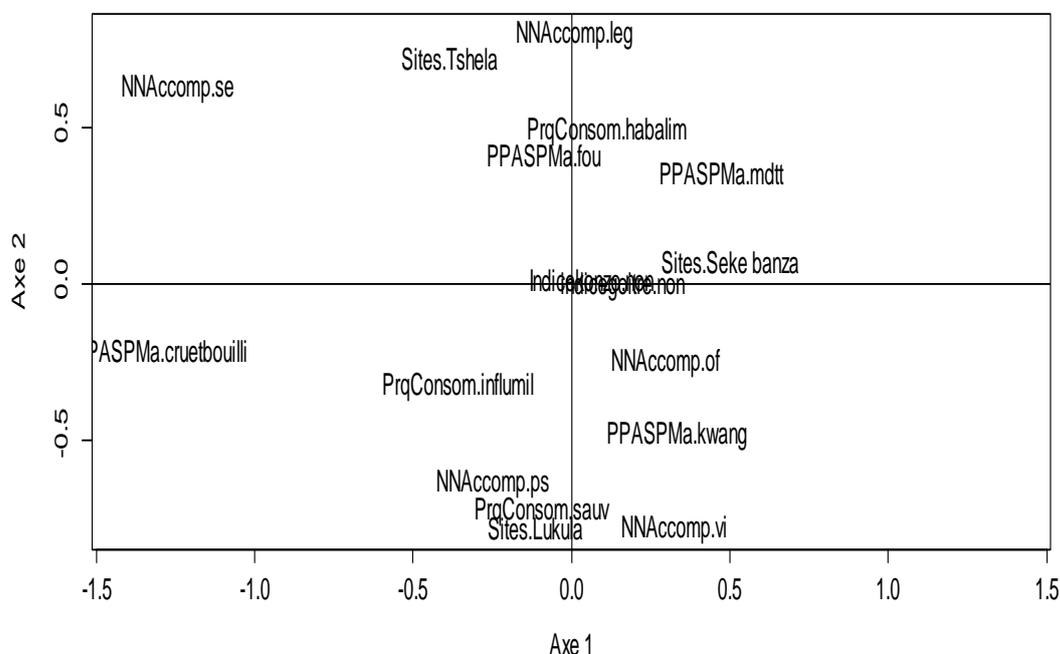
Les résultats contenus dans le **Tableau 4** et présentés en corrélation dans la **Figure 1** ci - dessus montrent que si à Tshela le « *madioko matsukutsuku* » est préféré accompagné des légumineuses (NNAcomp.se) telles que le *Phaseolus vulgaris* et le *Vigna inguculata*, dans le territoire de Seke - Banza cette denrée traditionnelle est habituellement consommée accompagnée de légumes (NNAComp.leg), notamment : *Amaranthus hybridus* et autres. A l'opposé, dans le territoire de Lukula, le « *madioko matsukutsuku* » constitue un aliment de sauvetage (PrqConsomsauv) souvent consommé avec la viande, du poisson ou accompagné des œufs sous la forme d'omelette (NNAcomp.vi, NNAcomp.ps, NNAcomp.of). Dans

tout le cas, la fréquence de consommation de « *madioko matshukutshuku* » (PPASAPMa.mtt) est comparable à celle de consommation de la pâte de fofou (PPSAPMafou).

**Tableau 4 :** Consommation de « *madioko matshukutshuku* » et nature de nourriture d'accompagnement (en % selon les réponses fournies par les personnes enquêtées)

Territoire	Le Pourquoi de consommation de Madioko matshukutshuku			Nature nourriture d'accompagnement				
	Aliment sauvetage	Habitude alimentaire	Influence milieu	légume	légumineuse	Œuf omel.	poisson	viande
Lukula	45,5	24,2	30,3	6,1	12,1	18,2	24,2	39,4
Sekebanza	2,9	97,1	0	58,8	23,5	2,9	8,8	5,8
Tshela	12,1	81,8	6,1	9,1	84,8	3,03	3,03	0

Les informations recueillies lors de l'enquête (**Tableau 4**) sont illustrées pour une corrélation dans la **Figure 2** ci - dessous.



**Figure 2 :** Graphe des corrélations entre le pourquoi de consommation de « *madioko matshukutshuku* », la nature de nourriture accompagnant sa consommation et préférence par rapport aux autres produits dérivés de manioc dans le Mayumbe

**Légende :** NNAcomp.le = légumes comme nourriture d'accompagnement ; NNAcomp.se = légumineuses comme nourriture d'accompagnement ; NNAcomp.of = œuf/omelette comme nourriture d'accompagnement ; NNAcomp.ps = poisson comme nourriture d'accompagnement ; NNAcomp.vi = viande comme nourriture d'accompagnement. PPASPMa.kwang = chikwangue comme produit dérivé préféré ; PPASPMa.cruetbouilli = manioc cru bouilli comme produit dérivé préféré ; PPASPMa.fou = pâte de fofou comme produit dérivé préféré. PrqConsom.habalim = consommation par habitude alimentaire ; PrqConsom.influmil = consommation par influence du milieu ; PrqConsomsauv = consommation comme aliment de sauvetage.

### 3-2. Comparaison qualitative des produits dérivés du manioc de Mayumbe

#### 3-2-1. Répertoire des produits dérivés du manioc consommés dans la région

« *Madioko matshukutshuku* », Bikedi (cossettes fumées), Cossettes, Nkaba (manioc frais bouilli) ainsi que la gamme des chikwanges : Kimbeti, Kiyoki, Mbanda, Mpompa, Munguelé, Nkekete, Nsesa, Ntinga et Ntolula sont les produits du manioc repertoriés dans la région du Mayumbe. Pour produire la chikwange « Nsesa », les racines de manioc sont rouies, pilées puis défibrées. La masse pâteuse obtenue est émiettée, séchée au plus pendant deux heures. Tamisé, ce dernier donne une farine humide que l'on fragmente en deux parties dont l'une est préparée sous forme de la pâte de fofou ; et l'autre, saupoudrée au premier mélange puis pétri, découpé, modelé, emballé et cuit pour donner le Nsesa. Le Munguelé est une chikwange à texture tendre résultant du rouissage de 3 à 5 jours suivi du défibrage et du pétrissage. Après égouttage, un second pétrissage est réalisé avant découpage, modelage, emballage dans des feuilles de *Taumatococcus danielli*. Le mpompa est chikwange issu du manioc roui égoutté pendant une journée puis immergé dans un bassin d'eau où la pâte rouie est pétrie puis défibrée manuellement. La pâte d'amidon obtenue est précuite, malaxée, découpée, modelée, emballée dans des feuilles d'amaranthacée puis cuite à l'ébullition pour produire le « mpompa ». Appelé également Kin sept jours, le mbanda est une munguelé de grande dimension pouvant aller jusqu'à 50 kilogrammes. Il est préparé pour constituer la provision familiale et pour servir des vivres pendant les célébrations coutumières. Le ntinga : est une chikwange de nature dure existant sous forme grossière. Ntolula, c'est une ntinga de diamètre environ 7 centimètres et de longueur 20 - 30 centimètres résultant du manioc roui pendant 3 jours avant défibrage, pétrissage, emballage et cuisson profonde. Nkekete est une ntinga de diamètre ne dépassant pas 5 centimètres et de longueur variant entre 40 - 50 centimètres. Kiyoki, c'est une chikwange très dure résultant d'un court rouissage et d'un pétrissage modéré suivi d'une cuisson à petit feu durant plusieurs heures. Kimbeti : c'est une ntinga de dimension petite par rapport à kiyoki.

#### 3-2-2. Qualités microbiologiques des produits repertoriés

Les résultats sur la biomasse des germes isolés des échantillons de manioc collectés sur terrain (datant de 2 à 7 jours de conservation) sont présentés dans le **Tableau 5**. Il s'avère que les teneurs en eau contenues dans les différents produits dérivés du manioc (15,32 % - 72,64 %) seraient favorables à la prolifération microbienne. C'est ainsi qu'une biomasse importante des bactéries a été détectée dans le « *madioko matshukutsuku* » ( $1,3 \cdot 10^7$  UFC/g) comparativement aux autres produits de manioc tels que cossettes de manioc ( $0,4 \cdot 10^3$  UFC/g), Nsesa, Ntinga et Ntolula à faible taux d'humidité ( $0,9 \cdot 10^4$ ,  $5 \cdot 10^4$  et  $4,1 \cdot 10^3$  UFC/g respectivement). La présence d'*Escherichia coli*, *Salmonella thiphi*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella sp* et *Listeria monocytogenes* signalés dans le « *madioko matshukutshuku* » traduit un danger d'origine fécale. Par ailleurs, le test présomptif effectué a révélé la présence des champignons dans tous les produits de manioc collectés excepté dans le « *madioko matshukutshuku* ». Sur ce, la biomasse des champignons la plus importante ( $42 \cdot 10^6$  UFC/g) a été signalée dans les cossettes de manioc.

**Tableau 5 : Charge moyenne des microorganismes isolés des échantillons des produits du manioc (2 à 7 jours de conservation) collectés sur les marchés ainsi que dans les unités de transformation visité dans le Mayumbe**

Sous – produits manioc	Charge moyenne (UFC/g)								
	GAM	<i>E. coli</i>	<i>Staph aureus coag (+)</i>	<i>Clostr perf</i>	<i>Bacillus aureus</i>	<i>Salmon ella thyphi</i>	<i>Shigella</i>	<i>Listeria monocit</i>	Champi gnon
Bikedi	14.10 <sup>5</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	13..10 <sup>4</sup>
Cossettes	0,4.10 <sup>3</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	42.10 <sup>6</sup>
Kimbeti	0,3.10 <sup>3</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	17.10 <sup>6</sup>
Kiyoki	0,8.10 <sup>5</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	13.10 <sup>6</sup>
Madioko matsh.	1,3.10 <sup>7</sup>	1,5.10 <sup>2</sup>	0,1.10 <sup>2</sup>	1,1.10 <sup>3</sup>	0,6.10 <sup>2</sup>	Absent	Présent	Présent	-
Mbanda	0,2.10 <sup>3</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	14.10 <sup>3</sup>
Mpompa	0,8.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	91.10 <sup>4</sup>
Munguelé	0,8.10 <sup>3</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	99.10 <sup>4</sup>
Nkaba	0,1.10 <sup>5</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	49.10 <sup>4</sup>
Nkekete	1,5.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	9.10 <sup>5</sup>
Nsesa	0,9.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	49.10 <sup>3</sup>
Ntinga	5.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	69.10 <sup>5</sup>
Ntolula	4,1.10 <sup>3</sup>	0	0	0	0	Absent	Absent	Absent	24.10 <sup>4</sup>

### 3-2-3. Caractéristiques physicochimiques des produits repertoriés

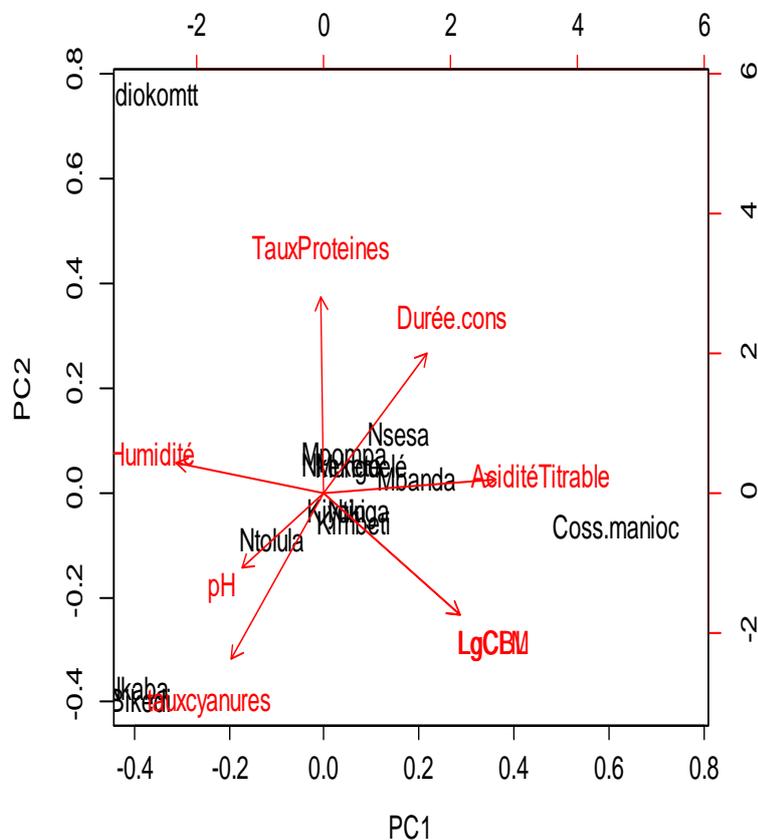
En rapport avec les données contenues dans le **Tableau 6**, un **taux élevé en protéines brutes** élevé a été enregistré dans le « *madioko matshukutsuku* » (environ 2,48 % P.B) comparativement au taux protéique enregistré dans les autres produits dérivés du manioc. Au cours de leur traitement, la décyanuration de « *madioko matshukuku* » a été suffisante (12 et 26 ppm d'acide cyanhydrique restant dans le produit) comparativement au taux des composés cyanés contenus dans les tranches de manioc bouilli Nkaba (70 - 102 ppm) ainsi que dans les différentes chikwanges et dans les *cossettes de manioc* (39 - 51 ppm). Des faibles valeurs du degré d'acidité (pH) ont été enregistrées dans les échantillons de Nkaba (5,65) et de Bikedi (5,6) comparativement au pH caractérisant les différentes chikwanges et cossettes de manioc (4,4 - 4,9).

**Tableau 6 : Composition physicochimiques comparée des sous - produits du manioc**

Sous - produits manioc	Timing après préparation (jours)	%H	%P.B (MS)	Taux CN (ppm)	pH	Acidité Titrable
<b>Madioko matshukutshuku</b>	7	72,64a	2,481a	19,19a	4,1a	9,78a
<b>Bikedi</b>	4	63,56b	1,184b	70,01b	5,6 b	0,081b
<b>Cossettes</b>	7	14,17c	1,011b	51,54c	4,7c	6,311c
<b>Nkaba</b>	2	70,55a	1,159b	102,09d	5,5b	0,093b
<b>Kimbeti</b>	2	17,93c	1,228b	46,13c	4,4c	7,091c
<b>Kiyoki</b>	5	16,66c	1,292b	48,84c	4,9c	6,019c
<b>Mbanda</b>	7	17,21c	1,096b	39,92c	4,5c	6,662c
<b>Mpompa</b>	3	16,98c	1,119b	41,66c	4,5c	6,697c
<b>Munguelé</b>	6	17,35c	1,066b	40,93c	4,7c	6,298c
<b>Nkekete</b>	5	15,32c	1,103b	49,01c	4,5c	7,012c
<b>Nsesa</b>	2	17,04c	1,207b	42,29c	4,6c	7,441c
<b>Ntinga</b>	7	16,73c	1,403b	50,06c	4,4c	6,561c
<b>Ntolula</b>	4	15,91c	1,311b	51,04c	4,7c	6,412c

### 3-3. Corrélation entre paramètres physicochimiques et microbiologiques observés

L'Analyse de Composantes Principales des données microbiologiques (**Tableau 5**) et physicochimiques (**Tableau 6**) a montré une corrélation multiple, entre différents paramètres étudiés, telle que présenter dans la **Figure 3** ci - dessous. A titre d'exemple, cette figure stipule que le taux des protéines brutes enregistré dans le « *madioko matshukuku* » est en corrélation positive et forte avec la durée de conservation ainsi qu'avec le taux d'humidité. Malgré l'existence d'une corrélation négative entre « *madioko matshukutshuku* » et la présence des cyanures, il a été constaté une corrélation positive et forte entre la présence des cyanures et pH dans le Nkaba ainsi que dans la chikwangué Ntolula. Par contre, l'existence d'une corrélation négative en sens opposé est signalée entre le pH et l'acidité titrable des différents échantillons ; car, lorsque la valeur de l'acidité titrable augmente, celle du pH diminue. Par ailleurs, il existe une corrélation positive entre l'acidité titrable et la présence des germes microbiens pour le compte des cossettes de manioc. De même, l'acidité titrable est en corrélation positive et forte avec la durée de conservation de *Mbanda*, *Mpompa*, *Nkekete*, *Munguelé* et *Nsesa* prélevés dans la région.



**Figure 3 :** Corrélations entre paramètres analysés à travers les angles formés par les axes

**Légende :** Formation d'un angle droit ( $90^\circ$ ) ou angle aigu ( $< 90^\circ$ ): Corrélation positive entre axes des paramètres pour produits concernés. Formation d'un angle obtus ( $> 90^\circ$ ): Corrélation négative entre axes des paramètres pour produits concernés. Paramètres situés dans un même plan de symétrie que les produits du manioc : corrélation positive. Paramètres situés dans deux plans de symétrie différents que les produits du manioc : corrélation négative.

## 4. Discussion

### 4-1. Données relatives aux enquêtes sur terrain

Dans la région de Mayumbe, le processus uniformisé de préparation de « *madioko matshukutshuku* » se résume en étapes séquentielles comprenant l'épluchage des racines du manioc, le macrodécoupage du manioc épluché, la cuisson à l'ébullition, le refroidissement suivi du lavage de manioc cuit avant l'étape cruciale de l'immersion - conservation qui assure l'élimination des composés cyanés. Environ 80 % des femmes paysannes pratiquent le macrodécoupage des maniocs épluchés avant leur cuisson à l'ébullition profonde. L'immersion hydrique du manioc ainsi cuit se fait généralement dans des vases métalliques ou en plastiques gardées au sein du ménage pendant 2 à 4 semaines moyennant renouvellement quotidien du solvant conservateur. Toutefois, ces opérations précitées constituent les points critiques de ce processus traditionnel de transformation du manioc ; car, c'est un procédé de décyanuration à longue durée. Le taux d'élimination de l'acide cyanhydrique par traitement thermique dépend du degré thermique (volatilisation des cyanures entre 35 -60°C), de la quantité d'eau utilisée, de la durée de ce traitement et de la taille des morceaux de racine à bouillir. Si un morceau de 50 grammes de manioc retient près de 75 % de la teneur initiale en cyanures après cuisson, ceux de 25 et 5 grammes en retiennent respectivement 50 et 25 % de leur taux initial en cyanures [10 - 12]. Aussi, à titre comparatif, ce procédé de décyanuration du manioc assez long par volatilisation (au cours de la cuisson) suivi du lessivage (lors de l'immersion hydrique) contraste avec la décyanuration par rouissage effectué naturellement en 3 - 4 jours. Le rouissage se caractérise par l'épluchage du manioc suivi de l'immersion hydrique et du séchage du manioc roui. Des auteurs [13, 14] ont démontré qu'au cours du rouissage traditionnel, trois quart des composés cyanés contenus dans le manioc frais sont éliminés par activité hydrolytique de  $\beta$ -glucosidase endogène. La flore bactérienne exogène exercerait également une activité linamarase favorable à l'hydrolyse des hétérosides cyanogènes [15]. Djoulde et ses collaborateurs [16] ont utilisé un starter constitué de *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, et *Rhizopus sp.*, pour réduire la durée du rouissage du manioc de cinq jours à 40 heures ; réduisant ainsi le taux de glucosides cyanogènes de 95 %. La dénomination de « *madioko matshukutshuku* » tire son origine dans son processus de préparation : "le bruit émis par le bouillon des tranches de manioc à l'ébullition et celui de son immersion dans l'eau pour sa conservation font évoquer le bruit d'un tambour". Bon nombre des produits traditionnels dérivés du manioc tirent leur dénomination du procédé de préparation. "L'agbodjama" est qualifié d'attieké "prestige", compte tenu de son procédé exceptionnel de préparation qui exige le choix de la matière première de qualité, meilleure fermentation de la pâte de manioc, défilage complet, uniformisation de la taille des grains [17 - 19]. La dénomination d'attieké "rapide" attribué à l'attieké "garba" tire son origine de son vite fait ; car, préparé en 24 heures dans des conditions beaucoup moins hygiéniques [20].

### 4-2. Caractérisation comparative des produits dérivés du manioc repertoriés

Les teneurs en eau enregistrée dans le « *madioko matshukuku* » ainsi que dans le Nkaba (70,5 - 74,26 %) sont élevées comparativement au taux d'humidité contenu dans les cossettes de manioc (14,17 - 16,32 %). Au terme de leur préparation, l'attieké et le gari sont exposés à la dégradation à cause de leur forte teneur en humidité (12 - 16 %) favorable au développement des champignons [21]. La présence d'*Escherichia coli*, *Salmonella thiphi*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella sp* et *Listeria monocytogenes* enregistrés dans le « *madioko matshukutshuku* » traduit un danger de pathogénicité d'origine fécale. Les champignons ont été détectés dans tous les produits de manioc collectés (soit 42.10<sup>6</sup> UFC/g en moyenne dans les cossettes de manioc) excepté dans le « *madioko matshukutshuku* ». Une biomasse importante des bactéries a été

signalée dans le « *madioko matshukutsuku* » (en moyenne  $1,3.10^7$  UFC/g) ainsi que dans les cossettes de manioc ( $0,4.10^3$  UFC/g) collectés dans la région de Mayumbe. Mukandila *et al.*, [22] ont enregistré une flore aérobie mésophile estimée à 5,91 UFC/g sur les cossettes de manioc prélevées au niveau du site de fabrication dans l'Ex province de Bandundu et du Bas - Congo. Un produit comportant une Flore Mésophile Aérobie Totale de l'ordre de  $10^6$  à  $10^8$  micro-organismes par gramme présente un risque de contamination [23]. Les champignons doivent leur présence par la contamination environnementale. Ils se développent facilement dans les produits alimentaires ayant un faible taux d'humidité avoisinant 12 à 15 % (chikwangu, cossettes de manioc). L'absence de staphylocoques, *Escherichia coli*, *Salmonella sp* et *Listeria monocytogenes* dans les produits comestibles constitue un indice garantissant la qualité hygiénique et minimisant les risques de toxi-infections alimentaires [24 - 29]. Il a été noté un accroissement du taux des protéines brutes dans le « *madioko matshukutsuku* » (environ 2,48 % P.B) comparativement au taux protéique contenu dans les autres produits dérivés du manioc (1,011 - 1,403 % P.B). Pour Yandju *et al.*, [3], les microbes assurent la bioconversion des glucides et des sels azotés en protéines pendant la fermentation sèche. Cependant, les cossettes de manioc renferment une teneur en protéines évaluée entre 1,2% - 1,79% des protéines [30]. Aussi, il a été constaté une décyanuration suffisante (taux d'acide cyanhydrique estimé entre 12 et 26 ppm) imputable à la réaction de volatilisation et au lessivage respectivement au cours du traitement thermique et durant la phase de la conservation immergée du manioc cuit. Des auteurs précisent qu'au cours de la cuisson de manioc, environs 20 % des cyanures sont éliminés par dégradation thermique. Le trempage réduit environ 90 % des cyanures contenus dans le manioc par lessivage [31 - 35].

## 5. Conclusion

Au cours de ces investigations, il a été question d'identifier les procédés traditionnels de préparation de « *madioko matshukutshuku* » et de comparer sa qualité avec celle des autres produits du manioc consommés dans la région de Mayumbe. Ainsi, le processus uniformisé de préparation de cette denrée coutumière fait appel à l'épluchage et macrodécoupage des racines du manioc, suivi de la cuisson profonde à l'ébullition, du refroidissement des morceaux de manioc cuit et enfin, l'immersion de ces derniers durant plusieurs jours dans l'eau de conservation. Pendant la conservation sous eaux, des quantités importantes du manioc ainsi traité sont prélevées pour la consommation quotidienne accompagnée des condiments disponibles. Bien que « *madioko matshukutshuku* » soit souillé par les coliformes traduisant la contamination fécale, il a été constaté l'élimination suffisante des composés cyanés responsables de la toxicité du manioc ainsi que l'accroissement significatif de sa teneur en protéines ; cela en comparaison avec d'autres produits du manioc transformés dans la région. Le macrodécoupage et la cuisson à l'ébullition étant révélés comme les points critiques limitant la décyanuration à court terme du manioc ainsi traité, l'amélioration du procédé de préparation de cette denrée traditionnelle serait souhaitable.

## Remerciements

*Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Projet de Recherche pour l'Innovation Agricole (PRIA)/RDCongo, pour le financement de cette recherche par l'ACCORD DE SOUS-TRAITANCE du 05/01/2016, signé entre Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) et Université Pédagogique Nationale/Faculté des Sciences Agronomiques (UPN/FSA).*

## Références

- [1] - P. MALUMBA, "Les procédés artisanaux et les perspectives de développement de l'industrie de transformation des racines tubéreuses du manioc", in *Réseau African Cassava Mosaic Disease*, November (2009)
- [2] - M. BOKANGA, "Cassava : Post-harvest Opérations", éd. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria (2001) 220 p.
- [3] - D. L. YANDJU, O. KABENA et Y. MASIKA, "Essai d'enrichissement du Manioc en protéine et en vitamine A par fermentation sèche", in *Réseau African Cassava Mosaic Disease*, November (2009)
- [4] - M. BAENA, T. TYLLESKAR, & H. ROSLING, *Journal Fruits-vegetables-and-nuts éd: Lancet* 9052 (1997) 349 - 621
- [5] - G. TROLLI, "Paraplégie spastique épidémique, Konzo des indigènes du Kwango", Base, Brussels - Gembloux (1988) 11 - 18
- [6] - ANONYME, "Projet d'Appui à la Réhabilitation et à la Relance du secteur agricole", Ministère de l'Agriculture, RDC (2011) 70 p.
- [7] - ANONYME, "Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture (SNDR)", Ministère de l'Agriculture & Développement Rural, Kinshasa, RDC, Décembre (2013) 59 p.
- [8] - D. Cozzolino, W. Cynkar, N. Shah & P. Smith, "Quantitative analysis of minerals and electric conductivity of red grape homogenates by near infrared reflectance spectroscopy. Computers and electronics in agriculture", (2011) 77 (1) 81 - 85
- [9] - O. Kandler & N. Weiss, *in: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 2, Eds P.H.A Sneath *et al.*; Williams et Wilkins, Baltimore, 1209 (1986)
- [10] - S. C. KPENAVOUN, F. OKRY, F. SANTOS & D. J. HOUNHOUIGAN, Techniques de production et de transformation de manioc au Bénin. *Annales des sciences agronomiques* 22 (1): 93-110, (2018) ISSN 1659 - 5009
- [11] - FAO, "S'appuyer sur l'action des collectivités territoriales et locales pour instaurer des systèmes alimentaires durables et une meilleure nutrition". Cadre d'action de la FAO pour l'agenda alimentaire urbain, Rome (2019), 109 p.
- [12] - H. THIS, "Traité élémentaire de cuisine", Belin, Paris, (2002) 83 p.
- [13] - P. B. AGBOBATINKPO, J. BALIMBI, L. ADINSI, P. AZOKPOTA & D. J. HOUNHOUIGAN, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* (BRAB). Numéro Spécial Interdisciplinaire - Septembre (2019)
- [14] - M. KOSTINEK, A. HANAK, I. SPECHT, C. M. DORTU, P. THONART, S. MBUGUA, C. HERTEL & C. M. FRANZ, *International Journal of Food Microbiology*, 128 (2008) 258 - 267
- [15] - E. GIRAUD, A. BRAUMAN et M. RAIMBAULT, "Contrôle de la fermentation du manioc pour un meilleur "gari": utilisation d'un starter de *Lactobacillus plantarum* à activité linamarase et amylase" in Transformation alimentaire du manioc, Agbor *et al.* Ed Doc. Orstom, Séminaire, Paris (1995) 353 - 365
- [16] - R. D. DJOULDE, N. J. J. ESSIA et F. X. ETOA, *International Journal of Innovation and Scientific Research*, ISSN 2351-8014 Vol. 14 No. 2 (2015) 268 - 277
- [17] - E. R. KRABI, A. A. ASSAMOI, A. F. EHON, D. BRÉHIMA, L. S. NIAMKÉ et P. THONART, *European Scientific Journal*, édition vol.11, No.15 ISSN: 1857 - 7881 - ISSN 1857 - 7431 (2015)
- [18] - F. A. TETCHI, O. W. SOLOMEN, K. A. CÉLAH & N. G. AMANI, *Innovative R. food biotechnol.*, 10 (2012) 40 - 47
- [19] - A. C. KOUAKOU, F. N. KOUADIO, A. T. DADIE, D. MONTET & M. K. DJÈ, *Cahiers Agricultures*, 22 (2013) 559 - 67
- [20] - P. M. T. AKELY, Y. A. OUEZOU & G. A. N'GUESSAN, *Journal of Food Engineering*, 101 (2010) 343 - 48
- [21] - M. DESMAZEAUD, *Cahiers "Agricultures"*, Vol. 5, numéro 5 (1996) 331 - 342

- [22] - K. P. MUKANDILA, K. HELL, S. HAUSER, L. LAMBONI et J. T. MASIMANGO, "Qualité des produits dérivés du manioc prélevés au niveau des sites de fabrication et dans les marchés de Kinshasa, RD Congo", Proc. 11th ISTRC-AB Symp. Kinshasa, DR Congo, 4 - 8 October (2010)
- [23] - M. LYDIA, "Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. Lignes directrices pour l'interprétation", Service de la sécurité alimentaire/Direction de santé, F-054 Rev03, L-2361 Strassen, Luxembourg (2015) 59 p.
- [24] - O. LOKONGA, K. KWEMB and N. OSENGE, *International Journal of Innovation and Scientific Research* ISSN 2351-8014 Vol. 48 No. 2 May 2020, pp. 70 - 87
- [25] - G. N. ASSANVO, J. B. AGBO, Y. E. N. BEHI, P. COULIN and Z. FARAH, *Food Control*, 17 (2006) 37 - 41
- [26] - G. N. ASSANVO, Y. E. N. BEHI et Z. FARAH, *Bioterre, revue internationale sciences de la vie et de la terre* (2002), N° spécial, 14 p.
- [27] - G. E. K. BOLOU, B. ATTIOUA, A. C. N'GUESSAN, A. COULIBALY, J. D. N'GUESSAN et A. J. DJAMAN, *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol. 80, (2011) 772 - 790
- [28] - C. FATOUMATA, S. SORONIKPOHO, T. SOULEYMANE, B. KOUAKOU & D. K. MARCELLIN, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (2), (2016) 506 - 518
- [29] - J. E. AMADI & M. O. ADEBOLA, *African Journal of Biotechnology*, vol.7 (24) 94 (2008)
- [30] - S. H. KOUHOUNDÉ, K. ADÉOTI, F. DELVIGNE, A. SAVADOGO, A. S. TRAORE & P. THONART, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 4 (3) (2014) 277 - 281
- [31] - N. BALA, *Food and Chemical Toxicology*, 49 (2011) 690 - 693
- [32] - B. NAMBISAN, *Food Chemical Toxicology* (2011) 690 - 693
- [33] - E. AGBOR and M. LUPE, *Journal of food Composition and Analysis*, 19(4) (2006) 354 - 363
- [34] - B. O. OSUNTOKUN, *World Rev. Nutr. Diet.*, (36) 141173 (2001)
- [35] - E. M. OBILIE, K. TANO-DEBRAH & W. K. AMOAAWUA, *International journal of food microbiology*, 89 (2) (2004) 275 - 280