

Etude comparative des potentialités nutritives des variétés de maïs (*Zea Mays L.*) consommées à Mbujimayi

[Comparative study of nutritious potentialities of maize (*Zea mays L.*) varieties consumed in Mbujimayi]

MUYA MULUMBA Sammy¹, KABESA MUDINGAYI Boniface², MUMBA MUMBA Marcel¹, NTITA ILUNGA Pontien², and KABANGA KALOMBO Guillaume³

¹Assistant, Département de Biologie-Chimie, Institut Supérieur Pédagogique, B.P. 682 Mbujimayi, RD Congo

²Assistant, Département de Chimie-Physique, Institut Supérieur Pédagogique, B.P. 682 Mbujimayi, RD Congo

³Laborantin, Département de Chimie-Physique, Institut Supérieur Pédagogique, B.P. 682 Mbujimayi, RD Congo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work consists in determining the contents of the main nutrients in the maize consumed by the population of Mbujimayi as a staple food, then comparing the nutrients potentialities of the locals varieties with those of the improved varieties, in order to facilitate the consolidation of food safety in this area-city. With this intention, four locals varieties three improved varieties were weighed in order to find their respective gravimetric chemical composition, in particular by desiccation, incineration and tritometric dosage of total nitrogen by the KJELDAHL method. The locals and improved maize varieties analyzed respectively showed average water content (12,59 and 10,62 %), dry matter content (87,46 and 89,36 %), organic matter content (85,73 and 87,56%) and crude protein contents (9,6 and 10,6 %). At the threshold $\alpha=5\%$ and degree freedom = 5, the statistical analysis of different contents gave respective values of **F** (1,8; 1,8; 5,0; 1,82 and 2,11) lower than value or tabular **F** (6,61). The improved varieties of maize do not experience any nutrient superiority in their nutrient contents compared to the locals varieties of this foodstuff.

KEYWORDS: Nutritious potentialities, locals varieties, improved varieties, food security, Equilibrated diet.

RESUME: Le présent travail consiste à déterminer les teneurs en principaux nutriments dans les maïs consommés par la population de Mbujimayi comme aliment de base, puis comparer les potentialités nutritives des variétés locales à celles des variétés améliorées, cela pour faciliter la consolidation de la sécurité alimentaire dans cette ville.

Pour ce faire, quatre variétés locales et trois variétés améliorées de maïs ont été soumises à une pesée, afin de trouver leurs respectives composition chimique gravimétrique, notamment par la dessiccation, l'incinération et au dosage tritométrique de l'azote total par la méthode de KJELDAHL. Les variétés locales et celles qui sont améliorées de maïs analysés ont respectivement présenté en moyennes des teneurs en eau (12,59 et 10,62%), teneurs en matières sèches (87,46 et 89,36 %), teneurs en matières organiques (85,73 et 87,56%) ainsi que celle de teneurs en protéines brutes (9,6 et 10,6%). Au seuil de signification $\alpha=5\%$ et au **d.d.l**= 5, l'analyse statistique de différents teneurs a donné des valeurs respectives calculées de **F** (1,8; 1,8; 5,0; 1,82 et 2,11) inférieures à la valeur de **F** tabulaire (6,61). Les variétés améliorées de maïs n'éprouvent aucunement une supériorité de leurs teneurs en nutriments par rapport aux variétés locales de cette denrée alimentaire.

MOTS-CLEFS: Potentialités nutritives, variétés locales, variétés améliorées, maïs, sécurité alimentaire, alimentation équilibrée.

1 INTRODUCTION

Depuis belle lurette, plusieurs nations ont intégré la sécurité alimentaire [15], entreprenant ainsi une lutte contre la malnutrition sous toutes ses formes [18], [19], notamment par la révision des tables de composition des aliments [11]; la création des variétés améliorées [1], [4] et aussi par la préconisation d'une utilisation efficace de la science ainsi que de la technologie au service de cette philosophie [1].

De ce fait, les organismes internationaux définissant les politiques et directives nutritionnelles recommandent que la consommation humaine des rations alimentaires puisse être complète et équilibrée en eau, sels minéraux, glucides, lipides, protéines ainsi qu'en vitamines [18]; nutriments couvrant les besoins énergétiques de l'organisme humain, ses besoins plastiques ou constructionnels et ses besoins fonctionnels ou de protection [14], ce qui affirme l'existence d'une panoplie des troubles pathologiques tant carenciels que surconsommationnels [14], [18].

A l'heure actuelle, le maïs constitue un aliment de base, majoritairement cultivé et consommé avec préférence par les populations de l'Amérique Centrale, de l'Afrique Australe, de l'Afrique Orientale [8] et celles de Mbujimayi, à l'instar du riz ou du blé en Asie [9].

Toutefois, une concurrence loyale s'établit entre les variétés locales de cette denrée alimentaire et ses variétés améliorées présumées très riches en protéines, une situation qui place les consommateurs dans un embarras de choix sur le marché vivrier.

Dans pareil contexte où l'on se préoccupe au plus haut point de l'amélioration de la valeur nutritionnelle des aliments destinés à la consommation humaine, une recherche expérimentale et analytique présentera un rôle crucial par le fait qu'elle permettra, d'une part, d'évaluer les potentialités nutritives d'un aliment de base; de l'autre, elle pourra faciliter l'accès de la population humaine à une alimentation ne l'exposant aux dangers de la malnutrition et de la dénutrition.

A la suite de Yao KOUADIO (2021, PP110-118), nous soulignons que l'objectif global sous-tendant cette recherche vise la détermination des principaux paramètres biochimiques des variétés de maïs et d'assurer la consolidation de la sécurité alimentaire.

Est-ce que les variétés améliorées de maïs éprouvent une supériorité de leurs teneurs en eau, sels minéraux, protéines et matières organiques par rapport aux variétés locales ? La vulgarisation des variétés améliorées de maïs procure-t-elle réellement des véritables atouts restreignant l'insécurité alimentaire ? En réponse à ces questions, nous pensons à première vue que « les différentes variétés de maïs consommées à Mbujimayi présenteraient une différence des teneurs en matières minérales, matières organiques et en protéines »; et nous estimons ensuite que « les variétés améliorées de maïs seraient plus riches en protéines que les variétés locales ».

La présente étude se propose de déterminer les teneurs en eau, sels minéraux; protéines et matières organiques des maïs consommés à mbujimayi, de comparer les potentialités nutritives des variétés locales de maïs à celles des variétés améliorées et de hiérarchiser les différentes variétés quant à leurs apports nutritifs dans la santé humaine.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL VEGETAL

Sept variétés de maïs dont les trois premières sont améliorées et quatre dernières ont été récoltées, en vue de les soumettre aux analyses chimiques de laboratoire. Il s'agit notamment de MUS1, SALONGO2, MUDISHI3, BUBANDA, KATABA, CIPESA et MILUBALUBA.

2.2 METHODES

2.2.1 SITE DE PRELEVEMENT

Les variétés de maïs ont été récoltées au bureau provincial du service national des semences, en sigle SENACEM, une agence de l'Etat, œuvrant en collaboration la Coopération Technique Belge (CTB), dans sa juridiction s'occupant de la production des semences et de l'encadrement des agri-multiplieurs.

2.2.2 SITE D'ANALYSE

Nous avons réalisé l'analyse des variétés de maïs au laboratoire de l'office congolais de contrôle, en sigle OCC, une structure étatique élisant domicile au n°43 de l'Avenue LUSAMBO, actuellement dénommée « Avenue FATSHI »; au Quartier BIMPE; dans la Commune de la Kanshi, Ville de Mbujimayi (latitude: 6°08'09" Sud, Longitude: 23°35'23" Est, Altitude: 621m); Province du Kasai-Oriental, suite à sa richesse en appareils et outils utiles aux analyses susceptibles de nous mener aux résultats fiables.

2.2.3 APPAREILS ET ACCESSOIRES

L'obtention des données quantitatives de notre étude a été effectuée avec le concours des instruments tels que la balance de précision de marque METTLER P.M200; l'étuve PROLABO; le four à moufle de marque VULCAN-550; l'agitateur magnétique; la plaque chauffante; le dessiccateur; les capsules; les pinces; les spatules; le verre de montre; les fioles de 200ml; les pipettes jaugées de 25ml; les pipettes jaugées de 50ml; les pipettes graduées de 10ml; les béchers de 400 ml; les pierres ponces; les statifs et pinces; le réfrigérant et les raccords; les récipients de transvasement ainsi que les tuyaux, sans oublier les équipement de protection.

2.2.4 REACTIFS

Nous avons utilisé l'acide sulfurique à 98%; le catalyseur mixte constitué de sulfate de potassium à 94% et de sulfate de cuivre à 6%; l'eau distillée; la phénolphtaléine (PPT); l'hydroxyde de sodium à 33%; l'indicateur mixte formé de bleu de méthylène et rouge de thymol; l'acide sulfurique 0,1N ainsi que l'hydroxyde de sodium 0,1N.

3 ANALYSE DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES DE MAÏS

3.1 TENEUR EN EAU

La teneur en eau est obtenue par dessiccation à 120°C pendant 4 heures [20]. Pour chaque variété de maïs, cinq capsules sont nettoyées et placées dans le four à 500°C pour chasser toute trace de matière organique, retirées du four et rincées à l'eau distillée en vue de chasser des éventuels minéraux, séchés à l'étuve puis identifiés. Deux grammes (2g) de maïs sont exactement pesés dans une capsule tarée, en vue de déterminer la masse de la matière fraîche (mMF). Toutes les capsules sont encore placées dans l'étuve pendant au minimum 4 heures, une étape au terme de laquelle ces capsules sont retirées et placées au dessiccateur pendant 10 minutes, pesées de nouveau en reprenant la technique, en vue d'obtenir une masse constante de la matière sèche (mMS).

Ainsi, le taux de l'eau est déterminé par la relation suivante:

$$\%H_2O = \frac{(m_{MF} - m_{MS}) \cdot 100}{m_{MF}}$$

mMF: Masse de la matière avant dessiccation (g);

mMS: Masse de la matière après dessiccation (g).

3.2 TENEUR EN CENDRE

La teneur en cendre ou le taux de la matière minérale est obtenu par soumission de l'échantillon de maïs de chaque variété à une incinération [20].

Chaque capsule identifiée contenant la matière sèche est placée dans le four à moufle à 500°C pendant 30 minutes, puis retirée de cet appareil mis hors tension et ayant atteint 200°C, pour le laisser se refroidir dans le dessiccateur et mesurer la masse de la cendre (mC). La détermination du taux de cendre est réalisée au moyen de la formule suivante:

$$\% \text{ cendres} = \frac{mC \cdot 100}{mMS}$$

mC: Masse de la cendre (en g);

mMS: Masse de la matière après dessiccation (g).

3.3 TENEUR EN PROTEINES

La teneur en protéines de maïs a été ressortie à partir du dosage de l'azote total par la méthode de KJELDAHL [6], [11], [7], [20]. Dans cette approche méthodologique, un gramme (1g) de maïs de chaque variété est homogénéisé et minéralisé en présence de 20ml d'acide sulfurique à 98% ainsi que 2g du catalyseur mixte [7]. Après la décoloration totale de l'échantillon; 20ml d'eau distillée ont été brusquement introduits dans le minéralisât, afin d'éviter l'explosion. Après un refroidissement de 12 heures, 50ml de la solution minéralisée sont montés en distillation en y ajoutant 500ml d'eau distillée, 5 gouttes de phénolphtaléine ainsi que les pierres ponce.

De l'autre côté, 5ml de H₂SO₄ 0,1N sont mélangés avec trois gouttes d'indicateur mixte dans un bécher, en vue d'assurer le recueillement du distillat, alors qu'un ballon contenant 50ml de NaOH à 33% est raccordé au montage contenant le digestat et la plaque chauffante est allumée jusqu'à l'obtention de 250ml de distilla, qui sera coloré en bleu par l'indicateur mixte.

Le distillat recueilli est placé sur un agitateur magnétique, qui sera allumé après y avoir mis un barreau aimanté. Une solution de NaOH 0,1N est prélevée dans une pipette graduée et laissée couler goutte à goutte dans le mélange contenu dans le bécher jusqu'à la première goutte qui fera virer la solution. Le volume de NaOH 0,1N utilisé pour ce titrage en retour est lu et noté, puis le calcul de la teneur en protéines est réalisé en multipliant le taux d'azote total par 6,25 [22], grâce à des formules ci-après:

$$\%N = \frac{EqN \cdot N_1 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{P \cdot V_3}$$

$$\%PB = \%N \cdot 6,25$$

EqN: Masse d'équivalent gramme d'azote (0,014gr);

N₁: Normalité de la solution titrante;

V₁: Volume de la solution titrante (ml);

V₂: Volume total du minéralisât (ml);

P: Poids de l'échantillon sec (g);

V₃: Volume du minéralisât pour distillation (ml);

%N: Teneur en azote total;

%PB: Teneur en protéines brutes.

3.4 TENEUR EN MATIERE ORGANIQUE

La valeur de la matière organique constituant les grains de maïs a été déterminée selon la méthode de [23], grâce aux formules suivantes:

$$\%M = 100 - (\%H_2O + \%C) \text{ ou } \%MO = \%MS - \%C$$

%MO: Teneur en matière organique

%H₂O: Teneur en eau

%C: Teneur en cendre

%MS: Teneur en matière sèche.

3.5 ANALYSES STATISTIQUES

Le calcul des moyennes et des écarts type des données issues de nos échantillons a été effectué grâce au logiciel STATISTICA version 14.0, alors que la variabilité entre ces paramètres statistiques a été vérifiée par la méthode ANOVA et les différences significatives entre ces mêmes paramètres ont été vérifiées au moyen du test F de SNEDECOR au seuil $\alpha=5\%$.

4 RESULTATS

4.1 GRAVIMETRIE MOYENNEDES MAÏS

Le tableau ci-dessous présente les valeurs moyennes des masses obtenues lors de différentes pesées après calcination.

Tableau 1. Les masses des variétés de maïs en g

Variétés	mMF	mMS	mMO	mC	mE	mN
MUS 1	1,930	1,705	1,676	0,029	0,225	0,012
SALONGO 2	1,181	1,058	1,036	0,021	0,323	0,014
MUDISHI 3	2,073	1,869	1,869	0,032	0,204	0,012
KATABA	3,109	2,770	2,726	0,043	0,339	0,013
BUBANDA	2,220	1,964	1,925	0,038	0,256	0,012
MILUBALUBA	2,240	1,941	1,906	0,035	0,288	0,010
CIPESA	2,470	2,110	2,077	0,032	0,360	0,012
TOTAL	15,223	13,417	13,215	0,23	1,995	0,085

Les sept variétés d'échantillons des maïs analysés ont présenté une diversité des masses. La moyenne en masse de matière fraîche (mMF) est de 2,174g, alors que celle en masse de matière sèche (mMS) est de 1,916 g. La moyenne en masse de cendre (mC) est de 0,032 g, tandis que celle d'eau (mE) vaut 0,285 g, traduisant ainsi une moyenne en masse de matière organique (mMO) égale à 1,887g et 0,012g en masse d'azote (mN).

4.2 DOSAGE DE L'AZOTE

Le tableau ci-après dégage la correspondance entre la teneur en azote total et le volume de NaOH utilisé lors du titrage retour.

Tableau 2. Bilan du titrage retour

Variétés	Mesure	i1	i2	i3	i4	i5	Xi
MUS 1	PE (g)	0,697	0,702	0,723	0,718	0,718	0,712
	Vb (ml)	2,5	2,4	2,3	2,5	2,4	2,4
	%N	2,0	1,9	1,7	1,9	1,8	1,9
SALONGO 2	PE (g)	0,783	0,797	0,661	0,777	0,815	0,765
	Vb (ml)	2,3	2,5	3,1	2,8	2,5	2,6
	%N	1,6	1,7	2,6	2,0	1,7	1,9
MUDISHI 3	PE (g)	0,994	0,874	0,749	0,921	0,867	0,881
	Vb (ml)	2,1	2,4	2,8	1,7	2,0	2,2
	%N	1,1	1,5	2,0	1,0	1,2	1,4
KATABA	PE (g)	0,705	0,787	0,751	1,150	0,790	0,836
	Vb (ml)	2,9	2,5	2,5	2,1	2,9	2,6
	%N	2,3	1,8	1,8	1,0	2,0	1,8
BUBANDA	PE (g)	0,711	0,630	0,798	0,685	0,853	0,735
	Vb (ml)	2,5	2,7	2,4	2,2	1,7	2,3
	%N	1,9	2,4	1,6	1,7	1,1	1,7
MILUBALUBA	PE (g)	0,831	0,898	0,728	0,804	0,816	0,815
	Vb (ml)	2,2	2,5	2,0	2,0	1,5	2,0
	%	1,4	1,5	1,5	1,3	1,0	1,3
CIPESA	PE(g)	1,066	0,985	0,879	0,915	0,957	0,960
	Vb (ml)	2,5	2,5	2,2	2,1	2,5	2,4
	%N	1,3	1,4	1,4	1,2	1,4	1,3

PE = Prise d'essai (g); Vb = Volume de la base au point d'équivalence (ml); %N = Teneur en azote total

De la lecture de ce tableau, il apparaît que les variétés MUS 1 et SALONGO 2 présentent une même moyenne des teneurs en azote total (1,9%) et que les autres variétés se suivent de la matière suivante: KATABA (1,8%), BUBANDA (1,7%), MUDISHI 3 (1,4%), alors que MILUBALUBA ainsi que CIPESA ont présenté la moyenne de 1,3%.

4.3 PARAMETRES BIOCHIMIQUES DE MAÏS

Le tableau 3 présente les moyennes de principaux paramètres biochimiques des variétés analysées de maïs. Ce tableau indique que la variété CIPESA présente une moyenne élevée de teneur en eau, (14,58%), toutes les variétés ont manifesté des proches moyennes de teneurs en matières tant sèches qu'organiques, la moyenne élevée en cendre (2,1%) est présentée par la variété SALONGO 2, qui a également montré une moyenne élevée de teneur en protéines brutes (11,9%).

Tableau 3. Composition biochimique des maïs

Variétés	%H ₂ O	%MS	%C	%MO	%PB
MUS 1	11,62	88,34	1,7	86,64	11,5
SALONGO 2	10,44	89,56	2,1	87,46	11,9
MUDISHI 3	9,82	90,18	1,6	88,58	8,4
KATABA	10,92	89,08	1,5	87,58	10,9
BUBANDA	11,54	88,46	1,9	86,56	10,9
MILUBALUBA	13,34	86,66	1,8	84,86	8,3
CIPESA	14,58	85,42	1,5	83,92	8,3

4.4 COMPARAISON DE DEUX CATEGORIES DE MAÏS ANALYSEES (LOCALES ET AMELIOREES)

Tableau 4. Comparaison des teneurs moyennes en nutriments

CATEGORIE	%H ₂ O	%MS	%C	%MO	%PB
Variétés locales	12,59	87,46	1,7	85,73	9,6
Variétés améliorées	10,62	89,36	1,8	87,56	10,6
F Calculé (1,5)	1,8	1,8	5,0	1,82	2,11

A titre comparatif, l'analyse de la variance des données de ce tableau montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les variétés locales et les variétés améliorées de maïs en ce qui concerne les teneurs en nutriments, par le fait que toutes les valeurs calculées de F sont inférieures à F tabulaire (6,61) au seuil de signification de 0,005.

5 DISCUSSION DES RESULTATS

Ce travail s'est focalisé sur l'évaluation des potentialités nutritives de sept variétés de maïs avec comme objectifs, la détermination des teneurs en principaux nutriments, la comparaison des potentialités nutritives entre les variétés locales et les variétés améliorées de maïs ainsi que la hiérarchisation de ces variétés quant à leurs apports nutritifs dans la santé humaine.

La connaissance de ces paramètres biochimiques présente de l'importance dans le domaine d'une alimentation équilibrée et dans l'éradication de l'insécurité alimentaire sévissant les vies humaines suite aux divers troubles qu'occasionnent la malnutrition ainsi que la dénutrition [19].

Les résultats obtenus ne montrent aucune différence entre les variétés locales et les variétés améliorées de maïs. Toutes ces deux catégories de maïs ont présenté une teneur en eau supérieure ou voisine de 10%, une teneur en cendre légèrement inférieure ou proche de 2%, un taux de matière organique supérieur à 80%. Les variétés MUS1 (11%PB), SALONGO 2 (11,9%PB), KATABA (10,9 % PB) et BUBANDA (10,9%PB) ont toutes les quatre présenté des proportions de protéines légèrement supérieures à 10% que l'on attribue au maïs dans la littérature [8], alors que les teneurs en protéines de MUDISHI 3 (8,4%PB), MILUBALUBA (8,3%PB) et CIPESA (8,3%PB) semblent plus basses ainsi qu'éloignées de cette moyenne de 10% pour les maïs.

Cependant, nos résultats montrent que parmi les variétés de maïs dites améliorées, SALONGO 2 et MUS 1 viennent en première classe avant deux variétés locales, à savoir KATABA et BUBANDA pour des maïs plus protéines.

Il y a lieu de constater que les résultats trouvés dans ce travail corroborent avec ceux obtenus par Yao KOUADIO, dans le sens que toutes les sept variétés analysées de maïs présentent un taux d'humidité (%H₂O > 5%) non conforme à la teneur standard

recommandée par le codex alimentarius, un taux de cendres se trouvant dans la fourchette de 2% (taux standard) et une teneur moyenne en protéine (<13% de matière sèche) également non conforme à la valeur standard du codex alimentarius [5].

Aussi dans l'ensemble, les taux de cendre obtenus (1,7 à 1,8% MS) sont comparables à ceux de Franck HONGBETE et Prudence DEFFAN qui ont respectivement trouvé des valeurs oscillant dans la fourchette de 1,3 à 1,7% MS (<2%) et non conforme au taux standard du codex, de même que les teneurs en eau obtenues (10,62 à 12,59%) qui sont comprises entre 11,07 et 20,9% MS, des valeurs ne pouvant pas réduire les risques de détérioration ainsi que de croissance microbienne [4], [24]. Les teneurs en protéines (9,6% et 10,6% MS) sont inférieures à celles obtenues (12,4% et 12,6% MS) par Franck Hongbete et al. (2017).

6 CONCLUSION

Ce travail a permis de déterminer la composition nutritionnelle de sept variétés de maïs consommées à Mbuji mayi. Il ressort de cette étude que les variétés améliorées ont des graines qui renferment les mêmes teneurs en eau, en sels minéraux, matière organique ainsi qu'en protéines que les graines des variétés locales de cet aliment de base.

Par conséquent, la vulgarisation des variétés améliorées de maïs ne contribue à la restriction de l'insécurité alimentaire que suite à la possession des courtes durées de périodes phénologiques et d'un bon rendement.

Toutefois, la consommation de ces sept variétés de maïs présente les mêmes atouts nutritionnels et n'expose pas aussi la population humaine à la goutte articulaire due à l'hyperuricémie nutritionnelle.

REFERENCES

- [1] ONU (2017), Garantir la sécurité alimentaire d'ici à 2030: le rôle de la science, de la technologie et de l'innovation, Genève, Conseil économique et sociale.
- [2] A.J. SEMASSA et Al. (2016), Diversité variétale, qualité et utilisation du maïs (*Zea mays*) en Afrique de l'Ouest: revue critique, European scientific journal, éd vol 12-N°18 ISSN: 1857-7881.
- [3] CNUCED (2012), coup d'œil sur les produits de base, éd spéciale n°4, NEW-YORK.
- [4] P.DEFFAN et Al. (2015), Evaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*Zea mays* L.) produites en côte d'Ivoire, Afrique Science 11 (3) (2015) 181-196.
- [5] Yao KOUADIO et Al. (2021), Etude comparative de la composition biochimique et des propriétés nutritives des farines artisanales et industrielles utilisées dans la préparation pour nourrisson (PPN) commercialisées en Abidjan, International Journal of Innovation and Applied studies, vol 35, N°1DEC, PP 110-118.
- [6] Maud FUMEX (2019), les différentes méthodes d'analyse quantitative des protéines dans le domaine pharmaceutique: description, comparaison et nouvelles perspectives, thèse de Doctorat, Université de LARRAINE.
- [7] Afssa (2007), Apport en protéines: consommation, qualités, besoins et recommandations, saisine 2004-SA-0052.
- [8] Alain MOUREY (2004), Manuel de nutrition pour l'intervention humanitaire, CICR, Genève.
- [9] Harold MACAULEY et Al. (2015), les cultures céréalières: riz, maïs, millet sorgho et blé, nourrir l'Afrique, Dakar.
- [10] F. BELLALI (2019), Biochimie des principaux aliments, université sultan Moulay slimane.
- [11] H. GREENFIELD (2007), Données sur la composition des aliments: production, gestion et utilisation, 2^{ème} éd, ROME.
- [12] NUSS ET & Tanumihardjo SA. (2010), Maize: a paramount staple crop in the context of global nutrition, comprehensive reviews in food science and food safety, 9: 417-436, DOI: 10.1111/j. 1541-4337-2010.00117.x.
- [13] Maybelline ESCALANTE & Abdou MAÏGA (2012); production et transformation du maïs, collection PRO-AGRO, DOUALA-BASSA.
- [14] Joseph LAURE (1983), nutrition et population en vue de la planification alimentaire, éd ORSTOM, Paris.
- [15] FAO (2010), l'état de l'insécurité alimentaire dans le monde, ROME.
- [16] Service National de semence (2019), catalogue variétal des cultures vivrières, Kinshasa.
- [17] Service National de semence (2008), catalogue variétal des cultures vivrières, Kinshasa.
- [18] FAO (2013), la situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, ROME.
- [19] FAO (2021), l'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde, ROME.
- [20] A. GERVAIS (1996), Méthodes d'analyse chimique, éd pêches & Océans, OTAWA.
- [21] Charles ALAIS (2020), biochimie alimentaire, 6^{ème} éd, DUNOD, Paris.
- [22] GROEGARD J. (1958), recueil des modes opératoires en usage au laboratoire d'analyse de l'INEAC, Bruxelles.
- [23] AOAC (1990), Official methods of analysis, 15th edition, washington.
- [24] Franck HONGBETE & Al (2017), Production et qualité nutritionnelle des épis de maïs frais brouillis consommés au Bénin.