

EFFET DU VIRUS DE LA MOSAÏQUE AFRICAINE DU MANIOC SUR LA TENEUR EN PROTEINES BRUTES DES FEUILLES DE CINQ CULTIVARS DE MANIOC (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) A KISANGANI, EN RD CONGO

JOEL EBWA^{1,3*}, PASCAL UGENCAN², LYDIE EMPATA¹, JEAN P. ANZENGE⁴, JOSEPH SAILE², WILLY BONDOMBE³, GODEFROID MONDE¹

¹ Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, Laboratoire de Phytopathologie et Biotechnologie végétale, B.P. 1232 Kisangani, RD Congo.

² Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, B.P. 1232 Kisangani, laboratoire de chimie organique et minérale

³ Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, B.P. 1232 Kisangani, laboratoire de production animale durable

⁴ Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, B.P. 1232 Kisangani, laboratoire d'Ecologie du Paysage et Foresterie Tropicale *ebwajoel8@gmail.com +243819180380

RESUME

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'influence du virus de la mosaïque africaine du manioc sur la teneur en protéines brutes des feuilles de cinq variétés de manioc (Kelenga, Kinshasa, Mboloko, Mobundu et Ngonga na butu) cultivées à Kisangani. Les feuilles symptomatiques et asymptomatiques de mêmes pieds ont été utilisées. La teneur en protéines brutes (PB) de ces feuilles a été déterminée à partir du dosage de l'azote total selon la méthode de Kjeldhal qui a ensuite été affecté d'un coefficient (6,25). Les résultats montrent que les feuilles de Kelenga ont une teneur plus élevée en protéines brutes (23,32 %) que les feuilles des autres variétés. La teneur en protéines brutes des feuilles de plants âgés de moins de 6 mois est passée de 18,97 % pour les feuilles asymptomatiques à 26,12 % pour les feuilles malades. La teneur en PB des feuilles issues de plants âgés de plus de 6 mois est passée de 16,7 % pour les feuilles apparemment saines à 20,39 % pour les feuilles infectées. Une différence significative entre les niveaux de sévérité et les deux catégories d'âge des plants a été observé ($P < 0.05$).

Mots clés : Manioc, sévérité, protéines brutes, variétés locales.

ABSTRACT

EFFECT OF AFRICAN CASSAVA MOSAIC ON THE CRUDE PROTEIN CONTENT OF THE LEAVES OF FIVE CASSAVA CULTIVARS (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) IN KISANGANI, DR CONGO

The aim of this study was to assess the influence of cassava African mosaic virus on the crude protein content of the leaves of five cassava varieties (Kelenga, Kinshasa, Mboloko, Mobundu and Ngonga na butu) grown in Kisangani. Symptomatic and asymptomatic leaves from the same plants were used. The crude protein (CP) content of these leaves was determined from the determination of total nitrogen using the Kjeldhal method which was then assigned a coefficient (6.25). The results show that Kelenga have a higher crude protein content (23.32%) than the leaves of other varieties. The crude protein content of leaves from plants less than 6 months old increased from 18.97% for asymptomatic leaves to 26.12% for diseased leaves. The crude protein content of leaves from plants over 6 months increased from 16.7% for apparently healthy leaves to 20.39% for infected leaves. A significant difference between the levels of severity and the two plant age categories was observed ($P < 0.05$).

Keywords : Cassava, severity, crude protein, local varieties.

INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta Crantz*) est la principale culture vivrière de la République Démocratique du Congo (RDC). Il est économiquement important d'autant plus qu'il constitue un des aliments de base pour près de 70 % de la population, qui consomme à la fois les feuilles et les tubercules (Akinpelu *et al.*, 2012 ; Monde *et al.*, 2013 ; Molongo *et al.*, 2015).

Environ 60 % de la production mondiale de manioc sont destinés à la consommation humaine, et un tiers à l'alimentation animale (McMahon *et al.* 2005). Entre 4 à 10 tonnes de feuillage sec de manioc sont produites par hectare (Nassy *et al.*, 2020). Les feuilles de manioc présentent une valeur bromatologique intéressante et sont une source alternative de protéines en alimentation animale (Mweugang *et al.*, 2016).

Les tubercules sont riches en amidon (84 %) mais restent pauvres en protéines avec une teneur située entre 1,2 à 2,5 % (McMahon *et al.* 2005 ; Tanga, 2020). A l'inverse, les feuilles contiennent entre 14 à 35 % de protéines et 10 % de glucides (Bede, 1980 ; McMahon *et al.* 2005 ; Zinga *et al.*, 2016 ; Oni *et al.*, 2020). Selon Wanapat (2001), les feuilles de manioc récoltées au stade végétatif contiennent plus de 25 % de protéines de bonne qualité et pourraient être valorisées dans l'alimentation humaine et animale.

L'intérêt du manioc réside aussi dans le fait qu'il est une culture ibiquiste et par conséquent s'accommode aux conditions climatiques difficiles et aux sols médiocres, offrant ainsi une large tolérance dans le choix de la période de récolte et permettant de rendre le fourrage disponible au moment des besoins (Keita *et al.*, 2020). Malgré ces avantages, le manioc se heurte à des multiples contraintes parmi lesquelles, les maladies notamment la forme pandémique de la mosaïque africaine du manioc.

La mosaïque africaine du manioc est une maladie causée par un Begomovirus transmis par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*, Aleyrodidae) (Zhou *et al.*, 1997). Cette maladie contribue à une baisse importante de rendement du manioc en racines tubéreuses et en feuilles

dans plusieurs pays africains, dont la RDC (Muhindo, 2021).

En dehors des pertes importantes de rendement que la maladie de la mosaïque africaine peut causer sur le manioc, elle peut avoir une influence sur la valeur bromatologique des feuilles. Ces feuilles infectées sont appréciées localement par la population à cause de leur goût. C'est dans ce contexte que le présent travail se propose d'évaluer l'influence de la mosaïque africaine du manioc sur la teneur en protéines brutes des feuilles de cinq variétés de manioc cultivées à Kisangani. La détermination de ce composant nutritionnel permettra aux éleveurs et fabricants des aliments pour bétails d'améliorer la qualité nutritive des rations destinées aux animaux.

MATERIEL ET METHODES

MILIEU D'ETUDE

La présente étude a été réalisée dans le laboratoire de chimie minérale et organique de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi Agro campus de Kisangani dans la Province de la Tshopo, en RD Congo. Cette expérimentation a été faite sur les échantillons des feuilles de manioc cultivé à Kisangani. Ladite ville jouit d'un climat du type Af (climat équatorial avec des précipitations abondantes toute l'année) selon la classification de Köppen-Geiger, elle est située dans la partie orientale de la cuvette centrale Congolaise à 0° 31' de latitude Nord et 25° 11' de longitude Est, à une altitude de 396 m. De par ces coordonnées géographiques, Kisangani se trouve à cheval sur l'équateur, sa côte altimétrique moyenne est de 396 m et varie de 37 m à 45 m (plateau arabisé au Sud-est et le plateau médical à l'Ouest) et 46 m (plateau boyoma au Nord-est) (Kombele, 2006, Nyakabwa 1982). Les jachères herbacées, dominées par *Panicum maximum*, se concentrent dans tous les espaces vides exploités par l'agriculture tandis que les jachères arbustives et les recrues forestiers se localisent à la périphérie de la ville. Cette région est caractérisée par les sols ferrallitiques propres de forêts tropicales. La cuvette congolaise avec son sol auquel appartient la ville de Kisangani et ses environs est d'après Kombele (2004), constitué des roches sédimentaires.

MATERIELS

Les feuilles de manioc visiblement saines et infectées par la mosaïque récoltées sur cinq variétés locales ont été utilisées. Les cinq variétés utilisées sont Kelenga (pétiole pourpre, feuilles vert sombre, ovoïde lancéolé), Kinshasa (pétiole pourpre, feuilles vert sombre, lobe central lancéolé), Mboloko (pétiole pourpre, feuilles vert sombre, lobe central ovoïde lancéolé), Mobundu (pétiole vert rouge, feuilles vert sombre, lobe central ovoïde lancéolé) et Ngonga na butu (pétiole rouge, feuilles vert claire, lobe central ovoïde lancéolé). Ces feuilles ont été récoltées dans un champ de collection des accessions de manioc installé par le programme WAVE (Central and West African Epidemiology) au point kilométrique 14 axe ancienne route Buta (N 36° 01' 0.872" E 25° 15' 53,83" 400.8 m).

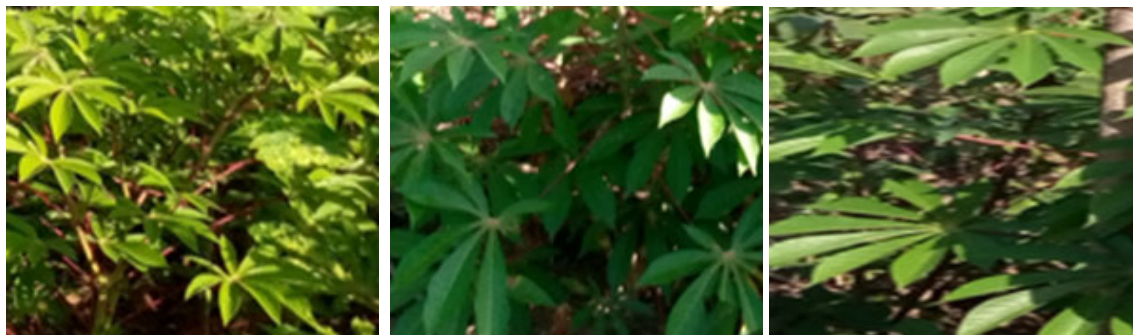
Le matériel utilisé pendant la récolte des échantillons et les analyses au laboratoire était constitué de : enveloppe, gants, alcool 70 %, machette, couteau, ciseaux, verrerie, étuve, distillateur Kjeldahl, balance électronique, micropipettes.

METHODES

Echantillonnage

Les cinq cultivars de manioc utilisés sont Kelenga, Kinshasa, Mboloko, Mobundu, et Ngonga na butu. Cinquante feuilles de manioc ont été récoltées par cultivar à raison de 25 feuilles symptomatiques de la mosaïque africaine du manioc et 25 feuilles asymptomatiques. Les prélèvements ont été faits sur les jeunes plants (< 6 mois) et de plants âgés (> 6 mois).

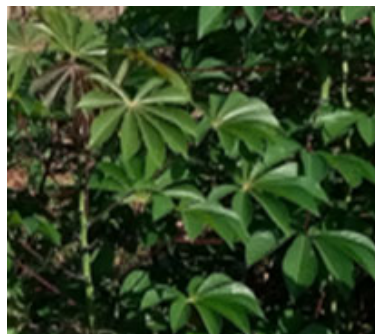
Le niveau de sévérité de la mosaïque africaine de manioc a été déterminé suivant l'échelle de cotation variant de 1 à 5 (Monde *et al.*, 2013) : le niveau 1 désignant l'absence de symptôme apparent et les niveaux 2 à 5 désignant les plants malades avec le niveau de gravité différent. Les échantillons des feuilles prélevés ont été placés dans les enveloppes A4 sur lesquelles toutes les informations ont été mentionnées (nom du cultivar, niveau de sévérité et date de prélèvement). Au total 250 feuilles de manioc ont été analysées pour la détermination de protéines brutes.



V. Ngonga na butu

V. Kelenga

V. Kinshasa



V. Mobundu



V. Mboloko

Figure 1 : Cultivars de manioc utilisés au laboratoire pour la détermination de protéines brutes.

Traitement des feuilles

Les feuilles de manioc récoltées ont été traitées suivant la méthode décrite par Chinma et Igyor (2007) et Mweugang *et al.* (2016). Après la récolte, les échantillons ont été directement acheminés au laboratoire pour être triés, débarrassés des débris et abondamment rincés à l'eau distillée. Ils ont ensuite été égouttés à la température du laboratoire. Les échantillons ont été séchés à l'étuve à 55 °C pendant 48 heures pour ensuite être soumis aux analyses.

Détermination de la teneur en protéines brutes

Le dosage de protéines brutes a été fait selon la méthode Kjeldahl qui consiste à la minéralisation de l'azote organique en sulfate d'ammonium par oxydation avec l'acide sulfurique concentré. Cette analyse avait compris une phase de digestion suivie d'une phase de distillation et une phase de titrage par l'acide sulfurique. Les réactifs suivants ont été utilisés : Catalyser mixte, indicateur mixte ou indicateur de Tashiro, NaOH 40 %, acide borique 2 %, acide sulfurique concentré (d : 1,84), acide sulfurique 0,01N (tritisol) ou HCl (0,01N) (Greogart, 1958).

La teneur en protéine brutes (%PB) a été déterminée par la relation :

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

où %N = teneur en azote total de l'échantillon ;

6,25 = facteur de conversion de pourcentage d'azote en teneur en protéines.

Analyse statistique

A l'aide du logiciel R, les données ont été soumis au test Kruskal-Wallis (variances n'étant pas homogène). Le test t de Student apparié a été utilisé pour comparer les moyennes en fonction de l'âge de plants. La différence a été considérée comme significative si les valeurs de P sont inférieures à 0,05.

RESULTATS ET DISCUSSION

TENEUR EN PROTEINES BRUTES EN FONCTION DE CULTIVARS

Il ressort de la figure 2 que les feuilles de cultivar Kelenga ont une teneur plus élevée en protéines brutes (23,32%) comparativement aux feuilles des autres cultivars qui ont chacune 21,55 %, 21,25 %, 21,07 % et 19,40 % respectivement pour les cultivars Kinshasa, Mboloko, Mobudu et Ngongo na Butu. Après analyse statistique avec le test de Kruskal-Wallis (variances en fonction des variétés ne sont pas homogènes), une différence significative ($P < 0,05$) a été observée entre les cultivars en ce qui concerne la teneur en protéines brutes. Après le test de Tukey, la variété Ngongo na butu est significativement différente de la variété Kelenga ($P = 0.0025$) et aucune différence n'a été trouvée entre les autres variétés.

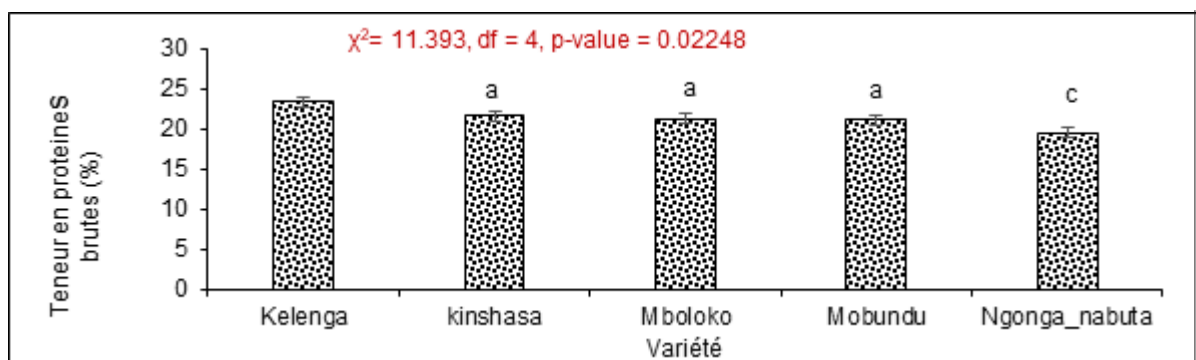


Figure 2 : Teneurs en protéines brutes obtenues dans les feuilles de différents cultivars analysés.

TENEUR EN PROTEINES BRUTES EN RELATION AVEC LE NIVEAU DE SEVERITE ET L'AGE DES PLANTS DE MANIOC

Les résultats de la figure 3 montrent que les feuilles de plants âgés de moins de 6 mois ayant le niveau de sévérité 2 contiennent une teneur plus élevée (26,12 %) en protéines brutes suivies de celles de niveau de sévérité 3, 4 et 1 qui ont respectivement chacune une teneur de 25,52 %, 22,38 % et 18,97 %.

Les feuilles de plants âgés de plus de 6 mois ayant un niveau de sévérité 3 ont présenté une

teneur en protéines brutes (20,39 %) légèrement supérieure que celles de niveau de sévérité 2, 4 et 1 qui ont respectivement un taux de 20,33 %, 20,11 % et 16,73 %. Il s'observe que les feuilles de plants âgés de moins de 6 mois ont une teneur élevée en protéines brutes que les feuilles âgées de plus de 6 mois mais le niveau de sévérité 1 (pas de symptôme apparent) présente la teneur la plus faible en protéines brutes que les autres niveaux. Après le test post hoc (Tukey), il y a une différence significative entre les niveaux 2 et 1 ($P = 0,00$), 3 et 1 ($P = 0,00$), 4 et 1 ($P = 0,00$) et aucune différence n'a été trouvée entre les niveaux 3 et 2, 4 et 2, 4 et 3 ($P > 0,05$).

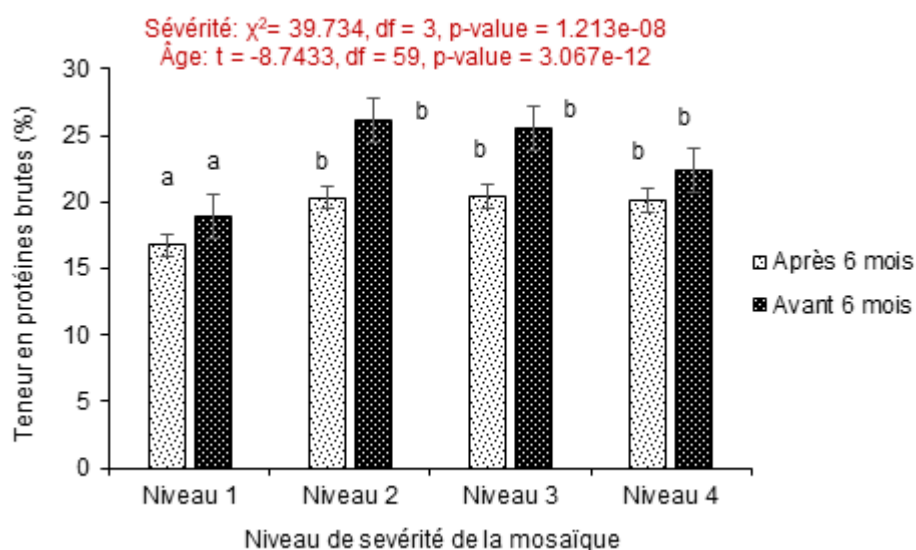


Figure 3 : Teneur en protéines brutes en relation avec le niveau de sévérité de la mosaïque et l'âge des plants.

DISCUSSION

La teneur en protéines brutes des feuilles du cultivar Kelenga reste supérieure (23.32 %) comparativement à celle des autres variétés. Selon Guéguen (1959) et Baumont *et al.* (2017), la différence exprimée en protéines dans les feuilles de ces cultivars de manioc pourrait s'expliquer par les effets de la lumière et de l'adsorption de l'azote par les racines

En effet, la plante puise dans le sol l'azote sous forme de NO_3 à travers ses racines. La quantité d'azote absorbée par la plante se fait en fonction de ses besoins. Ce résultat est en adéquation avec ceux (14 - 35 %) trouvés par Bede (1980), Fasaie *et al.* (2009), Nzanga *et al.* (2016), Idugboe *et al.* (2017), Oni *et al.* (2020) et Fasaie & Yusuf (2022). Cette teneur reste largement supérieure aux teneurs en protéines brutes dans les

tubercules de manioc (1.2 à 1.5 %) trouvés par McMahon *et al.* (2005) et Tanga (2020). Comparativement aux résultats trouvés par Bursson et Bergeret (1958), les feuilles de manioc fraîches ont une concentration faible en protéines brutes (7.3 %) que les feuilles sèches (26.12 %).

On s'aperçoit que la mosaïque africaine du manioc a un effet sur la teneur en protéines brutes. Il a été observé que les feuilles de plants âgés de moins de 6 mois présentent une teneur élevée en protéines brutes (26.12 %) et le niveau de sévérité 1 (pas de symptôme apparent) accuse une plus et faible teneur en protéines brutes (18.97 %) que les autres niveaux de sévérité (26.12 %, 25.52 %, 22.38 %). Après analyses statistiques, il s'est dégagé une différence significative entre les niveaux de sévérité et entre les deux catégories d'âge des plants. Selon Zinga *et al.* (2016) cette différence

en protéines observée entre les plants malades et les plants sains serait due à la présence de particule virale dans les feuilles de manioc malades. D'une manière générale, la capsid de tous les virus est constituée essentiellement des protéines. Nous pensons que les protéines contenues dans la capsid virale de Begomovirus s'ajouteraient aux protéines contenues dans les feuilles de manioc en augmentant la quantité de celles-ci dans les plants de manioc infectés. Et aussi les feuilles tendres attirent plus les mouches (à cause de sa teneur élevée en sève brute) blanches qui sont des agents vecteurs de virus phytopathogènes des genres Begomovirus, Crinivirus, Carlavirus et Ipomovirus et ceci pourrait être l'une des raisons pour laquelle les feuilles jeunes sont plus infectées que les feuilles âgées qui contiennent moins de sève brute.

En rapport avec la différence observée entre les deux catégories d'âge de plants de manioc, en vieillissant la teneur en cellulose et en lignine des feuilles augmente sensiblement alors que la teneur en lipides, en hydrates de carbone, en protéines et en matières minérales diminuent. C'est ainsi que les feuilles des plants âgés de moins de 6 mois ont présenté une teneur en protéines brutes élevées.

Fasae et Yusuf (2022) et Guembo *et al.*, (2021) ont démontré que le poids vif, la consommation alimentaire, l'indice de consommation et le gain de poids moyen exprimé en g/jour des ovins, caprins, poulets de chair nourris avec des feuilles de manioc comme aliment unique et complémentaire s'améliorent significativement et avec la différence observée entre les feuilles infectées et non infectées par le virus, l'utilisation feuilles infectées dans l'alimentation animale serait une source complémentaire des protéines brutes.

Avec les résultats obtenus, les feuilles de manioc infectées par la mosaïque africaine riches en protéines brutes peuvent être utilisées avec succès comme source adéquate de protéines indispensables lorsqu'elles sont administrées en complément d'autres matières premières afin d'améliorer la qualité des aliments destinés aux animaux.

CONCLUSION

Nos résultats indiquent un lien entre les niveaux de sévérité de la mosaïque africaine du manioc et les protéines brutes dans les feuilles de

manioc. Il se dégage une différence significative entre les niveaux de sévérité, les feuilles infectées présentent une teneur élevée en protéines brutes que les feuilles apparemment saines. La teneur en protéines brutes diffère en fonction des variétés de manioc et de l'âge des plants. Ainsi, les feuilles de plants âgés de moins de 6 mois ont une composition élevée en protéines brutes que celles des plants âgés de plus de 6 mois. Les feuilles de manioc infectées par la mosaïque africaine peuvent jouer un rôle important comme source alternative en protéines dans l'alimentation humaine et animale.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été soutenu par la Fondation Bill & Melinda Gates et le Foreign, Commonwealth & Development Office (FCDO) du Royaume-Uni sous le numéro de subvention OPP1082413 au Programme d'épidémiologie virale en Afrique centrale et occidentale (WAVE) pour les cultures de racines et de tubercules - par le biais d'une sous-subvention de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB) à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi.

Les auteurs remercient toute l'équipe de recherche de WAVE IFA-Yangambi et les agriculteurs des trois provinces du Nord-Ouest de la RD Congo.

REFERENCES

- Akinpelu B., Dare C., Adebisin F., Iwalewa E. & Oyedapo O., 2012 Effect of stem - bark of *Erythrophleum suaveolens* (Guill. & Perri.) saponin on fresh water snail (*Lanistes lybicus*) tissues. *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 6 (11), pp. 446-451
- Baumont R., Dulphy J., Doreau M, Peyraud J., Nozieres M. et Andueza A. 2017. La valeur des fourrages pour les ruminants : comment synthétiser et diffuser les nouvelles connaissances, comment répondre aux nouvelles questions ? *Rencontres Recherches Ruminants*. 2017; 12: 85-92
- Bede N., 1980. Nutritional implications of projects giving high priority to the product of staples of low nutritive quality: the case of cassava. *Food and Nutrition Bulletin*., 2,1-10.
- Busson F. et Berger B. 1958. Contribution à l'étude chimique des feuilles de manioc (*Manihot*

- utilissima Pohl. Euphorbiacées). Médecine Tropicale I: 142-144.
- Chinma C. & Igyor M. 2007. Micro-nutriments and anti-nutritional content of select tropical vegetables grown in south-east, Nigeria. *Nigerian Food Journal*, 25: 111-115.
- Fasae O. et Yusuf A. 2022. Feuilles et pelures de manioc : valeur nutritionnelle et productivité potentielle des races naines ovines et caprines d'Afrique de l'Ouest - Une revue. *Nigeria Journal of Animal Production*. 2022, 49(3):301-311
- Fasae O.A., Adu, I.F., Aina A.B.J. & Elemo K.A. 2009. Production, defoliation and storage of cassava leaves as dry season forage for small ruminants in smallholder crop - livestock production system. *Agricultura Tropica et Subtropica* 42(1) : 15-19
- Greogart J. 1958. Recueil des modes opératoire en usage au laboratoire d'analyse de l'INEAC, INERA Yangambi.
- Gueguen L. 1959. Etude de la composition minérale de quelques espèces fourragères. Influence du stade de développement et du cycle de végétation. pp245-268
- Guembo J., Adzona P., Bati J., Saboukoulou A., Ntsoumou V., Mabanza B., Pepah P., Ndinga F., Hornick JC et Banga H. 2021. Effet de l'alimentation séparée à base des feuilles de manioc post-récolte sur les performances des poulets de chair en finition. *International Journal of Biological and Chemical Science* 15(5): 1937-1949.
- Idugboe O. D., Nwokoro S. O. & Imasuen J. A. 2017. Chemical Composition of Cassava Peels Collected from Four Locations (Koko, Warri, Okada and Benin City), Brewers' Spent Yeast and Three Grades of "Caspeyeast, *International Journal of Science and Research*, 6 (4) 2017
- Keita N., Boubacar M., Konimba B., Sounkalo T., Traore N. et Harouna M. 2020. Détermination par une méthode colorimétrique de la teneur en acide cyanhydrique du fourrage de manioc ensilé. *Revue Malienne de Science et de Technologie -issn 1987-1031* vol. 01 no 23 (juin 2020)
- Kombele M., 2004 : Diagnostic de la fertilité des sols dans la cuvette centrale congolaise ; cas de séries Yangambi et Yakonde. Thèse de doctorat. Faculté universitaire des Sciences agronomiques UES DE Gemboux , 42p.
- Litucha B. 2012. Effet de la cueillette des feuilles et du niveau d'infection secondaire de la culture par la mosaïque africaine du manioc sur la production de manioc (cultivar Mbongo) dans les conditions agro-écologiques de Kisangani (RD Congo). Thèse de doctorat Université de Kisangani. 272p.
- Mcmahon J.M., White W.L.B. & Sayre R.T. 2005. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Experimental Botany* 46: 731-741.
- Molongo M., Koto-te-Nyiwa N., Monde G., Magbukudua M., Ngemale G., Malomalo M. & Pambu A. L. 2015. Effect of Sample Cuttings Area on The Cassava (*Manihot esculenta* Crantz var. Rav) Tuber Yields Under Agroecological Conditions of Gbadolite City, Democratic Republic of the Congo. *Journal of Advanced Botany and Zoology* 2 (4), 2348-7313. <https://doi.org/10.15297/JABZ.V2I4.02>
- Monde G., Bolonge P., Bolamba F., Walangululu J., Winter S. & Bragard C. 2013. Impact of African Cassava Mosaic Disease on the Production of Fourteen Cassava Cultivars in Yangambi, Democratic Republic of Congo. *Tropicicultura* 31 (2) 91 - 97.
- Muhindo S. 2021. Epidémiologie de pandémies virales de manioc dans l'ex-province orientale en République Démocratique du Congo. Thèse de doctorat, Université de Kisangani. 205p.
- Mweugang N., Tendonkeng F., Miegoue E., Matumuini F., Zougou G., Fonteh F., Boukila B., et Pamo E. 2016. Effets de l'inclusion de feuilles de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans la ration sur les performances de reproduction du cobaye (*Cavia porcellus* L.) local camerounais. *International Journal of Biological and Chemical Science* 10(1): 269-280
- Nyakabwa M. 1982. Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de doctorat, Inédite, Faculté de sciences, UNIKIS, 968p.
- Oni O.A., Sowande O. S., Oduguwa B. O. & Onwuka C.F. I. 2020. Haematological and serum biochemical parameters of West African Dwarf goats fed ensiled cassava leaves with or without molasses and caged layer waste. *Nigeria Journal of Animal. Production*, 40(2):134-142
- Tanga K. 2020. Influence de la striure brune de manioc sur les composés nutritionnels et antinutritionnel de trois variétés de manioc récoltées à Kisangani. Mémoire inédit de fin d'études, IFA-Yangambi. 25p.
- Wanapat M. 2001. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein

- to energy biomass for livestock feeding in the tropics. *Asia-Aust Journal of Animal Science*. 2003. Vol 16, N° 3 :463-47
- Zhou X., Liu L., Calvert C., Munoz G., Robinson D. & Harrison B. 1997. Evidence that DNA-A of a geminivirus associated with severe cassava mosaic disease in Uganda has arisen by interspecific recombination. *Journal of General Virology* 78: 2101-2
- Zinga I., Longue R., Komba E., Beaumont C. & Semballa S. 2016. Evaluation de la teneur en protéines et chlorophylle dans des feuilles de cinq variétés locales. *Tropicultura* 34,1,3-9