



ETUDE COMPARATIVE DE LA TENEUR EN PROTEINES ET EN ACIDES AMINES ESSENTIELS DANS TROIS VARIETES DES MAÏS AMELIOREES DANS LA PROVINCE DE LOMAMI ET UTILISEES POUR LA NUTRITION HUMAINE ET ANIMALE. CAS DE MUS, SALONGO ET QPM

COMPARATIVE STUDY OF THE PROTEIN AND ESSENTIAL AMINOACIDS CONTENT IN THREE VARIETIES OF IMPROVED CORN GROWN IN THE LOMAMI PROVINCE, AND USED FOR HUMAN AND ANIMAL FOOD. CASES OF MUS, QPM AND SALONGO

PAR/BY: KAYEMBE LUBATSHI François¹, NTAMBUA MUTOMBO Marcel¹, KAYOWA KINDA Chancelle¹, TSHIBANDA ILUNGA Clément¹, MPOYI KANYINDA Florimond¹, MUKEBA MALENGELE Jonathan¹, TSHIBANDA KAZADI Pierre¹

(1) Centre de Recherche de Sélection et d'Adaptation des Ruminants et Porcins, LUPUTA, RD. CONGO

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.20285923>

RESUME

Introduction : Les protéines sont des éléments essentiels à la vie, agissant comme briques structurelles et fonctionnelles tant chez l'homme que chez l'animal. Elles assurent la croissance, la réparation des tissus le transport de l'oxygène, la digestion et le maintien du système immunitaire. Dans l'alimentation humaine et animale où elles assurent structure et entretien, processus physiologiques cruciales, satiété, acides aminés essentiels et croissance et production, santé et immunité et digestibilité, ont un apport adéquat qu'elles soient d'origine animale ou végétale. Par ailleurs, dans les expériences scientifiques les études agronomiques effectuées à l'INERA NGANDANJIKA dans la Province de Lomami sont parvenues à améliorer les variétés de maïs, notamment MUKENDI Sylvain (MUS), QPM (qualityproteinsmays) et SALONGO riches en protéines pour palier à la carence nutritionnelle humaine et animale dans la ration alimentaire quotidienne.

Objectif : l'objectif principal de notre étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle et le potentiel génétique de chaque cultivar (MUS, QPM et SALONGO), notamment en identifiant la variété à haute valeur protéique ou celle mieux adaptée à l'alimentation humaine et animale. Méthode : Nous avons mené une étude expérimentale qui nous a aidés à tester les hypothèses au laboratoire afin de comparer les variables soumises à l'étude (teneur en protéine et acides aminés essentiels entre QPM, MUS et SALONGO). Les techniques quantitatives nous ont permis d'accompagner cette méthode par l'usage des analyses statistiques pour analyser et vérifier les hypothèses. Résultats : Au cours de notre expérimentation nous avons découvert que la variété QPM ou MUDISHI vient en tête en teneur en protéine avec $7,98 \pm 0,37\%$ pour 100 grammes des grains utilisés, la variété MUS vient en deuxième position avec $6,5 \pm 0,26\%$ et enfin $4,5 \pm 0,44\%$ pour la variété SALONGO. Il en est de même pour leurs acides aminés essentiels respectifs. Conclusion : nos résultats ont démontré que, et la teneur en protéines de la variété Mudishi ou QPM est plus élevée suivie de MUS et enfin la variété SALONGO. Toutefois, nous pouvons conseiller la population à pratiquer et préférentiellement la culture de la variété QPM ou MUDISHI à cause de sa teneur en protéines élevée et par conséquent, en acides aminés essentiels dans l'alimentation.

Mots clés : Protéine, Acide aminé essentiels, Variété améliorées, Nutrition.

ABSTRACT

Introduction: Proteins are essential elements of life, acting as structural and functional blocks in both humans and animals. They ensure growth, tissue repair, oxygen transport, digestion and maintenance of the immune system. In the human and animal diet where they ensure structural and maintenance, crucial physiological processes, satiety, essential amino acids (for man); growth and production, health, immunity (for the animal), proteins have adequate intake that they are of animal or plant origin. Furthermore, through scientific experiments, agronomic studies carried out at INERA NGANDANJIKI, in the Province of Lomami, helped to achieve the improvement of corn varieties, notably MUS (MUKENDI Sylvain), MUDISHI or QPM (quality protein mays), and SALONGO with a view to establishing a variety rich in proteins that can somewhat compensate for the human and animal nutritional deficiency in the daily food ration. Objective: the main objective of our study is to evaluate the nutritional quality and genetic potential of each cultivar (between MUS, QPM and SALONGO), in particular by identifying varieties with high protein value or those better suited to human and animal nutrition. Method: we carried out an experimental study which helped us test our hypotheses in the laboratory in order to compare the variables submitted to the study (protein content and essential amino acids between QPM, Mus and

Salongo). Quantitative techniques allowed us to support this method by using statistical methods to analyse the data and verify the hypotheses. Results: During our study by experiment, we discovered that the QPM or Mudishi variety comes in first place with $7,98 \pm 0,37g\%$ per 100g of the grains used, the Mus variety comes in second position with $6,5 \pm 0,26g\%$ and finally for the Salongo variety. The same goes for their respective essential amino acids. Conclusion: Our results demonstrate that, on average and the protein content of the MUDISHI or QPM variety would be higher followed by Mus and finally the Salongo variety. However, we can advise the population to preferentially cultivate the QPM (Mudishi) variety because of this high protein content and therefore, essential amino acids in their food.

Key words: Protein, Essential amino acid, Improved varieties, Nutrition.

1. INTRODUCTION

Depuis ses origines, l'alimentation demeure le besoin primordial de l'homme qui, au cours des siècles, devient un problème inquiétant dans les pays sous-développés où la malnutrition a longtemps élu domicile. En effet, les instances internationales ayant en charge l'alimentation, dont le FAO, n'ont cessé de décrier ce fléau, aux conséquences innombrables, dont certains sont fatales. Certes, le FAO met l'accent sur la consommation des aliments contenant les protéines de bonne qualité, à côté des sucres et lipides, sans oublier les additifs nutritionnels comme les vitamines et des sels minéraux, dans le but de rendre complète la ration alimentaire quotidienne (FAO org. 2024).

L'essor de Biochimie métabolique a révélé l'importance des protéines en général, et des acides aminés essentiels en particulier, notamment dans l'édification de la cellule et de ses infrastructures comme dans leur fonctionnement dont le fondement réside dans les activités enzymatiques ou protéiniques sans lesquelles la vie serait impossible (Lehninger, 1992).

Cependant, dans les pays les moins nantis tel que la République Démocratique du Congo notre pays, l'accès à une telle alimentation équilibrée s'avère pénible, d'autant plus que, généralement, ce sont des protéines d'origine animale qui sont réputées de bonne qualité relativement à leur composition en acides aminés essentiels en proportions suffisantes ; alors que beaucoup de nos populations s'en procurent insuffisamment et même jamais.

A cet effet, les sujets humains soumis à un régime alimentaire déficient ou carencé en protéines de bonne qualité, sont susceptibles de développer des maladies carencielles, notamment le kwashiorkor et le marasme, dont les symptômes s'imbriquant, par exemple l'anorexie, l'amaigrissement avancé, des œdèmes généralisés, le corps bouffi, la cachexie... (DUFÉY, 1988)

Or, la nature a doté certains aliments d'origine végétale des potentialités nutritives capables de rivaliser avec celles des aliments d'origine animale ; il s'agit des aliments dérivés des légumineuses comprenant le soja, le haricot, le Niébé, l'Arachide..., des céréales comprenant le maïs, le Millet, le Blé, le Riz... dont les graines renferment les protéines de bonne qualité en quantité considérable. Dans notre cas, nous avons porté notre choix sur le Maïs qui constitue chez nous un aliment de base, consommé du jour au jour et par les humains et par les animaux d'élevage, et dont la culture est aisée pour ses différentes variétés améliorées localement, telles que la variété Mus (MUKENDI Sylvain, la variété Mudishi ou QPM (Quantityproteinmays) et la variété Salongo, (SENASEM/MBUJIMAYI).

Notre objectif était de savoir si sur le plan, nutritionnel humain et animal en rapport avec les protéines, ces variétés de Maïs s'équivalent ou non. Cela nous conduit à évaluer le taux des protéines totales et des acides aminés essentiels contenus dans les graines de ces variétés de maïs afin d'en déterminer quantitativement la variété nutritive relative d'aider nos populations à accéder à une ration alimentaire plus riche en protéines de bonne qualité.

Nous supposons que, en vertu, de la variabilité biologique, les résultats attendus nous donneraient les taux différents en protéines totales et en acides aminés essentiels pour les variétés améliorées de maïs soumises à l'étude. Et nous pensons enfin qu'au terme de notre étude, les résultats obtenus sur la teneur relative en protéines des variétés soumises à l'analyse pourraient aider nos populations à opérer un choix judicieux, non seulement de la meilleure variété de Maïs à consommer et à faire consommer les animaux d'élevage, mais celle dont il faudra vulgariser la culture, étant donné que l'accès aux aliments d'origine animale demeure un problème perpétuel pour la plupart de nos foyers. Dès lors, la problématique de notre étude oscille autour des questions suivantes :

- Existe-t-il une différence significative des teneurs en protéines brutes entre les trois variétés locales améliorées (QPM, MUS et Salongo) ?
- Quel est le profil en acides aminés essentiels des différentes variétés de maïs cultivées dans la province de Lomami ?
- Quelle variété de maïs parmi ces trois offre le meilleur profil d'acides aminés essentiels pour palier la malnutrition protéique, particulièrement dans les populations dépendantes du maïs comme aliment de base ?

2. MILIEU, MATERIEL ET METHODE

2.1 Milieu

Nous avons mené notre étude à l'ISTM/Mbuji-Mayi, situé sur Boulevard L.D. Kabila, en diagonal de la prison centrale de Mbuji-Mayi ; non loin du gouvernorat de Province du Kasai Oriental et du centre hospitalier Kayembe au quartier Masanka, commune de Diulu, ville de Mbuji-Mayi.

Notre choix a porté sur le laboratoire de cet institut supérieur pour son équipement en appareillage et autres matériels intéressant nos analyses biochimiques.

2.2 Matériels

2.2.1. Appareillage

- ✓ Un spectrophotomètre TRSP-722
- ✓ Une centrifugeuse manuelle
- ✓ Une balance H.L. BECKER

2.2.2. Autres matériels

- Des tubes à essai
- Un entonnoir en verre
- Des cuvettes en plastique
- Une seringue à 5 ml
- Un pilon et un mortier en porcelaine
- Un ballon jaugé
- Une pipette jaugé

2.3 Méthode

Notre travail nous a exigé l'emploi des méthodes expérimentales qui nous ont servi de manipuler une variable indépendante (protéines et acides aminés essentiels) et observer les effets sur la variable dépendante (leur teneur dans chacune des variétés) et quantitative qui nous a servi à son tour de quantifier (mesurer) la teneur en protéines et en acides aminés essentiels dans les différentes variétés soumises à l'étude⁵.

Notre échantillon est constitué des graines provenant des trois variétés améliorées de Maïs dont QPM(Mudishi), Solongo et Mus.

A l'aide d'une balance H.L. Becker, nous avons pesé pour chaque variété 1g de graines bien sèches, que nous avons triturées dans un mortier en porcelaine et à l'aide d'un pilon également en porcelaine.

Le broyat formé, a été délayé dans 10 ml d'eau distillée contenue dans un tube à essai et laissé reposer pendant 45 minutes. Ce mélange fut décanté et le surnageant a été transvasé dans un tube à essai et enfin centrifugé pendant 5 minutes en vue d'éliminer le culot et obtenir une solution de protéines.

Le dosage des protéines s'est réalisé de la manière suivante : à l'aide d'une seringue de 5ml, 2ml du réactif du biuret ont été introduits dans une cuvette et ensuite 100ml de la solution des protéines prélevées à l'aide de la pipette automatique. Cette opération a été réalisée successivement et respectivement pour chaque variété de Maïs soumises à l'analyse en raison de 20 essais par variété.

Les cuvettes ont été couvertes pendant 5 minutes pour éviter le contact du mélange avec la lumière. Nous avons ensuite lu la densité optique (Do) au spectrophotomètre pendant 2 minutes, à la longueur d'onde de 546 nm. Résultat voir tableau 1.

A partir des teneurs des protéines des échantillons déterminés au point ci-dessous et des valeurs théoriques des acides aminés essentiels pour 100g de maïs déjà déterminés par la chromatographie sur couche mince couplée à la spectrophotométrie et à la spectrophotométrie à résonance magnétique nucléaire, nous avons calculé la teneur en acides aminés essentiels. (Résultats consignés dans le tableau 3).

3. RESULTATS

3.1. Taux de des protéines dans les variétés de Maïs étudiés

Tableau I : Densité optique (DO) des échantillons analysés et taux correspondant des protéines en %.

N°	SALONGO		MUS		QPM	
	DO	TAUX	DO	TAUX	DO	TAUX
1	0,378	6,4	0,241	4,1	0,440	7,475
2	0,412	7,0	0,223	3,8	0,499	8,475
3	0,388	6,6	0,212	3,6	0,455	7,725
4	0,391	6,65	0,265	4,5	0,478	8,125
5	0,382	6,5	0,256	4,35	0,469	7,975
6	0,374	6,35	0,247	4,2	0,460	7,825
7	0,397	6,75	0,300	5,1	0,484	8,225
8	0,368	6,25	0,266	4,53	0,48	8,3
9	0,400	6,8	0,245	4,17	0,499	8,475
10	0,365	6,2	0,288	4,9	0,440	7,475
11	0,353	6,0	0,241	4,1	0,440	7,475
12	0,412	7,0	0,223	3,8	0,499	8,475
13	0,378	6,4	0,212	3,6	0,455	7,25
14	0,388	6,6	0,265	4,5	0,478	8,125
15	0,391	6,65	0,256	4,35	0,469	7,975
16	0,382	6,5	0,247	4,2	0,460	7,825
17	0,374	6,35	0,300	5,1	0,484	8,225
18	0,397	6,75	0,266	4,53	0,488	8,3
19	0,368	6,25	0,245	4,17	0,499	8,475
20	0,400	6,8	0,288	4,9	0,440	7,475

Tableau II : Moyenne de la variation de taux des protéines en g % dans les trois variétés de Maïs étudiées.

	SALONGO	MUS	QPM
N	20	20	20
\bar{X}	6,5	3,35	7,98
\overline{SX}	0,26	0,44	0,37

A la lumière de ce tableau, nous constatons que la teneur en protéines est plus élevée dans la variété QPM (Mudishi), suivi respectivement de Salongo et Mus.

Ceci se justifie par le taux moyen déterminé dans le tableau 2 ci-dessus.

$$\bar{X}_{QPM} = 7,98 \pm 0,37 \text{ g \%} > \bar{X}_{Salongo} = 6,5 \pm 0,26 \text{ g \%} > \bar{X}_{Mus} = 4,5 \pm 0,44 \text{ g \%}.$$

3.2. Taux d'Aminoacides essentiels dans les variétés de Maïs

Tableau III : Moyenne de la variation du taux d'aminoacides dans les variétés considérées.

N°	ACIDES AMINES		SALONGO	MUS	QPM(MUSISH)	
1	Arginine	N	X ± SX	0,22±0,008	0,14±0,014	0,27132±0,012
2	Histidine	20	X ± SX	0,07±0,002	0,14±0,014	0,08±0,004
3	Leucine	20	X ± SX	0,24±0,009	0,14±0,004	0,30±0,014
4	Isoleucine	20	X ± SX	0,15±0,006	0,16±0,016	0,19±0,008
5	Lysine	20	X ± SX	0,11±0,004	0,12±0,010	0,14±0,006
6	Méthionine	20	X ± SX	0,032±0,001	0,07±0,007	0,08±0,001
7	Phénylalanine	20	X ± SX	0,1625±0,006	0,10±0,011	0,19±0,009
8	Thréonine	20	X ± SX	0,21±0,008	0,15±0,015	0,26±0,012
9	Tryptophane	20	X ± SX	0,04±0,001	0,03±0,003	0,5586±0,002
10	Valine	V	X ± SX	0,16±0,006	0,11±0,011	0,20±0,009

Au regard de ce tableau, nous constatons que le taux des acides aminés essentiels augmenterait de la variété de Maïs la plus riche en protéines vers celle la moins riche, soit respectivement QPM (Mudishi), Salongo et Mus.

A travers les données de ce tableau, les concentrations relatives des acides aminés essentiels varient avec les variétés de manière suivante

1. Arginine :

XQPM = 0,012 > X Salongo = 0,22g% ±0,008 > XMus ±0,14g%±0,014

2. Histidine

XQPM = 0,8% ± 0,004 > X Salongo = 0,07g% ± 0,09 > XMus ±0,4g%±0,016

3. Leucine

XQPM = 0,30% ±0,014 > X Salongo = 0,24g% ± 0,009 > XMus ± 0,16g%±0,016

4. Is Oleucine

XQPM = 0,19g% ±0,008 > X Salongo = 0,15g% ± 0,006 > XMus ± 0,12g%±0,010

5. Lycine :

XQPM = 0,14g% ±0,06 > X Salongo = 0,11g% ± 0,004 > XMus ± 0,07g%±0,007

6. Méthionine

XQPM = 0,39g% ±0,001 > X Salongo = 0,032g% ± 0,001 > XMus ± 0,021g%±0,002

7. Phenylalanine

XQPM = 0,19g% ±0,009 > X Salongo = 0,16g% ± 0,006 > XMus ± 0,10g%±0,011

8. Thréonine

XQPM = 0,26g% ±0,012 > X Salongo = 0,21g% ± 0,008 > XMus ± 0,15g%±0,015

9. Tryptophane

XQPM = 0,5g% ±0,002 > X Salongo = 0,04% ± 0,001 > XMus ± 0,03g%±0,003

10. Valine

XQPM = 0,20g% ±0,009 > X Salongo = 0,16g% ± 0,006 > XMus ± 0,11g%±0,011

Nous constatons que toutes les différences observées entre les différentes variétés de Maïs pour les acides aminés essentiels sont assez significative, ce qui implique que les variétés de Maïs soumises à l'étude n'auraient pas la même teneur en ces acides aminés.

4. DISCUSSION

Les données obtenues à la fin de nos recherches nous permettent d'émettre un avis sur leurs valeurs respectives par rapport à notre vision personnelle d'abord et aux connaissances antérieures ensuite. En effet, notre étude poursuivait de comparer le patrimoine des protéines et acides aminés essentiels contenus dans trois variétés de maïs (Salongo, Mus et QPM) améliorées et cultivées dans la province de la Lomami.

Grâce à sa teneur élevée en glucide (surtout l'amidon), cette céréale est considérée comme aliment de base dans presque toute la province et ailleurs. C'est ainsi que nous avons tenté de recueillir aussi sa teneur en protéines dans les trois variétés précitées. Les résultats attendus devraient nous fixer sur la variété la plus riche en ces principes biochimiques recherchés, dans le but d'aider nos populations locales à accéder à une variété capable de couvrir de manière prépondérante leurs besoins et ceux de leurs élevages en protéines de bonne qualité.

Ainsi, au vu des résultats obtenus et en rapport avec la teneur en protéines totales, nous nous sommes rendus compte que la variété QPM ou Musishi, comme le nom l'indique, semble la plus riche en protéine, $7,98 \pm 0,37\%$ pour 100 grammes.

La graine utilisée, suivie dans l'ordre décroissant des variétés Salongo et Mus (Mukendi sylvain) soit respectivement $6,5 \pm 0,26\%$ et $4,5 \pm 4,5\%$.

Selon ces résultats, nous pouvons croire que, bien qu'appartenant à une même espèce de Maïs (Zeamays), chacune de ces variétés possède sa propre hérédité régie par les espèces particulière d'ADN, ce dernier déterminant les espèces définies des protéines rencontrées dans les cellules. La variation du taux des protéines observées serait donc due à l'hérédité de chaque variété⁶. En outre, eu égard aux données bibliographiques et web graphiques qui nous présentent cette teneur en moyenne de 9,5 g% dans le maïs, nous avons remarqué que nos résultats concorderaient avec la valeur théorique de la concentration des protéines dans les graines de Maïs, car la moyenne obtenue pour ces trois variétés considérées se situe à $6,27\%$.

Prenant en compte la composition relative des protéines et des acides aminés essentiels, nous avons relevés qu'elle est aussi disparate pour chacun de ses acides aminés essentiels, soit :

1. Variété QPM ou Mudishi : Arg ($0,27 \pm 0,0012\%$) ; Hist ($0,08 \pm 0,004\%$), Met ($0,039 \pm 0,001\%$) Phe ($0,19 \pm 0,009\%$) ; Thr ($0,26 \pm 0,012\%$) ; Try ($0,05 \pm 0,002\%$), Val ($0,03 \pm 0,003\%$) ; Leu ($0,30 \pm 0,014$), Ile ($0,19 \pm 0,008$) ; Lys ($0,14 \pm 0,006$).

2. Variété Salngo: Arg ($0,22 \pm 0,008g\%$); Hist ($0,07 \pm 0,002g\%$); Leu ($0,024 \pm 0,009g\%$); Ile ($0,15 \pm 0,006g\%$), lys ($0,11 \pm 0,004g\%$); Met ($0,032 \pm 0,001g\%$); Phe ($0,16 \pm 0,006g\%$); Thr ($0,21 \pm 0,008g\%$); Try ($0,04 \pm 0,001g\%$); Val ($0,16 \pm 0,006g\%$)
3. Variété Mus: Arg ($0,14 \pm 0,0014g\%$); Hist ($0,014 \pm 0,004g\%$); Leu ($0,16 \pm 0,016g\%$); ile ($0,15 \pm 0,006g\%$), Lys ($0,11 \pm 0,004g\%$); met ($0,032 \pm 0,001g\%$); Phe ($0,10 \pm 0,011g\%$); Thr ($0,15 \pm 0,15g\%$); try ($0,03 \pm 0,003g\%$) val ($0,11 \pm 0,011g\%$)

Pour des raisons de commodité, nous nous limitons à un constat global pour tous les acides aminés essentiels. En effet, ayant déterminé les teneurs en ces acides aminés sur base des données bibliographiques, nous estimons que ces teneurs sont approximativement très acceptables et ainsi, les protéines que renferment les graines de ces céréales, peu importe la variété, seraient complètes et donc formées de tous acides aminés essentiels.

La variation du taux des acides aminés essentiels observé dans les variétés de Maïs étudiées peut-être reliée aux lois de l'hérédité, dans la mesure où la variation des espèces d'ADN impliquerait également celle du code génétique, ce dernier étant responsable de la nature des acides aminés intervenant dans la structure moléculaire des protéines⁷.

Enfin, le Maïs étant l'aliment de base dans notre milieu, son apport aux besoins protéiques de l'organisme est faible. En effet, 100g de farine de Maïs contenant en moyenne 6,27g des protéines, la consommation de cette quantité apporterait par exemple pour un adulte de 70Kg, une femme enceinte et une femme allaitante de

Même poids 8,95g%, 5,97g% et 3,38g% de protéines par jour respectivement l'apport protéine de cet aliment est minime⁸.

L'apport spécifique de trois variétés à l'étude se chiffrerait respectivement à 11,4% pour la variété Mus par 100g pour un adulte de 70g par exemple. Ainsi, cet apport demeure toujours minime.

5. CONCLUSION

Au terme de notre étude portant de la teneur en protéines et en acides aminés essentiels contenus dans les graines de trois variétés de Maïs (Zeamays) améliorées et cultivées dans notre province, nous avons abouti aux constats ci-après :

- ✓ De manière générale, la teneur en protéines est faible dans cette espèce végétale et se chiffre en moyenne à 6,27%. Ainsi l'apport du maïs en besoins protéiques journaliers de l'organisme est moindre.
- ✓ La variété QPM ou Mudishi aurait une teneur en protéine plus élevée ($7,98 \pm 0,37\%$). Elle est suivie de variété Salongo ($6,5 \pm 0,26\%$) et enfin la variété Mus ($4,35 \pm 0,44\%$).

Ces résultats nous poussent à conclure que cette variation du taux de protéines s'expliquerait en vertu de la variabilité biologique, chaque variété considérée ayant une partie de l'hérédité qui lui est particulière justifiant ainsi les différents taux des protéines et par conséquent, celui des acides aminés essentiels.

Ce point de vue trouverait sa justification en référence aux caractéristiques variétales, entre autre le couleur des graines ainsi que le rendement⁹.

6. BIBLIOGRAPHIE

1. DUFÉY. F. (1991), *Biologie générale*, 1^{er} graduat, inédit.
2. DUFÉY. F. (1988) *Biologie, Hérité et Evolution 6^{ème} année*, éd. CRP, Kin, P.145
3. Guide du vulgarisateur n°1. (1992), *Cultures vivrières*, projet PNUD/FAO/ZAI/88/006/
4. [\(2024\)](https://www.fao.org). *Connaissance de base en Alimentation-Nutrition*.
5. Ilunga Tshibemba A. (2008), *Variation des taux des protéines dans quelques variétés de soja au Kasai Oriental*, TFC/Biochimie- ISP/Mbuji-Mayi. Inédit.
6. Lehninger A.L. (1992), *Principe de biochimie* ; Flammarion, 2^e Edition, Paris, France.
7. NDIBUALONJI V. (2005), *Biochimie structurale et métabolique*, Inédit, UNILU.
8. Rottsard de Hertaing (I) et al. (1992), *comment bien se nourrir*, Kinshasa éd. Kangu Mayombe.
9. SCHWART. D. (1998), *Méthodes statistiques*, 7^{ème} édition.
10. Service national de semence (SENASA/Mbuji-Mayi), *catalogue variétal des cultures vivrières*.