

Influence du mode de séchage sur la valeur nutritive de poissons du lac Tanganyika: cas d'*Oreochromis tanganyicae* (ingege ou ikoke)

Vestine Ntakarutimana^{1,3}, Jonathan Niyukuri^{2,3,4}, Rénovat Kanyamuneza⁵

¹ Département de Chimie, Faculté des Sciences, B.P. 2700. Bujumbura, Burundi.

² Département des Sciences et Technologie Alimentaires (STA). Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI). Université du Burundi. B.P. 2940. Bujumbura, Burundi.

³ Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement, Université du Burundi.

⁴ Centre de Recherche en Sciences et Technologie des Aliments

⁵ Bureau Burundais de Normalisation et de Contrôle de la qualité (BBN) B.P 3535 Bujumbura, Burundi.

* Auteur de correspondance. E-mail: vestine.ntakarutimana@ub.edu.bi

Reçu: le 22 Septembre 2020

Accepté pour publication: le 03 Novembre 2020

Publié en ligne pour la première fois: le 18 Novembre 2020

Résumé

Dans le but de contribuer à l'amélioration de l'alimentation de la population burundaise, une étude a porté sur la détermination de l'impact de deux modes de séchage (au soleil et dans l'étuve) sur la valeur nutritive du poisson *Oreochromis tanganyicae*. Des teneurs en protéines, lipides et certains éléments minéraux (Ca, Mg, P, Fe, K et Na) ont été analysés chez les poissons séchés au soleil et d'autres dans l'étuve. Les résultats ont révélé que *Oreochromis tanganyicae* est très riche en protéines, en lipides et en calcium : les teneurs étaient respectivement de 56,75%, 19,70% et 43875 ppm pour la méthode de séchage à l'étuve et de 51,31%, 17,08% et 49827 ppm pour le séchage au soleil. Entre les deux modes de séchage, celui de l'étuve a montré des fortes teneurs en protéines et lipides tandis que celui au soleil a montré des fortes teneurs en sels minéraux. Ces résultats ont permis de conclure que cette espèce de poisson peut être utilisée pour améliorer la valeur nutritive des menus burundais et que ces deux modes de séchage peuvent être utilisés pour conserver les poissons.

Mots clés: *Oreochromis tanganyicae*, valeur nutritive, mode de séchage.

Abstract

In order to contribute improving the diet of the Burundian population, the study focused on determining the impact of drying modes (in the sun and in the oven) on the nutritional value of *Oreochromis tanganyicae*. The protein, oil contents and some mineral elements (Ca, Mg, P, Fe, K and Na) were analyzed in fishes dried in the sun and in those dried in the oven. The results revealed that *Oreochromis tanganyicae* is very rich in proteins, lipids and calcium: the contents were respectively 56.75%, 19.70% and 43875 ppm in fishes dried by oven mode while in those dried by sun mode were 51.31 %, 17.08% and 49827 ppm. Between the two drying modes, the oven one showed high contents of proteins and lipids while the sun mode showed high contents of minerals (P, Ca, Fe, Na, and Mg). These results allowed to conclude that this species of fish can be used to improve the nutritional value of burundian menus and those two modes of drying can be used to preserve fishes.

Keywords: *Oreochromis tanganyicae*, nutritive value, drying mode.

1. Introduction

La plupart de gens savent que toute personne a besoin de manger pour vivre et avoir de forces nécessaires pour travailler, mais tout le monde n'a pas de connaissances suffisantes sur comment bien manger et comment y parvenir avec des aliments disponibles. Dans le domaine de la nutrition, les problèmes qui préoccupent le monde actuel sont ceux de la disponibilité et de la qualité alimentaire.

Que l'approvisionnement alimentaire soit insuffisant ou abondant ; il est essentiel que les gens sachent utiliser au mieux leurs ressources afin de se procurer des aliments variés et de bonne qualité (FAO, 2005). Des éléments nutritifs doivent alors être apportés en quantité et en qualité nécessaires pour le besoin de l'organisme.

Par ailleurs, la faim et la malnutrition sont inacceptables dans un monde qui dispose à la fois des connaissances et des ressources voulues pour mettre fin à cette catastrophe humaine (FAO, 2000).

La déficience alimentaire, remarquée dans les pays en voie de développement comme le Burundi, est en grande partie due au manque de protéines de haute valeur biologique c'est-à-dire des protéines principalement d'origine animale (Kora, 1995).

Un des grands problèmes alimentaires des pays en voie de développement et en particulier ceux de l'Afrique subsaharienne provient de ce que la production agricole suffit à peine à donner un minimum d'énergie à chaque individu et cela du fait que l'accroissement de la population ne suit pas l'expansion démographique. La malnutrition a pour conséquence chez les enfants ayant un faible poids à la naissance de subir des retards de croissance et de souffrir des maladies pendant l'enfance, l'adolescence et l'âge adulte (Weber et al., 2015). La solution à ces problèmes est une bonne connaissance de base sur les besoins nutritionnels de l'homme et la satisfaction de ses besoins en fonction des ressources de l'environnement.

Au Burundi, nous avons la chance d'avoir le lac Tanganyika qui représente une ressource naturelle de grande importance en nutriments. Ce lac renferme de nombreuses espèces d'animaux, sources de protéines, de lipides et de sels minéraux qui pourraient combler les déficits calorifiques, protéiques et vitaminiques. De ces espèces d'animaux qu'abrite le lac Tanganyika, les poissons constituent la ressource alimentaire la plus importante susceptible de combler les déficits protéiques tout en sachant qu'il est souvent la seule source de protéines accessible pour les régions proches du lac Tanganyika dont la ville de Bujumbura (ACCT/CTA/GRET, 1993).

Plus de 1200 espèces d'organismes ont été trouvées dans le lac Tanganyika, ce qui le place en deuxième position quant à la diversité enregistrée dans tous les lacs du monde (Patterson et Makin, 1998). Parmi les poissons du lac Tanganyika, nous nous sommes intéressés à l'*Oreochromis tanganyicae* et avons voulu savoir si le mode de séchage a une influence sur la valeur nutritive de l'espèce étudiée. La connaissance de la composition chimique de cette espèce de poisson

(*Oreochromis tanganyicae*) constituerait un des moyens les plus efficaces pour lutter contre certaines maladies dues à la malnutrition. Le choix d'*Oreochromis tanganyicae* parmi les autres espèces du lac Tanganyika est dû au fait que cette espèce endémique est parmi les espèces les plus commercialisées dans les marchés de Bujumbura.

D'après Eccles (1992), avec une taille moyenne de 42,0 cm de longueur, *Oreochromis tanganyicae* peut avoir un poids moyen compris entre 350 g et 500 g. *Oreochromis tanganyicae* fait partie de la famille des Cichlidae; c'est une de nombreuses espèces regroupées sous le nom de TILAPIA. Le choix des nutriments analysés a été guidé par leurs importances physiologiques pour l'homme. Les poissons ont une teneur en protéines variant dans un intervalle de 16% à 21% pouvant atteindre une valeur minimale de 6% et une valeur maximale de 28% (FAO, 1999). Les protéines de ces poissons sont constituées par des acides aminés essentiels qui ont une très haute valeur biologique (tableau 1). Les lipides sont formés des acides gras condensés avec des alcools ou des amines. Ce sont des composés énergétiques puisque l'oxydation d'un gramme de lipides libère 38 kJ (environ 9 kcal) (Frenot et Vierling, 2001). Les lipides sont d'importants constituants du régime alimentaire, non seulement à cause de leur grande valeur énergétique, mais aussi à cause des vitamines liposolubles (vitamines A et D qui sont très nécessaires au cours de la croissance) et des acides gras essentiels contenus dans les graisses des aliments naturels (Domenjoud, 2011). Le tableau 1 montre le pourcentage d'acides aminés essentiels de différentes protéines animales

Tableau 1: Pourcentage d'acides aminés essentiels de différentes protéines animales selon FAO (1999).

| Acides aminés | Poisson | Lait | Bœuf | Oeuf |
|---------------------|---------|------|------|------|
| Lysine | 8,8 | 8,1 | 9,3 | 6,8 |
| Tryptophane | 1,0 | 1,6 | 1,1 | 1,9 |
| Histidine | 2,0 | 2,6 | 3,8 | 2,2 |
| Phénylalanine | 3,9 | 5,3 | 4,5 | 5,4 |
| Leucine | 8,4 | 0,2 | 8,2 | 8,4 |
| Isoleucine | 6,0 | 7,2 | 5,2 | 7,1 |
| Thréonine | 4,6 | 4,4 | 4,2 | 5,5 |
| Méthionine-cystéine | 4,0 | 4,3 | 2,9 | 3,3 |
| Valine | 6,0 | 7,6 | 5,0 | 8,1 |

La quantité de matières grasses contenues dans les régimes alimentaires est très variable. Elle varie entre 25 et 150 g /jour soit entre 10 et 50% des apports énergétiques totaux. Les graisses des poissons contiennent de 14 à 22 atomes de carbone tout en sachant que le 1/4 de leurs acides gras est constitué par des acides gras saturés, le reste par des acides gras insaturés ayant une à 7 doubles liaisons avec un grand nombre d'acide linoléique qui en contient trois (ACCT/CTA/GRET, 1993). Selon la façon dont ils stockent les lipides pour l'énergie, les poissons peuvent être classés en espèces maigres ou grasses.

Tableau 2: Résumé des principales caractéristiques des éléments minéraux étudiés (Harper/Murray et al., 1995).

| Eléments | Fonction | Métabolisme | Maladie ou symptômes dus à la déficience | Maladie ou symptômes dus à la toxicité |
|-----------|--|--|--|---|
| Ca | Constituant des os, des dents; régulation de la fonction nerveuse, de la fonction musculaire | L'absorption requiert la liaison du calcium à une protéine. Contrôlé par la vitamine D, l'hormone parathyroïdienne, la calcitonine, etc. | Enfant : rachitisme Adultes : ostéomalacie peut contribuer à l'ostéoporose | Apparaît avec l'absorption excessive due à l'hypervitaminose D ou avec l'hypercalcémie due à l'hyperparathyroïdisme ou l'hypercalcémie idiopathique |
| P | Constituant des os, des dents, de l'ATP, des intermédiaires métaboliques phosphorylés. Acides nucléiques | Contrôle de l'absorption inconnu (vitamine D) Niveaux sériques réglés par la réabsorption rénale | Enfant : rachitisme Adulte : ostéomalacie | Le rapport sérique faible Ca^{2+}/P_i stimule l'hyperthyroïdisme secondaire, peut conduire à la perte osseuse |
| Na | Cation principal dans le liquide extracellulaire. Contrôle le volume plasmatique, l'équilibre acido-basique, la fonction nerveuse et la fonction musculaire, Na^+ , K^+ , ATPase | Contrôlé par l'aldostérone | Inconnu dans une ration alimentaire normale ; secondaire à une blessure ou une maladie | Hypertension (chez les individus prédisposés) |
| K | Cation principal dans le liquide intracellulaire ; fonction nerveuse et fonction musculaire, Na^+ , K^+ ATPase | Aussi contrôlé par l'aldostérone | Se produit à la suite d'une maladie, d'une blessure ou d'une thérapie diurétique ; faiblesse musculaire, paralysie, confusion mentale. Rapport Na^+/K^+ faible peut prédisposer à l'hypertension | Arrêt cardiaque, ulcère du petit intestin |
| Mg | Constituant des os, des dents, cofacteur enzymatique (kinases, etc.) | | Secondaire à la malabsorption ou à la diarrhée, alcoolisme | Réduit les réflexes ostéotendineux et la respiration |
| Fe | Enzymes hémiques (hémoglobine, cytochrome, etc.) | Transporté sous forme de transferrine ; entreposé sous forme de ferritine ou hémosidérine | Anémie (hypochrome, microcytaire) | Sidérose ; hémochromatose héréditaire |

Les poissons maigres utilisent le foie comme réservoir d'énergie tandis que les poissons gras répartissent leurs lipides dans les cellules grasses à travers tout leur corps (FAO, 1999). La teneur des lipides dans les poissons varie entre 0,2% à 25% et peut atteindre une valeur maximale de 67%. Le pourcentage d'acides gras polyinsaturés est légèrement plus faible dans les lipides des poissons d'eau

douce (environ 70%) que dans les lipides des poissons d'eau de mer (environ 88%) (FAO, 1999). Dans les poissons marins, les acides linoléique et linoléique sont en faible quantité (environ 2% seulement des lipides totaux) si on compare à plusieurs huiles végétales. Cependant la composition des lipides n'est pas complètement fixe mais peut varier en fonction de la saison, du sexe et de l'alimentation. Les graisses

alimentaires servent de vecteur des provitamines et des vitamines liposolubles et fournissent les acides gras essentiels comme l'acide linoléique (Harper et al., 1995). Les minéraux sont des nutriments nécessaires à la fois pour des fonctions biochimiques et physiologiques. Les poissons en possèdent des teneurs importantes (tableau 3). Les éléments minéraux jouent donc des rôles protecteurs et régulateurs dans l'organisme. Les principaux éléments minéraux présents dans le corps humain sont: Ca, P, K, Na, Cl, S, Cu, Mg et Fe.

Le tableau 2 résume les principales caractéristiques des éléments minéraux étudiés, tandis que le tableau 3 donne les minéraux qu'on peut rencontrer dans le muscle de poisson ainsi que leurs teneurs moyennes.

laboratoire de Chimie agricole de l'ISABU.

Nous avons aussi effectué le séchage au soleil pendant une semaine des poissons vendus secs, en vérifiant le poids chaque jour pour se rendre compte qu'ils sont bien séchés.

Les objectifs de cette étude étaient de déterminer des teneurs en protéines, lipides et éléments minéraux (Ca, Mg, P, Fe, K et Na) de l'*Oreochromis tanganyicae* et d'étudier l'impact des modes de séchages (au soleil et dans l'étuve) sur la composition chimique de ce poisson afin que la population burundaise puisse en bénéficier dans l'amélioration de l'équilibre du régime alimentaire.

2.2. Méthodes

Nous avons déterminé la teneur en eau et la matière sèche par le mode de séchage à l'étuve réglée à 105°C pendant 24 heures jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

La quantité de la matière sèche (MS) exprimée en pourcentage est donnée par la relation :

$$MS (\%) = \frac{m_3}{m_1} \times 100\%$$

m_1 = masse de l'échantillon frais et m_3 = masse de l'échantillon sec

La teneur en eau (H) exprimée en pourcentage est donnée par la relation :

$$H (\%) = 100\% - MS (\%)$$

Nous avons dosé les protéines par la méthode de Kjeldahl qui détermine l'azote total contenu et la teneur en protéines est obtenue après multiplication d'un facteur de conversion (6,25) permettant de transformer la teneur en azote minéral en protéines (Multon, 1991 ; Gorden et al., 1996).

Le principe consiste à détruire la matière organique par l'acide sulfurique concentré à chaud en présence d'un catalyseur chimique et l'azote organique est alors converti en azote minéral sous forme de sulfate d'ammonium.

La quantité d'azote minéral exprimée en % est donnée par la relation :

$$\% N = \frac{(Y-B) \cdot f \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot 100 \cdot 0,014008 \cdot N}{P}$$

où :

Y = Volume (en ml) de H₂SO₄ 0,05N utilisé pour titrer l'échantillon

B = Volume (en ml) de H₂SO₄ 0,05N utilisé pour titrer le blanc

V₁ = Volume total du jauge (250ml)

V₂ = Volume de prise d'essai (25ml)

P = Poids de l'échantillon

f = Facteur correctif

N = Normalité de l'acide sulfurique

%N = Pourcentage en Azote.

Nous avons dosé les lipides par la méthode classique

Tableau 3: Quelques minéraux présents (en mg/100g) dans le muscle du poisson d'après (FAO, 1999).

| Eléments | Moyenne | Intervalle |
|-----------|---------|------------|
| Sodium | 72 | 30-134 |
| Potassium | 278 | 19-502 |
| Calcium | 79 | 19-881 |
| Magnésium | 38 | 4,5-452 |
| Phosphore | 190 | 68-550 |

2. Matériel et méthodes

2.1. Echantillonnage et préparation des échantillons

Une quantité de 443,6 g de poisson frais (*Oreochromis tanganyicae*: Ingege ou Ikoke) a été achetée au marché de la plage de Rumonge. Ces échantillons ont été transportés au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université du Burundi. Les poissons ont été lavés plusieurs fois à l'eau du robinet, la peau a été écaillée et enfin les poissons ont été rincés à l'eau distillée.

Les échantillons nettoyés ont été séchés à l'étuve (SE) préalablement réglée à 105°C, jusqu'à l'obtention d'une masse constante. Ces échantillons secs, ont été broyés dans un mortier et la poudre a été conservée dans des sachets fermés hermétiquement pour éviter tout contact avec l'air libre. C'est cette poudre qui a été utilisée pour les différentes analyses.

Les analyses ont été effectuées respectivement au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences et au laboratoire de Chimie agricole de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU).

La préparation des échantillons et la détermination de la teneur en eau ont été effectuées au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences tandis que les dosages des protéines, des lipides et des éléments minéraux ont été réalisés au

d'extraction continue au Soxhlet (Multon, 1991).

Après l'extraction, le ballon contenant les lipides et une petite quantité du solvant est mis au dessiccateur pour que le solvant soit évaporé, jusqu'à la masse constante (M₂).

La quantité de matières grasses (MG) exprimée en % est donnée par la relation :

$$M.G. = \left(\frac{M_2 - M_1}{X} \right) \times 100$$

M₁ : la masse (g) du ballon avant extraction

M₂ : la masse (g) du ballon après extraction

X : la masse (g) de la prise d'essai.

Nous avons dosé les éléments minéraux (Ca, Mg, K, Fe et Na) par la méthode de spectrométrie d'absorption atomique (SAA) (Multon, 1991).

3. Présentation et discussion des résultats

Les concentrations obtenues après analyse sont exprimées par rapport à la masse de la matière sèche et les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux 4, 5 et 6.

Tableau 4: Teneur (en) en eau, matière sèche, protéines et lipides de l'*Oreochromis tanganyicae*.

| Echantillon | MS (%) | H | Protéines | Lipides |
|-------------|--------|-------|-----------|---------|
| Poisson SE | 25,56 | 74,44 | 56,75 | 19,70 |
| Poisson SS | – | – | 51,31 | 17,08 |

SE= séchage à l'étuve; SS= séchage au soleil

Tableau 5: Teneur (en ppm) en éléments minéraux par rapport à la matière sèche.

| Echantillon | P | Fe | K | Na | Ca | Mg |
|-------------|-------|-------|------|------|-------|------|
| Poisson SE | 24325 | 51,5 | 8665 | 3213 | 43875 | 1573 |
| Poisson SS | 26543 | 137,7 | 7562 | 3866 | 49827 | 1579 |

Tableau 6: Teneur en protéines, matière grasse et éléments minéraux dans la matière fraîche.

| Echantillon | Poisson SE | Poisson SS |
|---------------|------------|------------|
| Protéines (g) | 14,50 | 13,11 |
| MG (g) | 5,03 | 4,36 |
| P (mg) | 621,74 | 678,43 |
| Fe (mg) | 1,31 | 3,52 |
| K (mg) | 221,47 | 193,28 |
| Na (mg) | 82,12 | 98,81 |
| Ca (mg) | 1121,44 | 1273,57 |
| Mg (mg) | 40,20 | 40,35 |

Pour la discussion et la comparaison des résultats avec des valeurs théoriques, nous avons exprimés nos résultats par rapport à la masse de la matière fraîche. La relation permettant de faire cette conversion est :

Résultats (%) sur la matière fraîche = résultats sur la matière sèche × matière sèche (%) / 100.

En effet, la teneur en eau pour l'*Oreochromis tanganyicae* est de 74,44%. En comparant nos résultats de la teneur en eau à ceux de la littérature qui, normalement, varient entre 66% et 81% selon (FAO, 1999), entre 66% et 84% selon ACCT/CTA/GRET (1993), mais aussi à ceux déjà analysés pour quelques espèces de poisson du lac Tanganyika : 75,7% et 76,3% respectivement pour *Bathybates fasciatus* (Bangabanga) et *Chrysichthys brachynema* (Ikibonde) (Bizimungu et Nibitanga, 2003) ; 78% pour *Stolothrissa* et 72% pour *Lates stappersi* (Sindayihebura, 1990) ; 74.5% et 77,7% respectivement pour *Limnothrissa miodon* et *Stolothrissa tanganyicae* selon Banzubaze (2001), nous pouvons affirmer que nos résultats de la teneur en eau pour l'espèce étudiée sont compatibles à ceux de la littérature. Cependant, cette espèce a une valeur légèrement inférieure à la moyenne générale qui est de 75%. Il a aussi été remarqué une diminution progressive du poids, ce qui nous a montré que les poissons vendus secs au marché contenaient encore une certaine quantité d'eau.

De ces résultats, nous tirons comme information que l'espèce étudiée est riche en eau, ce qui présente un risque d'altération élevé lors de la conservation.

En comparant les résultats du dosage des protéines pour l'espèce étudiée, à savoir 14,5% pour l'échantillon séché à l'étuve et 13,11% pour l'échantillon séché au soleil, nous constatons que nos résultats sont très proches des données de la littérature. En effet, la teneur en protéines de poissons en général varie de 15% et 25% (sur la matière fraîche) et celle des poissons consommés en Afrique à une moyenne de 18,6% (Agbessi et Damon, 1987), et selon (FAO, 1999), elle varie dans un intervalle normal de 16 % à 21%.

Le tableau 7 nous a permis de faire une comparaison de nos résultats à ceux des analyses déjà effectuées sur les poissons du lac Tanganyika. D'après ce tableau, nous constatons que l'espèce étudiée a une teneur en protéines inférieure à celle des autres espèces du lac Tanganyika déjà étudiées.

En comparant nos résultats de la teneur en protéines pour l'échantillon séché à l'étuve et l'échantillon séché au soleil, nous constatons que l'échantillon de poisson séché à l'étuve contient plus de protéines (56,75%) que l'échantillon de poisson séché au soleil (51,31%). Ce petit écart est dû à l'opération de séchage qui provoquerait la diminution de l'azote. De cela donc, nous remarquons qu'il y a une diminution élevée de l'azote lors du séchage au soleil que lors du séchage à l'étuve.

En général, nous pouvons dire que l'espèce étudiée est riche en protéines si nous la comparons avec les autres aliments.

Il est donc très important de consommer cette espèce d'autant plus que les protéines d'origine animale fournissent des acides aminés essentiels.

Tableau 7: Comparaison de nos résultats sur la teneur (en % par rapport à la M.S) en protéines avec ceux des espèces déjà analysées.

| Espèces | Teneur en protéines | Sources |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Oreochromis tanganicae</i> SE | 56,75 | Notre étude |
| <i>Oreochromis tanganicae</i> SS | 51,31 | |
| <i>Bathybates fasciatus</i> | 76,02 | Bizimungu et |
| <i>Chrysichthys brachynema</i> | 68,63 | Nibitanga, 2003 |
| <i>Lates stappersi</i> | 77,00 | Deelstra, 1972 |
| <i>Lates stappersi</i> | 71,37 | Ndikumana et |
| <i>Lates stappersi</i> | | Budigi, 1979 |
| | 69,70 | Sindayihebura, 1990 |
| <i>Stolothrissa tanganicae</i> | 69,70 | Deelstra, 1972 |
| <i>Stolothrissa tanganicae</i> | 73,00 | Sindayihebura, 1990 |
| <i>Stolothrissa tanganicae</i> | 65,56 | Banzubaze, 2001 |
| <i>Limnothrissa miodon</i> | 63,30 | Deelstra, 1972 |
| <i>Limnothrissa miodon</i> | 62,35 | Banzubaze, 2001 |

Les résultats des matières grasses que nous avons trouvés lors des analyses nous ont permis de constater que les échantillons d'*Oreochromis tanganicae* qui ont subi le séchage à l'étuve contiennent plus de lipides (19,7%) que ceux qui ont subi le séchage au soleil (17,08%). Il apparaît donc une variation de la teneur en matières grasses suivant le mode de séchage. Ces résultats montrent que le séchage à l'étuve conserve mieux les lipides.

La composition chimique du poisson est très variable et les écarts les plus importants concernent les matières grasses. Les poissons maigres ont moins de 3% de matière grasse alors que les poissons gras ont plus de 3% de matières grasses (ACCT/CTA/GRET, 1993) ; Ce qui prouve que les résultats trouvés pour notre étude concordent avec ceux de la littérature (teneur en lipides des poissons compris entre 0,2 et 25% selon (FAO, 1999)) et permettent de classer l'espèce parmi les poissons gras avec sa teneur de 5,03% en matières grasses. Malgré que le poisson soit un produit lipidique, il demeure avant tout un aliment protidique et la variation en graisses s'effectue principalement aux dépens de l'eau sans affecter notablement les protides. Il faut signaler donc l'indépendance des teneurs lipidiques et protidiques puisque la variation de l'un n'entraîne pas nécessairement celle de l'autre. Le tableau 8 nous permet de faire la comparaison de nos résultats en matières grasses avec ceux des espèces du lac Tanganyika déjà étudiées. La comparaison de la teneur en lipides d'*Oreochromis tanganicae* avec celle de *Stolothrissa tanganicae*, *Limnothrissa miodon*, *Lates stappersi* essentiellement consommés au Burundi et avec celle de *Bathybates fasciatus* et *Chrysichthys brachynema*, montre que cette espèce a une teneur en matières grasses supérieure à certaines espèces et inférieure à d'autres (tableau 8).

L'espèce étudiée peut jouer un grand rôle dans l'alimentation, du fait qu'elle a une quantité de matières grasses non négligeable ; ces dernières sont des sources énergétiques importantes puisqu'elles fournissent plus du double pour le même poids des glucides (1g de matières grasses fournit 9 kcal (Frenot et Vierling, 2001)). Aussi, il est connu que les matières grasses de poisson sont de bonne qualité c'est-à-dire qu'elles contiennent des acides gras essentiels. Nous constatons que dans chaque prise d'essai de 5g de notre échantillon il y a environ 1g de matières grasses ; puisque dans 100g il y a 19,7g de matières grasses.

Si nous comparons la teneur en matières grasses d'*Oreochromis tanganicae* avec celle des autres aliments, nous constatons que cette espèce constitue une source non négligeable en lipides d'origine animale d'autant plus que dans notre pays, les lipides proviennent, en grande quantité, du règne végétal. Pour l'analyse de la teneur en éléments minéraux, les résultats sont exprimés en ppm par rapport au poids sec comme le montre le tableau 5.

Tableau 8: comparaison de nos résultats sur les matières grasses (M.G en % par rapport au poids sec) avec ceux des espèces déjà analysées.

| Espèces | M.G (%) | Sources |
|-------------------------------------|---------|---------------------------|
| <i>Oreochromis tanganicae</i> (SE) | 19,70 | Notre étude |
| <i>Oreochromis tanganicae</i> (SS) | 17,08 | Notre étude |
| <i>Bathybates fasciatus</i> (SE) | 18,76 | Bizimungu, 2003 |
| <i>Chrysichthys brachynema</i> (SE) | 23,3 | Bizimungu, 2003 |
| <i>Stolothrissa tanganicae</i> (SS) | 19,55 | Banzubaze, 2001 |
| <i>Stolothrissa tanganicae</i> (SS) | 6,25 | Deelstra et al, 1974 |
| <i>Stolothrissa tanganicae</i> (SE) | 22,66 | Banzubaze, 2001 |
| <i>Limnothrissa miodon</i> (SE) | 22,7 | Banzubaze, 2001 |
| <i>Limnothrissa miodon</i> (SS) | 21,8 | Banzubaze, 2001 |
| <i>Limnothrissa miodon</i> (SS) | 8,20 | Deelstra et al 1974 |
| <i>Lates stappersi</i> (S&F) | 12,89 | Ndikumana et Budigi, 1979 |
| <i>Lates stappersi</i> (SS) | 17,1 | Sindayihebura, 1990 |
| <i>Lates stappersi</i> (SS) | 19,2 | Sindayihebura, 1990 |
| <i>Lates stappersi</i> (SS) | 4,7 | Deelstra Et Al, 1974 |

SE = séchage à l'étuve; SS = séchage au soleil; S&F = séché et fumé.

D'après nos résultats, les valeurs trouvées sont en accord avec les données de la littérature (tableau 3) et nous font constater que l'espèce étudiée est riche en éléments minéraux. En effet, ces résultats sont élevés par rapport à la moyenne mais restent dans l'intervalle prévu sauf pour le phosphore et le calcium dont les teneurs excèdent l'intervalle. Les résultats (en Ca et en P) montrent que l'espèce étudiée a un système osseux très développé.

Nous constatons aussi que l'échantillon séché au soleil contient des teneurs un peu élevées en sels minéraux que ceux de l'échantillon séché à l'étuve à l'exception du

potassium. De cela donc, il ressort que le mode de séchage a une influence sur la composition élémentaire.

Les tableaux 9 et 10 comprennent les teneurs en sels minéraux d'autres poissons du lac Tanganyika et nous permettent de faire la comparaison de nos résultats à ceux de la littérature.

Comparés aux résultats trouvés pour la teneur en calcium des autres espèces du lac Tanganyika déjà étudiées que nous avons citées, nous constatons que l'espèce étudiée est plus riche en calcium que certains de ces espèces comme le *Bathybates fasciatus* avec 55724 ppm et *Chrysichthys brachynema* avec 58961 ppm selon Bizimungu et Nibitanga (2003).

Les écarts observés pour les teneurs en calcium des espèces de poisson seraient expliqués par le fait que leurs systèmes osseux ne sont pas développés de la même manière tout en sachant que le système osseux du poisson est riche en éléments minéraux spécialement en calcium alors que nos analyses ont été portées sur les échantillons de poissons broyés avec tout leur système osseux. Nous pouvons tirer comme information que plus l'espèce de poisson a un système osseux développé, plus elle est riche en calcium. Le dosage en magnésium dans les deux échantillons a révélé que les teneurs dans l'échantillon séché à l'étuve (1573 ppm) et dans l'échantillon séché au soleil (1579 ppm) sont très proches: ce qui veut dire que le mode de séchage n'a pas d'impact sur la teneur en magnésium. Les teneurs de 2164,0 ppm et 1788,7 ppm respectivement pour *Bathybates fasciatus* et *Chrysichthys brachynema* de Bizimungu et Nibitanga (2003) (tableau 9) sont très inférieures à celles de Banzubaze (2001) avec 77434 ppm pour *Limnothrissa miodon* séché à l'étuve. Les résultats du dosage de phosphore sont un peu différents pour les deux échantillons ; 24324 ppm pour l'échantillon séché à l'étuve et 26543 ppm pour l'échantillon séché au soleil. *Lates stappersi* étudié par Deelstra (1972) a une teneur en phosphore légèrement supérieure à celle trouvée dans notre analyse. Les différences de la teneur en phosphore observées, pourraient être dues à la composition des eaux dans lesquelles vivent ces espèces de poissons mais aussi au système osseux du poisson.

Nos résultats d'analyse montrent que le fer est en quantité non négligeable dans l'échantillon séché au soleil (137,7 ppm) qui est plus du double de la teneur en fer de l'échantillon séché à l'étuve (51,5 ppm). Ceci prouve l'influence du mode de séchage sur la composition en fer. Les résultats trouvés lors de l'analyse du sodium et du potassium sont comparables aux données de la littérature (tableau 9).

En effet, en comparant nos résultats à ceux d'autres espèces

de poissons déjà étudiées, la teneur en sodium de l'espèce étudiée est proche de celle de certaines espèces tels *Lates stappersi* (Deelstra, 1972) et *Chrysichthys brachynema* (Bizimungu et Nibitanga, 2003) mais supérieure à celle des autres. Mais la teneur en potassium est inférieure (vaut environ la moitié) à celle d'autres espèces étudiées sauf pour le *Stolothrissa tanganyicae* séché à l'étuve.

De ces résultats, nous remarquons que les valeurs obtenues pour les protéines, les lipides, l'eau et les sels minéraux sont comparables à celles de la littérature. En se basant sur les tables des besoins quotidiens en protéines, en lipides et en sels minéraux et se servant des résultats obtenus au cours de nos analyses, nous avons calculé les quantités de poissons qu'il faudrait consommer par jour pour satisfaire aux besoins de l'organisme (tableau 10). Dans ce tableau, nous nous sommes intéressés aux catégories de personnes (les femmes enceintes, les femmes allaitantes, les personnes âgées, et les jeunes enfants) qui nécessitent une plus grande quantité de nutriments spécifiques que les autres pour assurer un bon fonctionnement de l'organisme. Signalons que dans nos analyses, nous ne nous sommes pas intéressés au dosage des glucides du fait que ces derniers sont en quantités négligeables dans les poissons (ACCT/CTA/GRET, 1993). Pour cela, la consommation du poisson demanderait un accompagnement d'un autre aliment riche en glucides. Ces calculs nous donnent une idée plus précise de la valeur nutritive d'*Oreochromis tanganyicae* et nous montre que cette espèce constitue une bonne source de protéines, de phosphore et de calcium. Les quantités qu'il faut consommer pour satisfaire aux besoins quotidiens en ces nutriments ne sont pas élevées et peuvent être prises facilement. Ces calculs nous montrent aussi que l'espèce étudiée constitue une bonne source de fer pour la majorité des catégories de personnes (enfant de 1 à 3 ans, hommes adultes, femmes allaitantes, personnes âgées > 75 ans) lorsqu'elle est séchée au soleil sauf pour le cas d'une femme enceinte qui demanderait un supplément en fer, en provenance d'un autre aliment, pour satisfaire son besoin élevé en cet élément.

Par contre, les quantités qu'il faut consommer pour satisfaire aux besoins en lipides et en magnésium pour toutes les catégories de personnes sont élevées et donc difficiles à consommer quotidiennement. Ceci nous fait constater que bien que cette espèce appartienne aux poissons gras, elle ne satisfait pas facilement aux besoins quotidiens de l'organisme humain en lipides et magnésium. Sachant que les protéines sont indispensables à la croissance et que les résultats montrent des valeurs élevées en protéines dans l'espèce étudiée, la consommation régulière d'*Oreochromis tanganyicae* serait bénéfique pour les enfants.

Tableau 9: Composition minérale de quelques autres espèces de poisson du lac Tanganyika (ppm).

| Espèces | Fe ²⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | P | Sources |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------|-----------------|
| <i>Lates stappersi</i> (NAA) | 208 | 25260 | 2100 | 15640 | 3900 | - | Deelstra,1972 |
| <i>Lates stappersi</i> (F&S) | 126 | 33070 | 1770 | 14000 | 3690 | 28600 | |
| <i>Stolothrissa tanganyicae</i> (SE) | 64,325 | 182,05 | 521,01 | 133,08 | 135,02 | - | Banzubaze, 2001 |
| <i>Stolothrissa tanganyicae</i> (ST) | 642,31 | 2806,7 | 34 145 | 13159 | 776 | - | |
| <i>Limnothrissa miodon</i> (SE) | 197,20 | 11363 | 77 434 | 9955,8 | 576,7 | - | Banzubaze, 2001 |
| <i>Limnothrissa miodon</i> (ST) | 295,77 | 16083 | 16 146 | 12 955 | 246,2 | - | |
| <i>Bathybates fasciatus</i> | 2095,2 | 55724 | 2164,0 | 16563 | 4383,9 | 31614,78 | Bizimungu, 2003 |
| <i>Chrysichthys brachynema</i> | 2700,6 | 58961 | 1788,7 | 13278 | 4095,1 | 39299,74 | Bizimungu, 2003 |
| <i>Oreochromis tanganyicae</i> (SE) | 51,5 | 43875 | 1 573 | 8665 | 3213 | 24325 | Notre Etude |
| <i>Oreochromis tanganyicae</i> (SS) | 137,7 | 49827 | 1 579 | 7562 | 3866 | 26543 | Notre Etude |

Tableau 10: calculs estimatifs de la quantité de poissons nécessaire qu'il faudrait consommer pour satisfaire aux besoins journaliers.

| Tranche d'âge | Quantité de poissons nécessaire à consommer pour satisfaire aux besoins quotidiens (g) | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|--------|---------|--------|-----------|--------|--------|--------|---------|-------|-----------|--------|
| | Protéines | | Lipides | | Phosphore | | Fer | | Calcium | | Magnésium | |
| | PSE | PSS | PSE | PSS | PSE | PSS | PSE | PSS | PSE | PSS | PSE | PSS |
| Enfant de 1-3 ans | 179,31 | 198,32 | 843,99 | 963,30 | 57,90 | 53,06 | 534,35 | 198,86 | 44,54 | 39,26 | 199,00 | 198,26 |
| Adolescent de 13-15 ans | 441,37 | 488,17 | 1451,3 | 1674,3 | 133,49 | 122,34 | 992,36 | 369,31 | 10,70 | 9,42 | 1019,9 | 1016,9 |
| Homme adulte (18-60 ans) | 393,10 | 434,78 | 1650,1 | 1903,7 | 120,62 | 110,55 | 687,02 | 255,68 | 80,25 | 70,66 | 1044,8 | 1040,9 |
| Femme enceinte | 379,31 | 419,52 | 1292,2 | 1490,8 | 128,67 | 117,91 | 2290,1 | 852,27 | 89,17 | 78,51 | 995,02 | 991,32 |
| Femme allaitante | 468,96 | 518,68 | 1451,3 | 1674,3 | 136,71 | 125,28 | 763,35 | 284,09 | 89,17 | 78,51 | 970,14 | 966,54 |
| Person âgée (> 75ans) | - | - | - | - | 128,68 | 117,91 | 763,35 | 284,09 | 107,00 | 94,22 | 995,02 | 991,32 |

PSE : Poisson séché à l'étuve. PSS : poisson séché au soleil.

Ces calculs nous montrent aussi que l'espèce étudiée constitue une bonne source de fer pour la majorité des catégories de personnes (enfant de 1 à 3 ans, hommes adultes, femmes allaitantes, personnes âgées > 75 ans) lorsqu'elle est séchée au soleil sauf pour le cas d'une femme enceinte qui demanderait un supplément en fer, en provenance d'un autre aliment, pour satisfaire son besoin élevé en cet élément. Par contre, les quantités qu'il faut consommer pour satisfaire aux besoins en lipides et en magnésium pour toutes les catégories de personnes sont élevées et donc difficiles à consommer quotidiennement. Ceci nous fait constater que bien que cette espèce appartienne aux poissons gras, elle ne satisfait pas facilement aux besoins quotidiens de l'organisme humain en lipides et magnésium sachant que les protéines sont indispensables à la croissance et que les résultats montrent des valeurs élevées en protéines dans l'espèce étudiée, la consommation régulière d'*Oreochromis tanganyicae* serait bénéfique pour les enfants. Les résultats montrent des teneurs en macroéléments notamment en calcium et en phosphore élevées ; cela nous prouve quelle quantité consommée de cette espèce de poisson limiterait la prévalence du rachitisme chez les enfants et l'ostéomalacie chez les adultes qui sont causés par la carence en ces éléments.

4. Conclusions

Le but de notre travail était de déterminer l'influence du mode de séchage sur la valeur nutritive dans l'espèce de poisson endémique du lac Tanganyika: « *Oreochromis tanganyicae* » ainsi que sa contribution à la valeur nutritive des aliments. Les résultats de nos analyses nous ont montré que l'échantillon de poisson séché à l'étuve est riche en protéines, lipides et en phosphore plus que l'échantillon de poisson séché au soleil.

Quant à l'analyse des éléments minéraux, les résultats ont montré que l'échantillon de poisson qui a subi le séchage au soleil a fourni des quantités un peu élevées en sels minéraux que celles fournies par l'échantillon qui a subi le séchage à l'étuve sauf pour le phosphore qui en fait l'exception.

Nous concluons donc que les deux modes de séchage appliqués à l'espèce étudiée sont tous acceptables et meilleurs ; du fait que les résultats de l'analyse dans les deux modes de séchage sont en accord avec ceux de la littérature mais aussi du fait que les écarts sont légers quand on compare les résultats de ces deux modes de séchage.

Nous conseillons donc aux consommateurs de se servir du mode de séchage qui leur est disponible et qui leur demanderait peu de moyens car ils donnent tous de bons résultats. Néanmoins, pour le fer, l'application du séchage au

soleil serait le mieux indiqué parce que c'est le mode de séchage qui a donné les meilleurs résultats pour le fer.

Sur le plan alimentaire, nous avons constaté que cette espèce de poisson est nutritive. En effet, 500 g d'*Oreochromis tanganyicae* peuvent couvrir les besoins nutritionnels journaliers de l'homme en protéines, en phosphore, en fer, en sodium, et en potassium; 150 g seulement couvrent les besoins nutritionnels journaliers en phosphore et en calcium, ce qui montre que cette espèce est riche en phosphore et en calcium. Cela constituerait donc un atout pour l'homme qui consomme ce poisson sachant que tout être vivant a besoin de calcium à tout âge et surtout à l'âge avancé. Bien que nous ayons constaté que les quantités de lipides nécessaires, qu'il faut consommer par jour pour couvrir les besoins nutritionnels, soient élevées (plus de 1000 g de l'espèce étudiée); la consommation du poisson est à encourager du fait que les graisses animales sont d'une bonne qualité alimentaire, donc contiennent des acides gras polyinsaturés. Les résultats obtenus pourraient sans doute fournir une information importante aux consommateurs et aux nutritionnistes sur l'influence du mode de séchage sur la valeur nutritive d'*Oreochromis tanganyicae*.

Références

- [1]. ACCT/CTA/GRET, 1993 : Conserver et transformer le poisson. Guide technique et méthodologique. Collection Le point sur les technologies, GRET, Paris, 286p.
- [2]. Agbessi Dos-Santos et Damon M. ; 1987 : Manuel de nutrition africaine, édition KARTHALA, Paris, 311p.
- [3] Banzubaze E.; 2001: Contribution à l'étude de la valeur nutritive dans les différentes espèces de poissons du Burundi, cas de : *Stolothrissa tanganyicae* : NDAGALA et de *Limnothrissa miodon* : LUMPU, Mémoire, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Bujumbura, 44p.
- [4] Bizimungu D. et Nibitanga N., 2003 : Contribution à l'étude de la valeur nutritive dans les différentes espèces de poissons endémiques du lac Tanganyika cas de : *Bathybates fasciatus* et *Chrysichthys brachyenia*, Mémoire, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Bujumbura, 71p.
- [5] Deelstra H. ; 1972 : Revue universitaire du Burundi, Vol1 (3^e trimestre n°2); contribution à l'étude de la composition en acides gras des poissons du lac Tanganyika, p 39-49.
- [6] Domenjoud L.; 2011: Biochimie de Harper. Traduction de la 28^{ème} édition américaine. 693p.
- [7] Eccles D. H.; 1992: Field guide to the freshwater fishes of Tanzania. Prepared and published with the support of the United Nations development Programme (Project URT/87/016). FAO, Rome. 145p. (Disponible sur <http://www.fao.org/docrep/010/t0605e/t0605e00.HTM>)
- [8] FAO; 1999: La qualité et son évolution dans le poisson frais. Document technique sur les pêches. Rome, 348p. (Disponible sur www.fao.org/3/a-v7180f/v7180f05)
- [9] FAO ; 2000 : L'insécurité alimentaire : la faim au quotidien et la crainte permanente de la famine, Rome, 31p.
- [10] FAO ; 2005 : Guide de nutrition familiale, Rome, 121p.
- [11] Frenot M. & Vierling E. ; 2001 : Biochimie des aliments-Diététique du sujet bien portant. Série sciences des aliments. 2^{ème} édition, doin éditeurs, France 297p.
- [12] Gorden B. ; Multon J.L. ; Bourgois C. ; Bricout J.et Colonna P. ; 1996 : Protéines végétales, 2^{ème} édition, revue et augmentée. Collection Sciences et Techniques Agro-alimentaires, Paris, 666p
- [13] Harper H. A, Murray R.K. ; Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell, V. W.;1995: Précis de biochimie de Harpel, 23^{ème} édition -Paris ; Bruxelles : De Boeck Université, les presses de l'université de Laval, Québec, 919p.
- [14]Kora G. ; 1995 : Manuel burundais de nutrition à l'usage du personnel de santé, L.M.T.C., Bujumbura, p. 202
- [15] Multon J.L., 1991 : Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Volume 4, Lavoisier-Tec et DCO ; Paris, 476p.
- [16] Ndikumana J. et Budigi A.; 1979 : Contribution à l'étude de la valeur nutritive d'un *Luciolates* (Mukeke) Salé-séché-fumé du lac Tanganyika par sa composition chimique, Mémoire, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Bujumbura, 182p.
- [17] Patterson G. et Makin J. ; 1998 : L'état de la biodiversité du lac Tanganyika, un examen de la littérature (P.B.L.T), p.144.
- [18] Sindayihebura A. ; 1990 : analyse comparative de la quantité des produits séchés au soleil et par les séchoirs solaires améliorés au CRUEA, Mémoire, Université du Burundi, Bujumbura, 36p.
- [19] Weber M, Ayoubi J.M., Picone O.; 2015: Nutrition de la femme enceinte : conséquences sur la croissance fœtale et le développement de maladies à l'âge adulte. Archives de Pédiatrie, 22, 116-118.