

Dosage des protéines et des glucides dans les fruits et dans les feuilles de cinq cultivars de gombo (*Abelmoschus esculentus L.*) cultivés au Burundi

Vestine Ntakarutimana^{1,2}, Sylvère Ndikumana¹, Jean Chrysostome Ndamaniha^{1,2}, Libérata Nizigiyimana^{1,2}, Pierre Claver Mpawenayo^{1,2}, Jacques Nkengurutse^{2,3}

¹ Département de Chimie, Faculté des Sciences, B.P. 2700. Bujumbura, Burundi. E-mail: vestine.ntakarutimana@ub.edu.bi

² Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement, Université du Burundi.

³ Département de Biologie, Faculté des Sciences, B.P. 2700. Bujumbura, Burundi.

Reçu: le 12 octobre 2021

Accepté pour publication: le 10 novembre 2021

Publié en ligne pour la première fois: le 31 novembre 2021

Résumé

Le dosage des protéines et des glucides dans les feuilles et fruits du gombo a été réalisé dans cinq des cultivars introduits au Burundi. Les paramètres biochimiques ont été déterminés par la méthode de Kjeldhal pour les protéines, par la méthode titrimétrique de Luff-Schoorl pour les sucres totaux et les sucres réducteurs. Les résultats révèlent que les feuilles du cultivar G2 sont plus riches en protéines (19,6 %) tandis qu'une forte teneur se retrouve dans les fruits du cultivar G14 (12,4%). Les teneurs en sucres réducteurs sont plus faibles dans les feuilles que dans les fruits. En effet, les teneurs plus élevées sont enregistrées dans les feuilles du cultivar G10 (1,2%) et dans les fruits du cultivar G1 (2,6 %). Les sucres totaux sont relativement élevés dans les feuilles du cultivar G10 (3,8%) et faibles dans le cultivar G13 (1,2%). Dans les fruits, les sucres totaux se retrouvent en quantité élevée dans le cultivar G1 (4,5%) alors que la faible valeur est notée pour le cultivar G2 (2,7%). Les résultats montrent que les fruits sont riches en glucides alors que les protéines se retrouvent plus dans les feuilles.

Mots clés: Burundi, gombo, cultivar, sucres réducteurs, sucres totaux, protéines.

Abstract

The determination of proteins and carbohydrates in okra leaves and fruits were carried out on five of all cultivars introduced in Burundi. Biochemical parameters were assessed using Kjeldhal method for proteins and Luff-Schoorl titrimetric method for total and reducing sugars. The results reveal that the leaves of cultivar G2 are richer in protein (19.6%) while the high content fruit's protein is found in cultivar G14 (12.4%). Reducing sugars contents are lower in leaves than in fruits. Indeed, the highest contents are found in the leaves of cultivar G10 (1.2%) and in the fruits of cultivar G1 (2.6%). Total sugars are relatively high in leaves of cultivar G10 (3.8%) and low in cultivar G13 (1.2%). In fruits, total sugars are high in cultivar G1 (4.5%) while the low value is found in cultivar G2 (2.7%). The results revealed that fruits are rich in carbohydrates while leaves are protein's source.

Key words: Burundi, okra, cultivar, reducing sugar, total sugars, proteins

1. Introduction

Le gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) appelé Umurenda (en Kirundi), est une plante légumière cultivée dans la plupart des pays des régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes d'Afrique, d'Amérique et d'Asie. C'est une plante exceptionnelle et originale car toutes ses parties (racines, tige, feuilles, fruits, graines) sont valorisables sur les plans alimentaire, médicinal, artisanal et même industriel (Marius et al., 1997). En effet, classé parmi les légumes, le gombo est une plante fournissant des produits à valeur nutritionnelle appréciable dépassant même celle de la tomate (Hamon & Charrier, 1997). Ses fortes teneurs en glucides, protéines, vitamines A et C, en fer, phosphore, potassium et magnésium ont été démontrées par Nzikou et al. (2002). Après le pressage des graines, le tourteau contient 30% de protéines (Marius et al., 1997). De même, ses vertus thérapeutiques ont été argumentées par Nacoulma (1996). Les graines torréfiées de gombo sont employées dans certaines régions du Nigeria comme substitut du café (Siemonsma & Hamon, 2004). Ses potentiels effets antidiabétique, antihyperlipidémique, hypoglycémique et les propriétés antioxydantes ont été rapportés (Sabitha et al., 2012). Selon Sawadogo et al. (2009), le gombo est une source de revenus substantiels aux producteurs et maraîchers. Au Burundi, la culture et la commercialisation du gombo sont récentes. Les premiers champs de gombo dateraient des années 1995 (Nkengurutse et al., 2018). Le gombo n'était pas connu du grand public burundais et la quasi-totalité de la production était alors réservée à l'exportation et le reste était acheté par les étrangers vivant au Burundi notamment les Ouest-africains. Jusqu'aujourd'hui, le gombo reste moins connu particulièrement des milieux ruraux et sa consommation par les burundais semble encore moins importante. De la même manière, peu de documentation est disponible sur cette culture au Burundi. Seule la publication de Nkengurutse et al. (2018) sur la caractérisation de quelques cultivars de gombo cultivés au Burundi se consacre entièrement sur le gombo. Le guide de formation sur les principes de production et protection intégrées et de la méthodologie de champ école paysan publié par FAO en 2014 (FAO, 2014) présente le gombo dans un ensemble d'autres cultures maraîchères du pays. Il importe de préciser que le gombo ne fait pas partie du catalogue des variétés végétales de diverses cultures homologuées au Burundi (ONCSS, 2016). Par ailleurs, aucune documentation ne précise l'origine des semences et les variétés de gombo qui existent au Burundi. Selon les investigations faites par Nkengurutse et al. (2018), les différentes semences qui existent au Burundi auraient plusieurs origines. Elles auraient été introduites par des expatriés dont le gombo constitue un légume de premier plan. Il viendrait également des burundais ou des expatriés rentrant d'un séjour à l'étranger. Toutefois, l'ISABU aurait diffusé une variété Clemson Spineless issue d'un don de germoplasme d'une dizaine de variétés de gombo venu d'AVRDC (Asian Vegetable Research Development Center) via sa branche basée à Arusha en Tanzanie en 2008 (FAO,

2014). De tout ce qui précède, des travaux de recherche sur la diversité génétique du gombo et conséquemment sur la diversité de leur composition chimique sont pertinents. Ils contribueraient à la définition et à la proposition des variétés plus intéressantes notamment pour leur rendement agronomique et leur apport nutritionnel. C'est ainsi qu'un projet de recherche sur le rendement et les vertus nutritionnelles des organes de gombo cultivé au Burundi a été réalisée par le Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement (CRSNE) de l'Université du Burundi. Le premier volet de l'étude a évalué les performances agronomiques des différents cultivars qu'on retrouve au Burundi (Bujumbura et ses environs) (données non encore publiées). Le second aspect d'étude qui constitue matière de cet article, s'est consacré à la qualité nutritionnelle du gombo des cultivars de gombo consommés au Burundi. De façon spécifique, la présente étude se focalise sur la teneur en protéines et en glucides des fruits et des feuilles de cinq cultivars. La comparaison des teneurs de ces biomolécules dans les feuilles et fruits sera effectuée pour déterminer la partie de la plante la plus riche. Le choix des cultivars a été guidé par les performances révélées dans le premier aspect d'étude. A notre connaissance, aucune étude de la qualité nutritionnelle du gombo cultivé au Burundi n'avait été entreprise.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Choix de cultivars

Les semences de graines de gombo utilisées dans la présente étude ont été récoltées dans différents sites de la ville de Bujumbura et ses environs. La collecte visait la capture de toute diversité génétique du gombo cultivé au Burundi sur base des caractères morphologiques dont la couleur et la taille des organes ainsi que le niveau de ramification des plants, etc. Sur cette base, 24 cultivars potentiellement différents ont été rassemblés. Nous les annotons G, pour signifier génotypes : de G1 à G24. Les semences de ces cultivars ont fait objet d'une caractérisation de leur potentiel de croissance et du rendement (résultats non encore publiés). Pour la présente étude, cinq cultivars (G1, G2, G10, G13 et G14) ont fait objet de caractérisation biochimique. Ils ont été choisis pour leur précocité de production et leur rendement agricole (inédits).

2.2. Conduite de la culture des graines de gombo

Sur un terrain d'expérimentation de 7 m sur 7 m, le sol a été labouré manuellement. Le semis a été effectué en janvier 2020 dans des poquets enrichis avec le fumier naturel des chèvres. La distance entre les poquets est de 50 cm. Un entretien et un sarclage réguliers et mensuels du champ ont été assurés. Aucun traitement phytosanitaire ou arrosage n'ont été apporté au champ. Durant la conduite de la culture, un ramassage quotidien des escargots qui avaient attaqué le gombo a été effectué. La culture du gombo a été réalisée dans un champ d'expérimentation du Campus Mutanga, Faculté des Sciences de l'Université du Burundi.

2.3. Préparation des échantillons pour les analyses chimiques

La récolte des fruits de gombo a été effectuée à la maturité de consommation tandis que la récolte des feuilles a concerné les quatre jeunes feuilles terminales. Ainsi les échantillons faits de fruits et de feuilles ont été acheminés avec précaution au laboratoire du Département de Chimie de l'Université du Burundi pour le séchage et le broyage avant les analyses au laboratoire de l'ISABU.

La figure 1 montre un plant de gombo dans le champ expérimental avec les feuilles et les fruits qui ont fait objet d'analyse chimique.



Figure 1: Plant de gombo dans le champ expérimental.

2.5. Détermination de la matière sèche

La détermination de la matière sèche a été réalisée à l'aide d'une balance analytique de marque Explorer® Pro ; 1/10000 comme précision. Ainsi, une masse m_1 de l'échantillon a été placée à l'étuve réglée à 105°C pendant 72 heures ; après retrait de l'étuve, il a été laissé refroidir au dessiccateur (CNTA, 1993). Les mêmes étapes sont répétées jusqu'à l'obtention d'une masse constante m_2 et cela pour tous les échantillons. La quantité de la matière sèche (M.S) exprimée en pourcentage est donnée par la relation:

$$M.S (\%) = m_2/m_1 \times 100$$

où M.S = matière sèche,

m_1 =masse de l'échantillon frais (g),

m_2 =masse de l'échantillon sec (g).

De la matière sèche obtenue, on peut déduire la teneur en eau (H):

$$H = 100\% - M.S (\%)$$

2.6. Dosage des protéines

La détermination des protéines a été faite par la méthode de Kjeldhal (AOAC, 1990, CHIMACTIV, 2021). Dans un

ballon de Kjeldhal de 500 ml, nous avons introduit 1g de poudre fine de gombo obtenu par broyage. Nous avons ajouté 25ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré et une cuillère d'un mélange de catalyseurs chimiques (100 g de K_2SO_4 , 12,30 g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 7,8 g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, une cuillère de Se, 32% de NaOH). Nous avons ensuite rincé les parois du ballon au moyen d'un jet de pissette et nous avons chauffé la solution sous hotte bien ventilée sur une rampe de chauffage jusqu'à l'apparition d'une coloration bleu-verte. Des particules plus ou moins importantes de l'échantillon se sont fixées sur les parois du ballon. Nous avons refroidi le ballon après la première attaque, rincé avec de l'eau déminéralisée afin de ramener l'entièreté de l'échantillon au fond du ballon. L'attaque a été poursuivie jusqu'à la coloration verte susmentionnée.

Après attaque, nous avons refroidi le ballon, ensuite ajouté 20-25 ml d'eau déminéralisée et filtré avec le papier Whatman n°41 dans un ballon jaugé de 250 ml. Nous avons rincé abondamment le ballon Kjeldahl et le papier filtre et ensuite avons porté le ballon jaugé à volume de 250ml et bouché. Nous avons bien mélangé et réalisé de la même façon les 2 blancs. Au moyen d'une pipette, nous avons prélevé 25 ml de la solution d'attaque et les avons introduits dans le distillateur. Ensuite, nous avons ajouté 25 ml de soude caustique (NaOH) 50% et distillé l'ammoniac par entraînement à la vapeur. L'ammoniac distillé est recueilli dans un erlenmeyer contenant 20 ml d'une solution d'acide borique 2% (H_3BO_3 2%) dans laquelle un mélange d'indicateurs (méthylorange et vert de bromo-crésol) est additionné. Après 3 min de distillation (à partir du virage de la solution du rouge au bleu), l'erlenmeyer est enlevé et la solution de distillation est titrée par l'acide sulfurique 0.05N de facteur correctif connu. L'appareil de Parnass est rincé avec de l'eau déminéralisée avant de distiller un autre échantillon (Gourdin et al, 1986). Le pourcentage en protéines est calculé en multipliant le pourcentage de l'azote par 6,25, facteur de conversion pour les protéines.

$$Protéines (\%) = Azote (\%) \times 6,25$$

Le pourcentage de l'azote est calculé suivant la formule :

$$Azote (\%) = \frac{(S - B) \times N \times 14 \times f \times 100}{1000 \times M}$$

où

S : volume en ml de H_2SO_4 1N utilisé pour titrer l'échantillon

B : volume en ml de H_2SO_4 1N utilisé pour titrer le blanc 14 : masse atomique de l'azote

f : facteur de correction

M : masse de l'échantillon

N : normalité de la solution d'acide sulfurique (N = 0.05).

Le facteur de correction se détermine par standardisation de la solution d'acide sulfurique en titrant 3 ml d'une solution de Na_2CO_3 à 100 méq/l par l'acide sulfurique 0.05 N en présence d'indicateurs (phénolphtaléine) jusqu'à virage du rouge à l'incolore et on utilise la formule qui suit :

$$F = \frac{V(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times C(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V(\text{H}_2\text{SO}_4) \times C(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

où

V : volume en ml de H_2SO_4 0.05N utilisé pour titrer le carbonate de sodium.

C : Concentration normale.

2.7. Dosage des sucres

Pour doser les sucres, la méthode de Luff-Schoorl a été utilisée. Ainsi des solutions et réactifs nécessaires pour ce dosage des sucres ont été préparés.

2.7.1. Préparation des solutions

Une solution de CARREZ A

14.4g de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sont dissous dans 100 ml d'eau distillée. La solution obtenue est bouchée et agitée.

Une solution de CARREZ B

10.6 g de $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ sont dissous dans 100 ml d'eau distillée, puis la solution est bouchée et agitée.

Réactif de Luff-Schoorl

Nous avons préparé séparément trois solutions du réactif de Luff-Schoorl de la façon suivante : la solution A de 50g d'acide citrique dans 500 ml d'eau distillée ; la solution B de 25g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dans 100 ml d'eau distillée ; la solution C de 3.388g de $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dans 400 ml d'eau distillée chaude.

Nous avons ensuite transvasé la solution C dans un ballon jaugé de 100ml, puis versé très lentement et sous agitation la solution A dans la solution C. Nous avons ensuite ajouté la solution B et porté le volume au trait de jauge, puis agité.

Empois d'amidon 1%

1g d'amidon est délayé dans 100ml d'eau distillée chaude, puis la solution portée à volume après refroidissement, ensuite bouchée et agitée.

Thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N.

Nous avons dissous 24.82g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dans un jaugé de 1 l. Nous avons porté à volume avec de l'eau distillée. Nous avons bouché et agité.

Facteur correctif de solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N

Nous avons prélevé 10ml de solution de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.1N, nous avons ajouté une cuillère de KI, 25ml de H_2SO_4 25% et titré avec une solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N en présence de l'amidon jusqu'à la teinte verte claire. Nous avons réalisé la détermination en double, nous avons pris la moyenne des résultats V et nous avons calculé le facteur correctif f_k .

$$f_k = \frac{10 \times 0.1}{V \times 0.1} \text{ (cas de } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{)}$$

2.7.2. Mode opératoire

Nous avons pesé 12.5g de poudre de l'échantillon à analyser et l'avons mis dans un ballon jaugé de 250ml. Après avoir ajouté 150 ml d'eau distillée pour solubiliser les sucres, nous avons agité pendant une demi-heure à l'aide d'un agitateur magnétique. Par après, nous avons ajouté successivement 5ml de la solution de CARREZ A et 5 ml de la solution de CARREZ B pour précipiter les protéines. La solution bien mélangée a été portée à 250ml. La solution a été alors filtrée sur le filtre Whatman n°42 et 25 ml du filtrat ont été prélevés et portés à 250ml. Cette dernière solution a été utilisée pour le dosage des sucres réducteurs et des sucres totaux.

2.8. Dosage des sucres réducteurs

Une quantité de 25 ml de la solution précédente a été mise dans un erlenmeyer de 250ml rodé B24 puis 25 ml du réactif de Luff-Schoorl et 3 morceaux de pierres ponces ont été ajoutés. Ensuite un réfrigérant à reflux a été adapté à la fiole et porté à ébullition pendant deux minutes. L'ébullition a été maintenue pendant 10 min et la solution a été refroidie sous un courant d'eau froide. Après un refroidissement complet, nous avons ajouté une cuillère de KI dissous dans un peu d'eau.

Nous avons ensuite versé lentement 25ml de solution de H_2SO_4 25%. Il s'est développé une coloration brune due à la mise en liberté de l'iode moléculaire (I_2).

L'iode libéré a été titré immédiatement par une solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N en présence de 5ml d'empois d'amidon comme indicateur ajouté en fin de titrage. Le volume total de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N utilisé pour le titrage a été noté (V1). Nous avons procédé de la même manière pour le blanc en remplaçant 25 ml des sucres par 25 ml d'eau distillée.

Soient V1 : le volume en ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N ajouté pour l'échantillon.

V2 : le volume moyen en ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N ajouté pour le blanc.

La quantité de sucres réducteurs exprimée en mg de sucres invertis, contenue dans la prise d'essai (toujours 25ml) est donnée dans la table LUFF-SCHOORL (Gourdin et al, 1986). Les calculs de la teneur en sucres réducteurs (S.R) tenant compte des dilutions effectuées au cours de la défécation et de volume de prise d'essai est fait selon la formule suivante :

$$\% \text{S.R} = \frac{\text{mg de glucose} \times 10 \times 100}{\text{masse d'échantillon} \times 1000}$$

2.9. Dosage des sucres totaux

Une quantité de 25 ml de l'échantillon préparé a été prélevée et

transférée dans un ballon jaugé de 50ml. Ensuite 10ml de HCl 0.1N et quelques gouttes de méthylorange 0.1% ont été ajoutés. La solution résultante a été chauffée modérément pendant 30 min au bain marie réglé à 90°C. Ensuite, la solution a été ramenée à la température ambiante avant l'ajout de 10 ml de NaOH 0.1N pour la neutraliser. Après la mise à volume, 2ml ont été pipetés et dosés suivant le même protocole que pour les sucres réducteurs. Soient V_1 et V_2 ; les volumes de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisés pour titrer respectivement l'échantillon et le blanc. La relation ci-dessous permet de déterminer la quantité des sucres présents dans les échantillons après consultation de la table de Luff-Schoorl.

$$(V_1 - V_2) \times f = X \text{ (ml)}$$

Les X (ml) ont été convertis en mg de sucres correspondant en consultant la table de Luff-Schoorl. f est le facteur de correction de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; il est obtenu en prélevant 10 ml de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.7N, puis en y ajoutant 10 ml de KI 10% et 25 ml de H_2SO_4 25%. Le mélange ainsi obtenu a été titré par la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N. L'amidon est ajouté vers la fin du titrage. Le facteur correctif f, est donné par la relation ci-après :

$$f = \frac{V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \times C(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}$$

$$\text{S.M.F}(\%) = \frac{\text{mg de sucre} \times \text{dilution} \times \text{qté d'eau aj.} \times 100}{25 \times \text{masse de l'échantillon} \times 1000}$$

$$\text{S.M.S}(\%) = \frac{\text{S.M.F}(\%) \times 100}{\text{Matière sèche}(\%)}$$

S.M.F(%) et S.M.S(%) désignent respectivement le pourcentage des sucres dans la matière fraîche et dans la matière sèche. 25 ml correspond au volume de la prise d'essai. Les sucres non-réducteurs sont exprimés conventionnellement en saccharose. Pour ce faire, on multiplie la teneur en sucres invertis par 0.95 après avoir soustrait les sucres réducteurs selon la relation :

$$\text{Sucres non réd.} = (\text{Sucres tot.} - \text{Sucres réd.}) \times 0.95$$

La teneur en sucres est exprimée en g pour 100g de la partie comestible. Signalons que tous les calculs numériques ont été réalisés à l'aide d'un logiciel Excel 2013 pour tracer les histogrammes. Les réactifs utilisés lors de l'analyse sont fournis par VWR International, Wagtech et PERKIN Ecmer à l'ISABU. Le titrage des solutions est réalisé à l'aide d'un Titronic (ml) SI analytical Gm Bh, numéro: 00679617.

3. Présentation et discussion des résultats

3.1. Teneur en eau

Sur base de la teneur en matière sèche des fruits et des feuilles des cinq cultivars de gombo (Figure 1), les résultats

de la présente étude ont montré que les cultivars de gombo présentent des teneurs en eau qui varient de 90,99 à 73,02 dans les fruits et 80,39 à 75,75 % dans les feuilles. A l'exception du cultivar G14, les fruits contiennent plus d'eau que les feuilles. Nous pensons que cela serait dû à la forme étalée des feuilles qui offre plus de chance de séchage même en dehors de tout séchage volontaire comparée aux fruits plus épais. Cela suggérerait une attention particulière dans la conservation des feuilles lors de la récolte des feuilles pour préserver leurs nutriments notamment les composés mineurs dont les différentes vitamines (Samoticha et al., 2016). Par ailleurs, des études ont montré l'effet du cultivar sur la durée de séchage (Ait Haddou et al., 2014). Nous pensons que les deux hypothèses restent valables dans le cas de notre étude et devraient inspirer les actions ultérieures pour une meilleure valorisation nutritionnelle du gombo.

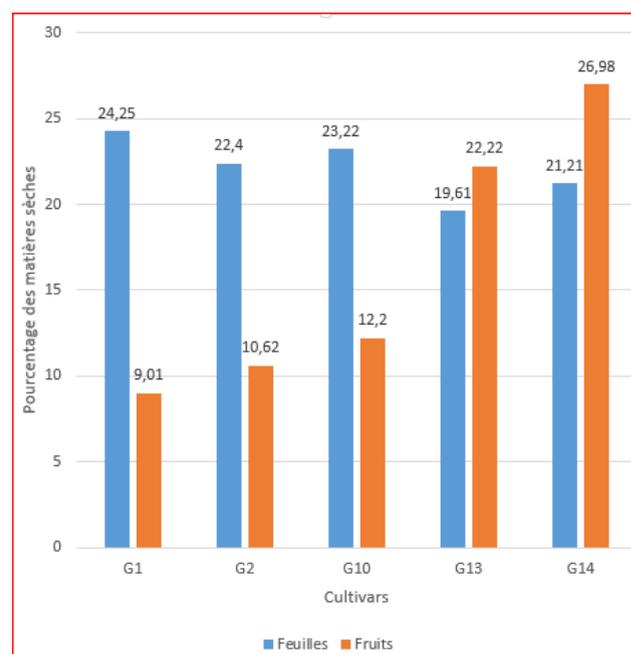


Figure 2: Matières sèches des feuilles et des fruits (en %) de cinq cultivars de gombo cultivés au Burundi.

3.2. Teneur en protéines

La teneur en protéines des fruits et des feuilles des cinq cultivars de gombo est présentée à la figure 2. D'une manière générale, les protéines sont beaucoup plus importantes dans les feuilles que dans les fruits. Elles sont comprises entre 14,2 et 19,6 % dans les feuilles et entre 10,7 et 12,4 % dans les fruits. Les résultats de la présente étude révèlent l'opportunité de la consommation des feuilles par rapport aux fruits. Pourtant, le gombo est essentiellement cultivé pour ses fruits. Ceci est d'autant plus intéressant que Kumar et al. (2013) ont rapporté l'importance des protéines du gombo pour son apport nutritionnel. Sur base de l'apport nutritionnel conseillé des protéines variant de 0,80 à 1,52 g/kg/jour (Patureau Mirand, 2003), les calculs effectués montrent qu'une personne de 70 kg aurait besoin de 56 g des protéines pour avoir l'apport journalier conseillé. Le tableau 1 donne la quantité minimale de

feuilles et de fruits à consommer (selon le cultivar), pour satisfaire les besoins en protéines.

Tableau 1: Quantités minimales de feuilles et de fruits de gombo à consommer par jour pour satisfaire les besoins en protéines

Organes	Cultivars	Teneur (%)	Quantité d'organes à consommer (g)
Feuilles	G1	16,2	346
	G2	19,6	286
	G10	17	329
	G13	14,2	394
	G14	18,4	304
Fruits	G1	10,9	514
	G2	10,7	523
	G10	12,1	463
	G13	10,9	514
	G14	12,4	452

Les données du tableau 1 montre qu'il faudrait consommer des quantités relativement faibles des feuilles de gombo (286 à 394 g) pour satisfaire les besoins journaliers en protéines. En recourant aux fruits, 452 à 523 g de gombo seraient nécessaires pour les mêmes besoins. En considérant les cultivars et la source de protéines, les résultats de notre étude révèlent que les feuilles du cultivar G2 et les fruits du cultivar G10 constituent les sources les plus riches en protéines. Quoique la présente étude n'ait pas abordé la composition en acides aminés des protéines, il a déjà été rapporté que le gombo, particulièrement, ses fruits et ses graines renferment des protéines avec plus d'acides aminés essentiels comparés à plusieurs autres sources végétales (Gemede et al. 2014). Quoique la variabilité génétique influence la composition chimique, nous pensons que la richesse en protéines également importante dans les cultivars du Burundi, contribuerait significativement à l'équilibre alimentaire de ses consommateurs.

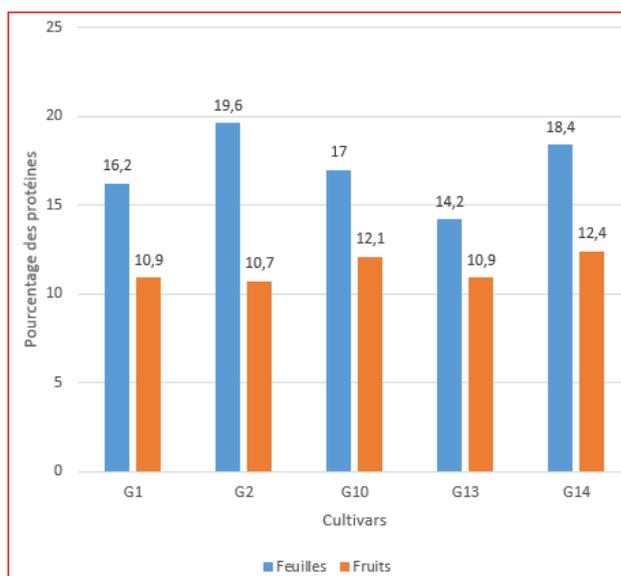


Figure 3: Teneur en protéines des feuilles et des fruits du gombo cultivés au Burundi.

3.3. Teneur en sucres totaux et sucres réducteurs

Les glucides analysés dans les feuilles et les fruits des cinq cultivars de gombo n'ont pas les mêmes teneurs. En effet, dans les feuilles, les plus grandes teneurs en sucres réducteurs (1,2%) et en sucres totaux (3,8%) se retrouvent dans le cultivar G10; les plus faibles valeurs (0,5%) et (1,2%) respectivement pour les sucres réducteurs et totaux se retrouvent dans le cultivar G13 (Figures 4 & 5). Pour les fruits, les teneurs élevées en sucres réducteurs (2,6%) et des sucres totaux (4,5%) se retrouvent dans le cultivar G1 et leurs plus faibles valeurs (1,5%) et (2,7%) respectivement dans les cultivars G13 et G2. Comme 1g de glucide apporte 4 kcal et qu'un adulte consomme en moyenne 180 g de sucres par jour (Dupin et al., 1992), la consommation d'aucun des cinq cultivars ne pourrait apporter la quantité d'énergie nécessaire dont l'homme a généralement besoin au quotidien. Il serait donc conseillé de combiner les fruits de gombo avec d'autres aliments pour avoir la quantité de sucres nécessaire pour notre corps.

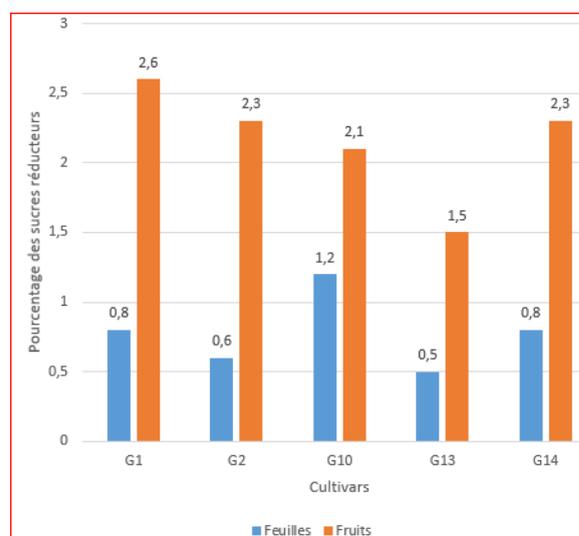


Figure 4: Teneur en sucres réducteurs des feuilles et des fruits du gombo cultivés au Burundi.

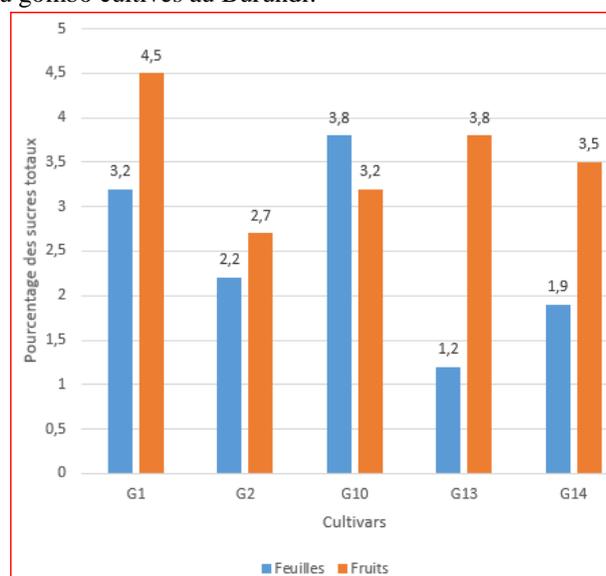


Figure 5: Teneur en sucres totaux des feuilles et des fruits du gombo au Burundi.

4. Conclusions et perspectives

L'objectif de cette étude était de déterminer les teneurs en glucides et en protéines dans les feuilles et les fruits des cinq cultivars du gombo pour proposer des cultivars des meilleures valeurs nutritionnelles qui pourraient contribuer à l'amélioration de la nutrition de la population burundaise. L'étude révèle que les sucres sont plus abondants dans les fruits que dans les feuilles avec une moyenne de 3.54% alors que les protéines sont en grande proportion dans les feuilles, avec une moyenne de 17.09%. Tous les 5 cultivars n'ont pas la même teneur en protéines et en sucres que ce soit dans les feuilles ou dans les fruits. Alors que le gombo est essentiellement consommé pour ses fruits, la consommation des feuilles devrait être vulgarisée pour sa richesse en protéines. De plus, pour une meilleure contribution du gombo à l'approvisionnement nutritionnel en protéines, le cultivar G2 pourrait être diffusé. Nous pensons que la recherche d'autres cultivars à potentialité nutritionnelle devrait se poursuivre.

5. Références

- [1] Ait Haddou, L., Blenzar, A., Messaoudi, Z., Van Damme, P., Boutkhil, S., & Et Boukdame, A., 2014. Effet du cultivar, du prétraitement et de la technique de séchage sur quelques paramètres physico-chimiques des figues séchées de sept cultivars locaux du figuier (*Ficus carica* L.) au Maroc. *European Journal of Scientific Research*, 121(4), 336-346.
- [2] AOAC, 1990. *Official Methods Analysis*. United states of America, volume 1, page 771
- [3] CNTA, 1993: *Guide des méthodes d'analyse*. 2ème édition, Bujumbura, 44p
- [4] Dupin, H., Cuq J.L., Malewiak, Leynaud-Round, C. & Berther, A.M., 1992 : *Alimentation et nutrition humaine*, EST, Editeur, Paris, 1553p.
- [5] FAO, 2014. *Guide de formation sur les principes de production et protection intégrées et de la méthodologie de champ école paysan CEP*,1-187.
- [6] Gemedede, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., & Beyene, F., 2015. Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. *Journal of Food Process Technology* 6(458), 2.
- [7] Gourdin, J., Hollebosch, P., Kibiriti, C., 1986. *Analyse des végétaux et des aliments : mode opératoire*. Laboratoire de chimie agricole. Bujumbura, ISABU, 28p
- [8] Hamon, S. et Charrier, A. 1997. Les gombos. In : *Amélioration des plantes tropicales*. CIRAD et ORSTOM, pp. 313-333
- [9] Kumar, S. D, Tony, E. D., Kumar, P.A., Kumar, K. A., Srinivasa, Rao B.D., Nadendla, R., 2013. A review on *Abelmoschus esculentus* (okra). *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, 3(4):129-132
- [10] Marius, C., Gerard, V. & Antoine, G. 1997. Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, une source possible de phospholipides. *Agronomie et Biotechnologies. Oléagineux, Corps gras, Lipides* 4 (5): 389-392
- [11] Nacoulma, O., 1996. *Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso. Cas du plateau central*. Thèse d'état, Tome I. Université de Ouagadougou. 261pp
- [12] Nkengurutse, J., Nzoyisubiziki, J., Bigendako, M.J., Nkurunziza, M., Mbonihankuye, C., Ntakarutimana, V., 2018. Caractérisation préliminaire de la morphologie et du rendement des cultivars du gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, cultivés au Burundi. *Perspectives d'avenir. Annales des Sciences et des Sciences Appliquées*, UOB, 4 (3/4) : 184-202. ISBN : 3.11707-57219
- [13] ONCCS, 2016. *Catalogue nationale des espèces et variétés végétales cultivées au Burundi*. 193p.
- [14] Patureau Mirand, P., 2003. Les apports nutritionnels conseillés (ANC) en protéines. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 10(1), 61-65.
- [15] Sabitha, V, Ramachandran, S, Naveen, K. R, Panneerselvam, K., 2011. Antidiabetic and antihyperlipidemic potential of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. In streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 3: 397-402. DOI: 10.4103/0975-7406.84447
- [16] Sawadogo M., Balma D., Nana R. & Meto-kazile Tuosan Livius Somda R., 2009. Diversité agromorphologique et commercialisation du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à Ouagadougou et ses environs. *Int. J. chem. Sci.* 3(2): 326-336.
- [17] Siemonsma, J. S., Hamon, S., 2004. *Abelmoschus esculentus* L. Moench. In : *Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 2*. Fondation PROTA. Wageningen Pays-Bas, 25-30.
- [18] Samoticha, J., Wojdyło, A., & Lech, K., 2016. The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 484-489.