

Valeur nutritive et toxicologique de quatre plantes alimentaires spontanées dans la Province de la Tshopo, en République Démocratique du Congo

Nutritional and toxicological value of four wild food plants in the Tshopo Province, Democratic Republic of Congo

NYIMBE, M.A.^{1*}, LISANGI, K.T.², SOLOMO, E. B.³, MWANAMOKI, M. P.⁴ & YANDJU, D. L. Marie Claire.⁵

¹ Département de Nutrition, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kisangani, ISTM Kisangani, Tshopo, RD Congo

² Laboratoire de chimie minérale et organique de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques 'IFA YANGAMBI', RD Congo

³ Laboratoire de Microbiologie et de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, Tshopo, RD Congo

⁴ Laboratoire des Sciences des aliments et Nutrition Humaine, Institut Supérieur des Techniques Médicales, ISTM Kinshasa, RD Congo

⁵ Laboratoire de Microbiologie Appliquée et Nutrition, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo

RESUME:

L'évaluation de la valeur nutritive et de la présence potentielle de substances toxiques a été réalisée sur quatre plantes alimentaires spontanées couramment consommées dans la province de la Tshopo en République Démocratique du Congo. Il s'agit de *Portulaca quadrifida* (luanda), *Talinum triangulare* (matakoma bibi), *Piper umbellatum* (dilombolombo) et *Gnetum africanum* (fumbwa). Dans le cadre de cette étude, des analyses technologiques (humidité et matière sèche) et chimiques (dosage de protéines, lipides, glucides, minéraux et vitamines) ont été réalisées. Les substances toxiques telles que les acides citriques, l'acide cyanhydrique, les cyanures, les oxalates, les nitrates et les nitrites ont été identifiées. Les résultats obtenus révèlent que *G. africanum* se caractérise par une forte teneur en humidité (92,6 %) et en protéines (17,83 %), tandis que *P. umbellatum* se distingue par une concentration élevée en lipides (10,2 %) et en phosphore (0,1095 mg/100 g). En revanche, *P. quadrifida* se distingue par des concentrations significatives en calcium (0,40 mg/100 g), en magnésium (3,47 mg/100g) et en fer (0,96 mg/100g). Une analyse vitaminique de *G. africanum* révèle une concentration significative de vitamine A, avec un taux de 448,4 mg/100 g. *T. triangulare* se distingue par une teneur plus élevée en vitamine C, avec 44 mg/100 g. Il ressort de cette étude que les plantes alimentaires testées ne présentent pas de traces de substances toxiques, à l'exception de faibles concentrations non létales de HCN et d'acides citriques. Les résultats ont révélé que *P. quadrifida* présente une teneur relativement élevée en acide cyanhydrique, (1,16 mg/100g). Cette espèce a été suivie par *T. triangulare* et *P. umbellatum*, avec des niveaux respectivement inférieurs, de 0,21 mg/100g. *G. africanum* a montré une concentration significativement plus faible en acide cyanhydrique. Les résultats de cette étude mettent en exergue la valeur nutritive significative de ces plantes, qui, dans notre environnement, sont souvent négligées ou ignorées par la population locale.

Mots clés : Disponibilité, aliments locaux, valeur nutritionnelle, substances toxiques, RDC.

ABSTRACT :

Evaluation of the nutritional value and possible presence of toxic substances in four wild edible plants commonly consumed in the Democratic Republic of Congo. Those plants were *Portulaca quadrifida* (luanda), *Talinum triangulare* (matakoma bibi), *Piper umbellatum* (dilombolombo), and *Gnetum africanum* (fumbwa). This study was focused on technological (moisture and dry matter) and chemical (proteins, lipids, carbohydrates, minerals, and vitamins) analyses were carried out. Furthermore, the presence of toxic substances, including citric acids, hydrocyanic acid, cyanides, oxalates, nitrates, and nitrites, were identified. The results indicate that *G. africanum* is characterized by a high moisture content (92.6%) and protein content (17.83%), while *P. umbellatum* is distinguished by a high concentration of lipids (10.2%) and phosphorus (0.1095 mg/100 g). In contrast, *P. quadrifida* is distinguished by significant concentrations of calcium (0.40 mg/100mg), magnesium (3.47mg/100mg), and iron (0.96mg/100mg). A vitamin analysis of *G. africanum* reveals a significant concentration of vitamin A, with a level of 448.4 mg/100 g. The results indicate that *G. africanum* has high moisture content (92.6%) and protein (17.83%), while *P. umbellatum* is richer in lipids (10.2%) and phosphorus (0.1095 mg/100g). In contrast, *P. quadrifida* shows higher concentrations of calcium (0.40%), magnesium (3.47%), and iron (0.96%). Regarding vitamins, *G. africanum* is particularly rich in vitamin A (448.4 mg/100g), whereas *T. triangulare* contains the highest level of vitamin C (44 mg/100g). No dietary plant tested does not contain toxic substances (cyanures, axalates, nitrates, nitrites), however low non-lethal concentrations of citric acids and HCN have been found in those plants. *P. quadrifida* showed relatively high concentration of HCN (1.16 mg/100g), followed by *T. triangulare* and *P. umbellatum*, while *G. africanum* has low (0.21 mg/100g). Overall, our findings highlight the considerable nutritional value of these plants, which in our context are often overlooked or disregarded by the local population.

Keywords : Availability, local foods, nutritional value, toxic substances, DRC

*Adresse des Auteur(s)

NYIMBE, M.A., Département de Nutrition, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kisangani, ISTM Kisangani, Tshopo, RD Congo ;

E-mail : mamie.nyimbe@gmail.com

Tél : +243 851417635 – 817174105 ;

LISANGI, K.T., Laboratoire de chimie minérale et organique de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques 'IFA YANGAMBI', RD Congo ;

SOLOMO, E. B., Laboratoire de Microbiologie et de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, Tshopo, RD Congo ;

MWANAMOKI, M. P., Laboratoire des Sciences des aliments et Nutrition Humaine, Institut Supérieur des Techniques Médicales, ISTM Kinshasa, RD Congo ;

YANDJU, D. L. Marie Claire, Laboratoire de Microbiologie Appliquée et Nutrition, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo ;

I. INTRODUCTION

La malnutrition est un problème mondial majeur qui affecte des millions des personnes, en particulier les enfants [1].

En 2023, plus de 36 millions d'enfants de moins de 5 ans souffraient de malnutrition aiguë dans 32 pays, et la malnutrition chronique touche 149 millions d'enfants dans le monde. Ces formes de malnutrition se développent lentement dans un contexte de pauvreté structurelle, où les enfants n'ont pas accès à une alimentation équilibrée. Les conséquences, telles que le retard de croissance et l'affaiblissement du système immunitaire, sont souvent irréversibles. La malnutrition chronique met en lumière les défis persistants et les efforts déployés pour lutter contre cette maladie [2]. Au niveau mondial, un enfant sur quatre de moins de 5 ans souffre de malnutrition, l'une des principales causes de décès chez les nourrissons.

Les 15 pays les plus affectés sont la République Démocratique du Congo, l'Éthiopie, Haïti, le Kenya, Madagascar, le Mali, le Niger, le Nigéria, la Somalie, le Soudan, le Soudan du Sud, le Tchad et le Yémen [2].

En République Démocratique du Congo, la prévalence de la malnutrition chronique est de 47, 9% dépassant le seuil très élevé ($\geq 30\%$) selon la classification de l'OMS [3].

La province de la tshopo contient 47,2% des enfants malnutris de moins de 5 ans [3].

La malnutrition chronique, selon l'OMS, est un état de nutrition anormale qui affecte négativement la santé, le bien-être et les performances physiques et mentales. Elle se manifeste par un retard de croissance, une perte de poids, un manque d'énergie, une faiblesse musculaire, une anémie, des ulcères cutanés et des troubles d'apprentissage.

Un régime alimentaire pauvre, des infections chroniques aiguës et fréquentes, des grossesses répétées, un allaitement prolongé et une charge de travail trop lourde sont tous des facteurs qui favorisent l'affaiblissement physiologique et conduisent parfois à un état évident de malnutrition [4].

Le risque de malnutrition et ses conséquences néfastes sont amplifiés par la pauvreté. Les individus disposant de ressources limitées sont plus à risque d'être affectés par divers types de malnutrition. De plus, la malnutrition accroît les coûts de santé, diminue la productivité et freine la progression économique, susceptible de créer un cycle perpétuel de pauvreté et de mauvaise santé [1].

Il est important de développer une approche préventive et l'accessibilité d'une nourriture adéquate pour tous, afin d'éviter les conséquences économiques, sociales, médicales et sur le développement de la charge mondiale de la malnutrition [2].

La consommation des plantes alimentaires spontanées, disponibles localement, à moindre coût mais souvent négligées est un moyen efficace pour lutter contre la malnutrition chronique.

Les légumes indigènes et souvent sous-exploités, notamment les légumes à feuilles, sont couramment consommés en tant que nourriture. Nombre de ces végétaux sont d'abondantes sources de micronutriments et de composés phytochimiques tels que les polyphénols et les vitamines [5].

Confrontés à l'augmentation de la sous-alimentation et de la malnutrition dans nos nations, les scientifiques pourraient découvrir une réponse en s'intéressant à l'analyse des plantes sauvages consommées par les communautés autochtones. Ces plantes, par rapport à celles qui sont importées, présentent l'avantage évident d'être plus adéquates aux conditions environnementales et atmosphériques de notre pays [6].

De nos jours, les individus ont tendance à consommer plus d'aliments hautement caloriques, abondants en graisses, en sucres libres ou en sel/sodium, tout en ne consommant pas assez de fruits, de légumes et de fibres alimentaires, notamment ceux contenus dans les céréales complètes.

Les aliments locaux représentent une source des nutriments encore peu exploitées et pourtant capables de couvrir les besoins nutritionnels. Les plantes alimentaires spontanées, communément désignées plantes alimentaires sauvages (PAS) sont très accessibles à la majorité des populations dans divers écosystèmes forestiers de nos régions. Ces PAS peuvent être ramassées dans les forêts, aux environs de cases, et présentent un coût abordable sur le marché.

Il existe diverses plantes sauvages d'intérêt alimentaire dont très peu sont scientifiquement connues. Cependant, de nombreuses autres sont sous-utilisées en raison de la dévastation rapide des écosystèmes forestiers au profit des cultures commerciales. Il est également à noter que la diffusion de la culture alimentaire par voie orale s'amenuise avec l'occidentalisation croissante du mode de vie. En plus de servir de compléments nutritionnels (substituts de protéines végétales) pour certains, et d'être un pilier essentiel de l'économie de nombreux foyers en RDC pour d'autres, ces plantes ont également une valeur médicinale [7].

Malgré la sécurité nutritionnelle précaire, les habitants urbains comme ruraux d'une région à haute biodiversité comme le bassin du Congo ne valorisent pas leurs connaissances sur le WEP pour compléter leur alimentation [8].

Il s'avère donc nécessaire d'évaluer la qualité nutritive de ces quatre plantes alimentaires spontanées par les analyses chimiques en vue de terminer les éléments nutritifs qui les composent dans le but de valoriser ces plantes souvent négligées pour contribuer ainsi dans la lutte contre la malnutrition.

Cette étude vise à répondre à la question centrale suivante : comment se présentent les qualités nutritives de ces quatre plantes alimentaires sauvages communément consommées dans la Tshopo ? Plus précisément, nous cherchons à répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les principaux nutriments contenus dans *Portulaca quadrifida* (luanda), *Talinum triangulare* (matakya ya bibi), *Piper umbellatum* (dilombolombo) et *Gnetum africanum* (fumbwa) largement consommées dans la Tshopo ?
- Ces légumes sauvages contiennent-ils des substances toxiques ?

L'objectif de cette étude est d'évaluer les qualités nutritionnelles de quatre plantes alimentaires sauvages en déterminant la composition biochimique des nutriments (macro et micro nutriments), les substances toxiques (le nitrate, le nitrite, le cyanure et oxalate) en vue de leur promotion dans l'alimentation humaine.

Hypothèse

Les quatre plantes alimentaires sauvages susmentionnées contiennent des quantités suffisantes des nutriments pouvant améliorer la qualité de l'alimentation humaine et lutter efficacement contre l'insécurité alimentaire. Les principaux nutriments contenus dans ces plantes sont les protéines, les lipides, les minéraux, les vitamines, et elles contiennent quelques substances toxiques dont le nitrate, le nitrite, la cyanure, etc.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Milieu

La présente étude a été réalisée au laboratoire de chimie minérale et organique de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques 'IFA YANGAMBI' et au laboratoire de Phytopathologie et Biotechnologies végétales de WAVE / IFA Yangambi à Kisangani, Province de la Tshopo, en République Démocratique du Congo. Ces laboratoires sont géolocalisés par les coordonnées N 0°513286 E 25.164326

II.2. Matériel végétal

Le choix de ces quatre plantes fait suite à un projet de recherche interuniversitaire de valorisation des plantes alimentaires sauvages dans la nutrition humaine en tenant compte de quatre groupes linguistiques de la RDC ; *Gnetum africanum* (chez les Kongo), *Piper umbellatum* (chez les Luba), *Portulaca quadrifida* (chez les Bangala) et de *Talinum triangulare* (chez les Swahili).

En ce qui concerne l'échantillonnage, il sied de noter que dans la présente étude, nous avons fait recours à la technique d'échantillonnage non probabiliste notamment l'échantillonnage opportuniste (occasionnel).

Les feuilles de *Gnetum africanum*, *Piper umbellatum*, *Portulaca quadrifida* et de *Talinum triangulare* récoltées à Kisangani et ses environs ont fait l'objet de cette étude (Figures 1a, 1b, 1c, 1d).



Figure 1a : *G. africanum*



Figure 1b : *P. umbellatum*



Figure 1c : *P. quadrifida*



Figure 1d : *T. triangulare*

Gnetum africanum appartient à la famille des Gnetaceae et à l'ordre des Gnetales et comprend 30 espèces, majoritairement des lianes, rarement des arbustes ou des arbres, qui se trouvent dans les zones tropicales de l'Asie, de l'Amérique et de l'Afrique. Ce sont des lianes grimpantes et/ou sarmenteuses, avec des tiges généralement remplies aux nœuds et ramifiées, qui ne possèdent pas de canaux résinifères. Elles sont dioïques [9].

On retrouve *P. quadrifida* dans l'ensemble des zones tropicales. Elle se situe dans des zones sahélo-soudaniennes et sahélo-sahéliennes où la pluviosité annuelle varie entre 600 et 1200 mm. Sa présence est également signalée dans des régions désertiques, voire arides. Elle est couramment trouvée sur les friches et le long des routes, préférant les sols compactés. C'est une espèce héliophile, c'est-à-dire qu'elle se développe dans des lieux dégagés et est adaptée aux sols pauvres [10].

Selon [11], le *P. umbellatum*, une plante herbacée vivace ou un arbuste grimpant provenant de l'Amérique tropicale, est aujourd'hui largement répandue dans les forêts tropicales humides d'Afrique. Il est employé comme épice et dans la phytothérapie pour soigner diverses maladies.

T. triangulare est une plante adventice commune dans les régions tropicales. L'humidité favorise une croissance et un développement optimaux. La plante se développe correctement à l'ombre ou par temps couvert. Elle se développe mieux dans un sol fertile qui a un bon drainage, mais peut également croître sur des sols moins fertiles. Elle se développe aisément dans les zones dégagées, le long des routes dans les villages, et dans les trouées de la forêt [12].

II.2. Méthodes

Dans cette présente étude le nombre d'échantillons analysé est de deux pour chaque espèce et deux répétitions analytiques ont été réalisées.

II.2.1. Détermination de l'humidité et de la matière sèche

La détermination de la matière sèche a été effectuée en suivant la procédure de [13] qui consiste à sécher les échantillons de feuilles traités dans une étuve à 105°C pendant une durée de 24 heures jusqu'à obtenir un poids constant. L'humidité a été déterminée par la variation entre le poids brut et le poids net des feuilles, mesuré à l'aide d'une balance analytique selon [14].

II.2.2. Dosage de lipide

La méthode universelle de Weibull a été utilisée pour déterminer la teneur en matières grasses dans ces plantes. L'échantillon pesé a été exposé à un bain de vapeur de HCl dilué, puis soumis à une ébullition sur une flamme. La solution de l'échantillon a été passée au travers d'un filtre humide, puis rincée à l'eau chaude. Le papier filtre a été par la suite séché dans un four, puis positionné directement dans un dispositif Soxhlet pour être extrait à l'aide d'éther de pétrole. Suite à cette extraction à froid discontinue, le solvant a été éliminé par évaporation, le résidu gras a été séché puis pesé [16].

II.2.3. Détermination des cendres

Les cendres brutes ont été obtenues suite à la calcination à une température élevée d'un matériau sec. L'échantillon à examiner, dont le poids et l'humidité sont connus, a été placé dans un four électrique jusqu'à ce qu'il se transforme entièrement en cendres [14].

II.2.4. Détermination des éléments minéraux

La méthode d'attaque nitro-perchlorique a été utilisée pour doser les éléments minéraux : Mettre sur la balance 1g de matière sèche préalablement séché à 105°C et transféré dans un erlenmeyer et incorporer 10ml de HNO₃ concentré et laisser macérer durant toute une nuit. Faire chauffer sur une plaque chauffante jusqu'à ce que la vapeur brune disparaisse et qu'il ne reste approximativement que 0,5 ml de solution et laissez-la se refroidir entièrement. Introduire 5ml de HNO₃ et 10ml d'acide perchlorique, puis réchauffer jusqu'à décoloration complète. Retirer du dispositif de chauffage et laisser refroidir. Verser 20ml d'eau distillée bouillante, puis chauffer jusqu'à ce qu'elle commence à bouillir. Après avoir laissé le filtrat refroidir, le verser dans un ballon de 100ml en ajoutant de l'eau distillée froide. Ce mélange, que l'on nomme minéralisât, est destiné à la mesure du calcium, du phosphore, du magnésium et du fer [17].

La concentration en calcium a été obtenue par la méthode complexe de l'EDTA suivant [18]; celle du magnésium l'a été par la complexation de la somme Ca²⁺ et Mg²⁺, la

concentration de phosphore par la méthode colorimétrique selon [18], et le fer a été dosé par chromatométrie selon [19]

II.2.5. Dosage des vitamines

La détermination des taux de vitamines A, B2, et B6 a été réalisée par spectrophotométrie, tandis que la vitamine C a été quantifiée par titrimétrie d'après le protocole de [20] et [21].

L'interaction de la vitamine A avec le trichlorure d'antimoine, produisant une teinte bleue mesurable à 620 nm. L'éther de pétrole est utilisé pour extraire la vitamine A et le carotène. La mesure de la densité optique du carotène se fait à 490 nm. (Welcher, [20] On obtient la vitamine B2 par l'oxydation de la riboflavine par le KMnO_4 en présence de H_2O_2 produit un composé qui peut être quantifié par colorimétrie à 620 nm. [21] La vitamine B6 est extraite à l'aide de méthanol dans un environnement acide (HCl 0,1N). Suite à l'oxydation, on mesure la fluorescence attribuée au ferricyanure et on évalue la quantité de ferricyanure requise pour le processus d'oxydation. La mesure de la densité optique est effectuée à 550nm à l'aide d'un colorimètre sur une période de 5 minutes. [20] Le dosage de la Vitamine C est obtenu par l'oxydation de l'acide ascorbique par l'iode. [21]

L'acidité sous forme d'acide citrique a été mesurée par la neutralisation de l'extrait aqueux du spécimen à l'aide de NaOH 0,1N, en utilisant de la phénophtaléine à 1% d'après [22]. L'acide cyanhydrique (HCN) est produit à partir de l'hydrolyse enzymatique des glucosides cyanogénétiques selon [23]. La poudre de diphénylamine est utilisé pour le test qualitatif d'oxalates [24], un mélange de cyanure traité avec du nitrate d'argent pour le test qualitatif de cyanures [19], la poudre de diphénylamine pour le test qualitatif des nitrates [25], et le permanganate de potassium pour le test qualitatif des nitrites selon [19].

II.3. Analyse statistique

Les données en rapport avec les quatre plantes alimentaires spontanées analysées ont été traitées statistiquement par le logiciel SPSS 27.0. Permettant de calculer certains indices statistiques tels que la moyenne, écart-type et les coefficients de variation. Il a également permis d'appliquer certains tests statistiques notamment l'analyse de la variance à un facteur (ANOVA à un facteur) et le test khi-deux (selon la symétrie de la distribution) qui ont permis de déterminer ou d'établir s'il existe ou non une différence significative entre les valeurs nutritives existant dans les quatre plantes alimentaires étudiées.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

DOI: <https://doi.org/10.71004/rss.026.v5.i1.48>

Journal Website: www.rss-ism.net

Reçu le 05/01/2026 ; Révisé le 07/02/2026 ; Accepté le 11/02/2026

Les résultats de nos investigations sont repris dans les tableaux 1, 2, 3, 4

Composants chimiques des Plantes alimentaires sauvages (PAS)

Tableau 1 : Les composants chimiques de quatre plantes alimentaires sauvages étudiées

Espèces	Hum(%)	MS (%)	PB(%)	LT(%)	CB(%)
<i>G. africanum</i>	62,6	37,4	17,8	6,8	5
<i>P. umbellatum</i>	76,2	23,8	13,5	10,2	10,5
<i>P. quadrifida</i>	91,4	8,6	9,5	2,4	18
<i>T. triangulare</i>	92,6	7,4	8,6	5	20,5
ANOVA	* ($P < 0,001$)	**	** ($P < 0,000$)	** ($P < 0,000$)	***

Légende : Hum : humidité MS : matières sèches P.B : protéines brutes LT : lipides totaux CB : cendres brutes
Le tableau ci-dessus renseigne que *T. triangulare* affiche une teneur en humidité plus élevée (92,6%), alors *G. africanum* (62,6%) présente une teneur en humidité plus faible.

Les résultats de la présente étude se rapprochent de teneurs en humidité déterminées par [26] dans les feuilles de *T. triangulare* et de *G. africanum* qui étaient respectivement de 94,93% et 84,85%. [27] a quant à lui trouvé que *P. umbellatum* dosait 77,8% d'humidité dans ses feuilles, une valeur très proche de celle trouvée dans notre étude (76,2%). Par rapport aux protéines brutes, nos résultats montrent que *G. africanum* présente une teneur plus élevée en protéines brutes (17,83 %), suivi de *P. umbellatum* (13,51 %), *P. quadrifida* (9,52 %) et enfin *T. triangulare* (8,58 %). Ces résultats traduisent une variation réelle de la richesse en protéines entre les plantes étudiées. En effet, avec *G. africanum* et *T. triangulare*, [26] a trouvé des teneurs respectives de protéines brutes de 15,8% et 2,37%, des valeurs proches de celles trouvées dans notre travail avec *G. africanum* (17,83 %), cependant elles sont inférieures à celles de *T. triangulare* (8,58 %). Par contre, la valeur de protéines brutes de *P. umbellatum* 3,03% trouvée par [27] est très inférieure à celle trouvée dans cette étude (13,51%). Ces différences de valeur peuvent être expliquées par les différents moments et milieux de collecte des échantillons, et aussi par des variations saisonnières.

Comparé à l'épinard, les taux de protéines trouvés par [28] dans les feuilles de l'épinard (2,86%) sont de loin inférieurs à

ceux trouvés dans les quatre légumes sauvages utilisés dans cette étude. On retiendra que les feuilles des quatre plantes alimentaires étudiées contiennent plus des protéines que les taux rapportés [29], respectivement de 33,32 ; 29,90 et 24,89% de protéines pour *Amaranthus hybridus*, *Solanum nigrum* et *Corchorus olitorius*.

En ce qui concerne la teneur en lipides totaux, *P. umbellatum* présente une valeur plus élevée (10,2 %), suivi de *G. africanum* (6,8 %), *T. triangulare* (5 %) et *P. quadrifida* (2,4 %).

Les résultats trouvés par [26] montrent que *T. triangulare* a une teneur en lipides totaux de 6,83%, ce qui est similaire à nos résultats, tandis que *G. africanum* contient de faibles valeurs de lipides totaux (2,02%) par rapport à celles trouvées dans notre étude (6,8%). Ces différences pourraient s'expliquer par les moments d'échantillonnage de feuilles et les différents sites dans lesquels ces plantes ont poussé. En comparant avec les taux de lipides contenus dans les feuilles de l'épinard, de chou fleur et de chou pommé, respectivement de 0,350g/100g, 0,210g/100g et 0,270g/100g observés par [28], on remarque qu'ils sont inférieurs à ceux contenus dans les quatre plantes étudiées. Il a été trouvé par [30] pour *T. triangulare* un taux de lipides de 1,98 g/100g tandis [31] a trouvé un taux de lipides de 0,326%. Ces deux chiffres sont inférieurs au taux trouvés dans cette étude (5g/100g). Une telle différence serait due à la végétation, aux types de sols et de climat ainsi que les méthodes utilisées.

En ce qui concerne la teneur en cendres brutes, nos résultats indiquent une différence réelle entre les plantes testées. *T. triangulare* présente une valeur plus élevée en cendres brutes (20,5 %), suivi de *P. quadrifida* (18,0%), *P. umbellatum* (10,5%) et *G. africanum*, qui affiche une plus faible valeur de cendres brutes (5,0 %). Les valeurs de cendres trouvées dans notre étude sont similaires à celles trouvées par [26] dans les feuilles de *T. triangulare* (21,5%) et *G. africanum* (7,23%). Une valeur de 14% sur le *P. umbellatum* a été trouvée par [27], proche de celle trouvée dans cette étude sur la même plante (10,5%). Le climat, le sol et les méthodes utilisés étant les mêmes.

Composition minérale des PAS

Tableau 2 : Composition minérale des PAS étudiées

Espèces	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Fe (mg/100g)	P (mg/100g)
<i>G. africanum</i>	0,31	0,61	0,83	0,1011
<i>P. umbellatum</i>	0,28	2,13	0,62	0,1095
<i>P.</i>	0,40	3,47	0,96	0,0599

<i>quadrifida</i>				
<i>T. triangulare</i>	0,30	2,37	0,71	0,0844
<i>ANOVA</i>	NS (P<0,839)	*	*	NS (P<0,05)

Le tableau 2 indique que les concentrations en calcium des différentes plantes ne présentent pas de différence statistiquement significative ($\chi^2 = 0,280$; ddl = 3 ; p = 0,839), ce qui montre une homogénéité en calcium entre les plantes analysées. *P. quadrifida* a affiché néanmoins une teneur plus élevée en calcium (0,40mg/100g), suivie de *G. africanum* (0,31mg/100g), *T. triangulare* (0,30mg/100g) et *P. umbellatum* (0,28mg/100g). La comparaison avec les valeurs trouvées par [26] montre des valeurs en calcium supérieures aux nôtres, notamment 1,29mg/100g dans le *G. africanum* et 1,18 mg/100g dans le *T. triangulare*. En outre, les données de [27] montrent une valeur de 0,5mg/100g pour le *P. umbellatum*, aussi supérieure à celle observée dans cette étude.

En ce qui concerne le Magnésium, les résultats de dosage révèlent que *P. quadrifida* affiche une teneur plus élevée en Mg (3,47mg/100g), suivie de *T. triangulare* (2,37mg/100g) et de *P. umbellatum* (2,13mg/100g), tandis que *G. africanum* présente une valeur nettement inférieure (0,61mg/100g), ce qui marque un écart substantiel entre ces espèces végétales. Le test khi-deux renseigne que les différences numériques observées s'avèrent statistiquement significatives ($\chi^2 = 6937,833$; ddl = 3 ; p = 0,000). Les valeurs de Mg enregistrées dans cette étude sont inférieures aux valeurs trouvées par [26] qui étaient respectivement de 1,99mg/100g sur *G. africanum* et de 0,41mg/100g sur *T. triangulare*. Les résultats obtenus par [27] montrent une valeur de 0,62 mg/100g sur *P. umbellatum*, qui demeure inférieure à 2,13 mg/100g trouvé dans notre étude. Ces différences s'expliqueraient par une différence des saisons pendant lesquelles les trois études ont été conduites. En outre, [32] dans leur étude ont trouvé des valeurs de Mg suivantes dans les feuilles de *T. triangulare* (2,61mg ±0,18), de *Moringa oleifera* (1,91mg±0,04) et de *Hibiscus sabdariffa* (2,51mg ±0,24). Ces valeurs sont similaires à celles mesurées dans les quatre plantes étudiées.

Les concentrations en Fer montrent que *P. quadrifida* présente la plus forte concentration en fer (0,96%), suivie de *G. africanum* (0,83 %), de *T. triangulare* (0,71 %) et de *P. umbellatum* (0,62%). L'analyse de variance confirme cette différence significative entre les teneurs observées (F = 109,000 ; ddl = 3 ; p = 0,031). Les études menées par [26] ont montré que *G. africanum* contient 2,07 mg/100g et *T. triangulare* 1,03 mg/100g de fer, ces valeurs restent supérieures aux résultats de cette étude. La valeur trouvée par [27] est de 0,1 mg/100g pour les feuilles de *P.*

umbellatum, inférieure à la valeur trouvée dans cette étude. Dans un même milieu, ces différences seraient dues à la période pendant laquelle ces plantes ont été récoltées. En effet, [28] a trouvé les taux de fer dans l'épinard (2,71mg/100g), le Chou (0,590 mg/100g) et le chou-fleur (0,440mg/100g). Selon leur étude[30] ont trouvé pour *T. triangulare* un taux de Fer 14,33mg/100g. La consommation régulière de ces plantes serait une source non négligeable de Fer pour pallier à l'anémie dont souffrent les femmes enceintes et les enfants à l'âge scolaire et préscolaire.

En ce qui concerne la concentration en Phosphore, les résultats ont montré que *P. umbellatum* enregistre une concentration en phosphore plus élevée (0,1095 mg/100g), suivi de par *G. africanum* avec 0,1011mg/100g. *T. triangulare* présente une valeur modérée (0,0844mg/100g), tandis que *P. quadrifida* a la concentration la plus faible (0,0599 mg/100g). Bien que ces variations soient apparentes entre les plantes, les écarts observés ne sont pas statistiquement significatifs au seuil de 5%.

Les études réalisées par [26] indiquent un taux de 0,03mg/100g pour le *G. africanum*, inférieur au taux de phosphore trouvé dans cette étude et 0,12 mg/100g pour *T. triangulare*, supérieur à celui trouvé dans cette étude. [28] a observé les taux de phosphore de l'épinard, chou et le chou-fleur étaient respectivement de 49 mg/100g, 0,590mg/100g et 0,440mg/100g. Ces taux sont supérieurs à ceux trouvés dans cette étude. Par contre, [30] ont trouvé pour *T. triangulare* un taux de Phosphore de 436, 00 mg/100g largement supérieur à celui trouvé dans cette étude.

Compositions vitaminiques de quatre PAS étudiées

Tableau 3 : Les vitamines dosées dans les quatre plantes alimentaires sauvages étudiées

Espèces	Vit A (mg/100g MS)	Vit B2 (mg/100g MS)	Vit B6 (mg/100g MS)	Vit C (mg/100g MS)
<i>G. africanum</i>	448,4	0,0052	0,026	26,4
<i>P. umbellatum</i>	256,5	0,0143	0,027	26,4
<i>P. quadrifida</i>	81,8	0,1002	0,027	13,2
<i>T. triangulare</i>	68,2	0,0952	0,025	44
ANOVA	*(P = 0,000)	*(P = 0,000)	NS	*(P<0 ,012)

Légende : Vit A : vitamine A Vit B2 : vitamine B2 Vit B6 : vitamine B6

De ce tableau, il se dégage que les concentrations en vitamine A varient fortement entre les plantes analysées. *G. africanum* présente une teneur plus élevée en vitamine A avec 448,4 mg/100g, suivi de *P. umbellatum* à 256,5 mg/100g. Les concentrations plus faibles ont été enregistrées sur *P. quadrifida* (81,8 mg/100g) et *T. triangulare* (68,2 mg/100g). Le test khi-deux révèle une différence statistiquement significative entre ces moyennes ($\chi^2 = 1\ 591\ 396,458$; ddl = 3 ; p = 0,000), ce qui confirme que les espèces ne possèdent pas le même potentiel en vitamine A et en carotène. Les résultats d'analyses de [11] sur la composition nutritionnelle de *P. umbellatum* indiquent une concentration en vitamine A de 38,20mg, inférieure à 256,5mg/100g à cette étude. Ces différences seraient dues à une différence de sol, de climat et de la méthodologie utilisée.

En outre, les teneurs en vitamine B2 montrent des importants écarts entre les plantes. *P. quadrifida* présente une teneur plus élevée avec 0,1002mg/100g, suivie de *T. triangulare* (0,0952 mg/100g). *P. umbellatum* affiche une valeur faible (0,0143mg/100g), tandis que *G. africanum* présente la concentration la plus basse (0,0052mg/100g). L'analyse de variance confirme que ces différences sont statistiquement significatives (F = 74 332,452 ; ddl = 3 ; p = 0,000). Les valeurs trouvées par [26] sont de : 0,5mg/100g pour le *G. africanum* et 3,31 mg/100g pour le *T. triangulare* sont globalement plus élevées que celles trouvées dans notre étude. Les données trouvées par [28] sur l'épinard et le chou (0,189 mg/100g et 0,040mg/100g sont supérieures à celles des feuilles de quatre plantes alimentaires sauvages étudiées. Selon [33], dans les feuilles de *T. triangulare*, les concentrations vitaminiques (en mg/100 g) étaient de 0,96 pour la riboflavine, celles de cette étude est de 0,0952 mg/100g.

Néanmoins, les concentrations en vitamine B6 déterminées dans les quatre PAS sont relativement proches allant de 0,025 à 0,027mg/100g. En comparaison avec les valeurs trouvées par [28], on note que les concentrations en vitamine B6 dans l'épinard et le chou sont respectivement de (0,096 mg/100g et 0,195mg/100g). Ces valeurs sont supérieures aux données relatives aux quatre plantes étudiées qui se trouvent dans un intervalle de 0,025mg/100g à 0,027mg/100g.

Nos résultats montrent que *T. triangulare* présente une teneur en vitamine C plus élevée de 44,0 mg/100g, suivie à égalité par *G. africanum* et *P. umbellatum*, toutes deux à 26,4 mg/100g. *P. quadrifida* affiche une concentration plus faible, soit 13,2mg/100g. Ces différences sont statistiquement significatives, comme l'indique l'analyse de variance (F = 310,136 ; ddl = 3 ; p = 0,012). Les résultats des analyses de [26] ont montré que *G. africanum* contient 41,29 mg/100g, presque le double de la concentration en Vitamine C trouvée

dans notre étude et 3,65 mg/100g pour le *T. triangulare*, très inférieure du taux dans cette étude.

En comparant les résultats trouvés par [11] sur la composition nutritionnelle de *P. umbellatum* au Nigeria en 2022, on remarque un taux de vitamine C de 1,26 mg/100g inférieur à 26,4 mg/100g obtenus dans cette étude. Ces différences seraient dues à une différence de sol, de climat et de la méthodologie utilisée. Selon [34] dans les feuilles de *T. triangulare*, les concentrations vitaminiques (en mg/100g) étaient de 30,16 pour l'acide ascorbique, proches de celles de *G. africanum* et *P. umbellatum*, toutes deux à 26,4mg/100g et supérieures à celle *P. quadrifida*, soit 13,2mg/100g. Les résultats de [28] donnent à l'épinard et au chou respectivement 28,1mg/100g et 32,2mg/100g de vitamine C. Ces données sont proches de celles de *G. africanum* et *P. umbellatum*, toutes deux à 26,4 mg/100g et supérieures à celle *P. quadrifida*, soit 13,2 mg/100g. Cependant *T. triangulare* présente une teneur la plus élevée que l'épinard et le chou (44,0 mg/100g). Il a été trouvé par [30] un taux de 1,11/100g à 1,36/100g de vitamine C dans les feuilles de *T. triangulare*, largement inférieur au taux de 44,0 mg/100g de cette étude. Dans les feuilles de *T. triangulare*, les concentrations vitaminiques étaient de 30,16 mg/100g pour l'acide ascorbique [33], alors que dans notre étude la concentration est de 44,0 mg/100g. Les apports nutritionnels conseillés en vitamine C sont les suivants : entre 23 et 35mg/100g pour les enfants de 0 à 9 ans, entre 40 et 45mg/100g pour les personnes de 10 ans à plus de 65 ans chez l'homme, 55mg pour la femme enceinte et 72mg pour la femme qui allaite [35]. Les résultats de notre étude suggèrent que la consommation régulière de ces quatre plantes alimentaires sauvages seraient très bénéfique pour la population de la Tshopo.

Quelques substances toxiques indésirables contenues dans les PAS étudiées

Tableau 4 : Les substances toxiques identifiées dans les quatre PAS étudiées

Espèces	Acides citriques (mg/100g)	HCN (mg/100g)	Oxalates	Cyanures	Nitrates	Nitrites
<i>G. africanum</i>	0,22	0,21	-	-	-	-
<i>P. umbellatum</i>	0,19	0,40	-	-	-	-
<i>P. quadrifida</i>	0,21	1,16	-	-	-	-
<i>T.</i>	0,10	0,60	-	-	-	-

<i>triangular e</i>						
	NS	S (P = 0,000)				

:- absent

Les concentrations en acide citrique diffèrent peu entre les quatre plantes étudiées selon ce tableau. *G. africanum* affiche une teneur plus élevée en acide citrique (0,22mg/100g), suivi de *P. quadrifida* (0,21mg/100g) et de *P. umbellatum* (0,19mg/100g). *T. triangulare* présente une concentration plus faible avec 0,10 mg/100g. Les valeurs de l'acide citrique déterminées par [26] ont été de 0,68mg/100g pour le *G. africanum* et 0,33mg/100g pour *T. triangulare*, ce qui est presque le double de valeurs trouvées dans notre étude.

Par rapport à la teneur en acide cyanhydrique, nos résultats montrent que *P. quadrifida* a une valeur plus élevée en acide cyanhydrique avec 1,16mg/100g, suivie par *T. triangulare* (0,60mg/100g) et *P. umbellatum* (0,40mg/100g). *G. africanum* affiche la teneur plus faible à 0,21mg/100g. L'analyse de variance confirme que ces différences sont statistiquement significatives (F = 19,097 ; ddl = 3 ; p = 0,000).

Les résultats de ce tableau indiquent de faibles concentrations non létales des substances toxiques dans les feuilles des quatre plantes alimentaires sauvages étudiées. En outre, aucune trace d'oxalate, de cyanure, de nitrate, de nitrite n'a été détectée dans ces plantes. En comparant nos résultats avec ceux de [36] qui ont trouvé des traces de nitrates dans *C. frutescens*, et une faible quantité de stérols et de terpènes, de nitrites et de cyanures dans *P. foetida*. Ils ont aussi retrouvé des traces de nitrites et de cyanures dans *P. umbellatum*.

En comparant ces quatre plantes alimentaires sauvages (*Gnetum africanum*, *Piper umbellatum*, *Portulaca quadrifida* et *Talinum triangulare*) aux légumes-feuilles couramment consommés dans la province de la Tshopo en République démocratique du Congo, notamment les feuilles de manioc (*Manihot esculenta*), les amarantes (*Amaranthus* spp.) et les feuilles de patate douce, selon les tables FAO/INFOODS [37,38].

Les résultats montrent que *Gnetum africanum* présente une teneur en protéines de 17,83 %, nettement supérieure à celle des feuilles de manioc (6–8 %), des amarantes (4–6 %) et des feuilles de patate douce (5–7 %) [37]. Cette différence suggère un potentiel important pour améliorer l'apport protéique en milieu rural, particulièrement dans la province de la Tshopo, où l'accès aux protéines animales reste limité.

Les teneurs en calcium observées dans les espèces étudiées (280–400 mg/100 g) sont comparables voire supérieures aux valeurs rapportées pour les légumes-feuilles locaux (150–300 mg/100 g) [37]. De même, les apports en fer, bien que nécessitant confirmation quant à leur unité exacte, semblent compatibles avec les niveaux retrouvés dans les légumes tropicaux (environ 2–6 mg/100 g) [37]. Dans un contexte où l'anémie demeure fréquente en RDC [39], ces espèces pourraient contribuer à la couverture des besoins, d'autant plus que *Talinum triangulare* présente une teneur élevée en vitamine C (44 mg/100 g), comparable ou supérieure à celle de l'amarante (30–60 mg/100 g) (1), favorisant ainsi l'absorption du fer non hémique (40).

En revanche, les teneurs en vitamine A observées (68 à 448 µg/100 g, selon l'espèce) restent inférieures à celles des feuilles de manioc, qui peuvent atteindre 6 000–10 000 µg/100 g en équivalents rétinol [38]. Ces légumes ne peuvent donc se substituer aux sources majeures de provitamine A dans les stratégies de lutte contre l'hypovitaminose A [41].

Les concentrations en acide cyanhydrique mesurées (0, 21 à 1,16 mg/100 g) sont très inférieures à celles des feuilles de manioc crues, pouvant atteindre 10–50 mg/100 g avant transformation [42], ce qui suggère un risque toxique limité après cuisson.

Dans le contexte nutritionnel de la Tshopo, marqué par une insécurité alimentaire persistante et une prévalence élevée d'anémie [39], l'intégration de ces espèces dans les systèmes alimentaires locaux pourrait contribuer à la diversification nutritionnelle et à l'amélioration des apports protéiques et micronutritionnels. Toutefois, leur promotion devrait être complémentaire et non substitutive aux légumes traditionnellement riches en vitamine A.

Limites de l'étude

Malgré ces résultats encourageants, plusieurs limites méthodologiques doivent être prises en compte : absence d'analyse de biodisponibilité du fer et du calcium, non-évaluation des facteurs antinutritionnels, incertitudes sur certaines unités analytiques ainsi que la technique d'échantillonnages non probabiliste. Ces éléments limitent l'extrapolation directe à un impact clinique ou populationnel.

IV. CONCLUSION

La présente étude a eu comme objectif d'analyser la valeur nutritive de quatre plantes alimentaires sauvages (*P. umbellatum*, *T. triangulare*, *P. quadrifida*, *G. africanum*) collectées à Kisangani et ses environs. L'étude part de l'hypothèse que ces PAS contiendraient des quantités

suffisantes des nutriments pouvant améliorer la qualité de l'alimentation et qu'elles ne contiendraient pas des substances toxiques.

Les résultats obtenus d'analyses indiquent que les quatre PAS étudiées contiennent de proportions importantes de composants nutritionnels notamment les macromolécules (protéines), des minéraux (calcium), et de vitamines (vitamine C). À la lumière de ces résultats, il s'avère que ces plantes alimentaires sauvages étudiées peuvent améliorer l'alimentation humaine au regard de leur richesse en protéines, lipides, minéraux et vitamines. La présence de certaines substances toxiques en état de trace n'est pas à craindre. Aucune trace d'oxalates, de cyanures, de nitrates, ni de nitrites n'a été détectée dans les quatre PAS étudiées. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour confirmer leur biodisponibilité et leur impact réel sur l'état nutritionnel des populations.

REFERENCES

1. O.M.S. (2024). La Malnutrition <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
2. UNICEF (2024), <https://www.unicef.fr/convention-droits-enfants/alimentation/malnutrition>
3. Institut Nationale de la Statistique (INS) et Ecole de santé Publique de l'Université de Kinshasa (2025). Enquête démographique et de santé (EDS-RDC) 2023-2024 [Demographic and Health Survey (DHS-DRC) 2023 -2024]. ANS et Ministère du Plan. unicef.org/drcongo/media/12811/file/RDC-EDS-III.pdf
4. Latham, M. C. (2005). La nutrition dans les pays en développement. FAO.
5. Joshi, K. D., Bhanduri, B., Gautam, R., Bajracharya, J., & Hollington, P. B. (2008). Rice bean: a multi-purpose underutilized legume. In Smartt J., & Haq N. (Eds.), *New crops and uses* (pp. 234-248). CUC.
6. Nyakabwa, M., Bola, M., & Vasolene, K. (1990). Plantes sauvages alimentaires chez les Kumude Masako à Kisangani. *African Study Monographs*, 11, 75-86.
7. Ngbolua, K.N, Molongo, M.M., Libwa, M.T.B., Amogu, J.J.D., Kutshi, N.N., & Masengo, C.A. (2021) Enquête ethnobotanique sur les plantes

- sauvages alimentaires dans le Territoire de Mobayi-Mbongo (Nord-Ubangi) en République Démocratique du Congo
<https://www.researchgate.net/publication/352248835>
8. Termote C., Bwama Meyi M., Dhed'a Djailo B., Huybregts L., Lachat C., Kolsteren P., et al. (2012). Un environnement riche en biodiversité ne contribue pas à une meilleure alimentation : étude de cas de la RDC. PLoS ONE 7(1): e30533. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030533>
 9. Mialoundama, F. (1996). Intérêt nutritionnel et socio-économique du genre *Gnetum* en Afrique centrale. In *Alimentation en forêt tropicale : interaction bioculturelle*. UNESCO
 10. Salifou, A., & Bachir, B. I. (2019). *Fiche technique : Portulaca quadrifida L.* <https://www.csan-niger.com/fiche-technique-portulaca-quadrifida.php>
 11. Dikioye, E. P., Baradum, S. R., & Ohiri, R. C. (2022). Composition nutritionnelle des feuilles de *Piper umbellatum* Linn. *Journal des progrès en science et technologie alimentaires*. <https://doi.org/10.56557/jafsat/2022/v9i27812>
 12. Latham, P., & Konda ku Mbuta, A. (2007). Plantes utiles du Bas-Congo (2^e éd.). DFID.
 13. AOAC. (1990). *Official methods of analysis* (14^e éd.). Association of Official Analytical Chemists.
 14. Ranst, E.V., Verloo, M., Demeyer, A., and Pauwels, J.M., (1999). Manual for the Soil Chemistry and Fertility Laboratory Analytical Methods for Soils and Plants Equipment and Management of Consumables. University of Gent, 243p.
 15. Harris D.C., (1982). Quantitative chemical analysis. Freeman and Company, New York, pp. 620-624
 16. [16] Pearson, (1981). Chemical analysis of food. Livingstone pp.20-23.
 17. [17] Groegaert, J., (1958). Recueil des modes opératoires en usage au laboratoire d'analyse de l'INEAC, INERA/YANGAMBI. <http://carpe.umd.edu/carpedocs/index.php?tab=0> (accessed : September 2025)
 18. Charlot, G. (1966). Les méthodes de chimie analytique : Analyse quantitative minérale (pp. 652-843). Masson.
 19. Dessart A., Jodogne J. et Paul J., (1973). Chimie analytique. 10^{ème} édition, De Boeck, Bruxelles
 20. Welcher, F.J., (1963): Standards methods of chemical analysis, part B van Nostrand Reinhold, London, pp. 2338-2387.
 21. Fabert, D. (1964) La prodigieuse famille des vitamines, Nouveaux Horizons, Paris, 1964.
 22. Mvunzu, Z., Mbudi, B.M., Kanki, D.D., et Cenezo, C., (1981): Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'extraction des protéines des feuilles de Lisingo (*Phytolacca dodecandra* l'Herit) récoltées à Yangambi, Ann. de l'IFA Yangambi, Vol. I, pp: 84-100.
 23. Bradbury M., Egan S. and Bradbury J., (1999). Picrate paper kits for determination of total cyanogens in cassava roots and all forms of cyanogens in cassava products. *Science of Food and Agriculture* (79):593–601
 24. Feigl, F. V., Auger, R. E and Desper, R., (1966). Spot tests in organic analysis 7th éd. New York, Elsevier Publishing Company, New York, pp 267-268, 300-301 & 457-458.
 25. Fritz, F., and Vinzenz, A., 1986): Spot tests in organic analysis. 7th ed. Elsevier Publishing Company, London, pp 457-458.
 26. Solomo (2016). Valeur nutritionnelle et toxique des plantes alimentaires sauvages les plus consommées ou vendues dans la Province de la Tshopo (République Démocratique du Congo). Université de Kisangani (pp. 285-320).
 27. Imponda, J. B. (2025). Phytochimie des feuilles de *Piper umbellatum* L. (1753) et effet insecticide de leurs extraits sur les bruches de haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say ,1893) et les chenilles légionnaires de maïs (*Spodoptera frugiperda*, J.E Smith, 1797) à Kisangani, Province de la Tshopo (République Démocratique du Congo). Mémoire DES inédit, IFA Yangambi. pp. 32-34.
 28. Pamplona, G. R. (2011). Santé par les plantes (1^{re} éd.). Editorial Safeliz.

29. Soro, L. C., Ocho-Atchibri, A. L., Kouadio, K. K. A., & Kouamé, C. (2012). Évaluation de la qualité nutritionnelle des légumes feuilles. *Journal of Applied Biosciences*, 51, 3567-3573.
30. Miranda, C. T. C. S., Soares, S. D., de Oliveira, W. Q., Lima, A. S., Neri Numa, I. A., & Pastore, G. (2024). Plantes comestibles non conventionnelles d'Amazonie... *Foods*, 13(18), 2925. <https://doi.org/10.3390/foods13182925>
31. Mukeba, F. B., Ilunga, A. N., Ilonga, P. B., Mukoko, J. B., Ngombe, N. K., Mutwale, P. K., & Banzola, F. K. (2021). Quantitative determination... *Asian Journal of Research in Biochemistry*.
32. Tchiégang, C. & Aissatou, K., (2004). Données ethno-nutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura*, 22, 1, pp.11-15.
33. Okpalanma, F. E., & Ojmelukwe, P. C. (2018). Évaluation des effets des conditions de stockage... *Asian Food Science Journal*, 2, 1-14.
34. Netala, S., Ashapriya, M., Pravallika, R., Naga Tejasri, S., Shabreen, S., Nandini Kumari, S., & Vishnu, S. (2014). Études pharmacognostiques comparatives sur trois espèces de *Portulaca*
35. Murray, N. (2009). Biologie végétale : structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Nouveaux Horizons.
36. Tchatchambe, N. B. J., Solomo, E. B., Kirongozi, B. F., Lebisabo, B. C., Dhed'a, D. B., Tchatchambe, W. B. J., & Ngbolua, K. N. (2017). Analyses nutritionnelle et toxicologique de trois plantes alimentaires traditionnelles de la Tshopo en République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 30(2), 105-118.
37. FAO/INFOODS Food Composition Database for Biodiversity Version 4.0. Rome: FAO; 2017.
38. Stadlmayr B, et al. West African Food Composition Table. Rome: FAO; 2012.
39. UNICEF. Democratic Republic of the Congo: Nutrition Profile. New York: UNICEF; 2022.
40. WHO, FAO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed. Geneva: WHO; 2004.
41. WHO. Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. Geneva: WHO; 2009.
42. Cardoso AP, et al. Processing of cassava roots to remove cyanogens. *J Food Comp Anal*. 2005;18:451–460