

## Potentialités technologiques par l'évaluation biochimique de la farine des tubercules du souchet *Cyperus esculentus* L.

Bou NDIAYE\*, Nicolas Cyrille AYEISSOU, Oumar Ibn Khatab CISSE, Samba BALDE, Mady CISSE, Codou Mar DIOP et Mama SAKHO

*Ecole Supérieure Polytechnique, UCAD, Dakar BP 5085, Sénégal  
Centre d'Etudes sur la Sécurité Alimentaire et les Molécules Fonctionnelles (CESAM-RESCIF)*

\* Correspondance, courriel : [cheikhbou20@yahoo.fr](mailto:cheikhbou20@yahoo.fr)

### Résumé

Dans un contexte de valorisation des produits locaux pour répondre au besoin du marché, les tubercules de *Cyperus esculentus* offrent des opportunités sur le plan nutritionnel. Ainsi, l'évaluation de la composition chimique et biochimique de variétés Sénégalaises devient impérative afin de pouvoir identifier des itinéraires technologiques possibles. Ainsi, les teneurs en protéines, en fibres, en matières grasses, en éléments minéraux, en vitamines, en glucides et la valeur énergétique ont été évaluées. Les teneurs en minéraux trouvées sont de  $896,3 \pm 1,11$  mg/100g de potassium,  $267,8 \pm 1,11$  mg/100g de phosphore,  $104,9 \pm 0,67$  mg/100g de magnésium,  $26,07 \pm 1,07$  mg/100g de calcium,  $15,8 \pm 0,69$  mg/100g de sodium,  $2,51 \pm 0,12$  mg/00g de fer et  $2,03 \pm 0,12$  mg/100g de zinc. L'étude révèle la présence des vitamines C ( $12,6 \pm 0,12$  mg/100g), E ( $80,32 \pm 0,01$  mg/100g) et les vitamines B (B1, B2, B3, B5, B6, B9 et B12) avec des teneurs respectives en mg/100g de ( $0,23 \pm 0,01$  ;  $0,37 \pm 0,01$  ;  $1,8 \pm 0,00$  ;  $1,5 \pm 0,07$  ;  $0,58 \pm 0,01$  ;  $0,21 \pm 0,02$  ;  $0,004 \pm 0,00$ ). La teneur en protéines est évaluée à 5 %, les glucides à  $63,83 \pm 0,31$  ; la matière grasse à 24,72 % et les fibres à  $32,8 \pm 0,13$ . La valeur énergétique est estimée à 497,84 Kcal /100 g. Les résultats issus de cette étude montrent de nouvelles voies de valorisation du souchet dans la consolidation des besoins nutritionnels des populations.

**Mots-clés :** *Cyperus esculentus*, valorisation, composition biochimique.

### Abstract

**Technological potentialities of tiger nut flour *Cyperus esculentus* L. through the biochemical evaluation**

In a context of valorization of the local products to answer the need of the market, the tubers of *Cyperus esculentus* offer opportunities on the nutritional level. Thus, the evaluation of the chemical and biochemical composition of Senegalese varieties becomes imperative in order to be able to identify possible technological routes. According to that, protein, fiber, fat, mineral, vitamin, carbohydrate and energy content were evaluated. The found mineral contents are  $896.3 \pm 1.11$  mg / 100g of potassium,  $267.8 \pm 1.11$  mg / 100g of phosphorus,  $104.9 \pm 0.67$  mg / 100g of magnesium,  $26.07 \pm 1.07$  mg / 100g of calcium,  $15.8 \pm 0.69$  mg / 100g of sodium,  $2.51 \pm 0.12$  mg / 00g of iron and  $2.03 \pm 0.12$  mg / 100g of zinc. The study reveals the presence of vitamins C ( $12.6 \pm 0.12$  mg / 100g), E ( $80.32 \pm 0.01$  mg / 100g) and vitamins

B (B1, B2, B3, B5, B6, B9 and B12) with respective contents in mg / 100g of ( $0.23 \pm 0.01$ ,  $0.37 \pm 0.01$ ,  $1.8 \pm 0.00$ ,  $1.5 \pm 0.07$ ,  $0.58 \pm 0.01$ ,  $0.21 \pm 0.02$ ,  $0.004 \pm 0.00$ ). The protein content is evaluated at 5 %, the carbohydrates at  $63.83 \pm 0.31$ ; fat at 24.72 % and fibers at  $32.8 \pm 0.13$ . The energy value is estimated at 497.84 Kcal / 100 g. The results of this study show new ways of exploiting nutsedge in the consolidation of the nutritional needs of the populations.

**Keywords :** *Cyperus esculentus*, valorization, biochemical characteristics.

## 1. Introduction

La grande diversité des ressources végétales de la flore africaine met à la disposition des consommateurs, une immense variété de ressources destinées à l'alimentation humaine [1 - 3]. Cependant la malnutrition constitue l'un des problèmes majeurs, qui y sévit surtout en zones rurales. Elle est entre autre due à une sous-alimentation accrue et à un déficit de transformation des matières premières. Au Sénégal où les habitudes alimentaires sont principalement basées sur les céréales, la production annuelle de mil et de maïs y est importante mais elle reste toujours insuffisante du fait de la forte demande. Ainsi, le recours aux céréales importées devient une nécessité pour la sécurité alimentaire. A titre d'exemple, la moyenne annuelle des importations de riz est estimée à 959 330 tonnes pour le riz et à 545 226 tonnes pour le blé [4]. Ces importations constituent un poids énorme sur l'économie du pays. Dès lors, l'ouverture aux produits locaux sous utilisés s'avère une évidence afin de couvrir les besoins du marché, de promouvoir le secteur agricole et de diversifier les habitudes alimentaires. Ces produits regorgent de potentialités nutritionnelles importantes permettant de jouer un rôle majeur dans la sécurité alimentaire et la malnutrition. Plusieurs travaux récents ont mis l'accent sur la diversité des ressources exploitables comme les fruits de *Detarium senegalense* et *Adansonia digitata* [2, 3], certaines céréales rares telles que le fonio [5], les tubercules tels que le manioc, la patate douce [6]. Cependant, le souchet *Cyperus esculentus*, consommé comme « tubercules de bouche » à l'instar de l'arachide au Sénégal se trouve sous exploité. La connaissance de sa composition nutritionnelle pourrait orienter vers d'autres formes d'utilisation grâce à des itinéraires technologiques adaptées et innovantes. De surcroît, dans les perspectives d'adaptation de nos pratiques culturelles et notre alimentation aux changements climatiques, l'espèce *Cyperus esculentus* est une plante peu exigeante et qui tolère de nombreuses conditions non favorables du sol, y compris les périodes de sécheresse et les inondations [7]. Ces deux arguments justifient le choix porté sur *Cyperus esculentus* dans ce travail. Des travaux précédents portant sur la composition nutritionnelle des variétés venant du Cameroun, de l'Egypte du Nigeria et du Burkina Fasso, ont permis la caractérisation du souchet [8 - 11]. Cependant, compte tenu des variabilités géographiques et pédologiques notées sur diverses productions agricoles [12], ce travail a été mené sur des échantillons d'origine sénégalaise. Il permet l'identification des possibles itinéraires technologiques à proposer aux consommateurs sénégalais et entre dans le cadre de la valorisation des produits locaux sous utilisés et la diversification des aliments.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Échantillonnage et préparation de l'échantillon

L'échantillonnage est réalisé à partir de plusieurs marchés de Dakar et a permis de constituer un lot moyen de tubercules d'un kilogramme (**Figure 1**). Les tubercules sont d'abord triés afin d'éliminer les tubercules endommagés et les corps étrangers (débris végétaux, cailloux, etc.). Ensuite ils sont lavés plusieurs fois

avec de l'eau et enfin séchés au soleil. Après séchage, les tubercules sont passés au broyeur pour être moulus puis tamisés. On obtient alors une farine de couleur brune, prête à être analysée. L'échantillon est analysé en triplicata pour permettre d'obtenir une moyenne représentative.



**Figure 1 :** *Tubercules de souchet*

**2-2. Les analyses chimiques**

Les analyses ont été réalisées selon les méthodes normalisées appropriées AFNOR et AOAC et concernent les teneurs en protéines, en éléments minéraux, en matière grasse, en glucide, en vitamines B, C, et E. L'humidité, la teneur en fibres brutes et la valeur énergétique ont été également évaluées au cours de cette étude (**Tableau 1**). Les éléments minéraux ont été quantifié par spectroscopie d'absorption atomique (SAA NOVAA-350 et ZEENIT 700P) et le dosage a concerné le potassium, le calcium, le fer, le zinc le sodium, le magnésium et le phosphore. Les vitamines ont été déterminées par chromatographie liquide à haute performance (CLHP AGILENT 1100 Détecteur UV , DAD) suivant les normes AFNOR pour les vitamines B1, B2, B3, B6, E et C et les normes AOAC pour les vitamines B5, B9 et B12 (**Tableau 1**).

**Tableau 1 :** *Éléments analysés et méthodes utilisées*

Éléments	Références	Éléments	Références
K, Ca	NF EN 11122	Vitamine B1	NF EN 14122
Fe, Zn	NF EN 14084	Vitamine B2	NF EN 14152
Na, Mg	NF EN 15505	Vitamine B3	NF EN 15652
P	NF EN 1136	Vitamine B6	NF EN 14663.
Vitamine E	NF EN 12822	Vitamine B5	AOAC 2012.16.
Vitamine C	NF V03 -135	Vitamine B9	AOAC
		Vitamine B12	AOAC 2011.09.

**2-3. Autres composants**

La teneur en protéines est déterminée dans la farine de *C. esculentus* par la méthode de Kjeldahl suivant la norme NF EN ISO 20483. Les matières grasses sont évaluées par soxhlet suivant la méthode de référence NF EN ISO 3947. La teneur en fibres est déterminée par gravimétrie suivant la méthode de référence NF V03-040. La teneur en glucides est évaluée suivant la référence ISO 2911. La valeur énergétique est calculée suivant la référence DI 2008 100/CE (règlement de UE n° 1169/2011). La teneur en eau est déterminée par étuvage suivant la méthode de référence norme NF ISO-712.

### 3. Résultats et discussion

L'analyse des macroéléments révèle une source majeure de glucides et de matière grasse (**Tableau 2**) qui constituent à eux deux 88 % de poids de la farine de *C. esculentus*.

**Tableau 2 :** Composants majeurs biochimiques de la poudre de *C. esculentus*

Paramètres	Teneur en g/100g
Valeur énergétique (Kcal/100g)	500,04 ± 1,46
Humidité	9,23 ± 0,12
Glucides	63,83 ± 0,31
Protéines (N*5,75)	5,01 ± 0,15
Matière grasse	24,72 ± 0,12
Fibres	32,8 ± 0,13

A l'issu de la caractérisation de la farine, cette dernière présente une composition en éléments minéraux intéressante (**Tableau 3**). Les teneurs en potassium, en phosphore et en magnésium sont respectivement 896,3 mg ; 267,8 mg et 104,9 mg dans 100 g de souchet. La présence de calcium, de sodium, de fer et de zinc est ainsi notée avec des proportions mineures. L'analyse effectuée sur les vitamines B, a révélé la présence de quasi-totalité des vitamines B (**Tableau 3**). Les vitamines B1 et B5 affichent les valeurs les plus remarquables avec des teneurs respectives de 1,8 mg et 1,5 mg. Le souchet n'est pas riche en vitamine C. Cette dernière représente 12 mg dans 100g de farine. Cependant, il est riche en vitamine E avec 80,32 mg/100g. Cette teneur est supérieure à celle de la variété du Burkina Faso à laquelle ils sont assimilés soit 0,2 mg/100g [11].

**Tableau 3 :** Composition en vitamines et éléments minéraux de la farine de *C. esculentus*

Vitamines	Teneur en mg/100g	Éléments minéraux	Teneur en mg/100g
B1	0,23 ± 0,01	Potassium (K)	896,3 ± 1,11
B2	0,37 ± 0,01	Phosphore (P)	267,8 ± 1,11
B3	1,8 ± 0,00	Magnésium (Mg)	104,9 ± 0,67
B5	1,5 ± 0,07	Calcium (Ca)	26,07 ± 1,07
B6	0,58 ± 0,01	Sodium (Na)	15,8 ± 0,69
B9	0,21 ± 0,02	Fer (Fe)	2,51 ± 0,12
B12	0,004 ± 0,00	Zinc (Zn)	2,03 ± 0,12
C	12,6 ± 0,12		
E	80,32 ± 0,01		

La présence des vitamines B est un indice intéressant pour les avantages (santé) que présenteraient les tubercules de souchet. Ainsi, la vitamine B9 joue un rôle important car elle est connue pour ses effets protecteurs contre les maladies cardiovasculaires et les malformations [13,14]. Les tubercules de souchet présente une teneur de l'ordre de 80mg/100g en vitamine E. Une quantité de 100g de souchet pourrait donc couvrir les besoins en vitamine E qui se situent entre 20 à 50mg par jour [11]. La vitamine E intervient dans la prévention du vieillissement précoce du fait de son pouvoir antioxydant important. Elle joue notamment un rôle d'antioxydant des lipides membranaire [15] et empêche les lipides sanguins LDL (low density lipid) de s'oxyder et de se déposer dans les artères. Elle diminue donc le risque des troubles cardiaques et des accidents cérébrovasculaires [16]. Les sucres représentent 63,83 % de la matière sèche. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés sur des morphotypes du Burkina. Ces derniers affichent des teneurs comprises

entre 64,73 % à 69,21 % [11]. Selon ces auteurs 31,5 % des sucres est constitué de l'amidon et 17,97 à 20,39 % en sucre simple principalement en sucrose. La valeur énergétique est estimée à 500,04 kcal/kg. Des valeurs inférieures ont été retrouvées sur des variétés brunes étudiées au Ghana, estimée à 4585,4 kcal/kg [17]. Le souchet représente une source énergétique intéressante car 100 grammes peuvent couvrir près de 1/5 des besoins énergétiques des personnes de plus de 60 ans [18]. Cette présente analyse révèle que les tubercules de souchet cultivé au Sénégal sont plus riches en éléments minéraux tels que le potassium, le phosphore et le magnésium (896,3 ; 267,8 et 104,9 mg/100g) que ceux de la Côte d'Ivoire dont les teneurs sont respectivement de 611 mg, 182 mg, 93 mg/100g, par contre les résultats de calcium sont nettement plus faibles (soit 26,07 mg/100g contre 409 mg/100g) [19]. Au Burkina Faso, les valeurs comparatives sont de 608,3 mg/100g pour le potassium, 229,6 mg/100g pour le phosphore et 100,5 mg/100g pour le magnésium [11]. Ces écarts de valeurs entrent bien dans le cadre de la variabilité des composants dans les aliments. Ils peuvent être liés entre autres aux facteurs climatiques et pédologiques. Cependant ces minéraux jouent un rôle important. La teneur en fibres dans le souchet est de 32,8 %. Les variétés présentent des teneurs supérieures à celles étudiées en Egypte, dont les teneurs sont de l'ordre 6,50 % [9]. Par ailleurs il présente une teneur plus importante que l'igname et le manioc qui présente respectivement 3,14 % et l'igname 3,66 % [20]. ils assurent une fonctionnalité normale du système gastro-intestinal en favorisant la prévention et la gestion des maladies liées au mode de vie et peuvent agir comme un facteur de protection dans le cancer du gros intestin en diminuant le temps de transit, mais aussi en réduisant ainsi le temps la formation et l'action des cancérigènes [21].

Compte tenu du rôle important des fibres, un apport en en souchet pourrait être favorable pour la santé chez les personnes. Ces teneurs en fibres sont légèrement supérieures aux farines de céréales telles que le blé, le mil et maïs dont les teneurs varient respectivement entre 1,5 à 2 %, 2 %, 1,5 à 2,3 % et 1,5 à 1,8 % [22]. Les fibres sont connues par leurs intérêts dans les processus digestifs. La consommation de souchet serait donc bénéfique pour le transit intestinal du fait de sa forte teneur en fibres. Aussi, les tubercules de souchet contiennent de la matière grasse à hauteur de 24,72 %. Cette valeur confirme celle trouvée sur le morphotype 1 du Burkina Faso (26,14 %) [11] et demeure plus importante que celle contenue dans les tubercules tels que le manioc, l'igname et la patate douce dont les proportions sont respectivement 0,7 % à 0,8 % [23]. L'huile de souchet a fait l'objet de plusieurs études. Elle présente un profil en acide gras presque similaire à celui de l'huile d'olive, avec près de 80 % en acide gras insaturé dont près de 69 % en est composé d'acide oléique [9]. Des travaux précédents effectués sur l'huile ont révélé des taux d'acides gras insaturés variant entre 65,91 et 67,75 %, d'acides gras saturés et de polyinsaturés variant entre 10,2 et 12,53 % [11]. Cette composition en acides gras insaturés est un indice d'avantage santé pour la lutte contre certaines pathologies humaine telles que les maladies cardiovasculaires. Par ailleurs, dans l'huile de *Cyperus esculentus*, il a été identifié dix-sept acides gras dont les plus représentés sont dans l'ordre l'acide oléique, palmitique, linoléique et stéarique [11, 24, 25]. Les tubercules de souchet ne sont aussi riches en protéine. Cette dernière représente 5 % de la matière sèche et sont en accord avec les résultats trouvés sur les variétés Egyptienne [9] mais elle demeure faible par rapport aux variétés étudiées au Cameroun, qui présentent 7,54 % [26].

#### 4. Conclusion

La connaissance de la composition biochimique de *Cyperus esculentus* cultivé au Sénégal permet de lui accorder plus d'intérêts surtout à cause des vitamines E et B, ses fibres et son apport énergétique. Ils le prédisposent pour la transformation en farine ou en lait afin de contribuer à la lutte contre la malnutrition surtout en Afrique Sub-saharienne et permettre la diversification des sources de nutriments. Sa composition en glucides et lipides suggère son transformation par torréfaction pouvant déboucher à de nouveaux produits. Le développement de nouveaux produits à partir des tubercules pourrait ainsi accroître l'intérêt pour sa culture à grande envergure au Sénégal.

## Références

- [1] - N. C. AYEYSSOU, M. Cissé, M. GUEYE, C. NDIAYE and C. M. DIOP, *Food and Nutrition Sciences*, 9 (2018) 77 - 85, <https://doi.org/10.4236/fns.2018.92006>
- [2] - M. CISSE, M. SAKHO, M. DORNIER, C. M. DIOP, M. REYNES et O. SOCK, *Fruits*, Vol. 64, (2009) 19 - 34
- [3] - N. DIOP N., A. NDIAYE, M. CISSE, O. DIEME, M. DORNIER et O. SOCK, *Fruits*, Vol. 65, (2010) 293 - 306
- [4] - ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie), Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan, République du Sénégal, (2014) 37
- [5] - J.-F. CRUZ, F. BEAVOGUI et D. DRAME, *Le fonio une céréale africaine*, Ed. Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, France, (2011) 175
- [6] - Y. DIALLO, M. T. GUEYE, M. SAKHO, P. G. DARBOUX, A. KANE, J. P. BARTHELEMY et G. LOGNAY, *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, Vol. 17, (4) (2013) 634 - 643
- [7] - G. A. MULLIGAN and B. E. JUNKINS, *Can. J. Plant Sc.*, 56 (1976) 339 - 350
- [8] - E. R. DJOMDI and R. NDJOUENKEU, *Journal of Food Engineering*, 78 (2007) 546 - 550
- [9] - M. A. SHAKER, M. G. AHMED, M. B. AMANY and S. L. NASSEF, *World Applied Sciences Journal*, 7 (2) (2009) 151 - 156
- [10] - R. C. EKEANYANWU and C. I. ONONOGBU, *Agricultural Journal*, 5 (5) (2010) 297 - 302
- [11] - S. BADO, P. BAZONGO, G. SON, M. T. KYAW, B. P. FORSTER, S. NIELEN, A. M. LYKKE, A. OUÉDRAOGO and I. H. BASSOLE, *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Vol. 2015, (2015) 8
- [12] - I. CORDINA TORELLA, B. GUAMIS, A. J. TRIJOLLO, *Industrial Crops and Crops*, 65 (2014) 406 - 414
- [13] - J. J. MATTE, *Journées Recherche Porcine*, 38 (2006) 303 - 312
- [14] - OMS et FAO, *Directives sur l'enrichissement des aliments en micronutriments*, (2011) 379
- [15] - N. AKRAD, *Micronutrition aspects théoriques et pratiques*. Thèse de Pharmacie, Université Mohammed V, (2014) 261 p.
- [16] - M. OHRVALL, *Journal of Internal Medicine*, 239 (1996) 111 - 117
- [17] - F. A. ASANTE, I. ODURO, F. K SAALIA and W. O. ELLIS, *American Journal of Food and Nutrition*, 3 (2) (2014) 49 - 54
- [18] - HYUN HS, LEE I. J KOREAN, *Acad Nurs*, 44 (6) (2014) 708 - 716
- [19] - L. B. KOFFI, G. J. NEMLIN, S. LEFEBVRE et A. KAMENAN, *Agronomie africaine*, 17 (1) (2005) 63 - 71
- [20] - IITA (International Institute of Tropical Agriculture), *Cassava in tropical Africa*. Ibadan, A reference manual Ibadan Nigeria, (1990)
- [21] - DEVINDER DHINGRA & MONA MICHAEL & HRADESH RAJPUT & R. T. PATIL, *J Food Sci Technol*, 49 (3) (May-June 2012) 255 - 266, DOI 10.1007/s13197-011-0365-5
- [22] - D. H. A. AGBESSI et M. DAMON, *Manuel de nutrition africaine*. Ed. Karthala, Paris, France, (1987) 52
- [23] - J. M. PEREZ, J. CASTAING, F. GROSJEAN, J. CHAUVEL, D. BOURDON et M. LEUILLET, *Journées Rech. Porc.*, 13 (1981) 125 - 144
- [24] - Y. COSKUNER, R. ERCAN, E. KARABABA and A. N. NAZLCAN, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 82, 6 (2002) 625 - 631
- [25] - R. H. GLEW, R. S. GLEW and L. T. CHUANG, *Plant Foods for Human Nutrition*, Vol. 61, 2 (2006) 51 - 56
- [26] - N. DJOMDI, J. K. G. KRAMER, D. J. P. VANDERJAGT, R. EJOH, R. NDJOUENKEU and R. H. GLEW, *International Journal of Food Process Engineering*, Vol. 1, 1 (2013) 1 - 15