

Composition en Eléments Minéraux de Graines de Sésame (*Sesamum indicum* Linne) Vendues et Consommées à Kinshasa.

MUTINSUMU MUFENG Pierre Célestin^{1*}, TSHOMBE Van Emery², IRENGE Célestin¹, LENA Jean Louis², NGELESE MUKUWA Daniel ¹

Paper History

Received : January 25, 2022;
 Revised : June 30, 2022;
 Accepted : July 11, 2022;
 Published : July 27, 2022

Keywords

Mineral elements, sesame seeds, Kwamouth, Kwango, Kwilu, Popokabaka

ABSTRACT

Mineral Composition of *Sesamum Indicum* Linné Seeds Sold and Consumed in Kinshasa

The mineral composition of *Sesamum indicum* L. seeds sold in Kinshasa, from Kwango, Kwamouth, Kwilu and Popokabaka, was determined by X-ray fluorescence spectrophotometry. Present study has established, by the extension of the t test, the relationship between origin, color and mineral content. Results showed that all samples, regardless of origin or color, are rich in macro-elements and trace elements.

Regardless of color and origin, sesame seeds from Kwango are rich in calcium (1.93±0.23g) sulfur (0.52±0.08g), copper (2.58±0.13mg), manganese (7.28±0.98mg), and bromine (0.29±0.10mg). Sesame seeds from Kwilu have high level of calcium (1.86±0.21mg), phosphorus (0.97±0.10g), potassium (8.79±0.97g), sulfur (0.52±0.6g). Sesame seeds from Kwamouth contain high level of chlorine (14.52±0.59g), iron (32.04±3.91mg), chromium (0.22±0.06mg), silicon (92.86±9.44mg), nickel (0,35±0.10mg), tin(1.37±0.28mg). Sesame seeds from Popokabaka are rich in chlorine (14.25±0,28g) like Kwamouth seeds, zinc (13.08±1.65mg) and strontium (8.99±0.92mg).

¹Section Nutrition-Diététique, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa B.P.774 KINSHASA XI

²Département de chimie et agro-industrie, Faculté des sciences agronomiques, Université de Kinshasa B.P.127 KINSHASA XI

*Corresponding author, Email : mutinsumu@yahoo.fr

INTRODUCTION

Le sésame (*Sesamum indicum* Linné) est une plante dont les graines oléagineuses sont consommées soit entières, soit sous forme d'huile ou en purée [CIRAD, 2006]. Originaire d'Afrique et d'Asie, elle y est cultivée depuis des milliers d'années. C'est la première plante dont on a extrait de l'huile dans le monde [OGBONNA et UKAAN, 2013]. Selon PAULETTE VANNIER [2014], le sésame avait la réputation d'être un vrai trésor pour celui qui en mangeait. Les graines de sésame disposent d'une richesse non négligeable en nutriments, car elles renferment des huiles riches en acides gras oméga 3, 6 et 9 [HASSAN, 2012 ; KEMAL et HASAN, 2008 ; HAOUA et al., 2005]. Elles sont riches en protéines et en cendres totales [BRITO, 1982]. Les cendres sont composées de calcium, de fer, de magnésium, de phosphore, de potassium et de sodium [RONGEAD, 2013]. Si la teneur en éléments minéraux est connue, la variété la plus

riche en éléments minéraux n'est pas connue, tant sur base de la coloration des graines (sombre ou blanche) que sur la provenance.

La composition en éléments minéraux d'une plante peut être influencée par des facteurs édaphiques et climatiques. C'est la raison pour laquelle cette étude a été entreprise pour améliorer les connaissances sur la composition en éléments minéraux de graines de sésame qui sont utilisées dans l'alimentation humaine, comme source de sels minéraux pour combler la carence en minéraux des régimes alimentaires déficitaires de la population [REGIVIA, 2017].

La présente étude vise à déterminer la composition en éléments minéraux des échantillons de graines de sésame, de couleur et de provenance différentes, vendues et consommées

à Kinshasa et d'établir la relation entre le lieu de provenance, la couleur et la teneur en minéraux. La spectrométrie de fluorescence X et l'analyse de la variance (ANOVA) ont été choisies pour atteindre ces objectifs de recherche. L'analyse par spectrométrie de fluorescence est une méthode robuste, combinant haute précision et exactitude avec une préparation d'échantillon simple et rapide. Une combinaison simple d'informations sur la nature du contenu et les quantités permet également une analyse rapide (semi-quantitative) [JENKINS, 1999 ; MARTIN, 1987].

La fluorescence X est une méthode d'émission atomique, similaire à la spectroscopie d'émission optique (OES), à la spectrométrie d'émission plasma (ICP) et à l'analyse par activation neutronique (spectroscopie gamma). Ces méthodes mesurent la longueur d'onde et l'intensité de la lumière (les rayons X dans ce cas) émise par les atomes énergisés de l'échantillon [BECKHOFF et al., 2006].

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Les graines de sésame, de couleur noire et de couleur blanche, provenant du Kwango, du Kwilu, de Kwamouth et de Popokabaka ont été achetées aux Marchés de la Liberté et de Pascal situés sur la partie Est de Kinshasa, capitale de la République Démocratique du Congo. Les échantillons de graines de sésame ont été codifiés de la manière suivante : SB1: variété blanche en provenance de Popokabaka, SB2 : variété blanche en provenance de Kwamouth, SN1 : variété noire en provenance du Kwilu et SN2 : variété noire en provenance du Kwango.

Méthodes

Identification de graines de sésame

Les échantillons de graines de sésame achetées ont été identifiés à l'Herbarium de l'INERA logé à la Faculté de Sciences de l'Université de Kinshasa.

Préparation des échantillons de graines de sésame

Les analyses se sont déroulées au laboratoire central d'analyse du Commissariat Général à l'Energie Atomique, Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (CGEA/CRENK en sigle).

Délipidation des graines de sésame et préparation des capsules

Les graines achetées ont été lavées à l'eau pour les débarrasser de la poussière et des grains de sable puis séchées au soleil. Elles ont ensuite été broyées au broyeur électrique (marque Fuma Japan, FU-250). Cent grammes (100 g) de chaque échantillon ont été mélangés avec 0,5 L de n-hexane et gardés pendant 72 heures dans des ballons à fond rond. Le mélange a été macéré à chaud dans un bain-marie à 40°C pour dégager l'huile. Le tourteau a été séparé du solvant à l'aide du filtre à café puis séché à l'air libre sur la paillasse pendant 24 heures. Les tourteaux recueillis ont été ensuite repesés sur une balance analytique de précision. Les échantillons ont été séchés à 50°C pendant 24 heures [SADOU et al., 2002].

RESULTATS

Les résultats analytiques ont été présentés avec son incertitude associée, le plus souvent exprimée sous la forme d'un écart-type ou d'un de ses multiples. L'incertitude de la

Procédure d'analyse au spectrophotomètre à fluorescence X

La teneur en éléments minéraux de chaque échantillon a été déterminée à l'aide du Spectrophotomètre à fluorescence X de marque SPECTRO X-LabPro ED-XRF [BECKHOFF et al., 2006]. Les échantillons séchés ont été broyés pour la seconde fois au broyeur (marque Fuma Japan, FU-250) pour obtenir une poudre fine. Des capsules de mesure ont été préparées avec la poudre fine afin de procéder aux analyses au spectrophotomètre à fluorescence X. L'échantillon à analyser a été placé sous un faisceau de rayons X. Les éléments de l'échantillon ont été excités par la cible dont l'énergie est la plus proche [MARTIN et GEORGE, 1987].

La technologie par dispersion d'énergie (ED XRF) utilisée a donné lieu à l'identification et la mesure de l'intensité du spectre de fluorescence X de l'échantillon. La composition chimique des différents échantillons a été ainsi déterminée grâce au logiciel des éléments allant du béryllium (Be) à l'uranium (U) dans des gammes de concentrations allant de 100 % à des niveaux inférieurs au ppm.

Expression des résultats

La spectrométrie de fluorescence X est une méthode d'analyse élémentaire, elle permet donc de déterminer les concentrations en éléments purs. Cependant, les éléments sont souvent présents sous la forme des composés (molécules, cristaux polyatomiques) dans le matériau initial. Il peut donc être souhaitable de présenter des pourcentages de composés plutôt que d'éléments.

La concentration en composé est calculée, en général par le logiciel d'analyse à partir des concentrations en élément et des formules chimiques. Si l'élément n'est pas présent sous forme indiquée, alors l'expression en composé est fautive, bien que l'analyse soit juste [BECKHOFF et al., 2006].

Analyse statistique

L'usage du logiciel StatSoft décrit dans le guide de l'utilisateur STATISTICA a permis d'utiliser le test *t* pour des échantillons indépendants [STATISTICA, 1997]. Ce test a été utilisé pour effectuer des comparaisons plus complexes de groupes afin d'en déterminer la plus petite différence sur la teneur en minéraux des différents échantillons des graines de *Sesamum indicum* L. étudiés suivant leur coloration et leurs lieux de provenance.

L'analyse de la variance (ANOVA) peut être considérée comme une généralisation du test *t*. En réalité, pour comparer deux groupes, l'ANOVA donnera les mêmes résultats que le test *t*. Mais dès que le plan est plus complexe, l'ANOVA offre de nombreux avantages par rapport au test *t* (même si on lance une série de test *t* comparant diverses cellules d'un plan). Pour dégager la significativité statistique des résultats, le seuil $p \leq 0,01$ a été utilisé. Dans de nombreux secteurs de recherche, un niveau p de 0,05 est souvent considéré comme une limite acceptable d'erreur, alors que le niveau p de 0,01 est considéré comme un résultat réellement ou « très » significatif.

mesure caractérise l'étendue des valeurs parmi lesquelles est supposée se situer la valeur vraie, avec un certain degré de confiance qui est spécifié [THIRION-MERLE, 2014].

Chaque mesure est associée à une incertitude qui résulte des erreurs successives qui surviennent aux différents stades

de l'échantillonnage et de l'analyse et de la connaissance parfaite des facteurs qui affectent le résultat [NARESH, 2007 ; STATISTICA, 1997].

Composition en macroéléments

Les résultats sur les analyses des éléments minéraux dans les graines de sésame en provenance de Popokabaka, Kwamouth, Kwilu et Kwango sont repris dans le **Tableau 1**. Ces

résultats sont exprimés en grammes des macroéléments pour 100g de matière sèche analysée.

Teneur en oligoéléments

La composition en oligoéléments des graines de sésame en provenance de Popokabaka, Kwamouth, Kwilu et Kwango est reprise dans le **Tableau 2**. Ces résultats sont exprimés en milligrammes par kilogrammes des oligoéléments

Tableau 1 : Teneur en macroéléments (g/100g de matière sèche) des graines de sésame

Macroéléments	SB1	SB2	SN1	SN2	Probabilité bilatérale	Signification
Calcium (g)	1,24 ± 0,15	1,47 ± 0,17	1,86 ± 0,21	1,93 ± 0,23	0,094	NS
Phosphore (g)	0,89 ± 0,09	0,83 ± 0,09	0,97 ± 0,10	0,91 ± 0,09	-	-
Potassium (g)	8,12 ± 0,87	8,35 ± 0,90	8,79 ± 0,97	8,67 ± 0,93	0,216	NS
Soufre (g)	0,48 ± 0,05	0,46 ± 0,05	0,52 ± 0,06	0,52 ± 0,08	0,126	NS
Chlore (g)	14,25 ± 0,28	14,52 ± 0,59	11,72 ± 0,34	10,33 ± 0,19	0,154	NS

Légende :

SB1 : sésame variété blanche en provenance de Popokabaka

SB2 : sésame variété blanche en provenance de Kwamouth

SN1 : sésame variété noire en provenance du Kwilu

SN2 : sésame variété noire en provenance du Kwango

NS : différence non significative au P value 0.01

Tableau 2 : Teneur oligoéléments (mg/kg sur matière sèche) des graines de sésame

Oligoéléments	SB1	SB2	SN1	SN2	Probabilité bilatérale	signification
Fer (mg/kg)	16,97 ± 1,73	32,04 ± 3,91	17,03 ± 2,37	27,05 ± 4,09	0,50	NS
Zinc (mg/kg)	13,08 ± 1,65	12,75 ± 1,61	11,94 ± 1,60	12,22 ± 1,70	0,22	NS
Cuivre (mg/kg)	2,22 ± 0,13	2,11 ± 0,13	2,23 ± 0,13	2,58 ± 0,13	0,48	NS
Chrome (mg/kg)	0,18 ± 0,08	0,22 ± 0,06	0,11 ± 0,04	0,19 ± 0,07	0,24	NS
Manganèse (mg/kg)	5,81 ± 0,72	5,88 ± 0,73	5,80 ± 0,75	7,28 ± 0,98	0,50	NS
Silicium (mg/kg)	62,85 ± 4,45	92,86 ± 9,44	48,95 ± 4,72	71,74 ± 8,48	0,12	NS
Nickel (mg/kg)	0,31 ± 0,07	0,35 ± 0,10	0,19 ± 0,09	0,24 ± 0,07	0,028	NS
Etain (mg/kg)	0,24 ± 0,08	1,37 ± 0,28	0,29 ± 0,09	0,19 ± 0,09	0,52	NS
Strontium (mg/kg)	8,99 ± 0,92	8,13 ± 0,89	5,51 ± 0,62	8,67 ± 0,97	0,43	NS
Brome (mg/kg)	0,18 ± 0,07	0,21 ± 0,09	0,12 ± 0,04	0,29 ± 0,1	0,87	NS

Légende :

SB1 : sésame variété blanche en provenance de Popokabaka

SB2 : sésame variété blanche en provenance de Kwamouth

SN1 : sésame variété noire en provenance du Kwilu

SN2 : sésame variété noire en provenance du Kwango

NS : différence non significative au P value 0.01

DISCUSSION

Les résultats du **Tableau 1** montrent que la teneur en calcium est plus élevée dans les échantillons en provenance de

Kwango (1,93±0,23g) et du Kwilu (1,86±0,21g) que dans les échantillons de Kwamouth (1,47±0,17g) et de Popokabaka (1,24±0,15g). Cependant, l'analyse réalisée par MOHAMMED *et al.* [2011] en Arabie Saoudite a donné une teneur en calcium de 1,2g, proche de celle de l'échantillon de sésame en provenance de Popokabaka. La présence du calcium dans les graines de sésame est également signalée dans les études de NZIKOU *et al.* [2013], RIZKI *et al.* [2017], DEME *et al.* [2017], BIRAMA *et al.* [2017] et KIMBONGUILA *et al.* [2009]

La teneur en phosphore est presque la même dans les échantillons en provenance du Kwilu (0,97±0,10g), du Kwango

(0,91±0,09g), de Popokabaka (0,89±0,09g) et Kwamouth (0,83 ± 0,09 g), alors que MOHAMMED *et al.* [2011] ont trouvé une teneur en phosphore de 580 mg, soit 0,58 g, inférieure aux teneurs en phosphore des différents échantillons de la présente étude. Cette différence peut être due au type de sol, car l'Arabie Saoudite se trouve dans une zone désertique.

La teneur en potassium dans les échantillons en provenance du Kwilu (8,79 ± 0,97 g) et du Kwango (8,67 ± 0,93 g) est presque la même. La littérature donne une teneur de 458 mg, soit 0,458 g qui est largement inférieure à celle de l'échantillon de Popokabaka (8,12 ± 0,87 g). Cette différence pourrait être influencée par la nature des sols et les conditions climatiques. C'est aussi ce qui est observé pour les graines de sésame de l'Arabie dont la teneur en potassium est de 0,374g, [MOHAMMED *et al.*, 2011].

Le soufre a presque la même teneur dans les échantillons du Kwilu (0,52 ± 0,06 g) et du Kwango (0,52 ± 0,08 g) suivi de ceux de Popokabaka (0,48 ± 0,05 g) et de Kwamouth (0,46 ± 0,05 g). Selon CONGO VIRTUEL [2015], le Kwango et le Kwilu sont couverts par la zone de savanes; ce qui explique que la teneur en soufre soit presque la même dans les échantillons en provenance du Kwango et du Kwilu.

La teneur en chlore est importante dans l'échantillon en provenance de Kwamouth (14,52 ± 0,59 mg) et suivi de près par celui de Popokabaka (15,25 ± 0,28 mg). Ces teneurs s'éloignent de celles des graines provenant du Kwilu (11,72 ± 0,34 mg) et du Kwango (10,33 ± 0,19 mg). Cette différence s'expliquerait par le fait que le Kwango et le Kwilu sont dans une même zone écologique qui est celle des savanes tel que rapporté par CONGO VIRTUEL [2015] et qui, de ce fait, subissent les influences climatiques similaires.

Tous ces résultats confirment les études de NZIKOU *et al.* [2013], RIZKI *et al.* [2017], DEME *et al.* [2017] et BIRAMA *et al.* [2017] selon lesquelles le sésame (*Sesamum indicum* L.) est une plante oléagineuse alimentaire présentant une valeur nutritionnelle élevée, pas seulement en acides gras (45 à 55%), en protéines (19 à 25%) et en minéraux (Ca, P, Mg, Fe, Zn) et pouvait être utilisée pour enrichir les farines infantiles selon GANDHI *et al.* [2007].

D'autres recherches plus récentes menées au Maroc ont mis en évidence d'autres éléments minéraux sur des génotypes de sésame marocains comme le sélénium (Se) et le potassium (K) [RIZKI *et al.*, 2017]. Selon ces auteurs, le sélénium, considéré comme bénéfique pour les consommateurs est très présent dans la composition minérale des graines de sésame à l'image du calcium et du phosphore ; ceci renforce l'importance pharmaceutique et nutritionnelle des graines de sésame.

Cette composition dépend de la variété, de l'origine géographique, des pratiques culturales, de la date de récolte et du produit étudié (graines, huile, tourteau de sésame). D'après BISWA *et al.* [2001], la teneur en cendres (4,5%) lui confère un taux de matière minérale élevé et confirme également la présence dans les graines de sésame de cuivre et de calcium. Elles sont également riches en phosphore, en fer, en magnésium, en manganèse, en zinc et en vitamine B.

Le test de t appliqué pour comparer les teneurs les macroéléments des différents échantillons de graines de sésame étudiées et selon leurs colorations et leurs lieux de provenance, n'a pas démontré des différences statistiquement significatives. Donc la variété et la provenance n'ont pas d'influence sur la teneur en macroéléments des graines étudiées.

Les observations faites montrent que l'échantillon de Kwamouth renferme une teneur élevée en fer (32,04 ± 3,91mg) suivi de celui du Kwango (27,05 ± 4,09mg).

Selon SAMANTHA [2020], la teneur en fer est de 14,6mg alors que MOHAMMED *et al.* [2011] ont trouvé une teneur en fer de 10,6mg. Ces écarts seraient dus aux conditions climatiques ainsi qu'au type de sol.

Les résultats repris dans le Tableau 2 sur la teneur des différents oligoéléments montrent une teneur importante en zinc dans les échantillons en provenance de Popokabaka, de Kwamouth, du Kwango, du Kwilu, respectivement de 13,08 ± 1,65 mg/kg, 12,75 ± 1,61mg/kg, 12,22 ± 1,70 mg/kg, 11,94 ± 1,60 mg/kg. SAMANTHA [2020] donne une teneur de 5,74 mg alors que MOHAMMED *et al.* [2011] ont trouvé une teneur en zinc de 3,8mg/100g. Cette différence pourrait s'expliquer par la méthode de dosage des éléments minéraux utilisée, les conditions du sol et/ou du climat.

Le sésame en provenance du Kwango a la plus forte teneur en cuivre (2,58 ± 0,13 mg) suivi de celui du Kwilu (2,23 ± 0,13mg) et de Popokabaka (2,22 ± 0,13mg) ensuite celui de Kwamouth (2,11 ± 0,13mg). Ces teneurs sont supérieures à celles fournies par KÖHLER [2005]. Les conditions climatiques et le type de sol seraient à la base de cette différence.

Le sésame en provenance de Kwamouth a manifesté la plus forte teneur en chrome (0,22 ± 0,06mg) suivi de celui du Kwango (0,19 ± 0,07mg). Ce dernier est suivi de près par celui de Popokabaka (0,18 ± 0,08mg). Aucune littérature n'a donné la teneur en chrome du sésame. La présence et la concentration en chrome des différents échantillons analysés peuvent être dues à la nature des sols dans les différents milieux de cultures.

La teneur en manganèse n'est pas très différente dans le sésame en provenance de Popokabaka (5,81 ± 0,72 mg), de Kwamouth (5,88 ± 0,73mg) et du Kwilu (5,80 ± 0,75mg). Selon la littérature, la teneur en manganèse est de 1,23mg [SAMANTHA, 2020]. Cet écart est peut-être dû au type de sols et de variétés étudiées.

L'échantillon en provenance de Kwamouth a la plus importante teneur en silicium (92,86 ± 9,44mg) suivi de celui de Kwango (71,74 ± 8,48mg) ensuite de celui de Popokabaka (62,85 ± 4,45mg). La littérature ne donne pas assez d'information sur la teneur en silicium du sésame. Néanmoins, les différences observées pourraient être dues au type de sol, au climat ainsi qu'à la variété de sésame.

Le sésame en provenance de Kwamouth (0,35 ± 0,10g) a une teneur en nickel légèrement supérieure à celui de Popokabaka (0,31 ± 0,07g) et suivi de celui de Kwango (0,24 ± 0,07g). La littérature ne mentionne pas la teneur en nickel du sésame ; par contre, les légères différences observées proviendraient des facteurs différents tels que le climat, le sol et la variété des graines.

La teneur en strontium est importante dans le sésame en provenance de Popokabaka (8,99 ± 0,92 mg), suivi de celui du Kwango (8,67 ± 0,97mg) ensuite de celui de Kwamouth (8,13 ± 0,89mg). La littérature ne donne pas la teneur en strontium du sésame. Les légères variations pourraient être dues aux conditions climatiques, variété des graines et type de sol.

La teneur en brome dans l'échantillon de Kwango (0,29 ± 0,1mg) est la plus importante suivie de celle de l'échantillon de Kwamouth (0,21 ± 0,09mg) ensuite celui de Popokabaka (0,18 ± 0,07mg). La littérature ne donne pas des chiffres sur la teneur

en brome dans le sésame. Néanmoins, les différences observées pourraient être attribuées aux conditions climatiques différentes, au type de sol ainsi qu'à la variété des graines.

Au regard des résultats relatifs aux échantillons appariés de sésame pris en fonction de la couleur et du milieu de culture, les teneurs en oligoéléments présentent globalement une probabilité supérieure au seuil de significativité de 0,01. Les écarts types présentent des valeurs qui s'écartent normalement de la moyenne avec un degré de liberté de 1 ; ce qui explique que la teneur en oligoéléments de deux couleurs de sésame cultivée dans les quatre milieux précités n'affiche aucune différence statistiquement significative.

Comme mentionné pour la teneur en macroéléments, il n'existe donc aucune différence statistiquement significative en termes de teneur en oligoéléments pour les deux variétés des graines et les sites de leur provenance. Le Kwamouth, le Kwango, le Kwilu et le Popokabaka sont tous dans une même zone édaphique (sol argilo-sablonneux) couverte des savanes et subissent les influences climatiques similaires tel que rapporté par CONGO VIRTUEL [2015].

CONCLUSION

Les graines de sésame sont riches en éléments minéraux et que la composition en éléments minéraux diffère non pas avec la coloration des graines mais plutôt de leur lieu de provenance, influencée certainement par des conditions climatiques et édaphiques, dans lesquelles les plantes ont été cultivées. Ces graines peuvent constituer un supplément alimentaire pour des régimes alimentaires déficitaires en éléments minéraux dont les teneurs sont déterminées.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout le personnel du Laboratoire Centrale d'Analyse du CGEA/CRENK et plus particulièrement Monsieur Thomas SOLO pour la disponibilité dont il a fait montre dans la réalisation des différentes analyses.

RÉSUMÉ

Les éléments minéraux des graines de Sésame (*Sesamum indicum* L.) vendues à Kinshasa, en provenance du Kwango, de Kwamouth, du Kwilu et de Popokabaka, ont été dosés par la spectrophotométrie à fluorescence X. La présente étude a établi également par l'extension du t test la relation entre le lieu de provenance, la couleur et la teneur en éléments minéraux. Les résultats ont montré que les différents échantillons, quelle que soit la provenance ou la coloration, sont tous riches en macroéléments et en oligo-éléments.

Toute couleur et provenance confondue, les graines en provenance du Kwango sont riches en calcium ($1,93 \pm 0,23$ g), soufre ($0,52 \pm 0,08$ g), cuivre ($2,58 \pm 0,13$ mg), manganèse ($7,28 \pm 0,98$ mg) et brome ($0,29 \pm 0,1$ mg). Les graines de sésame en provenance du Kwilu ont des teneurs élevées en calcium ($1,86 \pm 0,21$ g), phosphore ($0,97 \pm 0,10$ g), potassium ($8,79 \pm 0,97$ g), soufre ($0,52 \pm 0,06$ g). Les graines de sésame en provenance de Kwamouth renferment des teneurs élevées en chlore ($14,52 \pm 0,59$ g), fer ($32,04 \pm 3,91$ mg), chrome ($0,22 \pm 0,06$ mg), silicium ($92,86 \pm 9,44$ mg), nickel ($0,35 \pm 0,10$ mg), étain ($1,37 \pm 0,28$ mg). Les graines de sésame en provenance de Popokabaka sont riches en chlore ($14,25 \pm 0,28$ g) comme les graines de Kwamouth, zinc ($13,08 \pm 1,65$ mg), strontium ($8,99 \pm 0,92$ mg).

Mots-clés : éléments minéraux, graines de sésames, Kwamouth, Kwango, Kwilu, Popokabaka.

REFERENCES

- BECKHOFF B., KANNINGIEBER B., LANGHOFF N., WEDELL R., WOLFF H. [2006]. Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis, Springer ISBN3-540-28603-9 (partiellement en ligne).
- BIRAMA S., FALLOU S., DIEGANE D., MAMADOU S.S., DJIBRIL T., AMADOU K. ET NIANG M. [2018]. Synthèse des connaissances et quelques acquis de recherche sur le sésame (*Sesamum Indicum* L.) au Sénégal ; *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(3): 1469-
- BISWA TK, SANA N.K., BADAL R.K., HUQUE ENTAZUL M. [2001]. Biochemical study of some oil seeds (Brassica, Sesame and linseed). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4,8, 1002-1005.
- BRITO OJ, NUÑEZ N. [1982]. Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combinations with soy and corn flours. *Journal of Food Science*, 47(2): 457-460
- CIRAD [2006]. Memento de l'agronome. Edition Cirad, France. 918p.
- CONGO VIRTUEL [2015]. Tout savoir sur le Bandundu. Congovirtuel.com(consulté le 17/11/2017).
- www.congovirtuel.com
- DEME T., HAKI G.D., RETTA N., WOLDEGIORGIS A., GELETA M. [2017]. Mineral and Anti-Nutritional Contents of Niger Seed (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass., Linseed (*Linum usitatissimum* L.) and Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties grown in Ethiopia. *Foods*, 6,27.
- GANDHI A.P., SRIVASTAVA J. [2007]. Studies on the production of protein isolates from defatted sesame seed (*Sesamum indicum* L.) flour and their nutritional profile. *ASEAN Food Journal, Bhopal, Indian* 14(3): 175-180
- HAOQA S., HASSIMI S., MAHAMANE S., LEGER C-L. [2005]. Composition chimique globale des graines et caractéristiques physico-chimiques des huiles de *Luffa aegyptiaca* et de *Luffa cylindrica* du Niger *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*; 020 ; 119-133(méthodes d'analyse)
- HASSAN MANAL AM. [2012]. Studies on Egyptian sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) and its products 1 – physicochemical analysis and phenolic acids of roasted Egyptian sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *World J. Dairy Food Sci.*, 7 ,2, 195–201.
- JENKINS R., [1999]. Fluorescence spectrometry, 2nd ed, NewYork, Wiley-Interscience,
- KEMAL UNAL M., HASAN YALÇIN [2008]. Proximate composition of Turkish sesame seeds and characterization of their oils, *Grasas y aceites* 59 ,1, 23-26
- KIMBONGUILA A., SILOU T., LINDER M., DESOBRY S. [2009]. Chemical Composition of the Seeds and Oil of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Grown in Congo-Brazzaville. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 1(1): 6-11
- KÖHLER FRANZ EUGEN [2005]. *Sesamum indicum* L., Köler Medizinal Pflanzen, in Köler collection, 129p. <https://www.passeport.sante.net>
- MARTIN J. L., GEORGE A. [1987]. Caractérisation expérimentale des matériaux II, Analyse par Rayons X, électrons et

neutrons, presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, collection traité des matériaux, 367p.

MOHAMMED N. ALYEMENTI, AY BASAHY, HASSAN SHER [2011]. Physicochemical analysis and mineral composition of some sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) grown in the Gizan area of Saudi Arabia. *Journal of Medecinal Plants Research* 5, 2, 270-274

NARESH M. [2007]. Etudes marketing avec SPSS, 5è édition, Collection : Marketing ; Langue française, librairie de france.net

NZIKOU J.M., MATOS L., BOUANGA-KALOU G., NDANGUI C.B., PAMBOU-TOBI N.P.G. [2009]. Chemical composition on the seeds and oil of sesame (*Sesamum Indicum* L.) grown in Congo Brazzaville. *Chemistry. Advance Journal of food Science and technology* 1(1): 6-11

OGBONNA P.E., UKAAN S.I. [2013]. Chemical composition and quality of seeds of sesame accessions grown in the Nsukka plains of South Eastern Nigeria, *African Journal of agricultural Research* 8,9, 797-803

PAULETTE VANIER [2014]. Le sésame au fil du temps, usages culinaires, conservation, jardinage biologique, écologie et environnement, Edition Laval, 23p.

REGIVIA [2017]. Liste, bienfaits et rôle des micronutriments. Regivia.com (consulté le 17/8/2017). www.regivia.com

RIZKI H., NABLOUSSI A., KZAIBER F., LATRACHE H., HANINE H. [2017]. Mineral Composition of Some Accessions of Sesame Seeds

(*Sesamum Indicum* L.) Collected from Morocco. *International Journal of Engineering Research and Allied Sciences*, 2,8, 2455-9660.


RONGEAD [2013]. Fiche technique de production du sésame, Edition rongeard, livret 3.

SADOU A., AMOUKOU I. A. [2002]. Détermination de la composition chimique des diverses variétés de sesame classées selon la couleur du tégument séminal. faculté d'agronomie, département des sciences fondamentales *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*; Niamey. Niger 014 ; (115-125)

SAMANTHA M. [2020]. Utilisez la table ciqual. pour alimenter vos calculs nutritionnels . Anses. fr FRANCE

STATISTICA [1997], Guide de l'utilisateur, StatSoft, <http://www.stasoft.com> 542p

THIRION-MERLE V. [2014]. Spectrométrie de fluorescence X circulation et provenance des matériaux dans les sociétés anciennes, Edition des archives contemporaines, collection Science Archéologiques, hal-1393984.

 This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
