

Journal of Applied Biosciences 186: 19696- 19704
ISSN 1997-5902

Aptitude des amandes de *Balanites aegyptiaca* (L) Delile à la transformation alimentaire et propriétés physicochimiques

Issoufou Amadou^{1*}, Amadou Tidjani Ilagouma², Abdoulaye Sankhon³ et Xiang Rong Cheng⁴

¹Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger ;

²Faculté de Science et Technique, Université Abdoumouni de Niamey, Niger ;

³ Institut de Technologie Alimentaire de Guinée Konakry ;

⁴State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, China.

*Auteur correspondant : AMADOU I. E-mail : amadou.issoufou@uddm.edu.ne, Tel : +227 91110912

Submission 19th April 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31st July 2023.
<https://doi.org/10.35759/JABs.187.3>

RESUME

Objectifs Cette étude a pour but de montrer l'aptitude à la transformation alimentaire des amandes de *Balanites aegyptiaca* (L) Delile.

Méthodologie et Résultats : Les noix sont concassées, nettoyées, triées, désamertumées puis broyées pour obtenir du lait de *B. aegyptiaca*. Pour l'extraction d'huile deux méthodes ont été utilisés, dont par presse à froid et au solvant. Les paramètres physico-chimiques et propriétés antimicrobiennes de l'huile des amandes de *B. aegyptiaca* ont été effectués. La vérification des comportements du lait s'est faite par l'évaluation sensorielle. Les résultats de test sensoriel révèlent que les échantillons stockés à la réfrigération sont les mieux appréciés. L'acide linoléique est prédominant avec 37,14% et 37,17% d'acide insaturé respectivement pour la méthode au solvant et presse à froid. L'activité antibactérienne contre la souche de *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 avec une dose de 100% huile s'est avérée la plus efficace.

Conclusions et application des résultats : Les produits issus de *B. aegyptiaca* sont visibles dans le marché au Sahel soient en forme naturels ou transformés dont on peut citer les fruits murs entiers, les amandes torréfiés, l'huile comestible, les jeunes feuilles et fleurs ; tandis que ces résultats ont conclus que ces amandes font de très bonne huile en plus du lait végétale. Ces données s'engagent davantage à innover plus dans la valorisation de cet arbre vis-à-vis de son aptitude à la transformation alimentaire.

Mots-cles : *Balanites aegyptiaca* ; paramètres physico-chimiques ; antimicrobiennes ; transformation ; évaluation sensorielle.

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study is to show the suitability for food processing of kernels of *Balanites aegyptiaca* (L) Delile

Methodology and Results: The nuts are crushed, cleaned, sorted, debittered, and then ground to obtain *B. aegyptiaca* milk. Cold press and solvent methods were used to extract oil. The physicochemical parameters and antimicrobial properties of *B. aegyptiaca* kernels oil were carried out. Sensory evaluation was used to test the storage quality of this milk. Sensory test results reveal that samples stored in refrigeration are best appreciated. Linoleic acid is predominant with 37.14% and 37.17% unsaturated acid respectively for the solvent and cold press method. Antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* strain ATCC 29213 with a dose of 100% oil was found to be the most effective.

Conclusions and application of findings: Products from *B. aegyptiaca* are visible in the market in the Sahel, either in natural or processed form, including whole ripe fruits, roasted almonds, edible oil, young fresh leaves and flowers; while these results concluded that these almonds make very good oil in addition to vegetable milk. These data are more committed to innovating more in the valuation of this tree with regard to its suitability for food processing.

Keywords: *Balanites aegyptiaca*; physicochemical parameters; antimicrobials; processing; sensory evaluation.

INTRODUCTION

Il y a eu des grands progrès dans le passé qui ont été fait dans le domaine de la nutrition, de la chimie, de la biochimie et des biosciences, puisque des produits naturels ont démontré que certains composants alimentaires couramment rencontrés possèdent des propriétés jusqu'alors peu connues qui favorisent la santé et préviennent les maladies chroniques. Du fait que la plupart d'entre eux n'apparaissent pas dans les statistiques des pays les produits forestiers non ligneux (PFNL) contribuent significativement à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté malgré la sous-estimation (Zhu et Lo, 2021 ; de Mello *et al.*, 2020). L'espèce *Balanites aegyptiaca* (L) Delile 1813 c'est un arbre cultivé en Égypte depuis la haute antiquité. C'est une espèce des zones sahéliennes, soudano-sahéliennes d'Afrique, de la Péninsule Arabique, de l'Inde jusqu'au Pakistan (Shackleton et de Vos, 2022 ; Talukdar *et al.*, 2021). L'un des arbres fruitiers prioritaires pour les communautés rurales dans le Sahel ouest-africain, le *B. aegyptiaca* (L.) Delile joue un rôle multifonctionnel dans la vie quotidienne des populations et résiste bien aux aléas

climatiques et peut occuper une place importante dans l'alimentation et dans la pharmacopée. Ces plantes considérées comme difficiles à travailler par la population sont mal entretenues et parfois défrichées pour l'augmentation de terres cultivables et le pâturage. Les plantes locales sont faciles à entretenir et donnent un bon rendement même après plusieurs années de sécheresse.

Des techniques de transformations de plantes locales sont appliquées par les transformateurs pour montrer l'utilité considérable de ces plantes. Les usages alimentaires de *B. aegyptiaca* concernent d'abord le fruit dont les parties les plus importantes sont la pulpe et les amandes. La pulpe est utilisée dans la préparation du jus (Amadou et Le, 2017) et les amandes sont utilisés pour produire de l'huile, amandes comestibles et aussi pour faire du lait végétal (Alhassan *et al.*, 2018). La fabrication de l'huile comestibles à petite échelle revêt une importance extrême dans les pays en développement. Elle s'intègre dans le cadre d'une économie de subsistance en contribuant à l'alimentation de la famille et du bétailLa teneur en acides gras des amandes de balanites

est d'environ 46% d'huile, comme les acides palmitique, stéarique, oléique et linoléique (Amadou, 2016 ; Khairi *et al.*, 2014), ceci fait de ses amandes des excellentes candidates pour la fabrication de lait végétale. C'est dans

cette perspective, que le présent travail à évaluer l'effet de méthodes d'extraction sur la qualité physicochimique d'huile de *B. aegyptiaca* en plus, l'améliorer la qualité organoleptique et sensorielle de son lait.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel biologique sont des amandes de *B. aegyptiaca* ont été utilisés dans les procédés d'extraction d'huile et de fabrication du lait végétale et le matériel technique utilisé dans

les procédés de fabrication du lait de *B. aegyptiaca* (Tableau 1) est basé sur la méthode développée par Josef G. de SSF© (Amadou, 2019).

Tableau 1 : Le matériel utilisé dans la transformation des amandes de *B. aegyptiaca* en lait végétal selon la méthode développée au SSF© (Amadou, 2019).

Matériel	Étape d'utilisation
Pierre et marteau	Concassage
Cuiseurs solaires	Désamertumage et cuisson des amandes
Tasse et tamis	Trempage/Tamisage/Lavage
Tamis et tasse	Tamisage
Bouteilles calebasse	Conditionnement
Mixeur	Lait de <i>B. aegyptiaca</i> (opération d'extraction)
pH mètre et bécher	Détermination d'acidité ou l'alcalinité du lait végétal

Préparation des Échantillons : A priori, pour la transformation du lait végétal les amandes de *B. aegyptiaca* subissent le désamertumage, est un traitement qui dure quatre à cinq jours et peut atteindre une semaine surtout quand il y a un manque de soleil. C'est une technique à base de l'eau et de différentes variations de chaleur pour faire dégager cette amertume des amandes pour la suite de transformation. Le procédé de transformation du lait de *B. aegyptiaca* est décrit dans la Figure 1a ; avec 3

productions qui sont du lait de *B. aegyptiaca* ordinaire, sucré et sucré pasteurisé (LBO, LBS et LBSP respectivement), ensuite ils sont conditionnés (Figure 1a) et conservés soient à 4 °C ou à température ambiante pendant 4 semaines. Tandis que, le procédé de transformation des amandes sont directement transformer en huile de *B. aegyptiaca* (Figure 1b) avec 2 méthodes d'extraction, dont par presse à froid et au solvant.

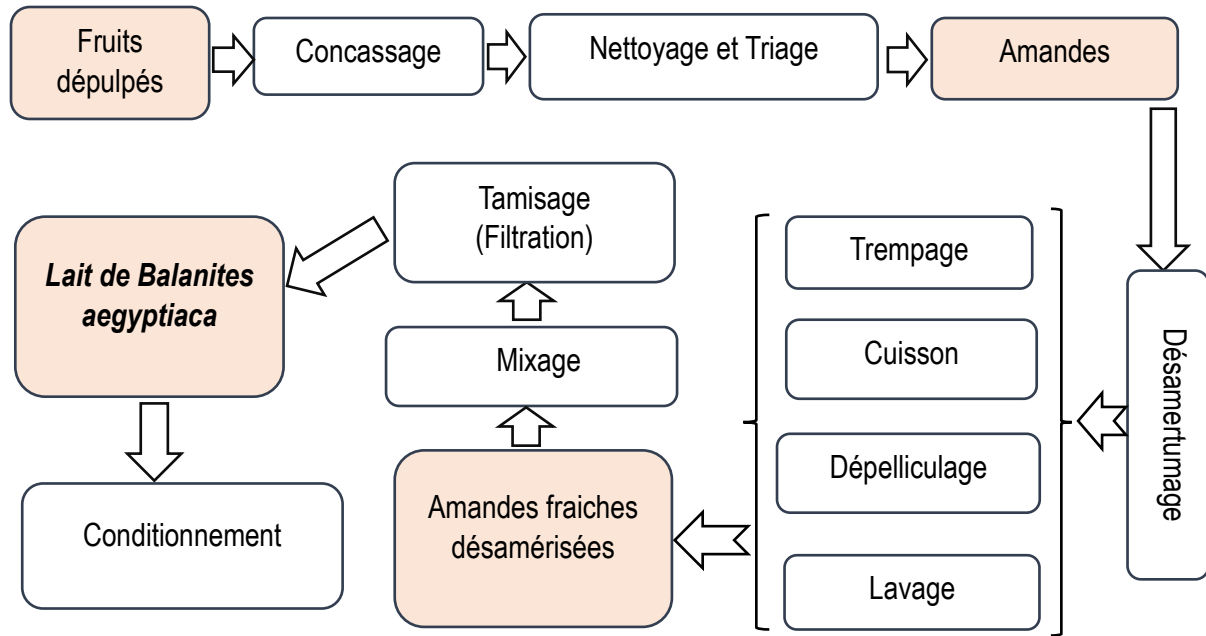


Figure 1a. Diagramme de transformation des amandes en lait de *B. aegyptiaca*.

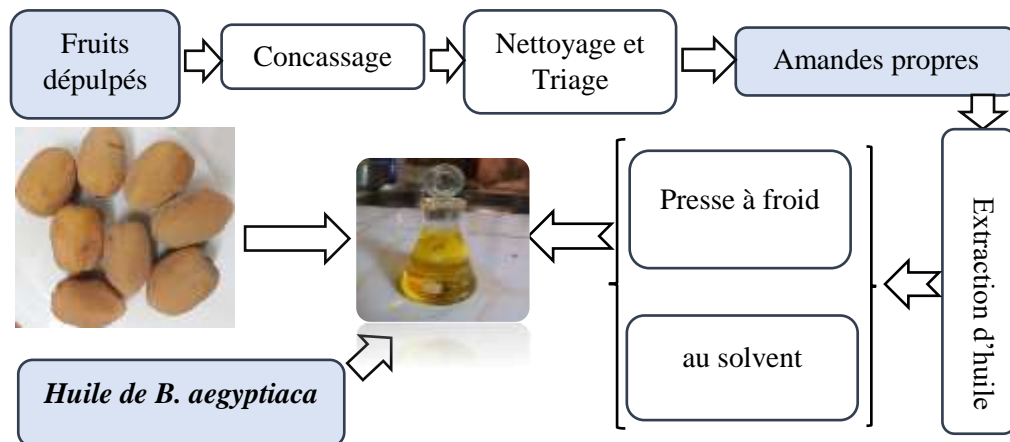


Figure 1b. Diagramme de transformation d'huile de *B. aegyptiaca*.

Méthodes : Le temps de conservation du lait de *B. aegyptiaca* a été déterminé en mesurant l'acidité et l'évaluation sensorielle, pour chacune des 3 productions à savoir du lait de *B. aegyptiaca* ordinaire, sucré et sucré pasteurisé (LBO, LBS et LBSP) conservé à 4°C et température ambiante pendant 4 semaines. Les analyses biochimiques (valeur d'iode, indice de saponification, indice d'acide) (Brühl, 1997) et les propriétés antimicrobiennes contre la souche

pathogénique *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 ont été effectuées selon les méthodes officielles (Abba, *et al.*, 2021).

Analyses statistiques : Les données collectées ont été encodées sur Excel puis ont été statistiquement analysées grâce au logiciel SPSS version 20. La couleur, la sucrosité, la saveur, la viscosité, l'arrière-gout et l'acceptabilité globale sont les principales variables analysées.

RESULTATS & DISCUSSION

Il a été rapporté que, l'huile de *Balanites aegyptiaca* à la teneur en acides gras d'environ 46% d'huile, comme les acides palmitique, stéarique, oléique et linoléique (Amadou, 2016). La production d'huile de balanites a toujours eu une fonction socio-économique surtout chez la population rurale au Sahel (Okia *et al.*, 2013). C'est dans cette perspective, que la présente étude a pour but d'évaluer l'effet de méthodes d'extraction sur la qualité physicochimique d'huile de *B. aegyptiaca*. La Figure 2 illustre la variation du pH en fonction de type du lait de *B. aegyptiaca* et la Figure 3 représente l'analyse en

composante principale de l'acceptabilité globale de l'évaluation sensorielle de ces 3 laits. Le lait est un liquide biologique comestible généralement de couleur blanchâtre. Le pH est un important indicateur de qualité et de sûreté des aliments. Le pH du lait se situe autour de 6.8 et doit être testé durant toute la chaîne. Le contrôle du pH est également très important pour le contrôle de la qualité. Cette étude a permis de mettre en évidence les conditions nécessaires pour améliorer la conservation du lait de *B. aegyptiaca*.

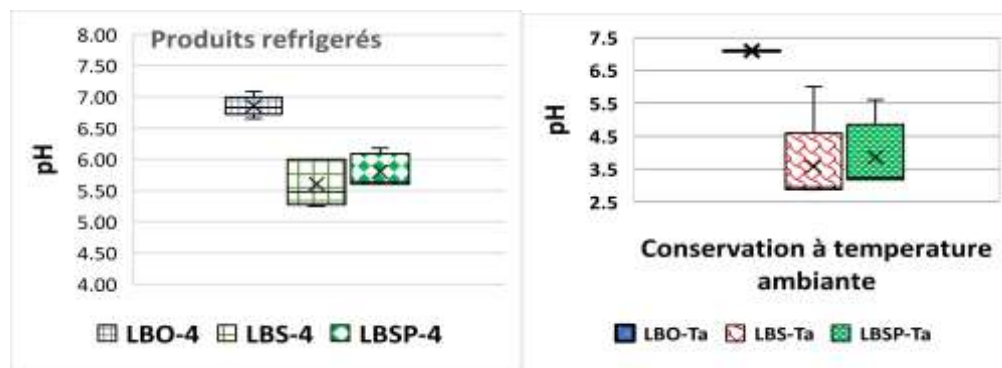


Figure 2. Écart de pH du lait de *Balanites aegyptiaca* ordinaire, sucré et sucré pasteurisé (LBO, LBS et LBSP) conservé à 4°C et température ambiante pendant 4 semaines.

Legend : LBO : lait de *B. aegyptiaca* ordinaire. LBS : lait de *B. aegyptiaca* sucré. LBSP : lait de *B. aegyptiaca* sucré pasteurisé.

En variant les propriétés de ce lait végétal, les résultats des mesures de pH ont démontré que l'acidité du produit ordinaire c'est-à-dire lait sans sucre est maintenue pendant quatre semaines de conservation à 4 °C. Par contre, l'ajout de sucre a permis d'augmenter significativement ($P < 0.05$) l'acceptabilité globale du produit ; tandis que, le temps de sa conservation n'a duré que deux semaines (Figure 3 et 2) avec la réfrigération. Les pH du lait de *B. aegyptiaca* sont autour de pH neutre ce qui est conforme au lait ; et il diminue avec la conservation, ceci est en concordance avec le comportement des produits agroalimentaires (Rahman, 2007 ; Mourgues *et al.*, 1973). Selon

cette méthode (Amadou, 2019), le lait de *B. aegyptiaca* ne se conserve que pendant 24h à la température ambiante, ce qui confirme ses caractères très périssables. Donc les laits végétaux n'ont pas une longue durée de conservation s'ils sont exposés à la température ambiante c'est donc un produit très périssable. Tout comme le lait de soja a une durée de conservation généralement courte, ces résultats sont similaires (Khodke & Yenge, 2015). Ces caractères périssables peuvent être dus à la prolifération de microorganismes responsables d'altération du lait et compromettent sa conservation.

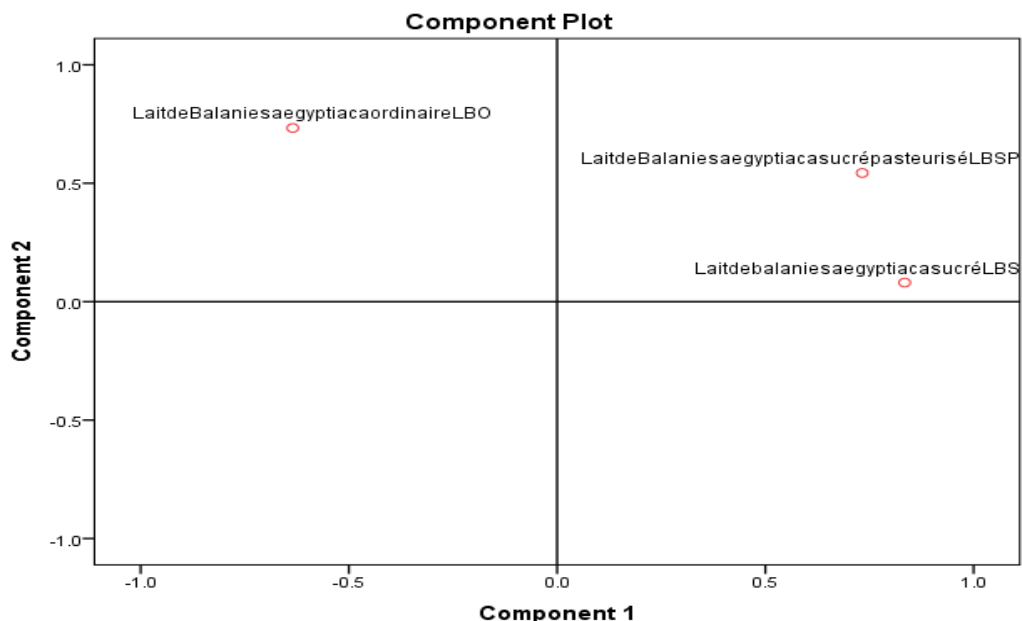


Figure 3. Analyse en composante principale du lait de *Balanites aegyptiaca* ordinaire, sucré et sucré pasteurisé (LBO, LBS et LBSP) conservé à 4 °C pendant 4 semaines sur leur acceptabilité globale. Legend : LBO : lait de *B. aegyptiaca* ordinaire. LBS : lait de *B. aegyptiaca* sucré. LBSP : lait de *B. aegyptiaca* sucré pasteurisé.

La composante principale 1 (l'axe horizontale component 1) est déterminée vers son extrémité positive (droit de graphique) par lait de *B. aegyptiaca* sucré LBS. La composante principale 2 (l'axe verticale component 2) est déterminée vers son extrémité positive (haut du graphique) par le lait de *B. aegyptiaca* sucré-pasteurisé LBSP et le lait de *B. aegyptiaca* ordinaire LBO. Ceci étant dit que, pour montrer quelle production a été acceptée de manière globale durant toutes les quatre

semaines de conservation. C'est ainsi qu'une réfrigération s'impose pour mieux conserver les caractéristiques organoleptiques de ce lait dans le temps (Odu *et al.*, 2012; Fu & Labuza, 1997). Toutes les deux méthodes d'extraction d'huile de *B. aegyptiaca* ont révélé des quantités appréciables dans la composition chimique (Tableau 2). Le profil en acides gras est important pour déterminer la valeur nutritive des huiles (Lundsgaard *et al.*, 2020).

Tableau 2. Composition en acides gras d'huile *B. aegyptiaca*

Acides gras	Noms des acides gras	Formules	Méthode d'extraction (%)	
			Solvant	Presse à froid
Saturé	Acide stéarique	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	11,28	11,29
Mono-insaturés	Acide Myristoléique	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	0,14	0,14
	Acide Palmitique	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	22,01	22,02
	Acide Oléique	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	27,71	27,73
Polyinsaturé	Acide Linoléique	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	37,14	37,17

La composition des acides gras d'huile de balanites a révélé linoléique l'acide comme acide gras prédominant avec 37, 14% et 37,17% d'acide insaturé respectivement pour la méthode au solvant et de presse à froid. Ce résultat corrobore bien avec les données d'Okia *et al.* (2013) de 39.85%. La quantité de valeur d'iode de d'huile *B. aegyptiaca* variait de 97,08 à 106,36 (I₂g/100g) respectivement pour la méthode d'extraction de presse à froid et au

solvant (Tableau 3). Ces valeurs sont proches de celles rapportées dans l'huile de kanel des balanites de la région d'Ougandaise (Okia *et al.* (2013). Les valeurs de saponification (Tableau 3) sont respectivement de 180,22 et 174,19 mg KOH/g pour la presse à froid et l'extraction au solvant d'huile *B. aegyptiaca*. Ces valeurs de saponification obtenues dans cette étude sont parmi celles rapportées ailleurs par Okia *et al.* (2013).

Tableau 3. Analyses biochimiques d'huile de *B. aegyptiaca*

Analyses	Méthodes d'extraction	
	Solvant	Par presse à froid
Valeur d'iode (I ₂ /100g)	97,08	106,34
Indice de saponification (mgKOH/g)	174,19	180,22
Valeur d'acide (mgKOH/g)	1,45	1,48

La valeur d'acide est un important indicateur de qualité d'huile végétale. Le Tableau 3 montre qu'une quantité supérieure de valeur d'acide de 1.483 mgKOH/g que celle reportée par MercyAkaagerger *et al.* (2016) (0.926 mgKOH/g) au Nigeria, mais légèrement en dessous d'huile de *B. aegyptiaca* d'Ouganda (1.56 mgKOH/g) (Okia *et al.* (2013). Il a été

démonstré que l'huile de *B. aegyptiaca* possèdent une forte activité antibactérienne contre la souche de *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 (Tableau 4). La dose de 100% huile s'est avérée la plus efficace avec 17 et 14 mn d'inhibition respectivement pour la méthode d'extraction au solvant et de presse à froid.

Tableau 4 : Inhibition de *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 par huile de *B. aegyptiaca*

Concentration d'échantillon	Méthodes d'extraction		Antibiotiques (Témoins)		
	Solvant	Par presse à froid	Clorophinicol	Rifampicin	DMSO
100%	14mm	25mm	30mm	14mm	PI
50%	PI	PD	PD	PI	PD
25%	PI	PD	PD	PI	PD

DMSO: Dimethyl sulfoxide; PI : Pas d'inhibition; PD : Pas disponible

Alors que, cette activité antimicrobienne était inférieure aux celles enregistrées par les antibiotiques témoins contre la même souche. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés dans le travail de Cherrat *et al.* (2014) avec l'huile essentielle de *Satureja calamintha*. Il a

été rapporté que l'huile de *B. aegyptiaca* ne montre pas de préoccupation toxicologique selon une étude et présente des valeurs nutritives concluantes (Habieballa *et al.*, 2021 ; Obidah *et al.*, 2009).

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Il est conclu d'une acceptabilité du lait végétale acceptable de *B. aegyptiaca* produite

au pH autour de pH neutre. Tandis qu'avec les deux méthodes d'extraction de presse à froid et

au solvant d'huile de *B. aegyptiaca* ont révélé des qualités appréciables dans la composition chimique ; qui présente une action contre le pathogène *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. Cette aptitude à la transformation des ces amandes fait d'eux des bons candidats à

l'alimentation humaine avec ces résultats sur des deux produits (lait végétale et huile comestible). Alors que le marché du Sahel offre des fruits murs, les amandes torrifiés, l'huile comestible, les jeunes feuilles et fleurs consommés directement ou après cuisson. .

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont reconnaissants envers l'entreprise de valorisation des produits

forestiers non ligneux au Niger *Sahara Sahel Foods* ©.

REFERENCES

- Abba, B. N., Ilagouma, A.T., Amadou, I., Romane, A. (2021). Chemical profiling, antioxidant and antibacterial activities of essential oil from *Englerastrum gracillimum* Th. C. E. Fries Growing in Niger. *Natural Product Communications*, 16(3) : 1–7.
- Alhassan, A. J., Muhammad, I. U., Idi, A., Dangambo, M. A., Ramatu, Y., Mohammad, A., ... & Alexander, I. (2018). Phytochemical screening and proximate analysis of *Balanites aegyptiaca* kernel. *Food Science and Quality Management*, 74, 37-41.
- Amadou D.A. (2019). Contribution à l'amélioration de la qualité organoleptique et sensorielle du lait à base des amandes de *Balanites aegyptiaca*. Mémoire de Licence Professionnelle en Agroalimentaire, UDDM, P.40.
- Amadou I & Le GW (2017). Nutritional and sensory attributes of desert date (*Balanites aegyptiaca*) juice. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11:1978–1986.
- Amadou I (2016). Date Fruits : Nutritional Composition of Dates (*Balanites aegyptiaca* Delile and *Phoenix dactylifera* L.). In : Simmonds, M.S.J., Preedy, V.R. (Eds.) *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Academic Press, 215–233.
- Brühl L. (1997). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society, physical and chemical characteristics of oils, fats and waxes, Section I. Ed. *Lipid/Fett*. 99(5) :197-197.
- Cherrat, L., Espina, L., Bakkali, M., Pagán, R., & Laglaoui, A. (2014). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Mentha pulegium*, *Lavandula stoechas* and *Satureja calamintha* Scheele essential oils and an evaluation of their bactericidal effect in combined processes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22, 221-229.
- de Mello, N. G. R., Gulinck, H., Van den Broeck, P., & Parra, C. (2020). Social-ecological sustainability of non-timber forest products : A review and theoretical considerations for future research. *Forest Policy and Economics*, 112, 102109.
- Fu, B., & Labuza, T. P. (1997). Shelf-life testing : procedures and prediction methods. *Quality in Frozen Food*, 377-415.
- Habiebballa, A. G., Alebead, H. E., Koko, M. K., Ibrahim, A. S., & Wady, A. F. (2021). Antimicrobial activity and physicochemical properties of *Balanites aegyptiaca* seed oil. *European Journal of Chemistry*, 12(4), 450-453.

- Khairi, N. A., Gobouri, A. A., & Dhahawi, H. O. (2014). A review on omega-3 and omega-6 essential fatty acids : uses, benefits and their availability in pumpkins (*Cucurbita maxima*) seed and desert dates (*Balanites aegyptiaca*) seed kernel oils. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 17(12), 1195-208.
- Khodke, S.U., Shinde, K.S., Yenge G.B. (2015). A study of the storage of sterilized soymilk. *International Journal of farm Sciences*, 4(4) : 166-179.
- Lundsgaard, A. M., Fritzen, A. M., & Kiens, B. (2020). The importance of fatty acids as nutrients during post-exercise recovery. *Nutrients*, 12(2), 280.
- MercyAkaagerger, S., Giwa, S. O., Ibrahim, M., & Giwa, A. (2016). Production of biodiesel from desert date seed oil. *International Journal of ChemTech Research*, 9, 453-463.
- Mourgues, R., Auclair, J., & Deschamps, N. (1973). Durée de conservation à 4 C et 8 C du lait pasteurisé conditionné aseptiquement. *Le Lait*, 53(528), 481-490.
- Obidah, W., Nadro, M. S., Tiyafu, G. O., & Wurochekke, A. U. (2009). Toxicity of crude *Balanites aegyptiaca* seed oil in rats. *Journal of American Science*, 5(6), 13-16.
- Odu, N. N., Egbo, N. N., & Okonko, I. O. (2012). Assessment of the effect of different preservatives on the shelf-life of soymilk stored at different temperatures. *Researcher*, 4(6), 62-69.
- Okia, C. A., Kwetegyeka, J., Okiror, P., Kimondo, J. M., Teklehaimanot, Z., & Obua, J. (2013). Physico-chemical characteristics and fatty acid profile of desert date kernel oil in Uganda. *African crop science journal*, 21, 723-734.
- Rahman, M. S. (2007). pH in food preservation. *Handbook of food preservation*, 5, 287.
- Shackleton, C. M., & de Vos, A. (2022). How many people globally actually use non-timber forest products?. *Forest Policy and Economics*, 135, 102659.
- Talukdar, N. R., Choudhury, P., Barbhuiya, R. A., & Singh, B. (2021). Importance of non-timber forest products (NTFPs) in rural livelihood : A study in Patharia Hills Reserve Forest, northeast India. *Trees, Forests and People*, 3, 100042.
- Zhu, L., & Lo, K. (2021). Non-timber forest products as livelihood restoration in forest conservation: A restorative justice approach. *Trees, Forests and People*, 6, 100130.