



ARTICLE DE RECHERCHE

Article Info.:

Reçu : le 25/06/2024

Accepté : le 18/12/2024

Publié : le 24/12/2024

ETUDE COMPARATIVE DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES ET DES CONCENTRATIONS MICELLAIRES CRITIQUES (CMC) DE QUELQUES SAVONS COMMERCIALISES A KIKWIT EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Yannick Mwamba Makama ¹, Joachim Mayonga Zotuka ², Elie Munia ², Daniel Ngwamashi ², Patrice Kimubwila Way Way ³, Jean Sungula Kayembe ^{4,*}

<https://doi.org/10.70237/jafrisci.2024.v1.i2.07>

Resumé

Le savon est un produit d'usage quotidien soit pour la lessive ou pour le bain. Il est obtenu par réaction de saponification d'une huile avec une base forte (KOH, NaOH,...). En République Démocratique du Congo, le contrôle de la qualité des savons vendus se limite souvent à la détermination de l'humidité et d'alkali total libre. Pourtant l'efficacité et les propriétés nettoyantes d'un savon dépendent de plusieurs autres paramètres physicochimiques en dehors de ces deux. Neufs savons de lessive et un savon de toilette vendus sur le marché de KIKWIT ont été analysés pour déterminer outre la teneur en eau et l'alkali total libre, le pH, la matière insoluble dans l'alcool et dans l'eau, la matière grasse ainsi que la concentration micellaire critique conformément aux méthodes d'analyse documentées. Les valeurs de pH étaient comprises entre 10,07 et 11,60 ; la teneur en eau entre 2,65 et 28,58% ; la matière insoluble dans l'alcool entre 3,57 et 24,06% ; la matière insoluble dans l'eau entre 3,12 et 17,13% ; la matière grasse entre 68,35 et 80,05% ; l'alkali total libre entre 2,32 et 5,56 % ; la concentration micellaire critique (CMC) de tous les savons analysés est inférieure à 3,1g/L. Cette étude a montré que l'alcalinité totale libre de tous les échantillons de savon analysés était élevée, ce qui peut entraîner à la longue des effets néfastes sur la peau ou sur le linge. Les valeurs de CMC<3g/L montrent que tous les savons sont solubles et efficaces.

Mots clés : Savon, paramètres physicochimiques, concentration micellaire critique

Abstract

Soap is a daily-use product for both laundry and bathing. It is obtained by the saponification reaction of an oil with a strong base (KOH, NaOH...). In the Democratic Republic of the Congo, quality control of solid soaps is often limited to determining moisture content and total free alkali. However, the effectiveness and cleaning properties of a soap depend on several other physicochemical parameters in addition to these two. Nine laundry soaps and one toilet soap sold on the KIKWIT market were analyzed to determine not only water content and total free alkali, but also pH, alcohol- and water-insoluble matter, fat content and critical micellar concentration in accordance with documented analytical methods. pH values ranged from 10.07 to 11.60; water content from 2.65 to 28.58%; alcohol-insoluble matter from 3.57 to 24.06%; water-insoluble matter from 3.12 to 17.13%; fat from 68.35 to 80.05%; total free alkali from 2.32 to 5.56%; the critical micellar concentration (CMC) of all soaps analyzed was below 3.1g/L. This study showed that the total free alkalinity of all the soap samples analyzed was high, which in the long term can lead to adverse effects on skin or linen. CMC<3g/L values show that all soaps are soluble and effective.

Key words : Soap, physicochemical parameters, critical micellar concentration

1. INTRODUCTION

En République Démocratique du Congo, plusieurs types de savons de lessive sont commercialisés. La majorité est produite

industriellement, certains le sont artisanalement et sont appelés KIBOLABOLA dans plusieurs provinces.

Lors des contrôles de routine de la qualité des savons, il est courant de vérifier le pH, l'humidité, les matières insolubles dans

Correspondance : jean.kayembe@unikin.ac.cd (J. S. Kayembe)

Copyright : © The Author(s) Published under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY 4.0)

¹Département de chimie, Institut Supérieur Pédagogique de DIBAYA LUBWE

²Département de chimie, Institut Supérieur Pédagogique de KAHEMBA

³Département de Chimie, Institut supérieur Pédagogique de FESHI

⁴Département de chimie et Industries, Université de Kinshasa

l'eau et dans l'éthanol, les matières grasses totales, l'alcalinité libre, le chlorure, etc... (Ainie et al, 1994 ; Onyango et al, 2014 ; Mwanza and Zombe, 2020 ; John et al, 2021).

Ces paramètres utilisés pour contrôler la qualité des savons semblent être insuffisants pour établir la qualité réelle d'un savon. En effet, celui-ci étant formé d'une longue queue non polaire et d'une tête polaire, forme des micelles en solution (McBain and Johnson, 1944).

Les savons et les détergents possèdent des queues hydrophobes et des têtes hydrophiles ; ce qui les rend solubles en phases aqueuses et organiques. Ils ont la capacité de former des micelles qui leur permettent de s'associer en solution à certaines concentrations, de sorte qu'ils deviennent capables de solubiliser l'huile, la saleté et de stabiliser les dispersions. Cette dernière capacité des tensioactifs est à la base de leur pouvoir nettoyant (Bhatia, 2009). Ainsi, la capacité de nettoyage d'un savon est en réalité déterminée par sa concentration minimale à partir de laquelle les micelles se forment. Cette concentration est appelée « *Concentration Micellaire Critique* », CMC en sigle (Togbe et al, 2014).

Sur différents marchés de la RDC, les propriétés physicochimiques des savons vendus ne sont même pas connues ainsi que leur pouvoir lavant réel. Ainsi, dans cette étude, nous proposons de déterminer certains paramètres physicochimiques de 10 savons vendus sur les marchés de la ville de KIKWIT ainsi que les Concentrations Micellaires Critiques (CMC), en vue de déterminer leurs qualités et leurs capacités de nettoyage

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Collecte des échantillons

Les 10 échantillons des savons utilisés dans cette étude ont été achetés sur le marché dans la ville de KIKWIT, Province du KWILU en République Démocratique du Congo en trois exemplaires chacun. Après les avoir retirés de leurs emballages, ils sont râpés. Il s'agissait des savons : BENDA, BRILLANT, CLE D'OR, FAMILIA, GENIE, HIPPO, KIBOLA BOLA, LE COQ, MONGANGA et SUPER SABUNI.

2.2 Méthodes

Les paramètres physicochimiques suivants ont été déterminés pour chaque type de savon : le pH, l'humidité, les matières insolubles dans l'eau et dans l'éthanol, les matières grasses totales, l'alcalinité libre ainsi que la Concentration Micellaire Critique (CMC).

2.2.1. Détermination du pH

Dissoudre 5g de savon dans 50 mL d'eau distillée et filtrer. Mesurer immédiatement le pH du filtrat à l'aide d'un pH-mètre de marque METTLER TOLEDO FiveEasy F20.

2.2.2 Détermination de l'humidité

Peser 5g de savon à l'aide d'une balance analytique dans un

creuset préalablement taré. Chauffer dans une étuve à 100°C jusqu'au poids constant. La teneur en humidité est déterminée en utilisant la relation suivante (Owoicho, 2021)

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W}$$

Avec W_2 = masse du creuset sec + échantillon de savon

W_1 = masse du creuset sec + savon sec

W = masse du savon utilisé

2.2.3 Détermination d'alcali libre total

L'alcali libre total a été déterminé selon la méthode décrite par Milwidsky et Gabriel (1994). Cette méthode consiste à dissoudre 5g de savon dans 30 ml d'éthanol ; puis ajouter 10 ml de BaCl_2 à 20 % et quelques gouttes de phénolphthaléine. Enfin, titrer avec HCl 0.01M. La teneur en alcali caustique total libre est calculée d'après la relation suivante :

$$\% \text{ Alcali caustique total libre} = \frac{(V)(N)(F)(100)}{W}$$

Où V = Volume HCl 0.01M en litre ;

N = Normalité ;

F = équivalent gramme de KOH

W = masse en grammes du savon

2.2.4 Détermination des matières insolubles dans l'eau et insolubles dans l'éthanol

Peser 5g (W) de savon et les dissoudre dans 50 mL d'eau distillée ou d'éthanol, puis filtrer à l'aide d'un papier filtre préalablement séché entre 80 et 100°C jusqu'au poids constant W_1 . Placer le papier filtre et le résidu à l'étuve jusqu'au poids constant W_2 . Le pourcentage en matières insolubles dans l'eau ou dans l'éthanol est trouvé en appliquant la relation ci-après (Onyango et al., 2014) :

$$\text{Matières insolubles dans l'eau ou dans l'éthanol (\%)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W}$$

2.2.5 Détermination en matières grasses totales

La teneur en matières grasses totales a été déterminée selon la méthode AOCS (1997) qui consiste à peser environ 10 g de savon et d'ajouter 150 mL d'éthanol chaud préalablement neutralisé. La solution est filtrée et le résidu non dissout séché à l'étuve à 110° pendant une heure et pesé à nouveau. La matière grasse totale a été obtenue à l'aide de la formule suivante.

$$100 - (\text{MC} + \text{MIA}) / 1,085$$

où : MC = teneur en humidité et MIA = matière insoluble dans l'alcool (%).

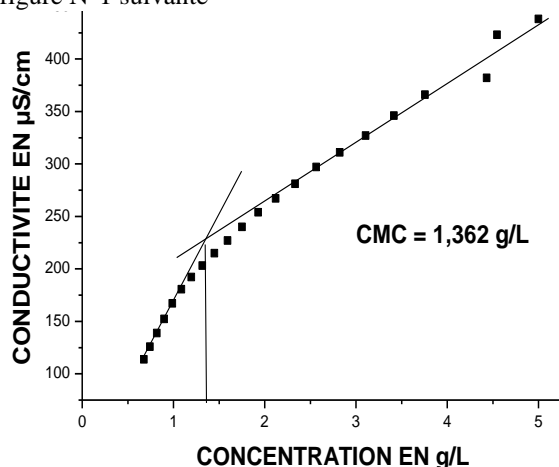
2.2.6 Détermination de la concentration micellaire critique (CMC)

Plusieurs solutions d'un même savon sont obtenues en dissolvant 1g de savon séché préalablement à l'étuve jusqu'au poids constant, dans 100 mL d'eau distillée. Après dissolution totale, le volume a été porté à 200 mL pour obtenir une solution mère (S_0) de concentration C_0 égale à 5g/L. Les solutions notées S_1 à S_n sont préparées en ajoutant 10 mL d'eau distillée à 100 mL de la solution précédente. La concentration de la solution S_n est donnée

par la relation

$$S_n = C_n = C_0 \left(\frac{V}{V+v} \right)^n \text{ avec } V = 100 \text{ mL et } v = 10 \text{ mL}$$

22 solutions (de S_0 à S_{21}) ont été ainsi préparées pour chaque savon étudié. La CMC est déterminée en portant en graphique la conductivité de la solution en fonction de la concentration. On obtient deux droites dont l'intersection permet de déduire par extrapolation la valeur de la CMC comme on peut le voir sur la figure N°1 suivante



Les conductivités sont déterminées à l'aide d'un conductimètre RADIOMETER-TACUSSEL CDM210 à affichage digital (Mehrotra et Upadhyaya, 1988). Et les graphiques tracés à l'aide du logiciel ORIGIN 12.6.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de différents paramètres physicochimiques obtenus pour les savons analysés sont consignés dans le tableau 1.

3.1. pH dans les échantillons de savon

Les valeurs de pH enregistrées pour tous les savons analysés vont de 10,07 à 11,60. Tous ces savons sont produits à partir de l'huile de palme, et leurs pH basiques résultent de leur hydrolyse en milieu aqueux comme ils sont des sels des acides faibles (acides gras) et d'une base forte, en l'occurrence le NaOH. Les valeurs de pH enregistrées sont plus élevées que celles trouvées par Mak-Mensah et Firempong (2011) pour les savons de toilettes préparés à partir de l'huile de graines de Neem qui étaient comprises entre 5,5 et 8,0. Plusieurs auteurs ont rapporté des valeurs de pH

basiques de même ordre que celles enregistrées dans cette étude (Viorica et al (2011) ; Oyedele (2002) ; Vivian et al (2014)). Malgré que la basicité facilite la détergence, un pH basique entraîne une neutralisation du manteau acide protecteur de la peau (Kaoru, 1998 ; Warra et al. 2011). Les normes Kenyanes citées par Onyango et al (2014), fixent la valeur limite acceptable pour le Ph d'un savon de lessive à 12,05.

3.2. Teneur en eau

La teneur en eau a une grande influence sur la dureté d'un savon et sur sa durée de conservation. En effet, une humidité élevée dans un savon entraîne surement une réaction d'hydrolyse des triglycérides non saponifiés par l'eau excédentaire ; ce qui donne des acides gras libres et du glycérol lors du stockage.

D'après les valeurs de la teneur en eau trouvées, les savons analysés peuvent être groupés en trois classes : teneur en eau comprise entre 8 et 30% ; teneur en eau comprise entre 3 et 5% ; teneur en eau <3%. Outre le savon kibolabola avec une teneur en eau de 28,58%, tous les autres savons analysés ont présenté une humidité inférieure à celles rapportées par plusieurs auteurs (Viorica et al., 2011 ; Kuntom et al., 1999 ; Yahaya et al., 2020 ; Oyekunle et al, 2021 ; Osuji et al. 2013 ; Habib et al, 2016, Mahesar et al., 2019). Il convient de noter que les normes kenyanes citées précédemment fixent l'humidité maximale pour un savon de toilette à 8%, et à 18% pour un savon de lessive. Tenant compte de ce critère, le savon kibolabola ne répond pas aux normes kenyanes ; les normes congolaises n'étant pas encore édictées en cette matière.

La teneur de 28,58% est supérieure à celles rapportées par Habib et al (2016) qui ont enregistré une valeur autour de 21,06% pour un savon de Bangladesh. Cette teneur élevée est néanmoins inférieure à celle trouvée par Ogunsuyi et Akinawo (2012) qui avaient trouvées une teneur de 29,05% pour un savon préparé avec l'huile de coco saponifiée par la liqueur des cendres des rameaux du palmier.

3.3. Matières insolubles dans l'alcool

Les matières insolubles dans l'alcool regroupent divers additifs ajoutés aux savons pour améliorer l'une ou l'autre propriété. Il s'agit des charges, des agents de blanchiment, les décolorants, le silicate, le carbonate et le phosphate de sodium. Sans oublier les impuretés éventuellement présentes dans le NaOH utilisé (Issa et al, 2020 ; Viorica et al, 2011)

Tableau 1 : Valeurs de Paramètres physicochimiques des savons analysés

Nom du savon	pH	Teneur en eau %	Matières Insolubles Dans l'alcool (%)	Matières Insolubles Dans l'eau (%)	Matières grasses Totales (%)	Alkali libre total (%)	CMC g/L
BENDA	10,11±0,04	4,27±0,07	8,16±0,42	11,43±0,68	68,70±0,51	2,42±0,85	3,02±0,10
BRILLANT	11,60±0,02	4,27±0,05	6,18±0,50	4,73±0,95	72,05±0,04	5,56±0,96	1,95±0,08
CLEF D'OR	10,52±0,04	2,65±0,02	5,34±0,07	11,23±0,80	73,49±0,62	3,04±0,68	1,22±0,22
FAMILLIA	10,14±0,06	4,96±0,01	24,06±0,92	5,58±0,12	77,15±0,42	2,48±0,07	1,76±0,61
GENIE	10,50±0,03	2,65±0,09	14,71±0,39	9,45±0,37	70,92±0,75	3,04±0,08	1,43±0,09

HIPPO	10,87±0,01	8,04±0,09	4,82±0,54	10,80±0,41	66,57±0,94	3,83±0,39	1,36±0,28
KIBOLA BOLA	11,32±0,04	28,58±0,02	3,57±0,81	17,13±0,54	64,91±0,07	4,68±0,46	1,59±0,37
LE COQ	10,27±0,01	4,46±0,05	17,38±0,50	3,12±0,73	74,53±0,28	2,72±0,04	2,46±0,84
MONGANGA	10,34±0,02	4,94±0,06	10,23±0,82	5,81±0,33	80,05±0,12	2,88±0,75	3,09±0,73
SUPER SABUNI	10,07±0,01	3,72±0,03	19,75±0,08	9,91±0,06	68,35±0,06	2,32±0,41	2,06±0,07

Il s'agit des savons : Famillia ($24,06 \pm 0,92$ %), Super Sabuni ($19,75 \pm 0,08$ %), Le Coq ($17,38 \pm 0,50$ %), Génie ($14,71 \pm 0,39$ %), Monganga ($10,23 \pm 0,82$ %). Ces valeurs restent néanmoins inférieures à celle enregistrées par Onyango et al., (2014) pour certains savons vendus sur le marché du Kenya. En effet ces auteurs rapportent des valeurs allant de 15 à 61% des matières insolubles dans l'alcool pour certains savons. Il en est de même pour Oyekunle et al. (2021) qui ont trouvé des valeurs allant de 11 à 27% pour certains savons du Nigeria. Les savons artisanaux comme le Kibolabola n'ayant pas reçu d'additifs possèdent un faible pourcentage de matières insolubles dans l'éthanol, soit $3,57 \pm 0,81$ %. Les autres savons semi-industriels possèdent des matières insolubles dans l'alcool dont les pourcentages sont intermédiaires entre les savons industriels et artisanaux (Benda $8,16 \pm 0,42$ %, Brillant $6,18 \pm 0,50$ %, Clé d'Or $5,34 \pm 0,07$ % et Hippo $4,82 \pm 0,54$ %).

3.4. Matières insolubles dans l'eau

Les matières insolubles dans l'eau sont essentiellement les cires, les graisses et certains phospholipides. Ces matières insolubles dans l'eau affectent essentiellement le pouvoir moussant du savon (Oyenkule et al., 2021).

Un savon produit à partir d'une huile non traitée comme les savons artisanaux, renfermera plus des matières insolubles dans l'eau que ceux produits industriellement à partir de l'huile préalablement dégomme (Oyenkule et al., 2021).

Les valeurs des pourcentages des matières insolubles dans l'eau enregistrées pour les savons analysés dans cette étude respectent cette logique. En effet, le savon artisanal Kibolabola, préparé juste par saponification de l'huile de palme non traitée et blanchie par chauffage a présenté le plus grand pourcentage, soit $17,13 \pm 0,54$ % ; Les savons semi-industriels Benda, Hippo, Clé d'Or, Super Sabuni, Génie et Clé d'Or ont présenté des pourcentages respectifs de $11,43 \pm 0,68$ % ; $10,80 \pm 0,41$ % ; $11,23 \pm 0,08$ % ; $9,91 \pm 0,06$ % ; $9,45 \pm 0,37$ % ; Les savons industriels Le Coq, Brillant, Famillia et Monganga ont présenté des pourcentages en insolubles dans l'eau de $3,12 \pm 0,73$; $4,73 \pm 0,95$ % ; $5,58 \pm 0,02$ % et $5,81 \pm 0,33$ % respectivement. Il sied de signaler que les normes de certains pays fixent les valeurs acceptables pour les matières insolubles dans l'eau à $<0,5$ %. C'est le Cas de Normes nigérianes (SON)

3.5. La teneur en matière grasse totale des savons analysés

Les résultats obtenus dans cette étude pour la teneur en matière grasse ont montré que les valeurs enregistrés sont comprises entre 65 et 80%. Ces valeurs sont inférieure à celle des savons de lessive rapportées par Viorica et al. (2001) qui avaient trouvé des valeurs allant de 71% - 84% ainsi que par Kuntom et al (1999) qui avaient enregistrées des valeurs comprises entre 74% et 92%. Elles sont néanmoins comparables à celles obtenues par Vivian et al., (2014) qui avaient trouvées des valeurs allant de 22 à 71%.

Les savons présentant des teneurs élevées en matières grasses sont bien adaptés pour les peaux sèches, car ces matières agissent comme lubrifiants sur la peau et la réhydrate tout au long de la journée (Mak-Mensah and Firempong (2011).

3.6. Analyse de l'alcali libre total dans les savons analysés

La teneur en alkali libre total d'un savon traduit sa capacité abrasive (Habib et al., 2016) et permet aussi d'éviter que le savon préparé deviennent huileux. L'alkali libre total résulte principalement d'une saponification incorrecte ou incomplète de l'huile utilisée (Oyekunle et al., 2021). D'après les résultats de cette étude, les teneurs en alkali libre total trouvées sont situées dans la fourchette de 2,32 à 5,56%. Toutes ces valeurs sont nettement supérieures à celles trouvées par d'autres auteurs qui rapportent des teneurs inférieures à 1% (Yahaya et al, 2020 ; Onyango et al., 2014, Habib et al., 2016). Dans leurs études sur certains savons indigènes du Nigeria, Oyekunle et al. (2021) ont trouvé des valeurs allant jusqu'à 11,4% pour certains savons qu'ils avaient étudiés. La valeur de 5,56% obtenue dans cette étude pour le savon artisanal Kibolabola reste de loin inférieure à la valeur limite admise par les normes kenyanes qui est de 12%.

3.7. Détermination de CMC

Les valeurs des CMC trouvées pour les différents savons analysés sont comprises entre 1,22 et 3,09g/L. Ces valeurs sont pratiquement identiques à celles trouvées par Togbe et al.(2014) qui avaient enregistré des CMC allant de 1,79 à 2,56 pour les savons préparés par eux-mêmes. Les faibles valeurs des CMC traduisent l'efficacité du savon qui forme des micelles à de faibles concentrations.

L'importance de la CMC comme caractéristique d'un tensioactif a fait l'objet de plusieurs publications (Mukerjee & Mysels, 1971; Mittal, 1977; Rosen, 1978).

A des concentrations inférieures à la CMC, les propriétés thermodynamiques des solutions des savons ou d'autres tensioactifs (pression osmotique, abaissement cryoscopique, etc...) suivent des lois idéales du même type que celles des solutions qui contiennent un soluté de grande dimension moléculaire. À l'inverse, au-dessus de la CMC, on peut observer un comportement nettement non idéal et une activité pratiquement constante; dans certains cas extrêmes, on peut même obtenir des structures de type gel ou cristal liquide, avec à peine quelques pourcents de l'agent tensioactif ce qui traduit l'existence des interactions très fortes. Ce fait explique le changement de pentes des droites obtenues en portant en graphique la conductivité en fonction de la concentration du savon (Salager , 1993).

4. CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude ont été comparés aux

données de la littérature et on peut conclure que le savon artisanal Kibolabola, malgré sa bonne CMC, présente de fortes teneurs en eau, en alkali libre total et en matières insolubles dans l'alcool. Il y a nécessité d'encadrer les producteurs artisanaux pour une amélioration de la qualité des savons qu'ils produisent. Les savons industriels (Le Coq, Brillants, Famillia, Monganga) ont présenté des teneurs élevées en matières insolubles dans l'alcool à cause de divers additifs utilisés, ce qui limite parfois leur qualité. Des normes nationales devront être élaborées pour limiter l'utilisation de ces additifs. Les autres savons semi industriels présentent une situation intermédiaire entre les industriels et les artisanaux. L'organisme de contrôle au niveau national doit élargir les tests de contrôle en incluant plusieurs autres paramètres en dehors de l'humidité, le pH et l'alkali total libre.

5. RÉFÉRENCES

- [1] Ainie, K., Hamirin, K. and Peang-Kean, L. (1996) Chemical and Physical Characteristics of Soap Made from Distilled Fatty Acids of Palm Oil and Palm Kernel Oil. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 73, 105-108. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02523455>
- [2] American Oil Chemists' Society (AOCS). (1997). Official and recommended practices of the AOCS (7th ed.). AOCS Press Publication, Champaign.
- [3] Bhatia S.C. (2009) : Soaps and Detergents. CBS Publishers & Distributors CBS (2009) ISBN 10: 8123906625 ISBN 13: 9788123906621
- [4] Habib A., Kumar S., Sorowar Md. S., Karmoker J., Khatun Mst. K., Al-Reza S.M. (2016) : Study on the Physicochemical Properties of Some Commercial Soaps Available in Bangladeshi Market. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science (IJARCS)* Volume 3, Issue 6, PP 9-12.
- [5] Issa, M., Isaac, I., Matthew, O., Shalangwa, B., Sunday, M., 2020. Physicochemical analysis for quality and safety of some selected animal soaps compared to human soaps in plateau state, Nigeria. *IOSR J. Appl. Chem.* 13 (3), 25–28
- [6] Kaoru, T. (1998) Surface Activity: Principles Phenomena and Application. Academic Press, San Diego, 21-22.
- [7] Kuntom, A., Ahmad, I., Kifli, M. and Shariff, Z.M. (1999) Chemical and Physical Characteristics of Soap Made from Distilled Fatty Acids of Palm Oil and Palm-Kernel Oil. *Journal of Surfactants and Detergents*, 2, 325-329. <http://dx.doi.org/10.1007/s11743-999-0084-5>
- [8] Mahesar, S.A., Chohan, R., Tufail, S., Sherazi, H., 2019. Evaluation of physico-chemical properties in Selected Branded soaps. *Pak. J. Anal. Environ. Chem.* 20 (2), 177–183.
- [9] Mak-Mensah, E. and Firempong, C. (2011) Chemical Characterization of Toilet Soap Prepared from Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Seed Oil. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 1, 1-7.
- [10] McBain J.W. and Johnson K.E. (1944) : Solubilization and the Colloidal Micelles in Soap Solution. *J. Am. Chem. Soc.* 1944, 66, 1, 9–13.
- [11] Mehrotra K N et Upadhyaya S K, 1988. Study on Solubility, Viscosity and Conductivity of Calcium Soaps. *Tenside Surfact. Deterg.*, 25(5):302-307
- [12] Milwidsky, B.M and Gabriel, D.M. (1994) Detergent Analysis: A Handbook for Cost-Effective Quality Control. Micelle Press, London, 160-161.
- [13] Mittal, K.L. (ed.). 1977. Micellization, Solubilization and Microemulsions. New York: Plenum Press
- [14] Mukerjee, P. and Mysels, K.J. (1971) Critical Micelle Concentration of Aqueous Surfactant Systems. Vol. 36, US Government Printing Office, Washington DC.
- [15] Mwanza C., Zombe K. Comparative Evaluation of Some Physicochemical Properties on Selected Commercially Available Soaps on the Zambian Market(2020) : Open Access Library Journal 2020, Volume 7, e6147. <https://doi.org/10.4236/oalib.1106147>
- [16] Ogunsuyi, O. and Akinlawo, C. (2012) Quality Assessment of Soaps Produced from Palm Bunch Ash-Derived Alkali And Coconut Oil. *Journal of Applied Science and Environmental Management*, 16, 363-366.
- [17] Onyango P. V., Oyaro N., Osano A., Mesopirr L, Omwoyo W.N (2014) : Assessment of the Physicochemical Properties of Selected Commercial Soaps Manufactured and Sold in Kenya. *Open Journal of Applied Sciences*, 2014, 4, 433-440.
- [18] Osuji, C.N., Akunna, T.O. and Ahaotu, E.O. (2013) Use of Palm Oil Sludge in Toilet Soap Production. *International Journal of Applied Sciences and Engineering*, 1, 73-78.
- [19] Owoicho I. (2021) : Quality evaluation of soaps produced from neem seed oil and shea-butter oil. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2021, 02(01), 045–050.
- [20] Oyedele, A.O. (2002) The Skin Tolerance of Shea Fat Employed as Excipient in Topical Preparations. *Nigerian Journal of Natural products and Medicine*, 66, 26-29.
- [21] Oyekunle J.A.O., Ore O.T., Ogunjumelo O.H., Akanni M. S (2021) : Comparative chemical analysis of Indigenous Nigerian soaps with conventional ones. *Heliyon* 7 (2021) , 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06689>
- [22] Rosen M.J., "Surfactants and Interfacial Phenomena." John Wiley & Sons, New York, 1978
- [23] Salager J.L (1993) : Surfactifs en solution. Laboratorio FIRPEscuela de Ingeniería Química Universidad de Los Andes Mérida 5101 VENEZUELA
- [24] SON : Standard Organization of Nigeria : <https://www.son.gov.ng/>
- [25] Togbe F. C. A., Yete P., Azandegbe E. C., Wotto D. V.(2014) : Évaluation du comportement de quelques savons traditionnels en solution aqueuse : Détermination de la concentration micellaire critique et de la température de Krafft. *Journal of Applied Biosciences* 83:7493– 7498
- [26] Viorica, P., Alina, S. and Simona, D. (2011) Quality Control and Evaluation of Certain Properties for Soap Made in Romania. *Journal of Scientific Study and Research, Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 12, 257-261.

- [27] Yahaya M. K, Gimba C. E and Shuaibu M. A (2020) : Physicochemical Analysis of Soap Produced from Tallow (Animal Fat) and Sesamum Indicum Seed Oil Blends. *Islamic University Multidisciplinary Journal* vol. 7 (4), pp 1 – 8