



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Étude des paramètres physico-chimiques des huiles de graine de coton produites en zone CMDT au Mali

Kahirou DIAKITE^{1*}, Saloum DIAGOURAGA², Mamady DIAWARA¹ et Mah FANE¹

¹Laboratoire de Chimie Appliquée, Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques de Bamako, Université des Sciences des Techniques et des Technologies du Mali, BPE : 3206 Mali.

²Institut de Pédagogie Universitaire (IPU)/Bamako, Mali.

³Laboratoire de Génie des Procédés et des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences et Techniques de Bamako, Mali.

*Auteur correspondant ; E-mail : kahirou@yahoo.fr; Tel. : 00223 75040123

REMERCIEMENTS

Les remerciements vont à l'endroit du Fonds Compétitif pour la Recherche et l'Innovation Technologique (F.C.R.I.T.) pour son apport à la réalisation de ce projet.

Received: 13-01-2022

Accepted: 28-05-2022

Published: 30-06-2022

RESUME

La problématique des huiles alimentaires consommées au Mali est une question qui préoccupe les autorités. Après la fermeture de l'Usine d'Huilerie Cotonnière du Mali (HUICOMA), une centaine d'opérateurs économiques s'était implantée dans ce créneau. Aujourd'hui, le marché est inondé d'huile de coton de mauvaise qualité. Cette étude a été menée dans le but d'apprécier la qualité de l'huile raffinée produite par douze unités de production d'huile de graines de coton. L'objectif était d'analyser des paramètres physicochimiques de l'huile de coton raffinée produite par les petites unités de production de la zone CMDT au Mali. Après échantillonnage et analyse des paramètres selon les normes du Codex Alimentarius. Les résultats suivants ont été obtenus : indice de réfraction 100% non-conforme ; densité: 100% conforme ; l'indice de peroxyde : 36,67% conforme ; Indice d'acide : 85% conforme ; teneurs en savon: 100% conforme ; indice d'iode 37,10 à 48,50 g d'I₂/100g ; indice de saponification 85% non-conforme ; les matières insaponifiables 100% conforme ; traces de gossypol, 75% non conforme. Ces résultats ont montré que certaines huiles étaient préjudiciables pour la santé des consommateurs. Des investigations, notamment au niveau des chaînes technologiques d'extraction et de conditionnement des huiles dans ces unités seraient nécessaires.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Santé alimentaire, huile de coton, qualité, norme, analyse, Codex Alimentarius.

Study of the physicochemical parameters of cottonseed oils produced in the CMDT zone in Mali

ABSTRACT

The issue of edible oils consumed in Mali is a matter of concern to the authorities. After the closure of the cotton oil mill in Mali (HUICOMA), a hundred economic operators had established themselves in this niche. Today the market is flooded with poor quality cottonseed oil. This study was conducted in order to assess the

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.33>

9047-IJBCS

quality of the refined oil produced by twelve cottonseed oil production units. The objective was to analyze the physicochemical parameters of refined cottonseed oil produced by small production units. After sampling and analysis of the parameters according to Codex Alimentarius standards, the following results were obtained: refractive index 100% non-compliant; density: 100% compliant; the peroxide index: 36.67% compliant; Acid number: 85% compliant; soap content: 100% compliant; iodine number 37.10 to 48.50 g of I₂/100g; saponification index 85% non-compliant; unsaponifiable matter 100% compliant; traces of gossypol, 75% non-compliant. These results showed that certain oils were detrimental to the health of consumers. Investigations, particularly at the level of technological chains for the extraction and packaging of oils in these units would be necessary.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Dietary health, cottonseed oil, quality, standard, analysis, Codex Alimentarius.

INTRODUCTION

Au Mali quatre espèces d'huiles végétales destinées à l'alimentation, ont été identifiées (Kouyaté et al., 2021) ; mais elles n'ont pas toutes été caractérisées. Les huiles végétales sont recherchées pour leurs quantités et leurs qualités par rapport aux graisses animales qui sont saturées en acides gras saturés. Ces huiles interviennent dans la confection de divers mets ou autres produits utiles à l'homme (savonnerie, cosmétique, etc.). Le plus souvent, elles contiennent des acides gras essentiels et des pigments indispensables au fonctionnement harmonieux de l'organisme et au maintien de la qualité de ces huiles (Aboubakar, 2008). Certaines huiles possèdent des vertus thérapeutiques en raison de leurs propriétés biologiques intéressantes (Osborn et al., 2002). L'huile de graines de coton est le standard de référence le plus souvent utilisé dans les tests d'évaluation du goût et de l'odeur des autres huiles alimentaires (M'Baye et al., 2011) Pour les nutritionnistes, une huile diététiquement idéale est composée d'un tiers d'acides gras saturés, un tiers d'acides gras mono-insaturés et un tiers d'acides gras polyinsaturés, l'huile de graines de coton est l'une des plus proches de cette composition (Aboubakar, 2008). Les taux élevés d'acide oléique, palmitique et stéarique lui confèrent une certaine stabilité. Il faut noter également que l'huile de graines de coton sans gossypol présente après raffinage un goût agréable et une composition en acides gras polyinsaturés satisfaisante sur le plan nutritionnel. L'huile de graines de coton est riche en acide linoléique, et aussi en

tocophérols qui sont des antioxydants naturels assurant sa stabilité et sa conservation à long terme. Cette forte teneur en vitamine E (α -tocophérol) confère à cette huile un atout diététique potentiel (Aïssi et al., 2009). Sous-produits de la culture du coton dont elles constituent 58%, les graines de coton sont disponibles en grande quantité au Mali. La Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT) a obtenu pendant la campagne 2016-2017 une production de 647299 tonnes de coton graine, soit environ 375 400 tonnes de graines de coton (Koita et al., 2019)

En permettant à plus d'une centaine d'opérateurs économiques de s'implanter dans ce créneau, après la fermeture de l'usine HUICOMA, il s'agissait pour l'Etat de trouver les meilleurs moyens pour produire sur place la quantité suffisante d'huile pour couvrir les besoins du pays. Cependant, la qualité des huiles de ces petites unités ne satisfait pas aux normes alimentaires (Denis, 2008). En effet, les graines de coton renferment en plus des matières grasses, des substances impropres à la consommation (un aldéhyde poly phénolique le gossypol, des acides d'indice d'Halphen) (Gamboa et al., 2001), qui sont éliminées au cours d'un processus technologique complet et correctement conduit. Seulement ce processus est souvent incomplet dans les petites unités de production. Ainsi ces substances nocives demeurent dans les produits finis et semi-finis et parviennent de la sorte aux consommateurs, qui sans le plus souvent le savoir, se trouvent être exposés à de gros risques de santé et d'infertilité. Pour

préserver la santé des populations, une étude rigoureusement conduite tant des technologies appliquées que des produits finis et semi-finis alors s'impose. L'objectif de cette étude était de permettre aux promoteurs des huileries de coton au Mali de prendre les dispositions utiles tendant à améliorer la qualité des huiles produites.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel de laboratoire

Pour mener cette étude, le matériel d'analyse était constitué d'une étuve, une balance de précision à 0,001 près, une plaque chauffante, un pycnomètre, des pipettes, un dessiccateur, des boîtes de pétri, des bécher, des burettes, des pipettes jaugées, des erlenmeyers, les pipettes, un soxhlet, un creuset, des entonnoirs, une spatule, des papiers filtre

Les réactifs d'analyse

l'eau distillée, la solution d'éthanol, les réactifs de Wijs, la solution d'empois d'amidon, la solution d'iodure de potassium, la solution de thiosulfate de potassium, le chloroforme, l'acide acétique, l'éther de pétrole, l'éthanol, l'iodure de potassium, l'hexane, l'acide chlorhydrique, l'empois d'amidon, le phénolphtaléine, le bromo-phénol, l'hydroxyde de sodium, l'hydroxyde de potassium, l'acétone, le thiosulfate de sodium, la potasse alcoolique (KOH dans l'éthanol) de concentration 0,5 mol/L

Méthodes

Echantillonnage

L'étude portait sur douze (12) unités de production d'huile de graines de coton situées dans la zone CMDT (Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles). Au niveau de chaque unité de production, nous prélevons les échantillons destinés à l'analyse physico-chimique au laboratoire, les échantillons ont été prélevés dans la cuve de conditionnement, de l'huile raffinée produite. Ils ont été transvasés dans des bidons et bien fermés. Chaque échantillon a été enregistré avant l'analyse suivant un système de codification.

Analyse des paramètres physico-chimique

Les méthodes d'analyse utilisées étaient celles données par l'ISO, l'AACS de la norme du Codex Alimentarius Codex Stan 210 (Amendé, 2003, 2005) en concordance avec les normes au Mali. Le contrôle des paramètres physico-chimiques des échantillons d'huile raffinée de coton porte sur la détermination de la densité, de l'humidité, de l'indice de réfraction, des indices d'acide, de peroxyde, de saponification, d'iode, des traces de savon. Il s'agissait également de la recherche de matières insaponifiables, la teneur en savon et le dosage du gossypol libre et total. Pour chaque paramètre mesuré, deux essais ont été effectués et la moyenne des deux essais est celle qui a été considérée.

Densité

C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C, et la masse d'un volume égal d'eau distillée à la même température. Le principe consistait à effectuer des pesées successives de volume égal d'huile et d'eau. La méthodologie consistait à : nettoyer le pycnomètre, sécher dans l'étuve pendant une heure et déterminer ainsi la masse du pycnomètre vide. A l'aide d'une pipette le pycnomètre a été rempli par l'eau distillée et la masse a été déterminée. Ensuite, il a été nettoyé, séché dans l'étuve pendant une heure. A l'aide d'une pipette le pycnomètre a été rempli par l'huile de graines de coton et la masse a été déterminée (ISO 662 : 1998)

Indice de réfraction

L'indice de réfraction (I_r) est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée passant de l'air dans l'huile maintenue à température constante. Le principe consistait à mesurer directement l'angle de réfraction, soit pour observer la limite de réflexion totale, l'huile étant maintenue dans les conditions d'isotropisme et de transparence. Il a été mesuré par un réfractomètre en utilisant la raie D du sodium à une température aussi proche que possible de la température de référence (ISO 6320 : 1995). La température a été choisie de façon que le gras soit entièrement liquéfié et la

température de référence soit de 20°C pour les huiles. Pour réaliser cela il fallait étalonner l'appareil avec de l'eau distillée en nettoyant la lame du réfractomètre avec le papier de Joseph. Quelques gouttes de l'huile étaient déposées dans la lame et régler le cercle de chambre sombre et claire dans la moitié ; la lecture s'effectuait en prenant en compte la température (20°C).

Humidité ou Teneur en eau

C'est la perte en masse subie par l'échantillon après chauffage. Elle est exprimée en pourcentage de masse. Elle a été déterminée par Gravimétrie. Le Principe consistait à provoquer le départ d'eau par chauffage d'une quantité connue d'huile jusqu'à élimination complète de l'eau (ISO 662, 1998). Pour réaliser cette expérience : une boîte de pétri a été séchée dans l'étuve à 103°C pendant deux heures puis refroidi dans un dessiccateur (masse m_0). 20 g d'huile d'olive ont été introduit dans la boîte de pétri préalablement taré (m_1) ; la boîte de pétri contenant l'huile de coton a été mis dans une étuve pendant une heure à 103°C ; laisser ensuite refroidissement dans un dessiccateur, puis peser (m_2) ; l'opération a été répétée dans les mêmes conditions jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

Indice d'acide

L'acidité d'un corps gras est la quantité de potasse en mg nécessaire pour neutraliser son acidité libre. La teneur en acides libres des corps gras augmente avec le temps. L'indice d'acide permet donc de juger de leur état de détérioration. L'indice d'acidité a été déterminé par un dosage en retour. Le corps gras a réagi avec un excès connu de potasse alcoolique. L'excès de potasse alors a été dosé par une solution d'acide chlorhydrique. Cet indicateur chimique a été déterminé suivant la norme NFV 03-906 (AFNOR, 1984) ISO 660 : 1999 (F). Corps gras d'origine animale et végétale.

Indice d'iode

L'indice d'iode est la mesure de degré d'insaturation d'une matière grasse en déterminant le nombre d'iode (gramme) se fixant sur les doubles liaisons présentes dans

100 g de lipides. Il est utilisé pour la détermination de l'insaturation de l'huile. Quel que soit le réactif halogène utilisé, l'iode se fixe sur les insaturations des chaînes grasses en les saturant. Il a été déterminé à l'aide de la méthode de Wijs. Selon le protocole expérimental utilisé, un corps gras en solution a été additionné dans du chloroforme avec un excès de chlorure d'iode, appelé réactif de Wijs. Après quelques minutes de réaction, l'iodure de potassium et de l'eau distillée ont été ajoutés. L'iode libéré a été titré par une solution de thiosulfate de sodium (0,1 N) en présence d'empois d'amidon.

Indice de peroxyde (IP)

L'indice de peroxyde est une mesure permettant d'estimer la quantité de peroxyde présent dans une matière grasse. Les peroxydes constituants caractéristiques de l'oxydation des acides gras insaturés ont été déterminés en se basant sur leur propriété de libérer l'iode de l'iodure de potassium dans les milieux acides. L'iode libéré mesuré par la réaction avec le thiosulfate, sachant que 1 ml de thiosulfate 0.01N correspond à une quantité de 80 mg d'oxygène fixé sur les acides gras. La détermination de la quantité de peroxyde d'un corps gras montre son altération par oxydation. Le principe était le suivant : une prise d'essai a été mise en solution dans un mélange d'acide acétique et de chloroforme qui serait traitée par la suite par une solution d'iodure de potassium. L'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon (indicateur coloré) a été titré. Ce paramètre permet de renseigner sur le degré d'oxydation des huiles. Il a été déterminé suivant le protocole décrit par la norme NFT 60-220 (AFNOR, 1984). Le mode opératoire est le suivant : 2 g d'huile de coton raffinée a été introduit dans un Erlenmeyer ; plus 10 ml du chloroforme, plus 15 ml d'acide acétique puis 1 ml de la solution d'iodure de potassium. Après 5 min à l'abri de la lumière ; 75 ml d'eau distillée et 3 à 4 gouttes d'empois d'amidon ont été ajoutés. La solution a été titrée avec du thiosulfate de sodium en agitant vigoureusement.

Indice de saponification

L'indice de saponification, représente la quantité en milligrammes de KOH (potasse) nécessaire pour transformer en savon les acides gras libres et les glycérides contenues dans un gramme de corps gras, il est déterminé en mélangeant un volume d'huile avec de la potasse et le titrage se fait avec de l'acide chlorhydrique. Il s'agit d'un dosage retour. On fait réagir à chaud une solution d'acide gras avec un excès de potasse KOH. Cet excès est ensuite dosé par une solution d'acide chlorhydrique HCl. Le mode opératoire était le suivant : 2 g d'huile raffinée de coton a été introduite dans une fiole, ainsi que 25 ml de potasse alcoolique de concentration 0,5 mol/L, et mise au Soxhlet pendant une heure. Après ajout de 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine, la solution était titrée par l'acide chlorhydrique de concentration 0,5 mol/L en agitant constamment jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphthaléine. Le protocole a été décrit par la norme NF T 60-206 (AFNOR, 1984). ISO 3657 : 2002.

Dosage de l'insaponifiable

On entend par matières insaponifiables d'un corps gras, l'ensemble des produits présents dans ce corps gras qui, après saponification de celui-ci par l'hydroxyde alcalin, extraction par un solvant spécifié et élimination de ce dernier, restent non volatils dans les conditions opératoires bien définies. Les matières insaponifiables (INS) ont été déterminé par saponification par ébullition à reflux avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, extraction de l'insaponifiable de la solution de savon au moyen du solvant, évaporation du solvant et pesée du résidu et séchage à 103°C (ISO 3596 : 2000).

Teneur en savon

Les traces de savon expriment la teneur en oléate de sodium dans l'huile. Cette teneur renseigne sur l'efficacité des séparateurs. La solubilité de l'oléate de sodium dans l'acétone a été utilisée pour doser les traces de savon dans l'huile, exprimées en partie par million (ppm). Les savons étaient libérés dans

l'acétone en présence du bleu de Bromophénol comme indicateur coloré, ils étaient ensuite titrés par l'acide chlorhydrique à 0,01 N (Wolff, 1998).

Dosage du gossypol libre et total

Le gossypol était extrait en présence de 3-amino-1-propanol, soit par un mélange d'isopropanol et d'hexane pour le dosage du gossypol libre, soit par le diméthylformamide pour le dosage du gossypol total (Bourgou et al., 2020). Le gossypol était transformé au moyen d'aniline en gossypol d'aniline, dont la densité est mesurée à 440 nm.

RESULTATS

Les résultats obtenus sont consignés dans les Tableaux 1 et 2. Toutes les données ont été organisées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2010 et les calculs de moyennes ont été effectués avec ce même logiciel. Les résultats obtenus sont consignés dans les Tableaux 1 et 2. Toutes les données ont été organisées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2010 et les calculs de moyennes ont été effectués avec ce même logiciel.

Après échantillonnage et analyse des paramètres selon les normes du Codex Alimentarius, les résultats suivants étaient obtenus: indice de réfraction 1,471 > 1,466 (100% de non-conformité, critère de pureté de l'échantillon); densité 0,9126 à 0,9249 (100% conforme); l'indice de peroxyde 0,19 à 13,71 meq d'O₂/kg (36,67% de conformité, critère de bonne conservation); Indice d'acide 0,22 à 1,39 mg de KOH (85% conforme critère de stabilité); teneurs en savon (100% de conformité); indice d'iode 37,10 à 48,50 g d'I₂/100g; indice de saponification 102,4 à 209,59 mg de KOH/kg (85% de non-conformité, présence de courtes chaînes carbonées); les matières insaponifiables 1,34 à 9,86 g/kg (100% sont conformes à la norme, présence de tocophérols et de traces de pigments); traces de gossypol, 75% des échantillons était non conforme (danger pour le consommateur). Ces résultats ont montré que certaines huiles sont préjudiciables pour la santé des consommateurs.

Tableau 1: Paramètres physico-chimiques de l'huile de graines de coton de douze unités de production au Mali.

Code échantillon	Taux d'humidité %	Indice de peroxyde Meq/kg	Indice d'acidité mgKOH	Indice d'iode g de I ₂ /100g	Traces de savon ppm
001	0,01	5,48	0,22	41,65	0
002	0,18	12,53	0,30	39,74	0
003	0,16	13,95	0,39	37,10	0
004	0,01	6,88	0,22	41,76	0
005	0,098	8,76	0,36	48,20	0
006	0,054	11,57	0,56	44,99	0
007	0,42	0,19	0,70	39,08	0
008	0,06	9,13	0,44	45,33	0
009	1,07	4,73	0,39	45,33	0
010	0,07	9,50	0,44	43,08	0
011	0,04	1,51	0,28	44,48	0
012	0.003	13,71	0,33	48,50	0
Codex Alimentarius	Max : 0,2	Max : 10	Max : 0,6	99- 119	0,005
Taux de non-conformité	8,33%	33,33%	8,33%	100%	0%

Table 2: Paramètres physico-chimiques de l'huile de graines de coton de douze unités de production au Mali.

Paramètres physicochimiques					
Code échantillon	Densité	Indice de réfraction	Indice de saponification KOH/kg	L'insaponifiable g/kg	Gossypol
001	0,920	1,470	168,3	2,94	++
002	0,919	1,471	102,4	2,99	---
003	0,918	1,470	144,5	3,07	---
004	0,9180	1,4710	169,7	4,05	+++
005	0,918	1,4710	144,5	6,03	+++

006	0,920	1,4710	157,1	5,93	+++
007	0,920	1,4710	172,5	9,86	+++
008	0,919	1,4700	175,3	1,40	++
009	0,919	1,471	162,7	8,35	+++
010	0,920	1,47	119,2	1,82	+++
011	0,919	1,47	166,9	2,66	++
012	0,918	1,47	171,1	1,34	---
Norme Codex Alimentarius	0,918 - 0,926	1,458 – 1,466	189 – 198	Max: 15	NEGATIF
Taux de non-conformité	0%	100%	100%	0%	25%

DISCUSSION

La fermeture de la grande usine d'huilerie cotonnière de Koulikoro (au Mali), a vu la prolifération de petites unités de production d'huile et la reconversion de celles destinées uniquement à la production d'aliments bétail. Le marché national a donc été inondé de cette huile de coton bon marché et à cause de l'abondance de la matière première, dont la production a connu une hausse de 6,6% en 2019-2020 (Elodo, 2020) par rapport à la campagne précédente. L'huile de coton sans gossypol a également des qualités nutritionnelles et présente une grande stabilité, lorsque le processus technologique est bien conduit (Zia et al., 2020). Mais les huiles produites par ces unités sont de plus en plus incriminées au niveau national. Toutes choses qui ont nécessité la caractérisation des huiles produites par ces petites unités. Des échantillonnages sur les huiles raffinées furent effectués dans douze unités de production d'huile de coton, et leurs analyses physico-chimiques furent effectuées.

Paramètres physiques

Sur les douze échantillons (001,002, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011,

012) analysés, la densité variait entre 0,9126 et 0,9249 (Tableau 2). Toutes ces valeurs étaient comprises entre 0,918 et 0,926 du Codex Alimentarius. 100% des échantillons analysés étaient donc conformes à la norme commerciale du Codex Alimentarius. La détermination de la densité des huiles a donné des renseignements sur leur pureté.

Les valeurs des indices de réfraction des échantillons étaient toutes presque égales à 1,47 (Tableau 2). Cette valeur dépassait la valeur maximale 1,466. Donc les valeurs ne sont pas comprises dans la norme établie. 100% des échantillons d'huile de graines de coton soumis à l'analyse d'indice de réfraction n'étaient pas conforme à la norme commerciale du Codex Alimentarius. L'indice de réfraction d'une huile représentait un critère de pureté. Il dépend de la composition chimique de l'huile et de la température. Ces huiles analysées perdaient facilement leur pureté. Lorsqu'elles ne sont pas soumises à de bonnes conditions de conservation leur qualité pour se détériorer de diverses manières, le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation. Dans ce cas elles deviennent impropres à la consommation.

Le taux d'humidité des échantillons variait entre 0,01 et 0,42 (Tableau 1) pour un

maximum de 0,2 du Codex Alimentarius. Parmi ces taux obtenus pour chacun des échantillons analysés, 83,34% étaient conformes à la norme, Par contre 16,67% n'étaient pas conformes à la norme du Codex Alimentarius. Les valeurs observées révélait toutefois une variabilité entre les échantillons qui peut s'expliquer par un mauvais séchage ou une désodorisation insuffisante. Le taux d'humidité contrôle l'étape de la désodorisation qui, au cas où elle est maîtrisée, contribue à la stabilité et à la conservation de l'huile raffinée. Les valeurs du taux d'humidité obtenues au cours de cette étude dans la majorité des cas étaient conformes à celles trouvées par Traoré (2009) et Soma (2009) qui ont travaillé sur l'huile de coton raffinée

Paramètres chimiques

Pour l'ensemble des douze (12) échantillons d'huile analysés, l'indice de peroxyde a varié de 0,19 à 13,71 méq d'O₂/Kg d'huile (Tableau 1). 66,67% des échantillons ont donné des indices de peroxyde conformes à la norme commerciale. Cependant, 33% ont donné des indices de peroxyde non conformes. Les valeurs individuelles des échantillons s'étaient révélées variables d'une huilerie à l'autre. L'indice de peroxyde contrôle des étapes de neutralisation, de séchage, de décoloration, de désodorisation, qui lorsqu'ils sont maîtrisés contribue à l'amélioration de la variabilité des résultats et par là la stabilité oxydative de l'huile (Rombaut, 2013). L'indice de peroxyde représente le degré d'oxydation des acides gras insaturés de la matière grasse, responsable des phénomènes de rancissement. Plus l'indice de peroxyde est élevé, plus la matière est oxydée (M'Baye et al., 2011) et lorsqu'il est faible cela pourrait s'expliquer également par une faible teneur de ses échantillons en pigments (M'Baye et al., 2011). La conformité des résultats aux normes aurait l'avantage d'une bonne conservation de l'huile raffinée.

L'analyse de l'indice d'acide a donné des résultats variant de 0,22 à 1,39 mg de KOH/g d'huile. Ils ont montré une variabilité entre les différents échantillons prélevés. 91,67% des échantillons présentaient des indices d'acide inférieurs à 0,6. Ils étaient donc tous conformes à la norme commerciale du Codex Alimentarius. Les valeurs faibles de l'indice d'acide seraient caractéristiques de la pureté et de la stabilité des échantillons (M'Baye et al, 2011). Un seul échantillon avait un indice d'acide nettement supérieur à la valeur maximale 0,6 soit 8,33%, Il était non conforme à la norme. L'indice d'acide permettait de prévoir la conduite à tenir pour les opérations de neutralisation, de désodorisation des huiles. Ainsi moins grande sera l'acidité et meilleure sera la qualité de l'huile car elle dépendait de beaucoup de paramètres. Koita et al. (2019) ont analysé les huiles brutes et raffinées d'une ville (Koutiala) de la zone cotonnière de la CMDT et ils ont obtenu les mêmes résultats pour l'indice d'acidité.

L'indice d'iode des échantillons étudiés variait de 37,10 à 48,50 g d'iode /100 g d'huile. La variabilité de l'indice d'iode de ces échantillons était très inférieure aux indices d'iode de l'huile d'olive, d'arachide et de ricin variant entre 75 et 94 g I₂/100 g d'huile (Codex Alimentarius, 2009). 100% des échantillons analyses étaient non conforme. Cela est dû au manque d'enrichissement en iode. L'indice diode permettait d'évaluer le degré d'insaturation des acides gras (Baaziz et al., 2005), qui conditionne la stabilité des huiles. Plus les huiles sont riches en acides gras, plus ces huiles seraient sensibles à l'oxydation (Rombaut, 2013).

Les résultats de la teneur en savon se trouvent dans le Tableau 2. Tous les échantillons ont donné des valeurs qui sont conforme à la norme commerciale du Codex Alimentarius. Aucun échantillon ne révélait des traces de savon, cela témoigne d'excellente condition de lavage. La teneur en savon

renseignait sur l'efficacité des séparateurs et du lavage de l'huile.

L'indice de saponification d'un corps gras est la mesure indirecte de la masse molaire moyenne des corps gras analysés. Il s'exprime en mg de KOH/g d'huile. La méthode d'analyse utilisée a été de la titrimétrie. L'analyse des douze échantillons a donné des indices de saponification variant de 102,4 à 175,59 mg de KOH/kg. Cette variabilité était comprise entre 189 et 198. On constate que 100% des échantillons n'était pas conforme à la norme commerciale du Codex Alimentarius. La variabilité des résultats pourrait se justifier soit par une mauvaise séparation du savon au cours de la neutralisation, soit par un mauvais lavage. L'indice de saponification est un paramètre qui renseigne sur la longueur de la chaîne des acides. Sa valeur est plus élevée que les acides gras et sont de plus faibles poids moléculaires. Les résultats de l'indice de saponification ont montré que la majorité des acides gras contenus dans les échantillons d'huile raffinée était constitué par des courtes chaînes.

Les résultats du dosage de l'insaponifiable des douze échantillons soumis à l'analyse variaient entre 1,34 et 9,86 g/kg. Cette variabilité était au-dessous de la valeur maximale 15 g/kg de la norme commerciale du Codex Alimentarius. Les valeurs obtenues pour chacun des échantillons analysés représentaient 100% de conformité à la norme du Codex Alimentarius. Cela s'expliquerait par une bonne filtration au cours du raffinage ou par la qualité des graines de coton. La teneur en matière insaponifiable donne la composition de la fraction non lipidique contenue dans la graine qui est retrouvée dans l'huile après raffinage (Pascal, 1996). Elle peut être constituée de tocophérols (vitamine E) et de traces de pigments.

Le gossypol est un polyphénol contenu en abondance dans les glandes microscopiques des graines de certains cotonniers du genre *Gossypium* (Novidzroi et al., 2019). C'est un

pigment jaune, toxique, il assure une fonction défensive contre les insectes et les animaux herbivores.

L'analyse des douze échantillons d'huiles raffinées a révélé la présence de gossypol dans 75% des échantillons. L'huile de graine de coton doit être exempte de gossypol, qui est une substance hautement toxique. Ces huiles ne sont pas conformes à la norme commerciale du codex Alimentarius, cela constituait un danger pour la santé du consommateur. 15% seulement des huiles ne présentaient aucune trace de gossypol. Ces résultats ont montré que le gossypol libre contenu dans les huiles brutes n'a pas été normalement éliminé au cours du processus de raffinage. D'où le constat suivant : l'huile de cuisine bon marché utilisée dans bon nombre des foyers maliens contiendrait du gossypol, une substance toxique connue pour provoquer la stérilité, le cancer et un retard de croissance.

Conclusion

Notre étude a été menée dans le but d'apprécier la qualité de l'huile de coton raffinée produite par les petites unités de production au Mali. Une analyse des paramètres physico-chimiques a été effectuée. Les résultats de ces analyses sur les douze échantillons ont montré que les huiles produites par la majorité de ces huileries n'étaient de qualité inacceptable selon la norme du Codex Alimentarius. La teneur en eau, l'indice d'iode, l'indice de réfraction et l'indice de saponification ont montré que des précautions de pré-raffinage et de conditionnement doivent être prises afin de limiter une dégradation de la qualité physico-chimique et fonctionnelle de ces huiles. Cependant certaines unités pourraient travailler à réduire les teneurs de certains paramètres et se fixer des valeurs seuils à atteindre et travailler davantage, et à les respecter de façon stricte. Notre étude a montré que les huiles de graines de coton produites par la grande majorité des petites unités de production ne

respectent pas les normes commerciales et cela constituait un danger pour la population.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent que dans l'élaboration de cet article il n'y a pas eu de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les auteurs ont participé à la réalisation de cette étude et à la rédaction de cet article. Tous les auteurs ont donné leur accord à la version finale du manuscrit et à sa publication.

REMERCIEMENTS

Les remerciements vont à l'endroit du personnel de la Faculté des Sciences et Techniques de Bamako pour son apport à la réalisation de ce projet

REFERENCES

- AFNOR (Association Française pour la Normalisation). 1984. *Recueil des Normes Françaises: Corps Gras, Graines Oléagineuses et Produits Dérivés* (3^{ème} edn). AFNOR: Paris.
- Aïssi VM, Soumanou MM, Tchobo FP, Kiki D. 2009. Etude comparative de la qualité des huiles végétales alimentaires raffinées en usage au Bénin. *Bulletin d'Informations de la Société Ouest Africaine de Chimie*, **6**: 25–37.
- ABoubakar DAK, Tchiegang C, Parmentier M. 2008. Evolution de quelques paramètres de qualité physico-chimique de l'huile de la pulpe des fruits de *Canarium schweinfurthii* Engl. au cours du stockage. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **2**(3): 249-257. DOI: 10.4314/ijbcs.v2i3.3970
- Baaziz C, Bagbouil N, Gutfens N, Geerts J, SternotteV, 'Stassin M, Theys A. 2005. Les matières grasses. Thèse, Université Catholique de Louvain, Louvain.
- Bourgou L, Tarpaga WN, Diané SK, Sanfo D. 2020. Evaluation et sélection d'une

variété de cotonnier (FK64, *Gossypium hirsutum* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(3): 869-882. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.18>

Codex Alimentarius. 2009. *Normes Alimentaires Internationales pour les Huiles Végétales : Codex Stan 210-1999*. FAO-WHO : Suisse.

Denis K. 2008. Production d'huile de consommation : les raisons de la fermeture des usines, journal : les echos de l'huile qui tue en vente au Mali. Quotidien malien : « *Le Républicain* » du 16/01/2008.

Elodo E. 2020. Mali: la production de coton a atteint 700.000 tonnes en 2019/2020 par rapport à la campagne précédente soit une augmentation de 6,6%. Rapport du Ministère de l'Agriculture du Mali, Bamako. www.agenceecofin.com

Gamboa DA, Calhoun MC, Kuhlmann SW, Haq AU, Bailey CA. 2001. Tissue distribution of gossypol enantiomers in broilers fed various cottonseed meals. *Poult. Sci.*, **80** : 920-925.

ISO 660 : 1999 (F). Corps gras d'origine animale et végétale : Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité ; ISO 3960:1998 (F). Corps gras d'origine animale et végétale : Détermination de l'indice de peroxyde ; ISO 3596 : 2000 ; ISO 3657 : 2002.

Koita N'YS, Yalcouye B, Tolofoudye A. 2019. Etude de la composition physicochimique et de la qualité des huiles de coton produites à koutiala. *Revue Scientifique Biannuelle de l'Université de Ségou*, **01**(1): 1-7.

Kouyaté AM, Dembélé U, Lykke AM. 2021. Les espèces ligneuses locales à huile: une ressource utile pour les communautés locales au Sud du Mali. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(6): 2754- 2763. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.19>

M'Baye BK, Alouemine SO, Lô BB. 2011. Etude physico-chimique des huiles

- consommées en Mauritanie. *Science Lib.*, **4**(120101): 9 p.
- Novidzroi KM, Wokpori K, Amoussou Fagla B, Koudouvo K, Dotse K, Osseyi E, Koumaglo KH. 2019. Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(4): 2360-2373. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i4.38
- Pascal G. 1996. Les apports quotidiens recommandés en lipides et en acides gras. NCPA, Memphis, USA.
- Rombaut N. 2013. Etude comparative de trois procédés d'extraction d'huile : aspects qualitatifs et quantitatifs : application aux graines de lin et aux pépins de raisin. Thèse de Doctorat, Université Polytechnique de Bobo, 157 p.
- Soma R. 2009. Raffinage de l'huile de coton : cas de la SN-CITEC. Mémoire de licence professionnelle en Génie Biologique option Agro-alimentaire, Université Polytechnique de Bobo, 57 p.
- Traore M. 2009. Contribution à l'amélioration des paramètres de qualité de l'huile de coton raffinée de la SN-CITEC. Rapport de fin de cycle en Génie Biologique option agroalimentaire, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Bobo Dioulasso, 21 p.
- Osborn HT, Akon CC. 2002. Structured lipid-novel fats with medical, nutraceutical, and foods applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **3**: 93 - 103. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2002.tb00010.x.
- Wolff P. 1998 : Détermination de la teneur en savon. La norme CFPDFT, Manuel d'analyses des huileries, Paris, 115 p.
- Zia MA, Shah SH, Shoukat S, Hussain Z, Khan SU, Shafqat N. 2021. Physicochemical features, functional characteristics and health benefits of cottonseed oil: a review. *Brazilian Journal of Biology*, **82**(2022): 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.24351>