



Original Paper

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

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

Qualité de l'huile de coton des petites unités de production au Mali

Mamady DIAWARA^{1*}, Kahirou DIAKITE¹, Sidi Mohamed TOUNKARA², Mah FANE¹,
Saloum DIAGOURAGA¹ et Yéhia Yoro DICKO¹

¹Laboratoire de Chimie Appliquée, Département de Chimie, Faculté de Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, BP E3206 Bamako, Mali.

²Département de Physique et Chimie, Ecole Normale Supérieure de Bamako, BP 241 Bamako, Mali.

*Auteur correspondant ; E-mail : mamadydiawara@yahoo.fr

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le programme FCRT (Fonds Compétitif pour la Recherche et l'Innovation Technologique) qui a financé ce projet.

Received: 09-09-2021

Accepted: 05-01-2022

Published: 28-02-2022

RÉSUMÉ

Dans le cadre de l'amélioration de la qualité de l'huile de coton des petites unités de production, des promoteurs d'unités, qui étaient au nombre de 20, ont adhéré à cette étude qui avait pour objectif la caractérisation physico-chimique des huiles produites par ces petites unités. Ces unités étaient destinées à la production d'aliments bétail avant la fermeture de l'usine d'huilerie cotonnière du Mali. Ces unités sont réparties dans la zone cotonnière de la CMDT (Compagnie Malienne de Développement des Textiles) dans les villes de Fana, Ségou, Koutiala, Sikasso, Koulikoro et le District de Bamako. Les échantillonnages ont été effectués dans chacune de ces unités pour analyse des paramètres suivants : les indices d'acidité, d'iode, de saponification et de peroxyde et de réfraction, les traces de savon, les matières insaponifiables, le gossypol, la densité et l'humidité. Les résultats ont montré que la plupart des paramètres étaient conformes aux critères de qualité du Codex Alimentarius. Mais la présence de gossypol dans 50% des échantillons et les valeurs élevées de l'indice de réfraction, nécessitent d'autres investigations, notamment au niveau des chaînes technologiques d'extraction et de conditionnement des huiles dans ces unités.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Coton, huile, qualité, Mali, gossypol, indice de réfraction.

Quality of cottonseed oil from small production units in Mali

ABSTRAC

Within the framework of the improvement of the quality of the cottonseed oil of the small units of production, promoters of units, which were 20, adhered to this study which had for objective the physicochemical characterization of oil produced by these small units. These units are distributed between the towns of Fana, Ségou, Koutiala, Sikasso, Koulikoro and the District of Bamako in the MCTD (Malian Company for Textile Development) cotton zone. These units were intended for the production of cattle feed before the closure of Cotton Oil Factory of Mali. The sampling was carried out in each of these units to analyze the following

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i1.22>

8955-IJBSC

parameters: acid value, iodine value, saponification value and peroxide value, traces of soap, unsaponifiable matter, gossypol, refractive index, density, and water content. The results showed that most of the parameters were in conformity with the quality criteria of the Codex Alimentarius. But the presence of gossypol in 50% of the samples and the high values of the refractive index, require other investigations, especially at the level of technological channels of oil extraction and conditioning in these units.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Cotton, oil, quality, Mali, gossypol, refractive index.

INTRODUCTION

L'analyse de certains paramètres s'avère nécessaire pour s'assurer de la qualité de l'huile de consommation, conformément au Codex Alimentarius (FAO, 2017). Bien qu'elle soit moins connue que l'huile de palme, l'usage de l'huile de graines de coton est très répandu dans les zones de production cotonnière d'Afrique de l'ouest, qui disposent de bonnes huileries pour traiter ce sous-produit issu de l'égrenage du coton (Labey, 2009). Les graines de coton constituent des coproduits du coton-graine, dont elles constituent 55 à 65%, suivant les espèces (INFOCOM, 2016) ; 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 647 299 tonnes de coton graine, soit environ 356 014,45 à 420 744,35 tonnes de graines de coton. Cette abondance de la matière première sur place et la faillite de l'unité de production industrielle d'huile de coton et de ses sous-produits (savon, tourteaux), à savoir l'HUICOMA (Huilerie Cotonnière du Mali), ont contribué à la prolifération de petites unités de production d'huile de graines de coton dans la zone cotonnière de la CMDT. Les productions de ces petites unités de production d'huile de coton, de par leur prix de vente, sont facilement accessibles aux populations, surtout les couches les plus démunies ; ce qui expliquerait leur abondance sur le marché national. L'UEMOA (Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine), du fait des millions d'emplois créés et de la forte valeur ajoutée à l'économie des différents Etats Membres, par les filières oléagineuses graine de coton et du palmier à huile, avait d'ailleurs accordé une place de choix à ces filières en matière de promotion d'emplois (OUEMOA,

2013). Des expérimentations de rentabilité du coton graine sont d'ailleurs régulièrement menées en zone UEMOA (Koulibaly et al., 2016 ; Alavo et al., 2018 ; Bourgou et al., 2020).

Parmi les huiles de consommation, celle des graines de coton constitue le standard de référence le plus souvent utilisé dans les tests d'évaluation du goût et de l'odeur des autres huiles alimentaires (Agarwal et al., 2003). 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. D'autre part, ses taux élevés en acide oléique (18-24%), palmitique et stéarique (26-35%), lui confèrent une certaine stabilité (Zia et al., 2020), raison pour laquelle les scientifiques considèrent cette huile comme naturellement hydrogénée (Agarwal et al., 2003). De plus, cette huile est particulièrement riche en acide linoléique (42-52%) et en tocophérols qui sont des antioxydants naturels assurant sa stabilité et sa conservation à long terme (Agarwal et al., 2003 ; Zia et al., 2020). Cette forte teneur en vitamine E (α -tocophérol) confère à cette huile un atout diététique potentiel.

Il faut noter également que l'huile de graines de coton sans gossypol présente après raffinage un goût agréable, une composition en acides gras polyinsaturés satisfaisante sur le plan nutritionnel et exempt de cholestérol (Zia et al., 2020). Le gossypol est un produit hautement toxique, produit par la plante comme moyen de protection (Gadelha et al., 2014 ; Keshmiri et Bahram, 2014). L'acidité et le pourcentage de gossypol dans l'huile dépendent des procédés d'extraction ; ils peuvent être plus élevés dans le cas de l'éthanol

que dans celui du n-hexane ou de leur mélange, mais le taux de gossypol dans la farine est plus faible dans le cas de l'éthanol (Saxena et al., 2011).

Cette étude rentre dans le cadre d'un objectif plus global portant sur l'amélioration de la qualité des huiles produites sur le plan national et qui sont écoulées sur le marché national. Cela passe nécessairement par des échantillonnages et une caractérisation physico-chimique des échantillons prélevés. Nous avons donc comme hypothèses, que les productions de ces petites unités ne seraient pas toutes conformes aux normes de qualité d'une huile alimentaire, conformément au Codex Alimentarius ; et que certaines huiles de ces petites unités de production seraient potentiellement

En effet, d'après l'association des consommateurs, de l'huile de graines de coton impropre à la consommation inonderait le marché malien. Le problème a d'ailleurs fait l'objet de débats à l'Assemblée Nationale en 2006. Ces unités au départ étaient destinées à la production d'aliments bétail sur la base de tourteaux de graines de coton. Or, lorsqu'elle est issue de chaînes technologiques incomplètes, elles-mêmes servies par une main-d'œuvre généralement peu formée, cette huile ne sera pas de bonne qualité. Ainsi des substances nocives demeureront dans les produits finis et semi-finis (Koita et al., 2019) et parviennent de la sorte aux consommateurs, qui, le plus souvent, sans le savoir, se trouvent être exposés à de gros risques de santé. La qualité initiale de l'huile de coton peut être modifiée aussi lors du stockage, notamment ses caractéristiques organoleptiques, par la lumière, l'élévation de température ou des phénomènes d'hydrolyse (Cuvelier et Maillard, 2012), tout comme d'autres types d'huile (Tekaya et Hassouna, 2005 ; Novidzroi et al., 2019 ; Cuvelier et Maillard, 2012).

L'objectif de ce travail était la caractérisation physicochimique de l'huile produite en zone CMDT, par des unités de production conformément aux normes du Codex Alimentarius.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Enquête et échantillonnage

La méthode utilisée a consisté au recensement de toutes les petites unités de production d'huile de coton dans la zone cotonnière de la CMDT et à l'échantillonnage d'huile brute. Pour question d'éthique, une lettre d'information sur le projet et un formulaire de consentement pour la participation à ce projet ont été adressés aux différents promoteurs d'usine. Les unités dont les promoteurs ont adhéré à cette étude, étaient au nombre de 20, réparties dans les villes de Fana, Ségou, Koutiala, Sikasso, Koulikoro et le District de Bamako.

Matériels et produits

Les matériels et produits analytiques Ficher utilisés étaient les suivants : verrerie de laboratoire ; Hotte, spectrophotomètre, réfractomètre, étuve, balance analytique, plaques chauffantes, Soxhlet, dessiccateur ; Huile de graines de coton, acétone, éthanol, acide acétique, chloroforme, hexane, éther, empois d'amidon, phénophtaléine, bleu de bromophénol, iodure de potassium, hydroxyde de potassium, acide chlorhydrique, hydroxyde de sodium.

Détermination des paramètres physicochimiques et traitement des données

Les vingt échantillons d'huile ont été transportés dans le laboratoire de chimie appliquée de la Faculté des Sciences et Techniques (FST) de l'Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB) et au laboratoire national de la santé, pour analyse. Plusieurs analyses ont été effectuées dans les deux laboratoires, sur les échantillons prélevés, afin d'assurer la répétabilité et la fiabilité des résultats obtenus. Les paramètres déterminés, ainsi que les méthodes d'analyses et les normes du Codex Alimentarius, sont récapitulés dans les Tableaux 1 et 2. Le logiciel SPSS a été utilisé pour le traitement de données.

Tableau 1: Méthodes d'analyse par titrimétrie de quelques paramètres et normes de qualité correspondantes conformément au Codex Alimentarius.

Paramètres	Méthodes	Références	Critère*
Indice de peroxyde (még d'O ₂ peroxydique/Kg d'huile)	L'indice de peroxyde (I _P) qui est une mesure permettant d'estimer la quantité de peroxyde présent dans une matière grasse, est déterminé par dosage au thiosulfate, de l'iode libéré en milieu acide.	ISO 3960 : 2001	Max : 10
Indice d'acide (mg de KOH/g d'huile)	L'indice d'acidité (I _A) est déterminé par un dosage en retour par l'acide chlorhydrique, après réaction du corps gras avec un excès connu de potasse alcoolique.	ISO 660: 1996	Max : 0,6
Indice de saponification	L'indice de saponification (I _S), déterminé par dosage en retour par l'acide chlorhydrique, est la quantité de potasse en mg nécessaire à neutraliser les acides gras libres et la saponification des acides gras combinés de 1 g d'huile.	ISO 3657 : 2002	189-198
Teneur en savon (%)	Les traces de savon (T _S), teneur en oléate de sodium dans l'huile, sont déterminées par titrage par l'acide chlorhydrique des savons libérés dans l'acétone en présence du bleu de Bromophénol comme indicateur coloré.	AOCS Cc 17-95 (97)	Max : 0,005
Dosage de l'insaponifiable	Les matières insaponifiables (I _{NS}) sont déterminées 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	Max : 15
Indice d'iode	Les matières insaponifiables (I _{NS}) sont déterminées 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 3961: 1996	99-119

Tableau 2: Méthodes d'analyse de quelques paramètres et normes de qualité correspondantes conformément au Codex Alimentarius.

Paramètres	Méthodes	Références	Critères*
Densité à 20°C	Méthode au pycnomètre : la densité de l'huile est déterminée par rapport à l'eau distillée	ISO 662 : 1998	0,918 - 0,926
Indice de réfraction à 40°C	Réfractométrie : l'indice de réfraction (I _R) est 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	1,458 - 1,466
Humidité (%)	Gravimétrie : l'humidité (H) est déterminée par la différence de pesée d'un échantillon avant et après passage à l'étuve	ISO 662.1998	Max : 0,2
Identification du gossypol	Colorimétrie : le gossypol (G _{OSP}) est extrait en présence de 3-aminopropan-1-ol, par un mélange d'isopropanol et d'hexane pour le dosage du gossypol libre ; par le diméthylformamide pour le dosage du gossypol total. Le gossypol est transformé au moyen d'aniline en gossypol-dianiline, dont la densité est mesurée à 440 nm	AOCS Cb 1-25 (97)	Négatif

RÉSULTATS

Résultats

Les résultats des analyses ont montré une grande variabilité des valeurs pour la majorité des différents paramètres (Tableau 5).

Ainsi, la densité varie de 0,9126 à 0,9249, les taux d'humidité, de 0,01 à 0,42, l'indice de peroxyde, de 0,19 à 14,41, l'indice d'acide, de 0,22 à 1,39, l'indice d'iode de 37,10 à 114,22, l'indice de saponification, de 102,4 à 209,59 et l'insaponifiable, de 1,34 à 9,86. Les

pourcentages de non-conformité pour ces paramètres étaient respectivement de 15 ; 25 ; 15 ; 65 et 85%. Dans l'ensemble, les résultats ont montré que seuls trois paramètres sur les dix investigués à savoir, la densité, la teneur en savon et l'insaponifiable, avaient des valeurs conformes aux normes du Codex Alimentarius, pour l'ensemble des vingt échantillons analysés (Tableaux 3 et 4). Ces résultats ont surtout montré la présence du gossypol dans 50% des vingt échantillons analysés.

Tableau 2: Paramètres physico-chimiques des dix premiers échantillons (001 à 010).

Para- mètres	Echantillons d'huile de coton									
	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010
D	0,920	0,919	0,918	0,918	0,918	0,919	0,920	0,919	0,919	0,92
I _R	1,470	1,471	1,470	1,471	1,471	1,471	1,471	1,470	1,471	1,47
H(%)	0,010	0,018	0,016	0,010	0,098	0,054	0,42	0,006	1,07	0,07
I _P	5,48	12,53	13,95	6,68	8,76	11,57	0,19	9,13	4,73	9,50
I _A	0,22	0,30	0,39	0,22	0,36	0,56	0,70	0,44	0,39	0,44
I _I	4,65	39,74	37,10	41,76	48,20	44,99	39,08	45,33	50,83	43,08
T _S (%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
I _{NS}	2,94	2,99	3,07	4,05	6,03	5,93	9,86	1,40	8,35	1,82
G _{OSP}	++	(-)	(-)	++	+++	+++	+++	++	+++	+++
I _S	168,3	102,4	144,5	169,7	162,7	157,1	172,5	175,3	144,5	119,2

D (densité), I_R (indice de réfraction), H% (humidité en pourcentage), I_P (indice peroxyde), I_A (indice d'acide) I_I (indice d'iode), T_S (teneur en savon), I_{NS} (insaponifiable), I_S (indice de savon), G_{OSP} (gossypol).

Tableau 3: Paramètres physico-chimiques des sept premiers échantillons 011 à 020.

Para- mètres	Echantillons d'huile de coton									
	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020
D	0,919	0,918	0,914	0,913	0,914	0,913	0,925	0,913	0,920	0,921
I _R	1,47	1,47	1,47	1,470	1,478	1,475	1,470	1,470	1,472	1,470
H(%)	0,04	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00
I _P	1,51	13,73	8,96	5,66	6,95	5,28	14,41	6,08	9,94	9,70
I _A	0,28	0,33	0,28	0,33	0,55	0,55	0,27	0,50	1,39	1,34
I _I	44,48	49,50	114,3	105,2	110,5	101,7	99,80	99,80	109,99	92,30
T _S (%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
I _{NS}	2,66	1,34	2,66	1,34	8,35	1,82	2,66	1,34	8,35	1,82
G _{OSP}	+++	+++	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
I _S	162,9	171,1	194,9	202,4	201,7	199,7	204,1	195,5	194,9	209,4

D (densité), I_R (indice de réfraction), H% (humidité en pourcentage), I_P (indice peroxyde), I_A (indice d'acide) I_I (indice d'iode), T_S (teneur en savon), I_{NS} (insaponifiable), I_S (indice de savon), G_{OSP} (gossypol).

Tableau 5: Taux de conformité des échantillons d’huile de coton aux normes du Codex Alimentarius.

Paramètres	N	Min	Max	Moy	Ecart type	Conf.	Conf.
Densité	20	0,91	0,93	0,9182	0,00315	20	100%
I _R	20	1,47	1,48	1,4716	0,00184	0,0	0,0%
Humidité	20	0,00	1,07	0,1103	0,25649	17	85%
Indice peroxyde	20	0,19	14,41	8,2370	3,92502	15	75%
Indice acide	20	0,22	1,39	0,4920	0,32447	15	75,0
Indice Iode	20	4,65	114,30	66,1165	33,49226	7	35%
Teneur en Savon	20	0,00	0,00	0,0000	0,00000	20	100%
Insaponifiable	20	1,34	8,35	3,5162	2,48506	20	100%
Indice de Savon	20	102,40	209,40	172,7800	29,17190	3	15%
Gossypol	20	-	-	0,5000	-	10	50%

N (numéro), Min (minimum), Max (maximum), Moy (moyenne), Conf. (conformité)

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 (Agarwal et al., 2003 ; 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 furent effectués sur les huiles brutes, après recensement des unités dans la zone cotonnière de la CMDT et adhésion des différents promoteurs à cette étude de recherche. Les

échantillons d’huiles prélevés, ont été transportés dans deux laboratoires différents.

Parmi les 12 ressources ligneuses forestières utilisées en troisième région du Mali, quatre espèces dont les huiles sont destinées à l’alimentation, ont été identifiées (Kouyaté et al., 2021) ; mais elles n’ont pas été caractérisées. Par contre, 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.

Les résultats de cette étude ont surtout mis en évidence la présence de gossypol dans 50% des échantillons. L’huile de chacun des échantillons, est ainsi impropre à la consommation. En effet, le gossypol est un produit hautement toxique à cause de ses acides malvalique, sterculique et leurs dérivés (Gadelha et al., 2014 ; Keshmiri et Bahram, 2014). La présence du gossypol s’explique par la mauvaise conservation des graines, le non-respect des températures de chauffage dans les Cuiseurs (gossypol lié) et une mauvaise neutralisation (gossypol libre). Ces résultats et

celui de l'indice de réfraction où 100% avaient une valeur supérieure à la norme, confirment la première hypothèse, selon laquelle, les productions de ces petites unités ne seraient pas toutes conformes aux normes de qualité d'une huile alimentaire, selon les normes du Codex Alimentarius.

Les valeurs de l'indice de réfraction, de l'indice d'iode, de l'humidité, de l'indice d'acidité, qui n'étaient pas conformes aux normes, montrent que les huiles concernées seront moins stables lors de leur conservation. En effet, l'indice de réfraction renseigne sur la pureté de l'huile, il dépend de la composition chimique de l'huile et de la température ; l'indice d'acidité est lié à l'altérabilité (les acides gras augmentent avec le temps) ; l'indice d'iode permet de caractériser et de connaître le degré d'insaturation d'un corps gras et donc son oxydabilité ; l'humidité expose au rancissement précoce par oxydation enzymatique (Tekaya et Hassouna, 2005 ; Cuvelier et Maillard, 2012 ; Novidzroi et al., 2019). Ce qui confirme la deuxième hypothèse sur la sensibilité potentielle à l'oxydation de certaines huiles des petites unités de production.

Plusieurs étapes précédant l'extraction d'huile, de la récolte du coton graine à l'usine d'huilerie, notamment le transport et le stockage et d'autres facteurs comme les processus de décorticage, de broyage, d'aplatissement, de chauffage et de calcination ; ainsi que la non maturité des graines, pourraient être à l'origine de la mauvaise qualité de certaines huiles. Il en est de même de l'efficacité des opérations de séparations, de neutralisation, de filtration, etc. Des investigations, notamment au niveau des chaînes technologiques d'extraction et de conditionnement de l'huile produite dans ces unités, sont donc nécessaires.

Conclusion

La caractérisation des échantillons d'huiles de coton produites par les petites unités de production dans la zone cotonnière de la CMDT, a montré qu'elles ne sont pas conformes à la plupart des normes de stabilité d'une huile alimentaire conformément au

codex alimentarius. Le gossypol est présent dans 50% des échantillons analysés. L'huile de graine de coton doit être exempte de gossypol, qui est une substance hautement toxique. Ces résultats expliqueraient les réserves faites par des associations de consommateurs, sur la qualité de ces huiles. Cependant, 100% des échantillons analysés avaient des valeurs conformes aux normes de la densité, de la teneur en savon et de l'insaponifiable, ce qui dénote d'une possible amélioration de la qualité des huiles produites par les petites unités par optimisation des processus technologiques.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs affirment qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MD est porteur du projet, il a supervisé tous les travaux et procédé à la validation de la méthode et du manuscrit. SD, KD, YYD et MF ont procédé au recensement des unités, à l'échantillonnage et à des analyses. SMT a rédigé le manuscrit et participé aux analyses.

RÉMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Fédération des producteurs d'huile et d'aliment bétail, les promoteurs, les chefs des administrations régionales et le Comité d'Éthique de l'INRSP.

RÉFÉRENCES

- Agarwal DK, Singh P, Chakrabarty M, Shaikh AJ, Gayal SG. 2003. Cottonseed oil quality utilization and processing. *CICR Technical Bulletin* (25). <http://krishi.icar.gov.in/jspui/handle/123456789/7816>
- Alavo BCT, Aboudou M, Didolanvi L, Fayalo GD. 2018. Effets de la rhizobactérie *Bacillus amyloliquefaciens* FZB 42 sur la tolérance au stress hydrique et le rendement du cotonnier. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(3): 1437-1446. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i3.29>
- 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>
- Cuvelier M-E, Maillard M-N. 2012. Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *OCL*, **19**(2) : 125-132. DOI : <http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2012.0440>
- 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%. Available from <http://www.agenceecofin.com> (last consult: 2020/23/10).
- FAO. 2017. Codex Alimentarius : Normes alimentaires internationales. Available from <http://www.codexalimentarius.org> (last consult: 2020/23/10).
- Gadelha I, Fonseca N, Melo M, Oloris S, Soto-Blanco B. 2014. Gossypol toxicity from cottonseed products. *The Scientific World Journal*, **2014**: 1-11. DOI: 10.1155/2014/231635
- INFOCOM (conférence des nations unies sur le commerce et le développement) 2016. Coton – Un profil de produit de base par INFOCOM. https://unctad.org/INFOCOM_cp05_Cotton_fr (last consulting 2021/23/12)
- Keshmiri-Neghab H, Bahram GB. 2014. Therapeutic potential of gossypol: An overview. *Pharm Biol*, **52**(1) : 124–128. DOI : 10.3109/13880209.2013.832776
- Koita N'YS, Yalcouye B, Tolofoudye A. 2019. Etude de la composition physico-chimique et de la qualité des huiles de coton produites a koutiala. *Revue Scientifique Biannuelle de l'Université de Ségou*, **01**(1) : 1-7.
- Koulibaly B, Dakouo, D, Traoré M, Traoré O, Nacro HB, Lompo F, Sedogo MP. 2016. Effets de la fertilisation potassique des sols ferrugineux tropicaux sur la nutrition minérale et la productivité du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 722-736. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.22>
- 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>
- Labey A. 2009. Socioéconomie des oléagineux en Afrique. *OCL*, **16** (4) : 276-279. DOI : <http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2009.0271>
- 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: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i4.38>
- Saxena DK, Sharma SK, Sambic SS. 2011. Kinetics and thermodynamics of cottonseed oil extraction. *Grasas Y Aceites*, **62**(2) : 198-205. DOI : 10.3989/gya.090210
- Tekaya IB, Hassouna M. 2005. Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *OCL*, **12**(5-6) : 447-454. DOI : <http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2005.0447>
- UEMOA. 2013. Etude de faisabilité et d'élaboration d'un programme d'action détaillé pour la promotion des filières oléagineuses graines de coton et du palmier à huile dans l'espace UEMOA. Rapport provisoire-volume 1- bilan diagnostic et plan d'actions, p. 221.
- 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/10.1590/1519-6984.243511>