



Original Paper

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

Evolution de quelques paramètres de qualité physico-chimique de l'huile de la pulpe des fruits de *Canarium schweinfurthii* Engl. au cours du stockage

Almeck K. ABOUBAKAR DANDJOUMA^{1*}, Clergé TCHIEGANG² et Michel PARMENTIER³

¹ Laboratoire de Technologie Agro-Alimentaire, Station Polyvalente IRAD Garoua, BP 415 Garoua, Cameroun.

² Laboratoire de Biochimie et Technologie Alimentaires, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun.

³ Laboratoire de Science et Génie Alimentaires, ENSAIA – INPL Nancy, France.

* Auteur correspondant, Tél : +23777250263/+23722163438 ; Fax : +23722273409 ;

Courriel : almecka@yahoo.fr

RESUME

L'huile de la pulpe des fruits de *Canarium schweinfurthii* a été conservée pendant 10 mois à 25 °C (température ambiante) et 4 °C (réfrigérateur). La stabilité de la qualité chimique de cette huile a été évaluée par le suivi de quelques marqueurs de qualité dont les indices d'acide et de peroxyde, l'absorption de la lumière ultraviolette (K₂₃₂ et K₂₇₀), les propriétés thermiques et quelques constituants chimiques (chlorophylles et caroténoïdes). Une augmentation significative (p < 0,05) des indices d'acide, peroxyde, K₂₃₂ et K₂₇₀ a été observée au cours du temps, le stockage à 25 °C entraînant les modifications les plus importantes.

© 2008 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Canarium schweinfurthii*, huile, qualité, stabilité.

INTRODUCTION

Les huiles au cours du stockage subissent de nombreuses transformations sous l'action de la lumière, de l'oxygène et des températures élevées. Ces changements sont en général provoqués par diverses réactions chimiques dont l'oxydation (Kondratowicz et Ostasz, 2000). L'autoxydation est la cause majeure de détérioration des huiles au cours du stockage. Elle dépend de plusieurs facteurs comme la composition initiale de l'huile, la présence et la teneur en composés mineurs à activité pro ou antioxydante (minéraux, tocophérols, carotènes, chlorophylles) et les conditions de stockage (Crapiste et al., 1999). L'altération des corps gras est liée à leur structure chimique. En effet, les triesters peuvent s'hydrolyser et donner des glycérides partiels et des acides gras libres (Wolff, 1991 ; Poisson et Narce, 2003). Les chaînes insaturées réagissent avec l'oxygène de l'air

pour former des produits d'oxydation responsables du rancissement des corps gras. Ces deux phénomènes sont la cause des deux principales formes d'altération des corps gras alimentaires (acidification et oxydation) (Kondratowicz et Ostasz, 2000).

L'autoxydation altère les huiles alimentaires par dégradation des acides gras essentiels dont les conséquences sont une baisse de la valeur nutritionnelle et la formation de produits de décomposition. Ces derniers leur donnent une odeur et un flaveur indésirables et voire une certaine toxicité (Crapiste et al., 1999 ; Pascaud et al., 1985 ; Pokorny, 2003).

Si de nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de la stabilité des huiles conventionnelles, dont celle d'olive ((Ben Milled et al., 2000; Cinquanta et al., 2001; Okogeri et Tasioula-Margari, 2002 ; Psomiadou et Tsimidou, 2002a, 2002b), de

tournesol (Crapiste et al., 1999) et d'argan (Chimi et al., 1994), les données sur l'huile de *C. schweinfurthii* sont inexistantes. L'étude de la stabilité de l'huile de *C. schweinfurthii* viendrait compléter la série des travaux déjà entrepris sur ses conditions de production et ses aptitudes technologiques (Aboubakar-Dandjouma et al., 2004, 2006a, 2006b).

La susceptibilité à l'oxydation (stabilité) des huiles de *C. schweinfurthii* sur 10 mois à deux températures de stockage est étudiée notamment par le suivi de quelques marqueurs d'oxydation : caractéristiques chimiques, physiques, composition en acides gras, teneurs en composés mineurs : caroténoïdes totaux et chlorophylles totales.

MATERIEL ET METHODES

Conditionnement et stockage des huiles

L'huile de *C. schweinfurthii* utilisée pour cette étude a été extraite par presse à vis manuelle (MC 2000 AUF) dans les conditions définies par Aboubakar Dandjouma et al. (2004).

L'huile conditionnée dans des bouteilles en verre transparent de 5 cm de diamètre, 3 mm d'épaisseur et d'une contenance de 100 ml remplies à 90% a été stockée sous deux conditions: stockage à la lumière et à température ambiante du laboratoire (22 ± 6 °C); stockage au réfrigérateur à 4 °C.

Méthodes analytiques

Une quantité (environ 5 ml) d'huile est prélevée au bout de 1, 2, 4, 6, 8 et 10 mois pour le suivi des caractéristiques physico-chimiques au cours du temps et en fonction des conditions de stockage. Il s'agit de la détermination des indices d'acide et de peroxyde, de l'absorbance dans l'ultraviolet à 232 et 270 nm par les méthodes normalisées (UICPA, 1979). Les propriétés thermiques (températures de fusion et de cristallisation) des huiles ont été déterminées par analyse thermique différentielle (Tan et al., 2002). Les teneurs en composés phénoliques totaux, en pigments chlorophylliens et caroténoïdes totaux ont été quantifiées.

Teneurs en composés phénoliques totaux

Les composés phénoliques des huiles ont été isolés par extraction liquide-liquide avec une solution eau/méthanol (60 : 40 v : v)

(Vasquez et al., 1973 ; Gutfinger, 1981) puis dosés par la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (Marigo, 1973). Les résultats sont exprimés en équivalent mg d'acide gallique/kg d'huile. Trois essais ont été effectués par échantillon.

Pigments chlorophylliens et caroténoïdes

Les teneurs en pigments chlorophylliens et caroténoïdes des huiles ont été calculées après lecture des densités optiques à 670 et 470 nm respectivement. Ces teneurs en pigments sont calculées en tenant compte des coefficients d'extinction de 2000 et 613 respectivement pour les carotènes et les chlorophylles totales (Minguez-Mosquera et al., 1991). Les résultats ont été exprimés en mg/kg d'huile. Trois essais ont été effectués pour chaque échantillon.

Stabilité oxydative des huiles

La stabilité oxydative des huiles a été évaluée par la méthode au Rancimat. Le temps de stabilité exprimé en heures a été mesuré à l'aide d'un appareil de type Rancimat 679 (Metrohm AG, Heriseau, Suisse) sur une prise d'essai de 2,5 g d'huile chauffée à 90 °C avec un débit d'air de 20 l/h (Frank et al., 1982; Parcerisa et al., 1995; Rudnik et al., 2001; Salvador et al., 2001).

Analyses statistiques

Les données obtenues à l'issue des différentes analyses ont été traitées statistiquement par l'analyse de variance et le test de comparaisons multiples de Duncan au seuil 5%, à l'aide du logiciel Statgraphics Plus 3.0 (Statgraphics, 1997).

RESULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques initiales des huiles

Les caractéristiques physico-chimiques et les teneurs en quelques constituants pro et antioxydants de l'huile de *C. schweinfurthii* ont été déterminées avant la conservation (Tableau 1).

L'huile présente d'une part un indice d'acide initial relativement élevé et d'autre part un faible indice de peroxyde. Cet indice dont la valeur reste inférieure à 3,5 méq d'O₂/kg d'huile traduit une légère oxydation (Coppin et Pike, 2001), ce qui est confirmé par la faible présence de diènes conjugués (K₂₃₂) et de composés secondaires de l'oxydation (K₂₇₀).

Tableau 1: Caractéristiques initiales de l'huile de *C. schweinfurthii*.

Caractéristiques	Huile de <i>C. schweinfurthii</i>
Indice d'acide (mg KOH/g d'huile)	6,93 ± 0,08
Indice de peroxyde (mécq d'O ₂ /kg d'huile)	3,40 ± 0,22
K ₂₃₂	1,507 ± 0,006
K ₂₇₀	0,723 ± 0,006
Temps de stabilité (h)	2,25 ± 0,07
Phénols totaux (mg d'acide gallique/kg)	19,69 ± 0,38
Caroténoïdes totaux (mg/kg)	6,68 ± 0,01
Chlorophylles totales (mg/kg)	66,18 ± 0,01

Le temps de stabilité exprimé ici comme le temps en heure nécessaire pour parvenir à une variation de 50 µS de la conductivité des huiles a été déterminé est de 2,25 ± 0,07. Cette valeur relativement élevée suggère que cette huile est assez résistante à l'oxydation.

L'huile de *C. schweinfurthii* est riche en chlorophylles totales avec une valeur de 66,18 ± 0,01 mg/kg. Cette richesse en chlorophylles en fait une huile susceptible à l'oxydation lors du stockage à la lumière. En effet, les chlorophylles sont des composés photosensibles capables de transférer l'énergie de la lumière aux radicaux libres d'oxygène qui réagissent alors avec les acides gras insaturés de l'huile (Psomiadou et Tsimidou, 2002a, 2002b ; Endo et al., 1984). Tout comme pour les chlorophylles, cette huile présente une quantité non négligeable de caroténoïdes totaux et de composés phénoliques soient 6,68 ± 0,01 mg/kg d'huile et 19,69 ± 0,38 mg d'acide gallique/kg respectivement. Les caroténoïdes en plus de leur contribution à la coloration de l'huile protégeraient également celle-ci contre l'oxydation en agissant comme capteur des radicaux libres d'oxygène (Matsushita et Terao, 1980 ; Fakourelis et al., 1987). Toutefois, le rôle antioxydant des caroténoïdes n'est pas encore clairement établi et ils agiraient plutôt en synergie avec les tocophérols (Matsushita et Terao, 1980 ; Haila et Henonen, 1994). Les composés phénoliques présents dans l'huile de par leur activité antioxydante peuvent contribuer au maintien de la qualité celle-ci (Fuhrman et al., 1995 ; Wang et al., 2000).

Evolution des caractéristiques chimiques des huiles au cours du stockage

Pendant le stockage, les huiles alimentaires subissent des changements

physiques et chimiques sous l'influence de certains facteurs comme la lumière, la chaleur, les traces de métaux et d'eau. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles conservées au laboratoire dans des bouteilles en verre ont de ce fait été suivies pendant 10 mois en fonction des conditions de conservation : à température ambiante (environ 22 °C) et au réfrigérateur (4 °C).

Indice d'acide

L'indice d'acide de l'huile conservée à température ambiante et au réfrigérateur augmente au cours de dix mois de stockage (Tableau 2).

L'huile stockée au réfrigérateur montre une évolution régulière et presque linéaire de l'indice d'acide avec la durée de stockage. A température ambiante par contre, la hausse de l'indice d'acide est plus forte à partir du 6^{ème} mois de conservation. En effet, entre le 6^{ème} et le 10^{ème} mois, que l'on note la plus grande variation : soit 2,39 mg KOH/g d'huile correspondant à 56,50% de la variation globale observée.

De manière générale, le temps et les conditions de conservation ont une influence significative (p < 0,05) sur la teneur en acides gras libres des huiles.

L'indice d'acide élevé de l'huile au bout de dix mois de stockage serait dû à la valeur initiale déjà élevée mais aussi à la présence de la chlorophylle. En effet, ce composé pourrait lors de sa dégradation produire des composés acides qui contribueraient ainsi à l'augmentation de l'indice d'acide de l'huile.

Indice de peroxyde

Indépendamment des conditions de stockage, l'indice de peroxyde de l'huile augmente avec la durée de conservation. Toutefois, à une évolution lente et linéaire de l'indice de peroxyde pendant les 6 premiers mois de conservation, succède une hausse plus

Tableau 2 : Evolution des indices d'acide et de peroxyde de l'huile de *C. schweinfurthii* stockée à température ambiante (Temp. amb.) et au réfrigérateur (4 °C) au cours du temps.

Durée de stockage (mois)	Indice d'acide		Indice de peroxyde	
	Temp. amb.	4 °C	Temp. amb.	4 °C
0	6,93 ± 0,08 ^a	6,93 ± 0,08 ^a	3,40 ± 0,22 ^a	3,40 ± 0,22 ^a
1	7,41 ± 0,05 ^b	7,14 ± 0,07 ^b	7,83 ± 0,37 ^b	5,51 ± 0,26 ^b
2	8,34 ± 0,07 ^c	7,41 ± 0,05 ^c	12,35 ± 0,79 ^c	9,05 ± 0,85 ^c
4	8,58 ± 0,04 ^{cd}	7,95 ± 0,07 ^d	15,07 ± 0,22 ^d	12,47 ± 0,63 ^d
6	8,77 ± 0,06 ^d	8,28 ± 0,03 ^e	17,06 ± 0,86 ^e	14,00 ± 0,30 ^e
8	9,42 ± 0,10 ^e	8,58 ± 0,05 ^f	23,71 ± 0,54 ^f	18,78 ± 0,62 ^f
10	11,16 ± 0,25 ^f	8,77 ± 0,05 ^g	28,66 ± 0,61 ^g	24,83 ± 0,33 ^g

Les valeurs dans les colonnes avec la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

rapide pendant les 4 derniers mois. En effet au bout de 6 mois de stockage on constate une progression de 13,66 (54,09% de la variation totale) et 10,60 (soit 49,46% de la variation totale) respectivement pour la conservation à température ambiante et au réfrigérateur.

L'oxydation lente observée au cours des 6 premiers mois de stockage correspondrait à la phase d'initiation au cours de laquelle il y a formation des radicaux libres sous l'influence d'agents pro-oxydants (traces de métaux et d'eau), de l'oxygène et de la lumière (Dugan, 1976 ; Krishnamurthy, 1982). Au cours de cette phase, la vitesse de formation serait sensiblement égale à la vitesse de décomposition des hydroperoxydes, d'où leur faible accumulation (Kondratowicz et Ostasz, 2000). Au bout de 6 mois de conservation, la concentration critique en peroxydes et composés secondaires d'oxydation de l'huile serait atteinte, ce qui induit une forte oxydation de l'huile. En effet, la prolifération de ces produits cause l'accélération de l'oxydation de l'huile sans qu'on ait besoin à nouveau d'une phase d'initiation. La vitesse d'oxydation étant liée à la concentration en peroxydes, l'oxydation à basse température des huiles est caractérisée par une augmentation de la vitesse avec le temps (Kondratowicz et Ostasz, 2000).

De manière générale, l'oxydation plus marquée dans le cas des huiles stockées à température ambiante peut s'expliquer par la présence de la lumière et la disponibilité en oxygène. En effet, il a été constaté que l'huile d'olive exposée à la lumière présentait un indice de peroxyde de 34,7 méq d'O₂/kg d'huile au bout de 6 mois contre 19,2 méq d'O₂/kg d'huile pour la même huile conservée

à l'obscurité pendant la même période (Okogeri et Tasioula–Margari, 2002).

La présence en quantité non négligeable des chlorophylles dans l'huile de *C. schweinfurthii* serait un facteur renforçant l'oxydation de cette huile. Il a été en effet constaté avec l'huile d'olive que plus la teneur en chlorophylles était élevée, plus l'huile était exposée à l'oxydation (Rahmani et Saad, 1989 ; Psomiadou et Tsimidou, 2002a).

En définitive, le traitement des résultats par analyse de variances montre que le temps et les conditions de conservation exercent une influence significative ($p < 0,05$) sur la teneur en peroxydes des huiles.

Evolution de l'absorbance dans l'ultraviolet

Le coefficient d'extinction à 232 nm (K_{232}) qui mesure la quantité de diènes conjugués pour toutes les huiles étudiées évolue régulièrement avec la durée de l'entreposage (Tableau 3). Pendant les 6 premiers mois de conservation, K_{232} connaît une phase stationnaire le 1^{er} mois (phase d'initiation) et ensuite une augmentation plus marquée et rapide pour atteindre des valeurs de 2,700 et 2,553 pour les huiles conservées à température ambiante et au réfrigérateur respectivement.

Pendant les 6 premiers mois de stockage, l'accumulation des diènes conjugués est plus importante que celle des peroxydes. Dans ce cas également, la durée et les conditions de conservation ont une influence significative ($p < 0,05$) sur la formation des diènes conjugués.

En effet, dans tous les cas, l'huile conservée au réfrigérateur présente des

Tableau 3: Evolution des coefficients d'extinction à 232 et 270 nm de l'huile de *C. schweinfurthii* (Can) stockées à température ambiante (Temp. amb.) et au réfrigérateur (4 °C) en fonction du temps.

Durée de stockage (mois)	K ₂₃₂		K ₂₇₀	
	Temp. amb.	4 °C	Temp. amb.	4 °C
0	1,507 ± 0,006 ^a	1,507 ± 0,006 ^a	0,723 ± 0,006 ^a	0,723 ± 0,006 ^a
1	1,679 ± 0,004 ^b	1,572 ± 0,007 ^b	0,857 ± 0,006 ^b	0,790 ± 0,005 ^b
2	1,970 ± 0,004 ^c	1,899 ± 0,005 ^c	0,999 ± 0,006 ^c	0,916 ± 0,005 ^c
4	2,139 ± 0,004 ^d	1,986 ± 0,014 ^d	1,571 ± 0,005 ^d	1,346 ± 0,006 ^d
6	2,244 ± 0,008 ^e	2,057 ± 0,008 ^e	1,980 ± 0,006 ^e	1,838 ± 0,009 ^e
8	2,460 ± 0,001 ^f	2,177 ± 0,006 ^f	2,462 ± 0,008 ^f	2,378 ± 0,004 ^f
10	2,700 ± 0,003 ^g	2,553 ± 0,008 ^g	2,992 ± 0,007 ^g	2,615 ± 0,005 ^g

Les valeurs dans les colonnes avec la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes (p > 0,05).

valeurs de K₂₃₂ inférieures à celles de l'huile stockée à température ambiante. Cette observation est soutenue par les résultats de Okogeri et Tasioula–Margari (2002) sur l'huile d'olive. Cependant, les valeurs maximales obtenues pour cet indicateur (K₂₃₂) de la qualité des huiles restent inférieures à la limite préconisée pour l'huile vierge d'olive soit 3,5 (CODEX, 1989).

L'évolution des composés secondaires d'oxydation des huiles évaluée par la mesure du coefficient d'extinction à 270 nm (K₂₇₀) connaît la même tendance que celle des diènes conjugués. En effet, après une phase d'initiation d'un mois, K₂₇₀ connaît une rapide évolution jusqu'au 6^{ème} mois de conservation.

L'accumulation des produits secondaires d'oxydation au cours des 6 premiers mois de stockage semble conforter l'idée de l'équilibre entre la formation et la dégradation des hydroperoxydes au cours de la même période. La faible évolution de K₂₃₂ et K₂₇₀ observée chez les huiles conservées au réfrigérateur serait attribuée à l'obscurité. En effet il a été observé des faibles augmentations de ces caractéristiques chez l'huile d'olive au bout de 18 mois de stockage à 22 °C et à l'obscurité (Cinquanta et al., 2001).

Evolution des pigments chlorophylliens et caroténoïdes

La teneur en chlorophylles totales de l'huile diminue au cours du stockage (Tableau 4). Les pertes observées sont de 83,73% au bout de 10 mois de stockage à température ambiante, contre 4,74% pour l'huile conservée à 4 °C

Une importante dégradation des chlorophylles a également été notée lors de

l'exposition de l'huile d'olive à la lumière (Psomiadou et Tsimidou, 2002b). Les changements enregistrés dans les teneurs en chlorophylles des huiles au cours du stockage laissent suggérer que l'oxydation des huiles conservées se déroule par auto-oxydation et par photo-oxydation. L'auto-oxydation au cours de laquelle les acides gras insaturés libres ou combinés sous forme de triglycérides ou phospholipides réagissent avec l'oxygène pour former dans un premier temps des hydroperoxydes. Ces derniers génèrent lors de leur dégradation des petites molécules telles que les hydrocarbures, aldéhydes, cétones et acides.

L'auto-oxydation serait prépondérante lors du stockage des huiles à l'abri de la lumière (Prior, 2003). Cette réaction serait donc impliquée dans l'oxydation des huiles conservées au réfrigérateur où on note une faible destruction de chlorophylles, composés fortement impliqués dans les réactions de photo-oxydation de par leur rôle de photosensibilisateur (Psomiadou et Tsimidou, 2002a).

L'importante dégradation des chlorophylles observée lors du stockage des huiles à température ambiante indique leur implication dans la photo-oxydation de l'huile. En effet, pendant l'exposition à la lumière, la chlorophylle capte l'énergie de la lumière qui sera ensuite transférée à l'oxygène qui passe à l'état excité (oxygène singulet) réagissant alors avec les acides gras insaturés, pendant que la chlorophylle est réduite (Psomiadou et Tsimidou, 2002a ; Prior, 2003 ; Psomiadou et Tsimidou, 2001). La réduction des chlorophylles a pour conséquence visible la perte de coloration de l'huile.

Tableau 4 : Teneurs (mg/kg d'huile) en chlorophylles totales et caroténoïdes totaux de l'huile de *C. schweinfurthii* conservée pendant 10 mois à température ambiante (Temp. amb.) et à 4 °C.

Durée de stockage (mois)	Chlorophylles totales		Caroténoïdes totaux	
	Temp. amb.	4 °C	Temp. amb.	4 °C
0	66,18 ± 0,01 ^a	66,18 ± 0,01 ^a	6,68 ± 0,01 ^a	6,68 ± 0,01 ^a
1	62,58 ± 0,04 ^b	66,07 ± 0,05 ^a	6,59 ± 0,01 ^b	6,67 ± 0,01 ^a
2	59,07 ± 0,02 ^c	65,92 ± 0,07 ^b	6,43 ± 0,01 ^c	6,66 ± 0,01 ^a
4	46,05 ± 0,07 ^d	65,30 ± 0,02 ^c	5,82 ± 0,02 ^d	6,39 ± 0,01 ^b
6	24,09 ± 0,07 ^e	64,18 ± 0,09 ^d	4,13 ± 0,01 ^e	6,01 ± 0,01 ^c
8	12,39 ± 0,01 ^f	63,53 ± 0,08 ^e	3,47 ± 0,01 ^f	5,69 ± 0,01 ^d
10	10,77 ± 0,09 ^g	63,04 ± 0,03 ^f	3,12 ± 0,01 ^g	5,59 ± 0,02 ^e

Les valeurs dans les colonnes avec la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Les caroténoïdes totaux évoluent de la même manière que les chlorophylles totales. En effet, pour toutes les huiles analysées, on observe une perte des caroténoïdes en fonction du temps de conservation (Tableau 4). Les pertes observées au bout de 10 mois de stockage sont de l'ordre de 53,37% pour la conservation à température ambiante contre 16,38% pour celle au réfrigérateur.

Evolution des propriétés thermiques des huiles

L'effet des conditions et de la durée de stockage sur l'équilibre des différentes classes des lipides a été évalué par l'analyse thermique différentielle. Les thermogrammes de cristallisation et de fusion obtenues ont permis de ressortir les températures de cristallisation (T_{Cr}) et de fusion (T_f) des huiles au début (0 mois), au bout de 5 et 10 mois de conservation à température ambiante et au réfrigérateur (Tableaux 5 et 6).

Il en ressort que la durée et les conditions de conservation exercent une influence significative ($p < 0,05$) aussi bien sur la température de cristallisation que la température de fusion des huiles. En effet pour toutes les huiles analysées, on note une diminution de la température de cristallisation et de fusion avec la durée de stockage. Les baisses les plus importantes ont été notées pour les huiles conservées à température ambiante.

Les changements observés dans les thermogrammes de cristallisation et de fusion des huiles pourraient être expliqués par l'hydrolyse des triglycérides et l'oxydation progressive observée au cours du stockage.

L'hydrolyse progressive des triglycérides matérialisée par l'augmentation de l'indice d'acide des huiles, libère des acides gras libres qui sont des substrats privilégiés de l'oxydation.

Cette oxydation aboutit d'une part aux acides gras saturés à point de fusion élevé et d'autre part aux acides gras à courtes chaînes à bas point de fusion après coupure au niveau des insaturations (Nawar, 1985). Par ailleurs, lors du stockage des huiles, il y a une accumulation progressive des produits d'oxydation tels les hydroperoxydes, aldéhydes, composés polaires, dimères et polymères. La présence de ces composés pourrait affecter le réarrangement des différentes formes polymorphiques des triglycérides (Tan *et al.*, 2002).

Aussi, les triglycérides pendant le stockage subiraient des modifications des formes polymorphiques. Ainsi, les formes peu stables sont déstabilisées et converties en formes plus stables (forme β) qui fusionnent à plus basses températures (D'Souza *et al.*, 1990). Par ailleurs, il est établi que la présence d'acides gras libres, des glycérides partiels et d'autres produits d'oxydation des huiles a tendance à abaisser les températures de cristallisation et de fusion (Che Man *et Swe*, 1995 ; Tan *et Che Man*, 1999a, 1999b).

L'évolution des propriétés thermiques des huiles semble en accord avec celle des principaux marqueurs de la qualité analysés précédemment. Elle montre que la conservation des huiles serait préférable au réfrigérateur, ce qui limiterait les réactions d'oxydation.

Tableau 5: Températures (°C) de cristallisation de l'huile de *C. schweinfurthii* au cours du stockage.

Durée de stockage (mois)	Conservation à température ambiante		Conservation au réfrigérateur	
	T _{Cr1}	T _{Cr2}	T _{Cr1}	T _{Cr2}
0 (Début)	-4,11 ± 0,03	5,91 ± 0,04	-4,11 ± 0,03	5,91 ± 0,04
5	-5,01 ± 0,12	6,11 ± 0,02	-4,63 ± 0,06	4,60 ± 0,07
10	-5,06 ± 0,07	6,93 ± 0,02	-4,93 ± 0,11	4,07 ± 0,06

Tableau 6 : Températures (°C) de fusion des huiles de *C. schweinfurthii* au cours du stockage.

Durée de stockage (mois)	Conservation à température ambiante		Conservation au réfrigérateur	
	T _{f1}	T _{f2}	T _{f1}	T _{f2}
0 (Début)	-5,00 ± 0,06	1,35 ± 0,06	-5,00 ± 0,06	1,35 ± 0,06
5	-5,37 ± 0,02	2,21 ± 0,09	-5,20 ± 0,08	1,91 ± 0,12
10	-6,03 ± 0,07	2,98 ± 0,07	-5,42 ± 0,08	2,61 ± 0,09

Conclusion

L'étude de la stabilité des huiles extraites a montré que la durée et les conditions de conservation ont une influence significative sur la qualité des huiles. Tous les paramètres de qualité ont en effet montré des évolutions différentes selon les conditions de stockage de l'huile. Les dégradations de la qualité les plus importantes ont été observées avec les huiles conservées à température ambiante. L'ensemble des résultats obtenus permet d'affirmer que cette huile est de bonne qualité et stable durant tout le temps de stockage soit 10 mois et que la conservation à 4 °C est plus adaptée que celle à température ambiante.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboubakar Dandjouma AK, Tchiégang C, Kapseu C, Linder M, Parmentier M. 2006a. Influence du traitement enzymatique de la pulpe des fruits de *Canarium schweinfurthii* Engl. sur le rendement à l'extraction et la qualité de l'huile. *Riv Ital Delle Sostanze Grasse*, **LXXXIII**: 278–284.
- Aboubakar Dandjouma AK, Tchiégang C, Kapseu C, Fanni J, Parmentier M. 2006b. Changes in *Canarium schweinfurthii* Engl. oil quality during microwave heating. *Eur J Lipid Sci Technol*, **108**(5): 429 – 433.
- Aboubakar Dandjouma AK, Tchiégang C, Kapseu C, Parmentier M. 2004. Study of the optimal conditions for the production of oil from *Canarium schweinfurthii* Engl. fruits by pressing, *J Food Technol*, **2**(2): 90 – 95.
- Ben Milled DD, Smaoui A, Zarrouk M, Chérif A. 2000. Does extraction method affect olive oil quality and stability? *Bioch Soc Transactions*, **28**(6): 929 – 933.
- Che Man YB, Swe PZ. 1995. Thermal analysis of failed – batch palm oil by differential scanning calorimetry. *JAOCS*, **72**: 1529 – 1532.
- Chimi H, Cillard J, Cillard P. 1994. Autoxydation de l'huile d'argan *Argania spinosa* L. du Maroc. *Sci Alts*, **14**: 117-124.
- Cinquanta L, Esti M, Di Matteo M. 2001. Oxidative stability of virgin olive oils. *JAOCS*, **78**(12): 1197 – 1202.
- CODEX. 1989. *Normes codex pour les huiles d'olive vierges et raffinées et pour l'huile de grignons d'olive raffinée*. CODEX STAN 33-1981 (Rév. 1-1989) ; 6p.
- Coppin EA, Pike O. 2001. Oil Stability Index correlated with sensory determination of oxidative stability in light-exposed soybean oil. *JAOCS*, **78** (1): 13 - 18.
- Crapiste GH, Bredvan MIV, Carelli AA. 1999. Oxidation of sunflower oil during storage. *JAOCS*, **76**(12): 1437 – 1443.
- D'souza V, De Man JM, De Man L. 1990. Short spacings and polymorphic forms of natural and commercial solid fats: review. *JAOCS*, **67**: 835 – 843.
- Dugan LR. 1976. Lipids. In *Principles of food science. Part I Food chemistry*, Fennema

- OR (ed). Marcel Dekker Inc: New York (USA); 72p.
- Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1984. Prooxidant activities of chlorophylls and the decomposition products on the photo-oxidation of methyl linoleate. *JAOCS*, **61**: 781 – 784.
- Fakourelis N, Lee EC, Min DB. 1987. Effects of chlorophyll and β -carotene on the oxidation stability of olive oil. *J. Food Sci.*, **52**: 234 – 235.
- Frank J, Geil JV, Freaso R. 1982. Automatic determination of oxidation stability of oil and fatty products. *Food Technol.*, **36**: 71-76.
- Fuhrman B, Lavy A, Aviram M. 1995. Consumption of red wine with meal reduces the susceptibility of human plasma to low-density lipoprotein to lipid. *Am J Clin Nutr*, **61**: 549 – 554.
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive virgin oils. *JAOCS*, **58**: 966 – 968.
- Haila K, Heinonen M. 1994. Action of β -carotene on purified rapeseed oil during light storage. *Food Sci. Technol.*, **27**: 573– 577.
- Kondratowicz EP, Ostasz L. 2000. Quality changes in edible oils at high temperature kinetic analysis. *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.*: 276 - 281.
- Krishnamurthy RG. 1982. Cooking oils, salad oils and salad dressings. In *Bailey's Industrial Oils and Fat Products* (Vol. 2, 4th edn), Swern D (ed.). John Wiley and Sons Inc.: New-York (USA); 603 p.
- Marigo G. 1973. Méthode de fractionnement et d'estimation des composés phénoliques chez les végétaux. *Analisis*: 106 – 110.
- Matsushita S, Terao J. 1980. Singlet oxygen-initiated photooxidation of unsaturated fatty acid esters and inhibitory effects of tocopherols and β -carotene. In *Autoxidation in food and biological systems*, Simic M, Karel J. (eds). Academic Press: New-York (USA); 24– 47.
- Minguez-Mosquera MI, Rejano-Navarro L, Gandul-Rojas B, Sanchez-Gomez AH, Garrido-Fernandez J. 1991. Color-pigment correlation in virgin olive oil. *JAOCS*, **68**(5): 332– 336.
- Nawar WW. 1985. Lipids. In *Food Chemistry*, Fennema OR (ed). Marcel Dekker: New York (USA).
- Okogeri O, Tasioula-Margari M. 2002. Changes occurring in phenolic compounds and α -tocopherol of virgin olive oil during storage. *J. Agric. Food Chem.*, **50**(5): 1077 – 1080.
- Parcerisa J, Rafecas M, Castellote AI, Codony R, Farran A, Garcia J, Gonzalez C, Lopez A, Romero A, Boatella J. 1995. Influence of variety and geographical origin on the lipid fraction of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) from Spain: (III) oil stability, tocopherol content and some mineral contents (Mn, Fe, Cu). *Food Chem.*, **53**: 71 – 74.
- Pascaud A, Ben Nasser I, Bridonneau P, Pascaud M. 1985. Acides gras polyinsaturés indispensables, écosanoïdes et cancer. *Cah. Nutr. Diet*, **20**: 443-450.
- Poisson JP, Narce M. 2003. Corps gras alimentaires : aspects chimiques, biochimiques et nutritionnels. In *Lipides et Corps Gras Alimentaires*, Graille J (éd). Collection Sciences & Techniques Agroalimentaires, Editions Tec & Doc: Paris (France); 470p.
- Pokorny J. 2003. Problèmes de stabilité de produits alimentaires liés à la présence des lipides. In *Lipides et Corps Gras Alimentaires*, Graille J (éd). Collection Sciences & Techniques Agroalimentaires, Editions Tec & Doc: Paris (France); 470p.
- Prior E. 2003. Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire. In *Lipides et corps gras alimentaires*, Graille J (éd). Collection Sciences & Techniques Agroalimentaires, Editions Tec & Doc: Paris (France); 470p.
- Psomiadou E, Tsimidou M. 2001. Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *J. Agric. Food Chem.*, **50**: 716– 721.
- Psomiadou E, Tsimidou M. 2002a. Stability of virgin olive oil. 1. Autoxydation studies. *J. Sci. Food Agric.*, **41**: 640 – 647.
- Psomiadou E, Tsimidou M. 2002b. Stability of virgin olive oil. 2. Photo-oxidation studies. *J. Agric. Food Chem.*, **50**: 722– 727.
- Rahmani M, Saad L. 1989. Photo-oxidation of olive oil: influence of chemical

- composition. *Rev. Fr. Corps Gras*, **36**: 355 – 360.
- Rudnik E, Szczucinska H, Gwardiak H, Szulc A, Winiarska A. 2001. Comparative study of oxidative stability of linseed oil. *Thermochimica Acta*, **370**: 135 - 140.
- Salvador MD, Aranda F, Gomez-Alonso S, Fregapane G. 2001. Cornicabra virgin olive oil : a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. *Food Chem.*, **74**: 267 – 274.
- STATGRAPHICS. 1997. Statgraphics Plus for Windows Version 34/28/97.
- Tan CP, Che Man YB, Selamat J, Yusoff MSA. 2002. Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods. *Food Chem.*, **76**: 385 - 389.
- Tan CP, Che Man YB. 1999a. Quantitative differential scanning calorimetric analysis for determining total polar compounds in heated oils. *JAACS*, **76**: 1047 – 1057
- Tan CP, Che Man YB. 1999b. Differential scanning calorimetric analysis for monitoring the oxidation of heated oils. *Food Chem.*, **67**: 177 – 184.
- UICPA (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée). 1979. Méthodes d'Analyse des Matières Grasses (6^{ème} éd.). Lavoisier Tec et Doc: Paris (France); 190p.
- Vazquez A, Janer C, Janer ML. 1973. Determination of total polyphenols in olive oils. *Grasas Y Aceites*, **24**: 350–357.
- Wang W, Weng X, Cheng D. 2000. Antioxidant activities of natural phenolic components from *Dalbergia odorifera* T. Chen. *Food Chem.*, **71**: 45 – 49.
- Wolff JP. 1991. Analyse et dosage des lipides. In *Techniques d'Analyse et de Contrôle dans les Industries Agro-alimentaires IV: Analyse des Constituants alimentaires*, Multon JL (coordonnateur) (2^{ème} edn). Lavoisier Tec et Doc: Paris (France); 450p.