

Effet de la cuisson et du séchage des noix de karité (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) sur la qualité du beurre

H.M. Womeni^{1*}, R. Ndjouenkeu², C. Kapseu², Félicité Tchouanguép Mbiapo¹, M. Parmentier³ & J. Fanni³

Keywords: *Butyrospermum parkii*- Shea butter- Cooking- Quality- Unsaponifiable- Cameroon

Résumé

Le temps de cuisson et la température de séchage des graines de karité (*Butyrospermum parkii*) qui préservent la qualité du beurre ont été déterminés. Une cuisson des graines dans l'eau bouillante pendant 100 à 120 minutes suivie du séchage à 60-70 °C permet d'obtenir un beurre avec une acidité inférieure à 0,3% d'acide oléique, un indice de peroxyde proche de 1 meq O₂/kg, une teneur élevée en matières insaponifiables (> 5%) et contenant plus de 80% d'alcools triterpéniques. Ainsi, la cuisson des noix de karité apparaît comme une opération indispensable pour le procédé d'extraction du beurre de karité.

Summary

Effect of Cooking and Drying of Shea Nuts (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy) on the Quality of Butter

Cooking time and drying temperature of shea nuts (*Butyrospermum parkii*) which protect the quality of the butter were determined. A cooking of nuts in boiling water for 100 to 120 minutes followed by the drying at 60-70 °C allows to obtain a butter with an acidity lower than 0.3% oléic acid, a peroxide value close to 1 meq O₂/kg, a high content of unsaponifiable matters (> 5%) containing more than 80% of triterpenic alcohols. Thus, the cooking of shea nuts appears as an important operation for the process of the shea butter extraction.

Introduction

La plupart des procédés traditionnels de traitement des amandes de karité (*Butyrospermum parkii* ou *Vitellaria paradoxa*), pour en extraire le beurre, intègrent la cuisson des graines (noix) dans l'eau bouillante, suivie du séchage au soleil et d'un décorticage (2, 20, 21, 26, 29, 30). La cuisson, définie par Womeni (32) comme une des opérations critiques du procédé, a pour objectif de bloquer la germination des graines (14, 20, 22, 29). En effet, la germination réduit le rendement d'extraction du beurre et développe une amertume de celui-ci (21). Le séchage au soleil, tout en éliminant l'eau des graines, facilite leur décorticage. Toutefois, ces traitements thermiques (cuisson et séchage au soleil) appliqués pour améliorer le rendement d'extraction et la qualité du beurre sont susceptibles, s'ils ne sont pas contrôlés, d'induire des modifications chimiques pouvant se répercuter sur l'apparence, la saveur, voire la valeur nutritive du produit final. Les réactions impliquées peuvent être de nature lipolytique, oxydative, voire thermolytique, avec pour conséquence la libération d'acides gras, l'augmentation de la susceptibilité à l'oxydation du beurre, voire éventuellement la modification de ses caractéristiques physiques (25). La température et le temps des traitements sont les principaux facteurs de procédés responsables de ces

modifications. Or, les conditions traditionnelles des traitements ne garantissent pas toujours le contrôle de ces paramètres. Si la cuisson des graines, dans les systèmes traditionnels, est systématiquement menée dans de l'eau bouillante, la durée du traitement varie d'un système à l'autre (20 à 120 minutes selon les cas) (2, 29). Par ailleurs, en ce qui concerne le séchage des graines au soleil, le but visé est de faciliter le décorticage avant broyage et extraction. Dans ce cas, l'opération est définie par l'humidité relative finale de la graine. Or, les conditions climatiques variables lors du séchage au soleil, ne permettent pas toujours d'arriver, dans les meilleures conditions au niveau d'humidité voulu. L'utilisation de systèmes améliorés de séchage trouve ici son intérêt, dans la mesure où l'humidité optimale de décorticage, définie dans le procédé traditionnel par la mobilité de l'amande à l'intérieur de la coque, peut être obtenue à travers le contrôle du temps ou de la température de séchage (12).

Le présent travail est consacré à l'étude de l'influence des conditions de cuisson et de séchage sur la qualité du beurre. Au regard des paramètres non contrôlés des conditions traditionnelles (temps de cuisson et conditions de séchage), le travail s'appuie sur le couple d'hypothèses suivantes:

¹Département de Biochimie, Faculté des Sciences, Université de Dschang, B.P. 67, Dschang, Cameroun.

²Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré, B.P. 455, Ngaoundéré, Cameroun.

³Laboratoire de Science et Génie Alimentaires, ENSAIA – INPL, 2, avenue de la forêt de Haye, 54500, Vandoeuvre-les-Nancy, Cedex, France.

*Correspondant: Tél. (237) 345 17 35 / (237) 997 84 49 Fax: (237) 345 12 02 E-mail: womeni@yahoo.fr

Reçu le 28.06.05 et accepté pour publication le 20.09.05.

La température de l'eau bouillante étant considérée, lors de la cuisson, comme convenable en terme de risques de dégradation, le temps de traitement apparaît dès lors comme facteur limitant tant vis-à-vis de l'inactivation enzymatique que de la dégradation du beurre. Dès lors, un temps trop long, tout en inhibant les enzymes, est susceptible de fragiliser les cellules et d'induire la dégradation du beurre.

Le choix d'une température de séchage conduisant à une humidité convenable pour le décortiquage des graines est susceptible d'avoir une influence sur la qualité

Matériel et méthodes

Les graines utilisées sont issues des fruits de la localité de Tchabal. La cuisson s'est faite dans l'eau bouillante. Un essai consistait en la cuisson de 1.200 g de graines dans 5 litres d'eau bouillante. Le temps de cuisson allait de 0 à 140 minutes. Ces temps ont été définis pour rester dans l'intervalle 20 à 120 minutes signalé par la littérature (2, 29) et pour étudier ce qui se passe de part et d'autre de cet intervalle.

Le séchage des graines s'est fait dans une étuve à convection forcée. Les températures de consigne variaient de 35 à 85 °C. Le temps de séchage pour chaque température a été fixé pour atteindre une humidité de l'ordre de 10%, propice au décortiquage des graines et l'extraction du beurre.

Le plan expérimental utilisé était un dispositif expérimental composite centré (8). La matrice expérimentale de l'étude de l'effet de la cuisson et du séchage des graines qui en résulte est donnée dans le tableau 1. Ce plan permet d'analyser l'équation mathématique du modèle suivant:

$$Y = I + ax_1 + bx_2 + cx_1x_2 + dx_1^2 + ex_2^2 \quad [1]$$

I, a, b, c, d et e étant les coefficients de l'équation.

Selon ce plan expérimental, les graines de karité ont été cuites dans de l'eau bouillante à différents temps

et séchées à des températures variables. Les graines séchées ont été décortiquées et les amandes récupérées broyées. Le beurre a été extrait selon la méthode Soxhlet avec l'hexane comme solvant. Les différents échantillons de beurre obtenus ont été caractérisés selon les référentiels suivants: indices d'acide, d'iode et de peroxyde, teneur et composition en matières insaponifiables. Les indices chimiques de qualité (indices d'acide, d'iode et de peroxyde) des différents échantillons de beurre obtenu ont été déterminés selon les méthodes normalisées AFNOR (1).

La séparation de la fraction insaponifiable a été réalisée par saponification de 2 à 2,5 g de beurre de karité par traitement à reflux en présence d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, suivie de l'extraction de l'insaponifiable au moyen d'éther diéthylique (1, 3). La détermination de la composition des fractions insaponifiables a été réalisée par chromatographie sur couche mince couplée à la détection par ionisation de flamme (IATROSCAN™ MK-5, IATRON LABORATORIES, INC. Tokyo, Japan). L'insaponifiable des différents beurres a été dissout dans le chloroforme à raison de 5 mg d'échantillon pour 1 ml de chloroforme. Des microsiringues de 1 µl sont utilisées pour déposer 2 µl d'une même dilution d'échantillon sur deux baquettes de quartz recouvertes de silice (Chromarods III). Les chromarods ont été élués à la température ambiante dans le mélange hexane-diéthyl éther (70:30) puis séchés à 100 °C pendant 1 minute. La détection a été réalisée sur Iatroscan MK-5. Parallèlement, le chromatogramme du mélange des standards a été réalisé dans les mêmes conditions. Ce mélange était constitué d'un hydrocarbure (squalène), d'un tocophérol (δ-tocophérol), d'un alcool triterpénique (lupéol) et de trois stérols (stigmastérol, β-sitostérol et cholestérol).

La construction du plan d'expérience et l'analyse des résultats obtenus ont été faites au moyen du logiciel STATGRAPHICS Plus 3.0. Les courbes isoréponses ont été tracées avec le logiciel STATISTICA 6.0.

Tableau 1
Plan d'expérience de l'étude de l'effet de la cuisson et du séchage des graines sur la qualité du beurre de karité

Essais	Valeurs codées		Valeurs réelles	
	Temps de cuisson x_1	Température de séchage x_2	Temps de cuisson (minutes) x_1	Température de séchage (°C) x_2
1	0	0	70	60
2	0	0	70	60
3	1	1	110	75
4	1	-1	110	45
5	-1	1	30	75
6	-1	-1	30	45
7	α	0	140	60
8	$-\alpha$	0	0	60
9	0	α	70	85
10	0	$-\alpha$	70	35

Tableau 2

Coefficients de l'équation de régression (CR), coefficient de détermination et valeurs de P de l'ANOVA des modèles d'expression des indices d'acide, d'iode et de peroxyde des beurres de karité obtenus à partir des graines cuites et séchées selon le plan d'expérience composite centré

Sources	Indice d'acide		Indice d'iode		Indice de peroxyde	
	CM	P	CM	P	CM	P
x_1 : Temps de cuisson	-0,1135	0,046*	0,1618	0,974	0,0354	0,935
x_2 : Température de séchage	-0,9190	0,006*	-1,0914	0,025	0,0897	0,791
x_1^2	0,0005	0,329	0,0008	0,260	-0,0002	0,026*
x_1x_2	0,0002	0,907	-0,0047	0,162	$-4,25 \cdot 10^{-5}$	0,918
x_2^2	0,0066	0,023*	0,0134	0,033*	-0,0007	0,355
constante	35,8676		56,6608		-1,7902	
Coefficient de détermination (%)	60,821		48,309		31,370	

*valeurs de $p < 0,05$; indiquant qu'il y a effet significatif de 0 à 95% niveau de confidentialité.

Résultats et discussion

Acidité des beurres

L'analyse des données de l'acidité des beurres, exprimée en pourcentage d'acide oléique, a généré une équation de régression exprimant l'acidité du beurre en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des noix de karité (Eq. 2) et dont les coefficients sont donnés dans le tableau 2.

$$I_a = 35,87 - 0,11 \cdot 10^{-2} t - 0,92 T + 0,50 \cdot 10^{-3} t^2 + 0,20 \cdot 10^{-3} t \cdot T + 0,66 \cdot 10^{-2} T^2 \quad (2)$$

Où t est le temps de cuisson en minutes et T la température de séchage en °C.

Cette équation explique 60,82% de la variation de l'acidité. La différence (39,18%) est liée à des facteurs tels que la température de cuisson et le temps de

séchage qui n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Dans ce modèle, le terme de premier ordre de la température de séchage des noix a l'effet le plus significatif ($P < 0,01$) sur l'acidité des beurres. Le terme de premier ordre du temps de cuisson et celui de second ordre de la température ont aussi des effets significatifs ($P < 0,05$) sur l'acidité des beurres (Tableau 2).

La variation de l'acidité des beurres obtenus des graines cuites et séchées est représentée par les courbes isoréponses de la figure 1. L'acidité des beurres varie de 0,17 à 9,92% d'acide oléique. Dans l'ensemble, cette acidité reste inférieure à 9% qui est la borne supérieure du beurre destiné à l'industrie alimentaire. Mais, dans bon nombre de cas, elle est supérieure aux 4% d'acidité maximale préconisée par le Codex Alimentarius (10) et à 0,3% souhaité pour le beurre de karité à destination cosmétique (11).

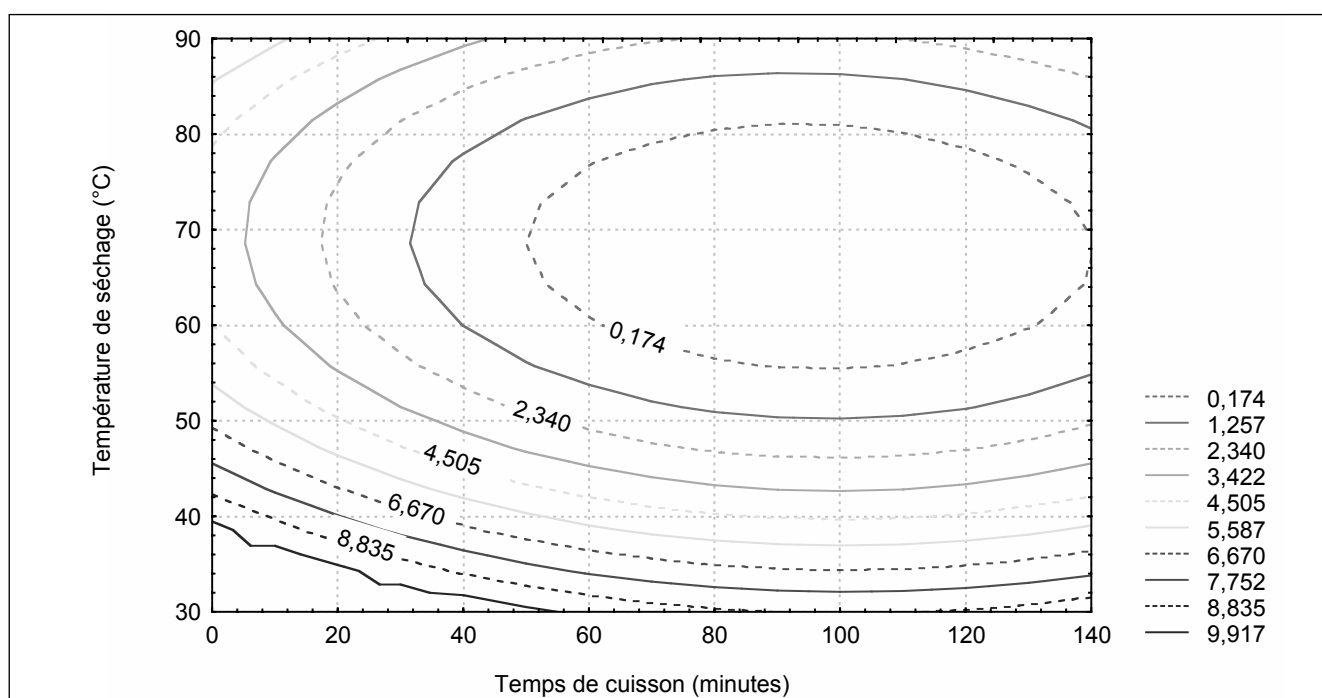


Figure 1: Courbes isoréponses montrant la variation de l'acidité du beurre (% acide oléique) en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

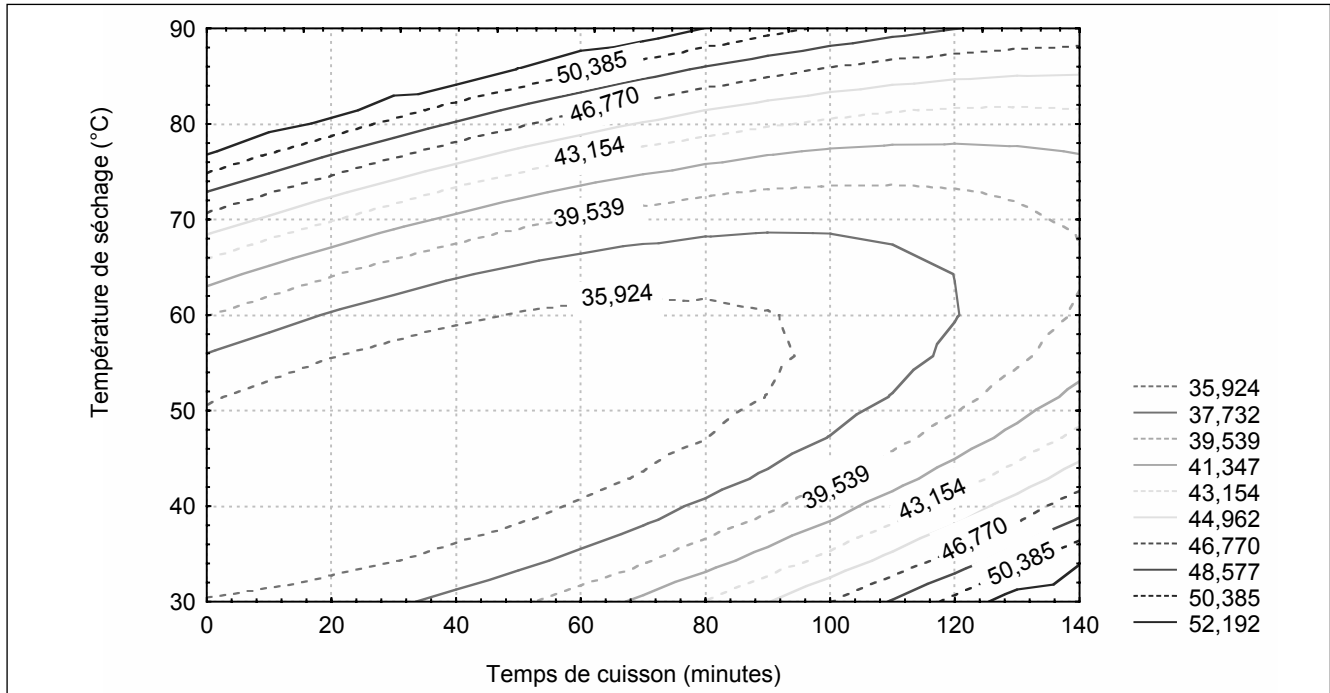


Figure 2: Courbes isoréponses montrant la variation de l'indice d'iode des beurres (gl_2 fixé par 100 g de beurre) en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

Les temps de cuisson inférieurs à 50 minutes et les températures de séchage inférieures à 50 °C sont des conditions qui conduisent aux beurres les plus acides. Pour minimiser cette acidité, les noix doivent être cuites pendant au moins 50 minutes et séchées entre 55 et 80 °C (Figure 1). Bailey (7) liait déjà la variation de l'acidité du beurre de karité à l'activité des lipases présentes naturellement dans les graines ou produites par des moisissures colonisatrices. Une immersion dans de l'eau bouillante pendant 20 à 50 minutes devrait être théoriquement suffisante pour inactiver les enzymes et détruire les moisissures colonisatrices. Mais, pour une graine de karité de 30 à 35 mm d'épaisseur où l'amande riche en matière grasse est protégée par une coque rigide qui ne faciliterait pas le transfert de chaleur, moins de 50 minutes de cuisson semblent être insuffisants pour inactiver totalement les lipases présentes naturellement dans les graines. Par ailleurs, les températures de séchage inférieures à 50 °C seront insuffisantes pour dénaturer les lipases et inhiber la flore fongique colonisatrice. En effet, c'est au-dessus de 50 °C que les liaisons impliquées dans la stabilisation des structures secondaire et tertiaire sont rompues (9). Aye et Adomako (6) attiraient déjà l'attention sur la nécessité de la cuisson des graines. Ils ont effectivement trouvé que l'acidité des beurres était élevée lorsque les graines avaient germé (6,41%) et plus encore lorsqu'elles n'étaient pas blanchies (33,9 - 43,2%). Ainsi, pour obtenir des beurres peu acides et remplissant le critère d'acidité inférieure à 0,3% d'acide oléique souhaité en cosmétique, il conviendrait de cuire les graines pendant 50 à 140 minutes et les sécher entre 55 et 80 °C.

Indice d'iode du beurre

L'effet du temps de cuisson et de la température de séchage sur la saturation de la matière grasse du beurre a été évalué par la détermination de l'indice d'iode. Les résultats obtenus ont généré une équation de régression exprimant l'indice d'iode en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage. Les coefficients du modèle obtenu sont donnés dans le tableau 2. Le modèle expérimental tel qu'il a été conduit n'explique que 48,31% de la variation de l'indice d'iode ce qui ne permet pas de dégager une conclusion claire. Cependant, seul le terme de second ordre de la température de séchage a un effet significatif ($P < 0,05$) sur l'indice d'iode du beurre.

Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes isoréponses de la figure 2. De cette figure on peut noter que le nombre de molécules d'iode fixé par 100 g de beurre augmente lorsque la température de séchage augmente. Pour des températures de séchage inférieures à 65 °C l'indice d'iode est plus bas. Lorsque la température de séchage est peu élevée, celle-ci est insuffisante pour inactiver totalement les enzymes d'oxydation intrinsèques ou d'origine microbienne. Les lipoxigénases qui sont des catalyseurs d'oxydation particulièrement actifs perdent, au-dessus de 50 °C, toute activité du fait de la dénaturation thermique de leur structure protéique (15). De plus, lorsque la température augmente, les changements en pression partielle d'oxygène ont une influence sur la vitesse d'oxydation, car, l'oxygène devient moins soluble dans l'eau et les lipides (25). Ainsi, le séchage des graines de karité à une température supérieure à 60 °C limiterait la dégradation des acides gras du beurre.

Indice de peroxyde du beurre

Le tableau 2 donne les coefficients du modèle d'expression de l'indice de peroxyde en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage. 31,37% de cette variation s'expliquent par le modèle expérimental utilisé. Seul le terme d'ordre deux du temps de cuisson a un effet significatif sur l'indice de peroxyde. L'effet de la variation des températures de séchage dans la gamme appliquée n'est pas significatif. D'ailleurs, on sait que la formation et la décomposition d'hydroperoxydes intermédiaires se produisent dans une large gamme de température (25).

La variation de l'indice de peroxyde avec le temps de cuisson et la température de séchage des graines est représentée par la figure 3. Les valeurs d'indice obtenues (0,7 à 2,1) sont inférieures à la borne supérieure préconisée pour les huiles de consommation. Ces valeurs sont d'ailleurs assez vagues, si l'on en croit les 125 meq/kg de Jacobs (18) ou les 70 meq/kg de Hart et Fisher (17), ou encore les 20 meq/kg (31), voire les 10 meq/kg préconisés par d'autres auteurs (10, 16). Ces résultats, tels que présentés à la figure 3, font ressortir une zone d'indices de peroxyde élevés. Cette région comprend les échantillons de graines cuites entre 50 et 90 minutes. Dans cet intervalle de temps, la production des peroxydes serait optimale et de l'ordre de 2 meq/kg, mais cette valeur reste supérieure à l'indice de qualité appliqué en cosmétique (< 1 meq/kg) (11). De part et d'autre de cet intervalle, l'indice de peroxyde baisse. Pour le maintenir au plus bas et proche de 1 meq/kg, il faut cuire les graines pendant moins de 40

minutes ou alors plus de 100 minutes. Mais, au regard des résultats de l'acidité, une cuisson en moins de 40 minutes n'inactiverait pas les lipases. Donc, une durée de plus de 100 minutes serait le temps de cuisson le mieux adapté.

Teneur et composition des matières insaponifiables

La teneur des beurres en matières insaponifiables varie de 3 à 6% de la matière grasse. Cette teneur est inférieure aux 7-10% mentionnés par Derbesy *et al.* (13). Elle rentre dans l'intervalle de 3,5 à 8,5 correspondant au taux d'insaponifiable du karité de la variété Poissoni. Elle s'écarte de ceux des variétés Mangifolia (5 à 17%) et Nilotica (2,5 à 3%) (24). La différence entre les taux d'insaponifiables serait liée à la variabilité des origines de karité. Outre la variété, le degré de maturité des fruits est aussi un facteur dont dépend la teneur en matières insaponifiables (24).

La variation du temps de cuisson et de la température de séchage expliquerait 76,27% de la variation de la teneur en matières insaponifiables des beurres. Les effets les plus importants ($P < 0,01$) sont ceux des termes de premier et de second ordre de la température de séchage des noix. Le terme de second ordre du temps de cuisson a également un effet significatif ($P < 0,05$) (Tableau 3).

La variation de la teneur en matières insaponifiables des échantillons de beurre obtenus à partir des graines cuites et séchées est illustrée par les courbes isoréponses de la figure 4. Cette dernière fait ressortir une zone optimale correspondant au temps de cuisson et à la température de séchage qui permet

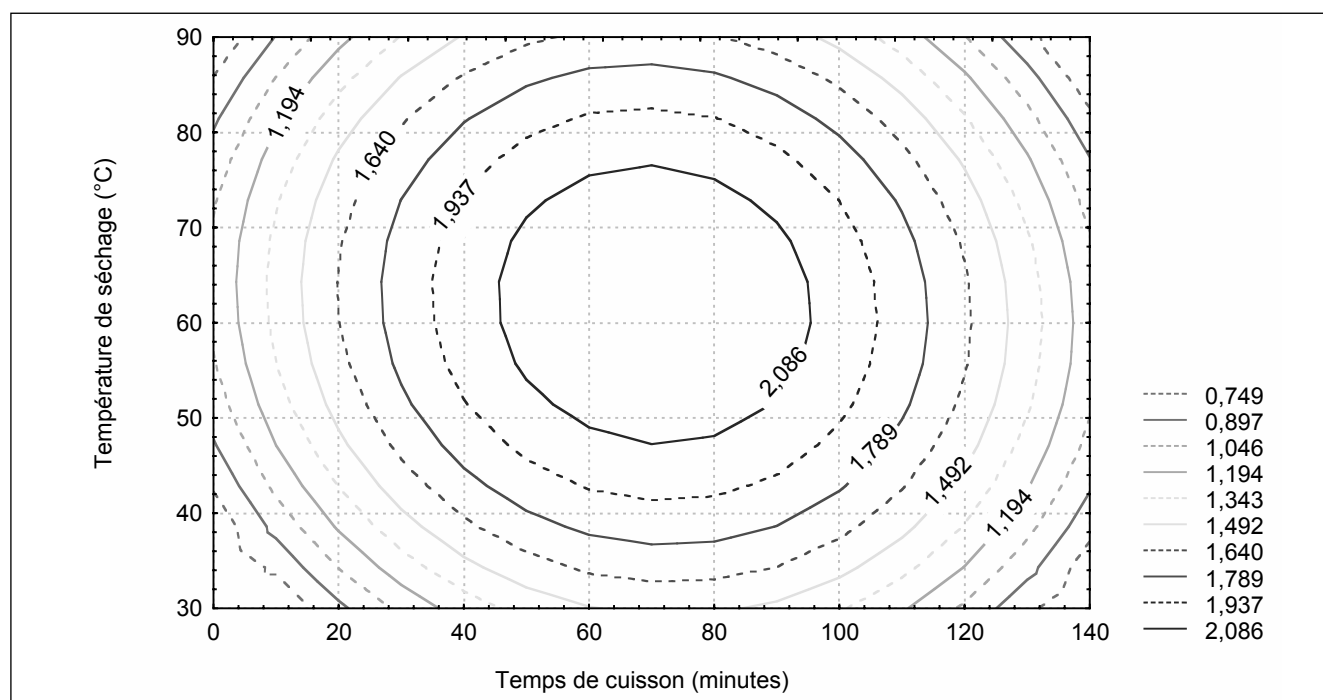


Figure 3: Courbes isoréponses montrant la variation de l'indice de peroxyde du beurre (meq/kg) en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

Tableau 3

Coefficients de l'équation de régression (CR), coefficient de détermination et valeurs de P de l'ANOVA des modèles d'expression de la proportion d'insaponifiable et teneur en alcools triterpéniques de ces fractions dans les beurres de karité obtenus à partir des graines cuites et séchées selon le plan d'expérience composite centré

Sources	Insaponifiables		Alcools triterpéniques	
	CM	P	CM	P
x_1 : Temps de cuisson	-0,0028	0,8908	0,0397	0,7336
x_2 : Température de séchage	0,2628	0,0013*	-0,4069	0,2924
x_1^2	-0,0002	0,0372*	-0,0001	0,7633
x_1x_2	0,0006	0,0620	0,0000	0,9779
x_2^2	-0,0026	0,0002*	0,0033	0,2749
constante	-2,1716		99,9675	
Coefficient de détermination (%)	76,2682		29,4608	

*valeurs de $p < 0,05$, indiquant qu'il y a effet significatif de 0 à 95% niveau de confidentialité.

d'obtenir les beurres avec des teneurs élevées en matières insaponifiables.

Cette zone est délimitée par les temps de 60 et 140 minutes et les températures de séchage de 50 et 70 °C. De part et d'autre de ces températures et pour des durées de cuisson de moins de 60 minutes, il y a réduction de la teneur en insaponifiable. Or, l'une des propriétés intrinsèques du beurre de karité recherchées en cosmétique et pharmacologie est sa teneur élevée en matières insaponifiables (4, 5, 23, 28). Pour préserver cette teneur élevée, il faudrait donc éviter la cuisson brève et des températures de séchage inférieures à 50 °C. En effet, à moins de 50 °C les liaisons impliquées dans la stabilisation des structures secondaire et tertiaire des protéines ne sont pas rompues (9) et les enzymes de dégradation de l'insaponifiable restent actives.

Les fractions insaponifiables des beurres extraits des graines de karité cuites et séchées sont constituées d'hydrocarbures (4 à 12%), de stérols (0 à 2%) et en majorité d'alcools triterpéniques (88 à 94%). Cette prédominance des alcools triterpéniques dans les insaponifiables du beurre de karité a été déjà observée par Jacobsberg (19) et Paganuzzi (27). Sans précision sur l'origine des fruits et des traitements de transformation qui ont conduit au beurre, Jacobsberg donnait les valeurs approximatives de 65% d'alcools triterpéniques, 8% de stérols et 27% d'hydrocarbures. Ces valeurs sont inférieures à nos 88-94% d'alcools triterpéniques et supérieures aux 4 à 12% d'hydrocarbures. La différence entre les résultats serait liée à l'historique des amandes. Il a été noté qu'en fonction des conditions de séchage des amandes, la teneur en alcools triterpéniques varie de 16 à 92% et celle des hydrocarbures de 3 à 73% (33).

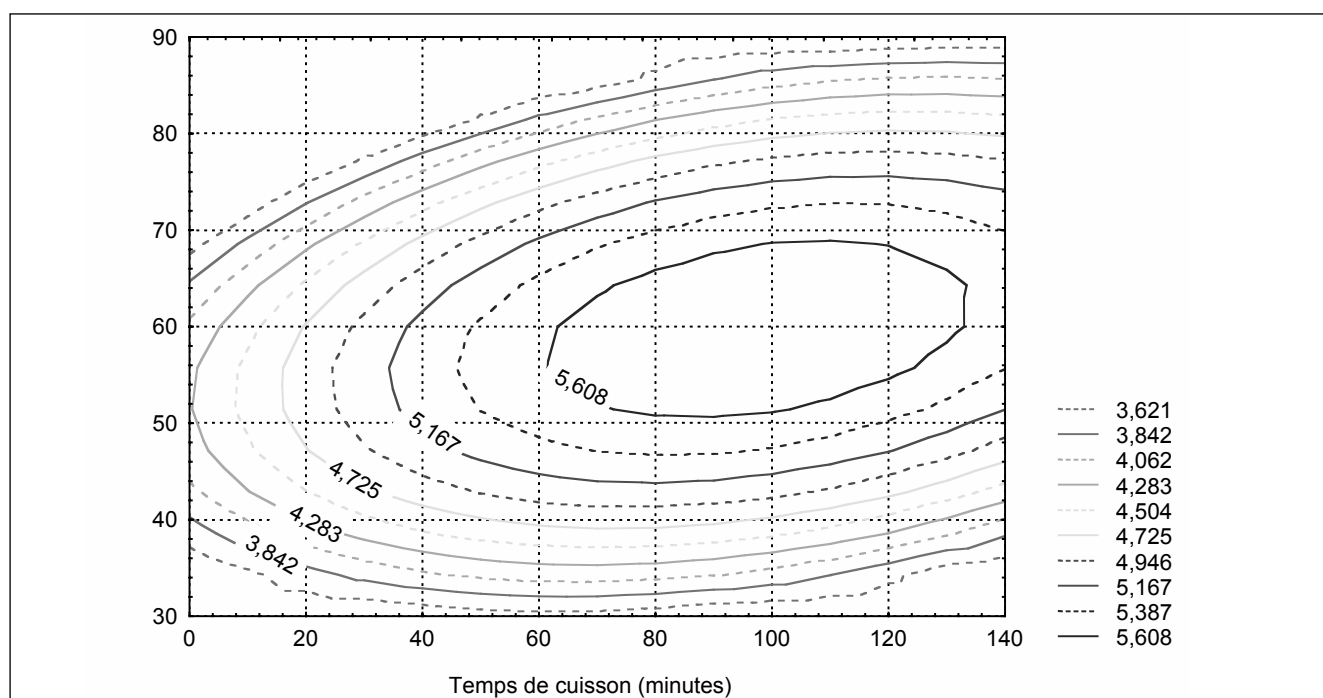


Figure 4: Courbes isoréponses montrant la variation de la teneur en matières insaponifiables en fonction du temps de cuisson et de la température de séchage des graines.

Mais, pendant le blanchiment, la déshydratation des alcools triterpéniques susceptibles de produire des hydrocarbures est peu probable (27), d'où le taux élevé d'alcools triterpéniques obtenu à partir des graines cuites. Cela est confirmé par les données du tableau 3 qui donne les coefficients du modèle d'expression de la proportion d'alcools triterpéniques présente dans la fraction insaponifiable. Ce modèle n'explique cependant que 30% de la variation de la proportion d'alcools triterpéniques. Ni le temps de cuisson, ni la température de séchage n'affectent significativement la teneur en alcools triterpéniques.

Conclusion

La cuisson et le séchage des graines de karité causent des modifications biochimiques qui affectent la qualité du beurre. Ces modifications sont liées au temps de cuisson, à la température de séchage, à l'effet d'interaction entre ces deux variables. L'inactivation des enzymes par cuisson des graines dans l'eau bouillante est un traitement indispensable pour obtenir

un beurre de karité de qualité recherchée. En effet, une cuisson des graines pendant 50 à 140 minutes et leur séchage à 50-85 °C conduit à un beurre remplissant le critère d'acidité souhaité en cosmétique (< 0,3%). La cuisson pendant plus de 100 minutes maintient la production des peroxydes proche de 1 meq/kg souhaité en cosmétique. La teneur élevée en insaponifiables est obtenue en procédant à une cuisson dans l'eau bouillante pendant 60 à 140 minutes suivie du séchage à 50-70 °C. En somme, pour minimiser la dévalorisation du beurre de karité, il faut cuire les graines dans l'eau bouillante pendant 100 à 120 minutes et les sécher à 60-70 °C. Ces conditions inactiveraient les enzymes naturelles et celles produites par les micro-organismes responsables de la détérioration du beurre.

Remerciements

Les auteurs remercient la Fondation Internationale pour la Science (IFS, Stockholm) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD, Paris) pour leur contribution au financement de ce travail.

Références bibliographiques

1. AFNOR (Association Française pour la Normalisation), 1993, Recueil des normes françaises, corps gras graines oléagineuses, produits dérivés, 5^e édition, AFNOR, Paris, 136-140.
2. Amti J.P.S., 1998, Recherche d'une technique améliorée d'extraction du beurre de karité, Mémoire de fin d'études de DUT, IUT de Ngaoundéré, 27 p.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1999, Official methods of analysis, 16th édition, Volume II, Edited by Patricia CUNNIFF, AOAC International, Maryland, Chapter 41, 29-30.
4. APROMA, 1995, Etude de la filière karité du Burkina Faso, Volume 1: Rapport principal. Union Européenne, Délégation de la commission européenne du Burkina Faso, Ouagadougou, 15-19.
5. Ata J.K.B.A., 1978, The study of the shea kernel in relation to the traditional process of shea fat, Ph.D. Thesis, University of Ghana, Legon-Accra.
6. Aye F.O. & Adomako D., 1987, Processing of shea fruits, rep. Cocoa Research Institute of Ghana. In: Tano-Debrah K. & Ohta Y., 1994. Enzyme-assisted aqueous extraction of fat from kernels of the shea tree, *Butyrospermum parkii*, J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 7, N°9, 979-983.
7. Bailey A.E., 1951, Industrial oils and fats products. In: Tano-Debrah K. & Ohta Y., 1995. Enzyme-assisted aqueous extraction shea fat: a rural approach, J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 72, N°2, 251-256.
8. Benoist D., Tourbier Y. & Germain-Tourbier S., 1994, Plans d'expériences, construction et analyse, Tech. & Doc. Lavoisier, Paris, 141-145.
9. Cheftel J.C., Cuq J.L. & Lorient D., 1985, Protéines alimentaires: biochimie, propriétés fonctionnelles, valeur nutritionnelle, modifications chimiques, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 38.
10. Codex Alimentarius, 1992, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, FAO, Rome, Italie.
11. Defez G., 1992, Traitement du beurre de karité. Stéarinerie Dubois Fils, 2 p. In: Kassamba B., 1997, Synthèse des techniques connues d'extraction et de conditionnement du beurre de karité au Burkina Faso. Rapport final. Projet filière karité du CECI IRSAT. Ouagadougou, 3-9.
12. Delemta K.R., 1996, Technique artisanale d'extraction du beurre de karité au Moyen-Chari sud du Tchad, Atelier international d'échanges «Oléagineux et petites technologies», 23-27 Septembre 1996, ENSAI Ngaoundéré, APICA, Douala, 92-117.
13. Derbesy M. et al., 1979, Oléagineux vol. 34 n°8-9. pp. 405-409. In: Oils and fats manual, a comprehensive treatise, properties-production-Applications, volume 1. Ed. Karlesking A. & Wolff J.-P. TEC & DOC Lavoisier, Paris, 208-212.
14. Gadiaga A., 1996, Le traitement du karité du fruit au beurre: la conservation et la transformation, méthodes utilisées au Burkina Faso. Atelier international d'échanges «Oléagineux et petites technologies», 23-27 Septembre 1996, ENSAI Ngaoundéré, APICA, Douala, 92-117.
15. Guillaumin R., 1982, Evolution des lipides - oxydation enzymatique et auto-oxydation non enzymatique. In: Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés: céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux, volume 2, coordonnateur J. L. Multon, Technique et documentation Lavoisier, Paris, 913-936.
16. Harold E., Ronald S.K. & Ronald S., 1981, Oils and fats in chemical analysis of food, Churchill, Livingstone, Edingburg, London, Melbourne, 195 p.
17. Hart L.F. & Fisher J.H., 1971, Oils and fats. In: Modern food analysis. Springer-Verlag, New York, Heidelberg Berlin Inc, 519 p.
18. Jacobs M.B., 1965, Chemical analysis of foods. 3rd edition, New York, D. Van Nostrand Co, 397 p.
19. Jacobsberg B., 1977, Causes de l'acidification du beurre de karité au cours de la préparation et du stockage des amandes. Oléagineux, 32, 529-533.
20. Kaboré T.H. & Gadiaga G., 1992, Le karité au Burkina Faso, transformer ou pas, le difficile choix des productrices, TPA, N°5, 6-9.
21. Karo G.B., Baidi D. & Dramane S., 1988, La presse à karité. Projet karité GTZ/DMA, Bamako. 125 p.
22. Kassamba B., 1997, Synthèse des techniques connues d'extraction et de conditionnement du beurre de karité au Burkina Faso. Rapport final. Projet filière karité du CECI IRSAT. Ouagadougou, 3-9.
23. Lazano Y.F., Dhuique Mayer C., Bannon C. & Gaydou E.M., 1993, Unsaponifiable matter, total sterol and tocopherol contents of avocado oil varieties. J. Am. Oil Chem. Soc. 70, 561-565.
24. Mensier P.H., 1957, Dictionnaire des huiles végétales, Edition Paul Chevalier, Paris, 108-110.
25. Nawar W.W., 1996, Lipids. In: Food chemistry, edited by Owen R. Fennema, Marcel Dekker, Inc, New York, 1067 p.
26. N'Gouro Sanogo, 1997, Comment avoir du beurre de karité sans transpirer, Le grenier, N° 04, 4-5.
27. Paganuzzi V., 1983, Riv. Ital. Sostanze Grasse 60, 489. In: Crews C., Calvet-Sarret R. & Brereton P., 1999, Identification of steroidal hydrocarbons in refined confectionery fats by gas chromatography-mass spectrometry. Journal of chromatography A, 847, 179-185.
28. Pesquet J.J., 1992, Shea nuts, Aroma/Bimonthly Review 27-29, 8. In: Tano-Debrah K. & Ohta Y., 1994, Enzyme-assisted aqueous extraction of fat from kernels of the shea tree, *Butyrospermum parkii*, J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 7, 9, 979-983.
29. UNIFEM (Fonds de développement des Nations Unies pour la Femme),

- 1997, Le karité: l'or blanc des africaines. UNIFEM Bureau Régional de Dakar, 13-15.
30. von Maydell H.J., 1983, Arbres et arbustes du Sahel: leurs caractéristiques et leurs utilisations. ESCHBORN, 182-187.
31. Wolff J.P., 1991, Analyse et dosage des lipides. In: Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires, 4, Analyse des constituants alimentaires, Lavoisier, Tec. et Doc., Paris, 221 p.
32. Womeni H.M., 2004, Identification et analyse des opérations critiques de préparation des fruits, graines et amandes de karité (*Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy): étude de leur influence sur la qualité du beurre. Thèse de Doctorat/Ph.D., ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun, 248 p.
33. Womeni H.M., Ndjouenkeu R., Kapseu C., Tchouanguep Mbiapo F., Parmentier M. & Fanni J., 2004, Effet du séchage au soleil et électrique des amandes de karité sur la teneur et la composition en matières insaponifiables du beurre. XI^{ème} Conférence Annuelle du Comité Camerounais de Biosciences, 16-18 Décembre 2004, Université de Dschang, Dschang, Cameroun.

H.M. Womeni, Camerounais, Doctorat/Ph.D, Chargé de cours, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun.

R. Ndjouenkeu, Camerounais, Ph.D, Maître de Conférences, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré, Cameroun.

C. Kapseu, Camerounais, Doctorat d'état, Professeur, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré, Cameroun.

Félicité Tchouanguep Mbiapo, Camerounaise, Ph.D, Professeur, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun.

M. Parmentier, Français, Doctorat d'état, Professeur, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires (ENSAIA), Institut National Polytechnique de la Lorraine (INPL), Nancy, France.

J. Fanni, Français, Doctorat d'état, Professeur, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires (ENSAIA), Institut National Polytechnique de la Lorraine (INPL), Nancy, France.

ERRATUM

In the article entitled «Population Dynamic of Natural Bruchids and their Larval and Pupae Parasitoids in Experimental Cowpea Storage in Guinean Zone» of which the authors are K. Amevo, Isabelle A. Glitho, Y. Nuto & J.P. Monge, Vol 24,1, pp. 45-50, the figure 2a is incomplete. We apologize to the main-author, to the co-authors and to our readers.

Dans l'article intitulé "Dynamique des populations naturelles de bruches et de leurs parasitoïdes nympho-larvophages en situation expérimentale de stockage du niébé en zone guinéenne" dont les auteurs sont K. Amevo, Isabelle A. Glitho, Y. Nuto & J.P. Monge, Vol 24,1, pp. 45-50, la figure 2a est incomplète. Nous nous en excusons auprès de l'auteur principal, des co-auteurs ainsi qu'auprès de nos lecteurs.

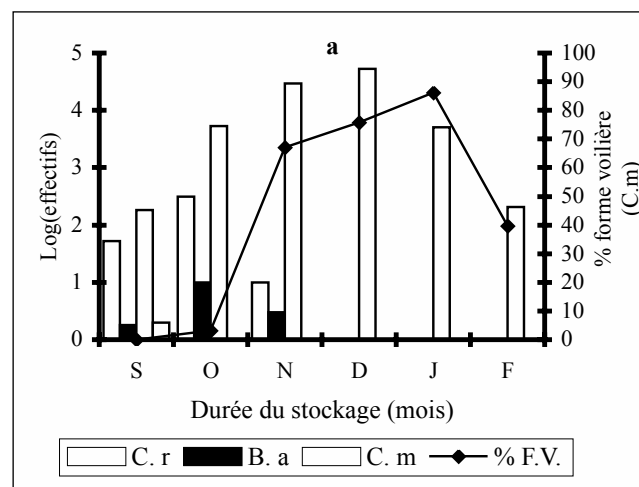


Figure 2a: Fluctuation des populations de bruches et de leur parasitoïde nympho-larvophage dans les stocks issus de la culture de Lomé (a), Agbélouvé (b) Kpélé-Agavé (c), Béna (d) et Kamina (e)
C.r: *C. rhodesianus*, B.a: *B. atrolineatus*, C.m: *C. maculatus*, F.V: Forme voilière