

10ème Congrès Français d'Acoustique

Lyon, 12-16 Avril 2010

L'utilisation des ultrasons pour l'évaluation de l'huile de friture

Driss Izbaim¹, Bouazza Faiz¹, Ali Moudden^{1,2}, Naima Taifi³, Idris Aboudaoud¹

¹Laboratoire de Métrologie et Traitement de l'Information, Faculté des sciences, Université Ibn Zohr, BP 8106 Dakhla, Agadir - Maroc
dizbaim@gmail.com

²Ecole supérieure de technologie, Université Ibn Zohr, Agadir

³Faculté des sciences, Université Chouaib Doukkali, El Jadida

Dans cet article, les performances de l'huile de Soja (HS) et de l'huile de Soja Partiellement Hydrogénée (HSPH) ont été analysées pour évaluer la dégradation de la qualité de l'huile sous l'effet de la thermo-oxydation en utilisant des techniques ultrasonores. La stabilité de HS et HSPH est caractérisée par les changements physiques et chimiques : La vitesse et l'atténuation ultrasonores, le taux des acides gras libres (AGL), le pourcentage des composants polaires (CP), et l'analyse des acides gras. Les huiles ont été frites 8h par jour à 180°C durant 4 jours consécutifs. Les mesures ultrasonores ont été prises pendant que l'huile est refroidie de 50 à 30°C. Il a été trouvé que les paramètres ultrasonores sont en corrélation avec les mesures du contenu des acides gras libres et du pourcentage des composants polaires. La performance de HSPH est significativement mieux que celle de HS suivant la vitesse ultrasonore. En conséquence les techniques ultrasonores peuvent être utilisées pour évaluer la qualité de l'huile de friture.

1 Introduction

La friture est l'une des procédures les plus populaires pour faire cuire l'alimentation - tant chez soi que dans l'industrie de la restauration- qui fournit une alimentation savoureuse dans une période relativement courte de temps. Cependant, utilisant des huiles de friture à plusieurs reprises et à de hautes températures peut produire des constituants qui compromettent non seulement la qualité des aliments, mais peuvent aussi promouvoir la formation d'une variété d'éléments de décomposition avec des implications nutritionnelles défavorables et des dangers pour la santé humaine (Marquez-Ruiz, 1996). Ces composants sont dus à une série de réactions complexes aboutissant à l'oxydation, l'hydrolyse et la polymérisation de l'huile. En conséquence, beaucoup de pays considèrent le pourcentage des composants polaires d'être le seul et le plus important test pour estimer l'état de dégradation de l'huile et ont établi la valeur d'à peu près 25 % comme limite réglementaire dans les huiles de friture (Firestone, 1996). Certains d'autres pays utilisent aussi les acides gras libres. (Pokorny, 1989) a démontré que l'augmentation des composants polaires aboutit à une baisse éventuelle dans la qualité alimentaire. (Weiss, 1983) a montré que c'est principalement les acides gras libres produits au cours de la friture qui contribuent à la brume de fumée et a donc un effet substantiel sur son point de fumée. Le point de fumée d'une huile de friture affecte l'absorption de l'huile par les aliments frits (Orthoefer et al, 1996).

Le choix de l'huile pour la friture est une tâche difficile, en tenant compte des facteurs comme la stabilité, le prix et la valeur nutritive. La stabilité thermique de l'huile de friture est liée au niveau de hydrogénation (Arroyo, 1995) et la stabilité oxydative de l'huile de friture augmente avec le degré de l'hydrogénation. Cependant, ces huiles sont indésirables d'un point de vue nutritionnel et santé humaine (Cuesta, 1988). L'huile hydrogénée devient alors un souci

majeur pour son utilisation dans les applications de friture, et récemment, les huiles partiellement hydrogénées sont de plus en plus adoptées comme une alternative.

Il y a plusieurs méthodes pour contrôler et évaluer la dégradation de l'huile pendant la friture: Les analyses chimiques fournissent des résultats fiables - mais sont lentes, coûteuses et exigent d'habitude une expertise analytique-, l'utilisation de la spectroscopie FTIR (Innawong, Parameswarakumar, Irudayaraj, & Marcy, 2004), la chromamétrie (Xin Qing, 2003). À cet égard, Des techniques ultrasonores sont rapides, non invasives, peu coûteuses et simples. Plusieurs études ont été effectuées pour évaluer la composition et la structure de différents types de produits alimentaires en utilisant des ultrasons (McClements, 1997; Mulet et al., 1999). Par conséquent, les mesures de la vitesse ultrasonore peuvent être utilisées pour évaluer la composition de l'huile et son adultération (McClements & Povey, 1987; Raghupathi, Siva, & Prabhu, 1980).

La vitesse est le paramètre ultrasonore le plus utilisé en raison de ses résultats fiables. Elle diminue à mesure que la température augmente, montrant trois régions différentes (McClements, 1997).

Le but de cette étude consiste à comparer les performances de l'huile de soja et de l'huile de soja partiellement hydrogénée en utilisant des techniques ultrasonores pendant la thermo-oxydation, et découvrir les corrélations entre les mesures ultrasonores et les résultats chimiques.

2 Résultats et discussion

2.1 Caractéristiques chimiques

Les tableaux 1 et 2 montrent les résultats des profils des acides gras du HS et du HSPH effectués sur les échantillons d'huile à différentes périodes de chauffage. La dégradation affecte les acides gras insaturés plus que les acides gras saturés. La composition des acides gras d'une

huile a une grande influence sur sa performance de friture aussi bien que sur son comportement physique et chimique. Le profil des acides gras des huiles de friture a changé en raison de la cyclisation, de la polymérisation, et d'hydrolyse, d'oxydation, et d'autres réactions chimiques favorisées par les conditions de friture (Nawar, 1996). Le niveau d'acide linoléique dans les huiles frites semble être un facteur évidemment négatif dans la stabilité de l'huile. En effet, les études précédentes ont indiqué qu'une teneur abaissée d'acide linoléique en huile de soja a eu comme conséquence l'amélioration de la qualité de l'huile pendant la cuisson et la friture (Tompkins, 2000). Dans cette étude, HS a eu un niveau linoléique plus élevé (54,2 %) que HSPH (20,6 %).

	0h	8h	16h	24h	32h
C16 :0	10,75	11,24	11,5	11,86	12,29
C18 :0	3,32	4,53	5,56	6,70	7,77
C18 :1	22,30	23,02	29,94	32,62	35,68
C18 :2	54,21	53,61	47,62	42,97	38,78
C18 :3	5,88	5,67	4,80	3,9	3,49

Table 1 : Le profil des Acides Gras de l'huile de soja pour différentes périodes de friture (%)

	0h	8h	16h	24h	32h
C16 :0	13,23	13,35	13,28	13,24	13,25
C18 :0	7,40	8,29	9,07	9,46	9,77
C18 :1	56,10	57,15	57,91	59,10	60,08
C18 :2	20,6	19,08	17,75	16,21	14,98
C18 :3	0,56	0,62	0,47	0,36	0,32

Table 2 : Le profil des Acides Gras de l'huile de soja partiellement hydrogénée pour différentes périodes de friture (%)

Les acides gras libres sont formés pendant l'oxydation, hydrolyse, en raison du fendage des triglycérides (Perkins, 1996). Le contenu de FFA est le test le plus fréquemment utilisé mais il n'est pas recommandé de l'employer comme seul indicateur pour déterminer la vie d'huile. Les huiles à hautes teneurs d'acides gras libres sont connues pour avoir un point de fumée inférieur (Augustin, 1987) et l'effet d'agent tensio-actif des acides gras libres contribue à l'écume ce qui aboutit à davantage de réactions d'oxydation d'huile. Des études précédentes sur les huiles de friture ont prouvé que le contenu des acides gras libres augmente pendant la friture (Kalapathy, 2000). Comme prévu, le contenu des acides gras libres de HS et HSPH a augmenté de manière significative pendant la friture. Au début, les huiles avaient le même contenu des acides gras libres, et pendant le reste de la période de la friture, l'HS a un niveau plus grand que celui de HSPH (Figure 1).

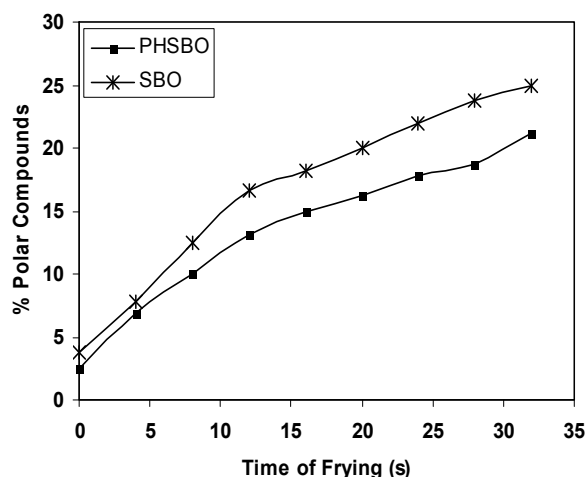


Figure 1 : La variation des composants polaires en fonction de la durée de friture à 30°C

Plusieurs recherches considèrent la mesure de composants polaires comme l'un des indicateurs sur l'état de l'huile les plus significatifs (Fritch 1981; Gere 1982). Le taux des composants polaires indiquent la dégradation de l'huile et la dissociation des triglycérides Billek, Cuhr, et Waibel (1978) et Paradis et Nawar (1981), et augmente significativement durant la friture. La figure 2 montre que, le taux des CP était presque le même pour HS et HSPH au début, et durant la friture son augmentation dans HS est différente de celle de HSPH. Après 32 h de friture, le taux final des CP est 25% dans HS et 21% dans HSPH. Les seuils du temps de friture est 32 h et 48h pour HS et HSPH respectivement, pour ne pas dépasser la limite (25% à peu près) dans la plupart des règles officielles. Ces seuils auraient été plus bas si nous avions utilisé de l'alimentation dans la friture.

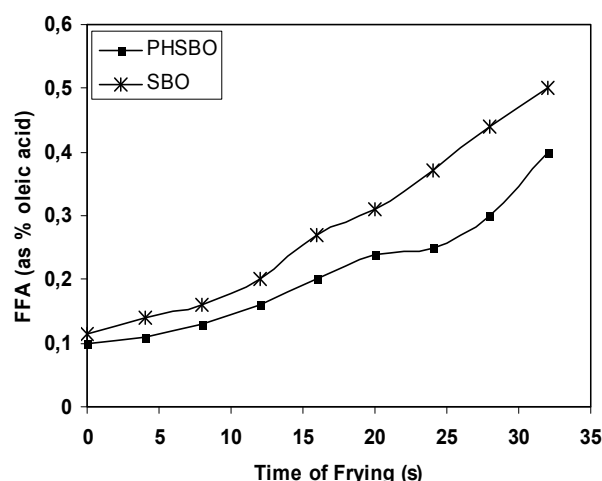


Figure 2 : La variation des acides gras libres en fonction de la durée de friture à 30°C

2.2 Mesures ultrasoniques

La vitesse et l'atténuation ultrasonores dépendent des propriétés physico-chimiques du milieu. La vitesse ultrasonore diminue avec la température dans les graisses

(McClements, 1997). L'atténuation est également affectée par la température, bien qu'il ne soit pas largement cité dans la littérature.

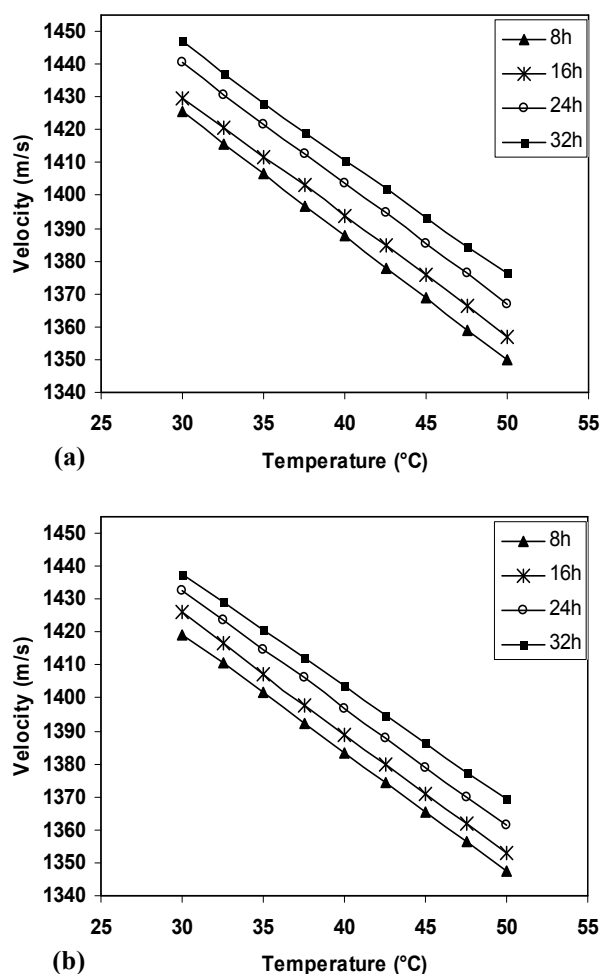


Figure 3 : La variation de la vitesse en fonction de la température pour différentes périodes de friture (**a**- Huile de Soja, **b**- Huile de Soja Partiellement Hydrogénée)

Figure 3a et b montrent l'influence de la température sur les mesures de vitesse ultrasonore pour HS et HSPH respectivement, frites pour 8, 16, 24 et 32 h. Comme prévu, la vitesse ultrasonore diminue linéairement à mesure que la température augmente. Le coefficient vitesse/température est de $-3.78 \text{ m s}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ and $-3.57 \text{ m s}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ pour HS et HSPH. Dans la figure 3a les courbes sont plus espacées entre elles que dans la figure 3b, cela signifie l'augmentation de la vitesse entre deux fritures successives dans la figure 3a est plus grande que dans figure 3b.

Figure 4a et b montrent le rapport à 30°C entre la vitesse ultrasonore et les deux paramètres CP et à AGL pour HS et HSPH. La vitesse peut différencier entre les deux huiles seulement si le degré de CP est inférieur à 12% ou si le degré de AGL est plus supérieur à 0,3%. Cependant, des ajustements polynomiaux significatifs ont été trouvés en reliant la vitesse et ces paramètres chimiques, largement considérés en tant qu'indicateurs de qualité d'huile. En fait, la plupart des études sur l'évaluation ultrasonore des propriétés des aliments emploient la vitesse ultrasonore, car elle est plus simple et plus fiable que l'atténuation (Benedito et al., 2002).

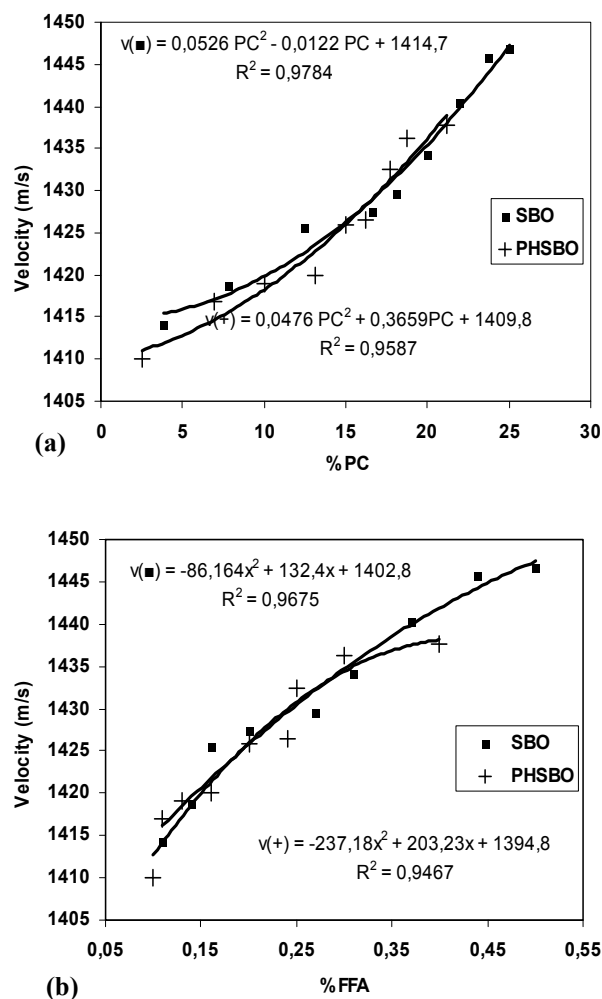


Figure 4 : Les relations entre la vitesse et les taux des CP (**a**) et des AGL (**b**) à 30°C pour les deux huiles

3 Conclusion

La vitesse ultrasonore est liée au pourcentage des composants polaires et au taux d'acides gras libres, ce qui montre la faisabilité d'employer la technique ultrasonore pour contrôler et évaluer rapidement la qualité des huiles comestibles. L'atténuation ultrasonore ne fournit pas des résultats significatifs pour le comportement des huiles en fonction de la température, mais elle permet de faire la distinction entre l'huile de soja et l'huile de soja partiellement hydrogénée pendant la friture.

De façon générale, les résultats obtenus prouvent que la technique ultrasonore peut être adaptée pour le contrôle de qualité en temps réel aux opérations de friture dans l'industrie alimentaire.

4 Références

- [1] Arroyo R., Cuesta C., Sánchez-Montero J.M., Sánchez-Muniz F.J., "High-Performance size exclusion chromatography of palm olein used for frying", *Fat Sci Technol* 97, 292–296 (1995).
- [2] Augustin M.A., Asap T., Heng L.K., "Relationships between measurements of fat deterioration during

- heating and frying in RBD olein". *J Am Oil Chem Soc* 64, 1670–1675 (1987).
- [3] Benedito J., Mulet A., Velasco J., Dobarganes MC. "Ultrasonic assessment of oil quality during frying". *J Agri Food Chem* 50, 4531–4536 (2002).
- [4] Billek C., Cuhir C., Waibel J. "Quality assessments of used frying fats: A comparison of four methods". *J Am Oil Chem Soc* 55, 728–733 (1978).
- [5] Blumenthal M.M., "Frying technology, in Hui YH (Ed.) Bailey's industrial oil & fat products edible oil & fat products: Products and application technology". *Wiley-Interscience*, New York, 429–483 (1996).
- [6] Cuesta C., Sánchez-Muniz F.J., Varela G. Nutritive value of frying fats, in Varela G (Ed.) "Frying of Food: Principles, Changes, New Approaches". *Ellis Horwood*, Chichester, England, 112–128 (1988).
- [7] Firestone D., Regulation of Frying Fat and Oil, in Perkins EG (Ed.) "Deep Frying: Chemistry, Nutrition and Practical Applications". *AOCS Press*, Champaign, IL, 323–334 (1996).
- [8] Fritch C.W. "Measurements of frying fat deterioration: A brief review". *J Am Oil Chem Soc* 58, 272–274 (1981).
- [9] Gere A., "Studies of the changes in edible fats during heating and frying". *Die Nahrung* 26, 923–932 (1982).
- [10] Innawong B., Parameswarakumar M., Marcy J.E. "The determination of frying oil quality using a chemosensory system". *Lebensm Wiss Technol* 37, 35–41 (2004).
- [11] Kalapathy U., Proctor A., "A new method for free fatty acid reduction in frying oil using silicate films produced from rice hull ash", *J Am Oil Chem Soc* 77, 593–598 (2000).
- [12] Marquez-Ruiz G., Dobarganes M.C., Nutritional and physiological effects of used frying fats. in Perkins EG (Ed.) "Deep frying chemistry, nutrition and practical application". *AOCS Press*, Champaign, 160–182 (1996).
- [13] McClements D.J., "Ultrasonic characterization of food and drinks: Principles, methods and applications". *Crit Rev Food Sci* 37, 1–46 (1997).
- [14] McClements D.J., Povey M.J.W. "Solid fat content determination using ultrasonic velocity measurements". *Int J Food Sci Tech* 59, 697–701 (1987).
- [15] Mulet A., Benedito J., Bon J., Sanjuan N., "Low intensity ultrasonics in food technology". *Food Sci Technol Int* 5, 285–297 (1999).
- [16] Nawar W.W., Lipids, in Fennema O.R. (Ed.) "Food Chemistry", Marcel Dekker, New York, 225–319 (1996).
- [17] Orthoefer F.T., Gurkin S., Liu K., "Dynamics of frying, in Perkins EG (Ed.) Deep Frying: Chemistry, Nutrition, and Practical Applications". *AOCS Press*, Champaign, Illinois, 233 (1996).
- [18] Paradis A.J., Nawar W.W., "A gas chromatographic method for the assessment of used frying oils: Comparison with other methods". *J Am Oil Chem Soc* 58, 635–638 (1981).
- [19] Pokorny J., Flavor chemistry of deep-fat frying in oils, in SMOUSE T. (Ed.) "Flavor Chemistry of Foods". *AOCS Press*, Champaign, Illinois (1989).
- [20] Raghupathi R.C., Siva R.C., Prabhu C.A.R., "Study of adulteration in oils and fats by ultrasonic method". *Curr Sci India* 49, 185–186 (1980).
- [21] Tompkins C., Perkins E.G., "Frying performance of low-linolenic acid soybean oil", *J Am Oil Chem Soc* 77, 223–229 (2000).
- [22] Weiss T.J., "Food oils and their uses", *The AVI Publishing Co*, Westport, 16 (1983).
- [23] Xin Qing X., "A chromametric method for the rapid assessment of deep frying oil quality". *J Sci Food Agr* 83, 1293–1296 (2003).