

Evaluation des propriétés rhéologiques et hygroscopiques de la gomme de graine de caroube en fonction de la variété / M. Batour el Zoghby ; sous la direction de Dr. A. Bassal. — Extrait de : Annales de recherche scientifique. — N° 7 (2007), pp. 39-45.

Bibliographie. Figures. Tableaux.

I. Caroube — Liban.

Bassal, A.

PER L1049 / FA228156P

ÉVALUATION DES PROPRIÉTÉS RHÉOLOGIQUES ET HYGROSCOPIQUES DE LA GOMME DE GRAINE DE CAROUBE EN FONCTION DE LA VARIÉTÉ

M. BATOUREL ZOGHBY⁽¹⁾

Sous la direction de Dr. A. BASSAL⁽²⁾

⁽¹⁾ Université Saint-Esprit de Kaslik,
Faculté des Sciences Agronomiques,
B.P. 446 Jounieh, Liban

⁽²⁾ Institut des Recherches Agronomiques
du Liban, Fanar
B.P. 90-1965 Jdeideth El Metn, Liban

Résumé

Le but de cette étude était de déterminer l'influence des variétés de caroube locales (Ahmar, Khéshabi, Sandali, Akkari) sur le comportement rhéologique et les propriétés hygroscopiques de la gomme de graine de caroube (GGC). Pour ce faire et après extraction et purification de la gomme, les courbes d'écoulement ont été établies à différentes températures et concentrations. Un comportement pseudo plastique est obtenu pour les fortes concentrations et il tendait vers un comportement Newtonien en cas de solutions diluées. La viscosité apparente a augmenté avec la concentration et a diminué avec la température. A concentration et température données, la GGC de la variété khéshabi présentait la viscosité la plus élevée. Les viscosités intrinsèques variaient entre 9, 10 et 12,67 dL/g dont la plus grande valeur correspondait à la gomme de la variété khéshabi. Les isothermes de sorption obtenues par la méthode de microclimat à 28°C ont montré que la GGC de la variété khéshabi possédait la plus grande capacité de rétention d'eau à forte activité d'eau.

Mots clés : gomme de graine de caroube, extraction, comportement pseudoplastique, viscosité intrinsèque, isotherme de sorption.

Abstract

The aim of this study was to determine the influence of the local carob varieties on the rheological behavior and hygroscopic properties of the locust bean gum LBG.

After extraction and purification, flow curves of different gums were established at different concentrations and temperatures for determining the rheological behavior of different gums. A pseudoplastic behavior was obtained for high concentration and tends towards a Newtonian behavior for diluted solutions. The apparent viscosity increased with the concentration and decreased with the temperature. At the same temperature and concentration, LBG of the variety kheshabi showed the higher viscosity. The intrinsic viscosities obtained were between 9,10 and 12,67 dL/g. The higher intrinsic viscosity was for the LBG of kheshabi's variety. The sorption isotherm determined with the microclimat method at 28°C, showed that LBG of kheshabi's variety is characterized showed the higher capacity of water retention at high water activity.

Key words : Locust bean gum, extraction, pseudo plastic behavior, intrinsic viscosity, sorption isotherm.

INTRODUCTION

Le caroubier est un arbre sclérophylle à feuilles persistantes. Son fruit est une gousse longue, plate, lisse et de couleur brune, contenant une pulpe acidulée et légèrement caoutchouteuse. Son origine fut placée dans la partie de la région méditerranéenne, probablement originaire d'Asie mineure (Avallone *et al.*, 1997).

Son nom scientifique *Ceratonia siliqua* L., dérive du grec « keras = corne » et du latin « siliqua » faisant allusion à la dureté et à la forme du fruit. Son nom commun est d'origine hébreuse dont le nom arabe, kharrub, en dérive.

Les professionnels du caroubier au Liban l'appellent suivant sa variété, soit : kheshabi, sandali, ahmar ou akkari.

Cette culture est principalement utilisée dans ce pays pour

l'extraction de la mélasse de la pulpe de la gousse, de même, le caroubier est utilisé dans l'alimentation animale grâce à sa richesse en sucres solubles et en acides aminés.

De nos jours, la valeur principale de cette culture repose surtout sur les constituants de l'endosperme. Il s'agit de la gomme de graine de caroube ; elle est composée de : la cuticule ou tégument (30 à 33%), l'endosperme (42 à 46%) et le germe ou embryon (23 à 25%), qui n'est autre qu'un galactomannane représentant une molécule d'un polysaccharide composé de mannose et de galactose dans une proportion de 4/1. Ce polysaccharide « GGC », obtenu par broyage de la graine de caroube et l'enlèvement de son enveloppe, peut être soumise à plusieurs degrés de pureté. La GGC, la plus pure, peut être utilisée comme additif alimentaire connu sous le sigle E410. Le GGC de moindre

pureté est utilisé dans la cosmétique, la pharmaceutique et les peintures.

Dans cette étude, l'intérêt est concentré sur ce galactomannane GGC qui se caractérise par les propriétés suivantes :

- une viscosité élevée en solution aqueuse sous une gamme assez large de température et de pH (Garcia-Ochoa et Casas, 1992) ;
- sa capacité élevée de liaison-rétention en eau, lui permettant de former des solutions stables très visqueuses tout en étant très diluées (Battle et Tous, 1997) ; et
- son interaction potentielle avec d'autres polysaccharides lui confiant ainsi un effet synergique (Lazaridou *et al.*, 2000).

Le but de cet article consiste à étudier les propriétés rhéologiques et physico-chimiques des gommages extraites des 4 variétés locales : khéshabi, sandali, ahmar et akkari pour savoir laquelle d'entre elles fournit la GGC la plus intéressante pour être utilisée dans l'industrie alimentaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Extraction de la GGC

Une quantité de poudre bien déterminée a été solubilisée à chaud dans un volume d'eau donné. La solution est portée à une température avoisinant les 80°C, tout en agitant fréquemment pendant 30 minutes,

puis elle est centrifugée avant d'être précipitée à l'aide de l'isopropanol. La gomme obtenue est par la suite purifiée à l'aide de l'isopropanol avant d'être séchée à l'étuve à une température de 60°C.

Evaluation de la pureté de la gomme

Pour évaluer la pureté de la gomme après extraction, les teneurs en lipides, protéines et cendres ont été déterminé respectivement (AOAC, 1990)

Viscosité apparente

La viscosité apparente de la solution aqueuse préparée a été mesurée à l'aide d'un viscosimètre Brook Field RVT DVII⁺, en utilisant les différents mobiles.

Les courbes d'écoulement ont été établies en mesurant la viscosité à différentes températures 25, 40, 60 et 80°C, et à différentes concentrations 10, 8, 6, 4 et 2 g/l.

Viscosité intrinsèque

La viscosité intrinsèque des solutions aqueuses préparées a été aussi mesurée à l'aide d'un viscosimètre capillaire, à température ambiante et à plusieurs dilutions.

La viscosité intrinsèque est obtenue à partir de la viscosité spécifique et de la concentration $[\mu] = \mu_s / C$.

La viscosité spécifique est à son tour obtenue à partir de la viscosité relative :

$$\mu_s = \mu_{\text{solution}} / \mu_{\text{solvant}}$$

Isotherme de sorption

Pour chaque variété de caroubier, 7 creusets propres et secs ont été numérotés et pesés, Une masse bien précise de gomme a été mise dans un creuset taré auparavant. Les creusets ont été par la suite placés dans des bocaux contenant des solutions salines à humidité relative contrôlée avant d'être mis à l'étuve à 28 °C.

Après 1 mois, l'équilibre est supposé atteint entre l'échantillon et la solution saline environnante. La teneur en eau de chaque échantillon a été déterminée par séchage à l'étuve à 105°C jusqu'au poids constant.

Le poids moléculaire a été calculé d'après l'équation suivante :

$$\mu = 80.2 * 10^{-6} * M_w^{0.79} \text{ (Lazaridou et al., 2000).}$$

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Pureté de la gomme

Les pourcentages des lipides, protéines et cendres des différentes GGC sont mentionnés dans le tableau 1.

Comportement rhéologique

Le comportement rhéologique des solutions de GGC de toutes les variétés est pseudoplastique parce qu'il obéit à la loi de puissance $\tau = k * \gamma^n$ où τ = contrainte de cisaillement exprimée en Pa, γ = vitesse de

cisaillement exprimée en s^{-1} , k = indice de consistance et n = indice d'écoulement.

Tableau 1 : Teneur en lipides, protéines et cendres.

Variétés	% des lipides	% des protéines	% des cendres
Ahmar	0,715	2,26	1,48
Khéshabi	0,605	2,135	1,49
Sandali	0,24	1,35	1,7
Akkari	0,22	0,98	1,01

En fixant la concentration, l'augmentation de la température provoque un abaissement de la viscosité apparente et donc de l'indice de consistance K , alors que l'indice d'écoulement n tend vers 1. Cette diminution peut être due à la linéarisation des macromolécules (Garcia-Ochoa et Casas, 1992, 1999).

En fixant la température, la viscosité de la solution de GGC augmente avec la concentration, le comportement pseudo-plastique devient plus prononcé ; ceci est expliqué par la diminution de l'indice d'écoulement n .

L'augmentation de la viscosité avec la concentration serait due à l'augmentation des liaisons intermoléculaires et à l'enchevêtrement de ces dernières (Lazaridou et al., 2000).

En fixant la concentration et la température, la viscosité de la gomme de la variété khéshabi paraît la plus proche de celle du standard, comme le montre la figure 1, suivie par celle de la variété ahmar, akkari ; la variété sandali présente la plus faible viscosité.

La différence entre les viscosités est due au rapport mannose / galactose qui varie d'une variété à l'autre et qui est considéré comme un paramètre important influençant le comportement rhéologique de la solution de GGC (Lazaridou *et al.*, 2000). En ce qui concerne la viscosité intrinsèque, elle paraît élevée chez la variété khéshabi.

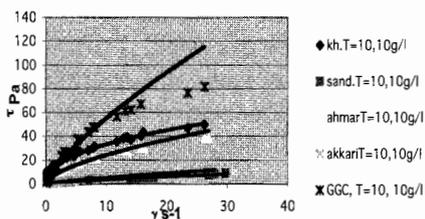


Figure 1. Variation de la viscosité des différentes GGC à T et C fixes.

Cette viscosité élevée est reliée à un poids moléculaire élevé et au volume hydrodynamique des macromolécules (Launay, 1991). La variété khéshabi donne la gomme ayant la viscosité intrinsèque et le poids moléculaire les plus élevés comme c'est mentionné dans le tableau numéro 2. La

variabilité entre les viscosités intrinsèques des différentes gommes étudiées est liée à la différence des poids moléculaires.

Tableau 2 : Viscosités intrinsèques et poids moléculaires des différentes GGC

Variété	μ (dL/g)	M _w (daltons)
Standard	14,99	4,71 * 10 ⁶
Khéshabi	12,67	3,81 * 10 ⁶
Sandali	9,10	2,50 * 10 ⁶
Ahmar	10,14	2,87 * 10 ⁶
Akkari	9,33	2,58 * 10 ⁶

La figure 2 montre la présence de deux phases différentes, la première phase présente un régime dilué dû à des macromolécules isolées, et la seconde présente un régime semi-dilué dû à des macromolécules enchevêtrées. Ce phénomène est le même que celui mentionné par Launay (1991) sur la viscosité intrinsèque des solutions de 1 % de GGC à 25°C.

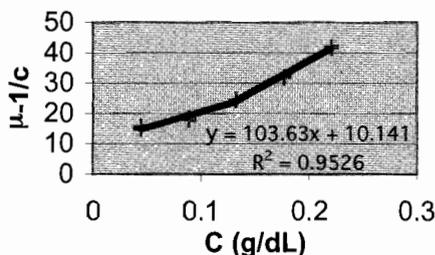


Figure 2. Viscosité intrinsèque de la GGC de la variété ahmar à 26°C (T° ambiante).

Comportement hygroscopique

L'isotherme de sorption montre que la teneur en eau (X) de la gomme augmente avec l'augmentation de l'activité de l'eau (a_w) de la substance pour les différentes variétés locales étudiées comme le montre la figure 3.

L'allure générale des courbes de sorption des différentes gommes locales est la même que celle donnée dans la littérature par Labuza (1984).

Pour une forte activité d'eau, les deux variétés sandali et khéshabi possèdent une teneur en eau beaucoup plus élevée que celle des variétés restantes. Ceci est dû au fait que leurs molécules sont beaucoup plus hygroscopiques ayant une capacité d'imbiber d'eau beaucoup plus que les autres variétés (Sanchez *et al.*, 1995). Ce phénomène serait aussi dû à un début de solubilisation des molécules de GGC de ces deux variétés (sandali et khéshabi).

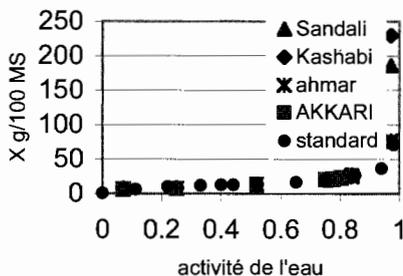


Figure 3. Isotherme de sorption des différentes GGC à 28°C.

CONCLUSION

Cette étude a montré que les gommes des graines de caroubes extraites des variétés locales suivantes : khéshabi, sandali, ahmar et akkari présentent une variation du point de vue pureté, pouvoir hygroscopique et comportement rhéologique des différentes gommes.

Concernant la pureté de la gomme, les teneurs en cendres et en protéines des GGC provenant des différentes variétés étudiées montrent que la gomme de la variété akkari est la plus pure et la plus proche par sa pureté de celle du standard. La faible différence qui réside entre les valeurs obtenues et celles de la littérature est causée par le non décorticage des graines.

Concernant le pouvoir hygroscopique des GGC, l'isotherme de sorption montre l'allure sigmoïde pour les différentes variétés sauf dans le cas de fortes activités d'eau. Il apparaît que la gomme de la variété khéshabi possède le pouvoir hygroscopique le plus élevé.

De même, cette gomme présente la plus grande viscosité intrinsèque (12,67 dL/g) à cause du poids moléculaire élevé de ses molécules ($38,057 \cdot 10^2$ daltons).

La viscosité apparente des solutions augmente avec la concentration et diminue avec la température, ceci a été démontré par les courbes d'écoulement déjà établies. Pour une même concentration et une même température et en changeant la

variété de caroube, la viscosité apparente de la GGC de khéshabi est la plus élevée et la plus proche de celle du standard commercialisé, suivie respectivement par celle des variétés ahmar, akkari et sandali.

Vu ses propriétés rhéologiques et hygroscopiques intéressantes, la gomme de graine de caroube de la variété khéshabi semble être la meilleure pour son usage en industrie alimentaire pour l'amélioration de la texture des aliments, la stabilisation des émulsions, etc....

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

AOAC, 1990. l'AOAC 954.02, (1990), 976.05, (1990) et 930.05, (1990).

Avallone, R., Plessi, M., Baradli, M. and Monzani, A., 1997. Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*) : Protein, Fat, Carbohydrates and Tannins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10 : 166-172.

Battle, I. and Tous, J., 1997. Carob tree *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. _ 17 (IPGRI) Gatersleben. International Genetic Resources Institute, Rome, Ital., 91p.

Garcia-Ochoa, F. and Casas, J.A., 1992. Viscosity of Locust Bean (*Ceratonia siliqua*) Gum Solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59 : 97-100.

Garcia-Ochoa, F. and Casas J.A., 1999. Viscosity of solutions of xanthan and locust bean gum mixtures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 : 25-31.

Labuza, T.P., 1984. Moisture sorption : Practical aspects of isotherm measurement and use. American association of syrial chemistry, Minisota, USA, 150p.

Launay, B., 1991. Techniques rhéologiques. In : Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Ed. (Multon, J.L.). Lavoisier Tec et doc., 2 : 183-215.

Lazaridou, A., Biliaderis, C.G. and izydorczyk, M.S., 2000. Structural characteristics and rheological properties of locust bean galactomannans : a comparison of samples from different carob tree populations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 : 68-75.

Sánchez, V.E., Bartholomai, G.B. and Pilosof A.M.R., 1995. Rheological properties of food gums as related to their water binding capacity and to soy protein interaction. *Food Technology*, 28 : 380-385.