

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

不同剪速率對黃豆蛋白質分子量與構形之影響及其應用

Effect of shear rate on the molecular weight and conformational changes
of soy proteins and its applications

計畫編號: NSC 88-2313-B-041-006

執行期間: 87年8月1日至88年7月31日

主持人: 柯易昌 嘉南藥理學院食品衛生系



行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

不同剪速率對黃豆蛋白質分子量與構形之影響及其應用

Effect of shear rate on the molecular weight and conformational changes of soy proteins and its applications

計畫編號: NSC 88-2313-B-041-006

執行期間: 87年8月1日至88年7月31日

主持人: 柯易昌 嘉南藥理學院食品衛生系

一、中文摘要

本研究之目的在探討不同剪速率 ($1.57-4.71 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$) 在 25°C 對黃豆分離蛋白黏度、分子量與乳化性之影響。剪作用時間在 5 分鐘內時，黏度隨剪速率與剪作用時間之增加而下降；但當剪作用時間增加且在高剪速率 ($4.71 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$) 時，黏度反而隨剪作用時間之增加而增加。黃豆分離蛋白溶液之流變性質亦隨剪速率之改變而改變，由低剪速率之 thixotropy 變為高剪速率之 time independency。疏水性隨剪速率之增加而增加；低剪速率時，疏水性不受剪作用時間之影響，但當在高剪速率時，疏水性會隨剪作用時間之增加而增加。黃豆分離蛋白之乳化容量與乳化安定性均隨剪速率之增加而增加，亦隨剪作用時間之增加而增加。電泳分析之結果發現其分子量會隨剪速率之增加而變大，有更多之大分子無法進入 stacking gel。上述結果說明了黃豆分離蛋白之構形會因受高剪速率之作用而暴露出疏水性基，疏水性基間之相互作用而導致其分子量與黏度之增加。另發現高剪力作用可增加備製黃豆分離蛋白時之萃取率。亦發現其可應用於素食火腿結著所需之結著劑之開發。此研究再次證明高剪速率作用是一良好改變蛋白質之功能性質之加工變數。

關鍵詞: 高剪力、黃豆分離蛋白、流變性質

Abstract

The objectives of this project are to investigate the effect of shear rate on the apparent viscosity, molecular weight and emulsion properties of soy protein isolate (SPI) and its applications. The viscosity decreases with increasing shear rates and shear time within 5 min shearing. But the viscosity increases with increasing shear time as shearing time above 5 min, especially under the high shearing rate ($4.71 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$). The rheological properties of SPI solutions changes with shear rates. Thixotropy behavior at low shear rate changes to time independency at high shear rate. The hydrophobic interaction increases with increasing shear rate. The hydrophobic interactions do not affect by shear time at low shear rate; but it increases with increasing shear time as subject to high shear rate. The emulsion capacity and stability of SPI increases with increasing shear rates and shear time. The molecular weight of soy proteins increases with increasing shear rate. The high molecular weight above 72×10^4 induced by shear can not penetrate into the stacking gel. The results indicate the increase in molecular weight and viscosity was due to the conformational changes and hydrophobic interactions of SPI induced by shearing. On the other hand, the application of high shear rate in purifying SPI from defatted soy flour finds it increases the purifying rate of SPI. It also can apply in the vegetable texture protein as binder. As a result, the high shearing action is a great process using in the changing the functional properties of soy protein.

Key words: high shearing, soy protein isolate, rheological properties

二、緣由與目的

本研究計劃主要背景為延續"以高剪力對黃豆分離蛋白之功能性質之影響及其應用"之一系列研究之進一步之探討。因已證實剪力 (shearing) 為一重要改變蛋白質結構及功能性質之因素且已將這些報告之部份內容發表於 *lwt Journal*，其剩餘之

報告因尚缺少黃豆蛋白質分子量受剪力作用之影響之結果而缺乏完整性，因此一直無法發表，此亦本研究欲探討之重點。

綜觀過去在低脂肉類製品之研究，主要採取混入政策，即以一定比例之其它物質取代組成份中之脂肪 (Sofos et al., 1977; McMinder, 1991)。這些物質在結構間質中主要扮演結著劑之角色，其必須同時與脂肪、水、蛋白質有交互作用，如此方能保有原有產品之特色。而這些物質主要有 carrageenan；黃豆蛋白質；Oat bran & fiber；修飾澱粉；Maltodextrin。其中尤其是以黃豆蛋白質或是乳清蛋白作為脂肪之取代物時，尚有營養與價格上之優點。然直接以未經處理之球狀黃豆蛋白質參與組成份中之交互作用，其效果與機制如何不清楚。

常用之黃豆蛋白質源不管是黃豆粉、黃豆濃縮蛋白或黃豆分離蛋白，其成份主要是由構形為球狀之11S球蛋白與7S球蛋白構成。且其構形容易受到外在環境因子如pH、離子強度、溫度等之影響。尤其是當溫度高於其變性溫度時，其構形極易由以雜亂螺旋圈為主的球形構造轉變成以 α -螺旋為主之展開形構造 (Chen et al., 1990; Ker et al., 1993)，且可獲得膠強度較強之產品結構。說明了讓構造為球狀之黃豆蛋白質展開是其在應用時相當重要之條件。然而在以前以黃豆蛋白質做為脂肪取代物之開發低脂肪肉類製品之研究中，乃直接加入構造為球狀之黃豆蛋白質，未曾探討其它構形之改變對其產物質感之影響，也因此在這方面之應用也一直有限。而在另一方面，對於傳統性之食物像豆腐和豆皮其亦是以黃豆蛋白質為主原料，其加工過程中亦有經過熱處理，但在構形上之改變對其產品質感之影響甚少被探討。

因此本計劃共分成二個重點 (1) 探討不同剪速率對其分子量與黏度之影響 (2) 高剪力在萃取黃豆分離蛋白上之應用。

四、結果與討論

圖一為不同剪速率與作用時間對其黏度之影響，結果發現剪作用時間在5分鐘內時，黏度隨剪速率與剪作用時間之增加而下降；但當剪作用時間增加且在高剪速率($4.71 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$)時，黏度反而隨剪作用時間之增加而增加。圖二至圖四分別為受不同剪速率作用後之黃豆分離蛋白溶液之流變性質，結果發現黃豆分離蛋白溶液之流變性質亦隨剪速率之改變而改變，由低剪速率之 thixotropy 變為高剪速率之 time independency。圖五為不同剪速率與作用時間對其疏水性之影響，結果發現疏水性隨剪速率之增加而增加；低剪速率時，疏水性不受剪作用時間之影響，但當在高剪速率時，疏水性會隨剪作用時間之增加而增加。圖六與圖七分別為不同剪速率與作用時間對其乳化容量與乳化安定性之影響，結果發現黃豆分離蛋白之乳化容量與乳化安定性均隨剪速率之增加而增加，亦隨剪作用時間之增加而增加。圖八為受不同剪速率與作用時間後黃豆分離蛋白之分子量分佈，電泳分析之結果發現其分子量會隨剪速率之增加而變大，有更多之大分子無法進入 stacking gel。上述結果說明了黃豆分離蛋白之構形會因受高剪速率之作用而暴露出疏水性基，疏水性基間之相互作用而導致其分子量與黏度之增加。

以高剪力應用於備製黃豆分離蛋白時，表一顯示受剪力作用之黃豆粉溶液其總體積較少但濃度較高，但最後之理論值或經由噴霧乾燥所得之實際值均較未受剪力之樣本高，顯示高剪力有助於黃豆分離蛋白之萃取。圖九為不同黃豆分離蛋白濃度與其使用濃度屈折計所得之值之相關圖，二者呈正相關。圖十為不同剪速率與萃取次數對黃豆分離蛋白之萃取濃度之影響，結果發現剪速率愈高其萃取濃度愈

高。圖十一為不同剪速率對以噴霧乾燥所得之黃豆分離蛋白之實際值之影響，結果發現剪速率愈高其萃取濃度亦愈高。利用上述之高剪力效能將所得之黃豆分離蛋白進行功能性質之分析，圖十二顯示以此方法所得之黃豆分離蛋白其乳化安定性與溶解度均較市售之 Supro620 為佳，顯示了高剪力具有重要之增強黃豆蛋白之功能。

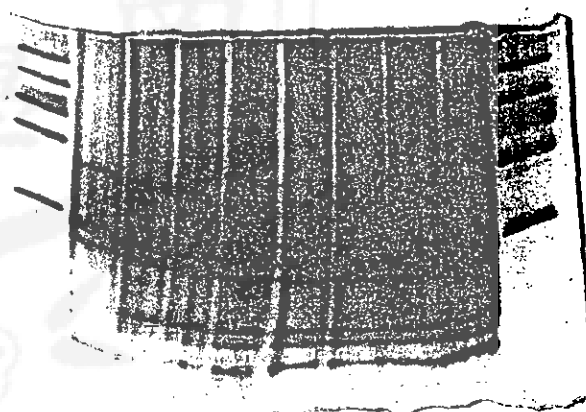
五、計畫成果自評

計畫之執行均與原來之計畫書所預期之進度相符。而更重要的是經高剪力處理之黃豆分離蛋白與一些澱粉可作為蛋白質之結著劑，其將可解決目前素食火腿之全素結著問題。

六、參考文獻

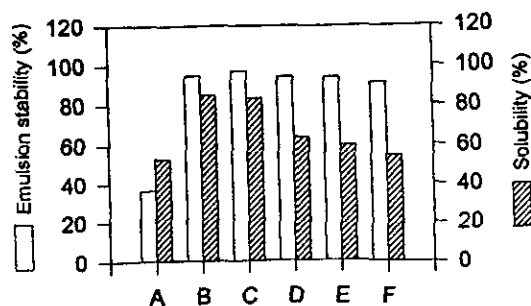
- 1 Kinsella, J.E. 1979. Functional properties of soy proteins. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 56, 242-258 (1979)
- 2 Ker, Y.C. and Toledo, R.T. Influence of shear treatments on consistency and gelling properties of whey protein isolate suspensions. *Journal of Food Science*, 57, 82-85, 90(1992)
- 3 Kinsella, J.E. Relationships between structure and functional properties of food proteins. In: Fox, P.E. and Condon, J.J. (Eds), *Food Proteins*, Essex: Applied Science Publishers, pp. 51-103 (1981)
- 4 Dickinson, E., Murray, B.S., and Stanley, G. Protein absorption at air-water and oil-water interfaces. In: Dickinson, E. and Stains, G. (Eds), *Advances in Food Emulsions and Foams*. New York: Elsevier Applied Science Publishers, pp. 123-162 (1988)
- 5 Damodara, S. Film properties of modified proteins. In: Kinsella, J.E. and Soucie, W.G. (Eds), *Food Proteins*. IL: The American Oil Chemists' Society, pp. 78-99 (1989).

- 6 Simonsky, R.W. and Stanley, D.W. Texture-structure relationships in textured soy protein. V. Influence of pH and protein acylation on extrusion texturization. *Journal of Food Science and Technology*, 15, 294-301 (1982)
- 7 Meigen, W.H. Solubility behavior of soybean globulins as a function of pH and ionic strength, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 22, 126-129 (1974)
- 8 Hermansson, A.M. Functional properties of proteins for foods-flow properties. *Journal of Texture Studies*, 5, 425-439 (1975)
- 9 Hashizume, K., Nakamura, N., and Watanabe, T. Influence of ionic strength on conformation changes of soybean proteins caused by heating, and relationship of its conformation changes to gel formation. *Agricultural and Biological Chemistry*, 39, 1339-1347 (1975)



	volume(L)	brix(%)	total weight(g)	extract ratio(%)
unshearing	10	3.5	350	35
shearing ¹	9	4.5	405	40.5

1: SPI suspension was sheared at $4.5 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$ for 10 min.



A:supro 620 B:0.5%succinic acid C:0.5% STMP
D:1% STMP E:2% STMP F:3% STMP

