

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

高蛋白質豆腐之開發及其膠體行為之研究

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

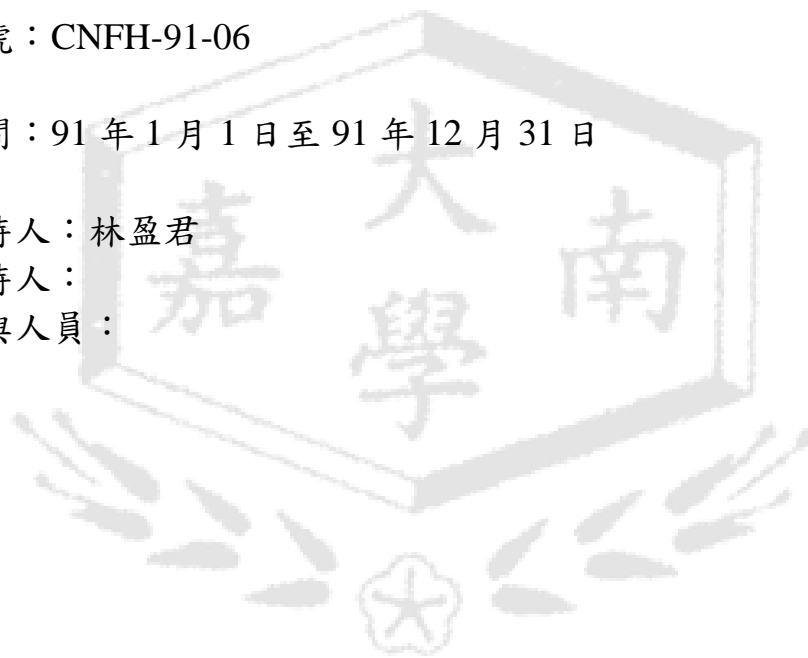
計畫編號：CNFH-91-06

執行期間：91年1月1日至91年12月31日

計畫主持人：林盈君

共同主持人：

計畫參與人員：



執行單位：嘉南藥理科技大學食品衛生系

中華民國 92 年 2 月 25 日

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

高蛋白質豆腐之開發及其膠體行爲之研究

Developing high protein content tofu and investigating the gelation property

計畫編號：CNFH-91-06

執行期限：91年1月1日至91年12月31日

主持人：林盈君 嘉南藥理科技大學食品衛生系

一、中文摘要

本研究成功的利用黃豆分離蛋白 (SPI) 來製造高蛋白質之豆腐，並探討黃豆分離蛋白、油和水分含量對高蛋白質豆腐質感和顏色之影響。高蛋白質豆腐膠強度會隨著水份的增加而減少，隨著油含量的增加而減少，而白度則隨著油含量的增加而增加，其中以 SPI：水：油=1:4.5:2 時，其膠強度值為 725g，L 值為 81.90，此時產品的性質最接近市售盒裝之中華豆腐（膠強度值為 700g，L 值為 81.29）。當以澱粉(0-40%)取代黃豆分離蛋白時，其膠強度值從 750g 降至 85g。當探討 PH 值和離子強度對膠強度之影響時，發現離子強度愈高，其膠強度愈差，但加工流動性好；而 PH 值在 6-8 時，其膠強度最好。比較不同種類之黃豆分離蛋白，發現 Pro-Fam 974 比 Supro620 有更好的成膠特性，由近紅外線反射光譜偵測結果，發現其光譜結構有明顯差異。

關鍵字: 黃豆分離蛋白，膠強度，豆腐
Abstract

The objectives of this research are to develop the high protein content tofu by using the soybean protein isolate (SPI) as the starting material and to investigate the effect of SPI type, oil and water content on the quality of SPI-tofu. The gel strength of SPI-tofu decreased as the water content increased. It also decreased with increasing the oil content. The whiteness (L values) increased as the oil content increased. The SPI-tofu has the similar properties (gel strength=725g, L=81.90) as the commercial one with gel strength=700g and L=81.29 when the ratio of SPI:water:oil is equal to 1:4.5:2. The gel strength decreased from

750g to 85g as the starch content increased from 0 to 40%. The gel strength also decreased as the ionic concentration increased. The SPI-tofu made by Pro-Fam 974 has better gel strength than the one made by Supro 620. The spectra of Near Infra Reflectance of these two SPIs indicate that there exists the obviously difference between these spectra.

Keywords : soybean protein isolate , gel strength , tofu

二、緣由與目的

豆腐是早在西元前 160 年西漢時代淮南王劉安所發明的，並於 1183 年傳入日本，然後傳至亞洲各國，流傳至今是一非常普遍而重要的食物，極富營養價值，廣受大眾喜愛(續，1990)。在傳統上豆腐的製造過程如下：大豆經篩選水洗除去雜物，接下來浸泡在水中一段時間(大約 6-10 小時，視品種、季節、溫度而定)，浸水不足則後續的磨碎成效欠佳，但過長則有腐敗之虞。浸泡完成後，濾去浸泡液，以磨碎機加水磨成豆漿渣，加熱之前，可以加入消泡劑，以防止泡沫發生而溢出，經煮沸 5 分鐘破壞 trypsin inhibitor 的活性，增加營養價值，改善風味，增加最終產品的保存期限。接下來過濾去除不溶部分(稱為豆渣)，所得的產品即為豆漿：正是製造豆腐的主要物質，再將凝固劑加入豆漿中混合而凝結成豆腐。

在上述傳統大豆豆腐的製作過程中存在著下述缺點：(1)豆漿品質的變異性，(2)需要較長的浸泡時間，(3)需要較多的勞力與磨碎及過濾設備，(4)需要大的空間，(5)需要工作者之高度技巧，(6)豆渣處理之問題。如果能利用品質穩定之黃豆分離蛋白

粉未來製造豆腐將可解決上述的缺點，雖然文獻上亦有使用豆漿粉來製造豆腐(續，1990)，但由於豆漿粉有時溶解不完全，有時所含的油分酸敗，以致影響豆腐製品之品質。而黃豆分離蛋白含油分甚低且易溶於水，利用其來製作豆腐將深具可行性，而從預做的實驗亦證明可以利用黃豆分離蛋白來生產豆腐。因此，本研究的目的乃在開發具備高蛋白質之黃豆分離蛋白豆腐及探討影響其品質的因素，進而獲得最適化的黃豆分離蛋白豆腐配方與加工條件，更具體之目的說明如下：

- (一) 探討食用油、醣類的添加與水份含量對高蛋白質豆腐品質的影響。
- (二) 探討 pH 值和離子強度對膠強度之影響。
- (三) 探討不同種類之黃豆分離蛋白對高蛋白質豆腐品質的影響。
- (四) 最適化的黃豆分離蛋白豆腐配方與加工條件之建立。

最後，本研究之成功將可有效縮短豆腐的製程，控制和維持豆腐之高品質，減少傳統豆腐製造時大豆渣所造成的環保問題，亦可增進國人之健康。

三、結果與討論

- (一) 試驗材料：本研究所用材料如下：黃豆分離蛋白有 PTI 公司的 Supro620 和 ADM 公司的 Pro-Fam 974，大成公司的大豆沙拉油，日正食品公司的樹薯粉，NaCl 和 NaOH 來自 MERCK 公司，HCl 購于日本 AJAX CHEMICALS 公司。
- (二) 方法：高蛋白質豆腐之製造：將 100g 的黃豆分離蛋白與水(400、450、500 和 600mL)於乳化均質機內攪拌 1 分鐘，再將油(0、50、100、200 和 300g)慢慢倒入乳化均質機 (ROBOT COUPE，法國)內攪拌混合均勻 4 分鐘，將攪打出的混合物盛裝在 10x10x5cm 的不銹鋼盒內，並將盒子加蓋放入蒸籠中蒸 30 分鐘後，將盒子取出利用冷水冷卻後，保存於 4°C 冰箱中以備第二天進行質感與色澤之測定。爲了探討樹薯粉之影響，將水份 450mL

調至所需之 pH 值(2 和 6)再加入不同比例的黃豆分離蛋白/樹薯粉(100/0、90/10、80/20、70/30 和 60/40)於乳化均質機內攪拌 1 分鐘，再將 200g 油慢慢倒入乳化均質機內攪拌混合均勻 4 分鐘，將攪打出的混合物盛裝在 10x10x5cm 的不銹鋼盒內，並將盒子加蓋放入蒸籠中蒸 30 分鐘後，將盒子取出利用冷水冷卻後，保存於 4°C 冰箱中以備第二天進行膠強度之測定。爲了探討離子濃度之影響，將水份 450mL 調至所需之 pH 值(2~10)並將其離子濃度調爲(0、0.05、0.1、0.3 和 0.5MNaCl)再加入 100g 黃豆分離蛋白於乳化均質機內攪拌 1 分鐘，再將 200g 油慢慢倒入乳化均質機內攪拌混合均勻 4 分鐘，將攪打出的混合物盛裝在 10x10x5cm 的不銹鋼盒內，並將盒子加蓋放入蒸籠中蒸 30 分鐘後，將盒子取出利用冷水冷卻後，保存於 4°C 冰箱中以備第二天進行膠強度之測定。豆腐品質的分析將包括顏色與質地，其中色澤的測定將利用色差儀 (Tri-stimulus Colorimeter, Model JC801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)，其步驟將如 Bhattacharya 和 Hanna(1989)與 Zaritzky et al.(1982)所示，針對不同黃豆分離蛋白豆腐配方所得到的豆腐產品，其顏色參數 L 值將被測定並計錄其平均值。而豆腐質感之測定將利用物性測定儀 (Fudo Rheometer, Model NRM-2010J-CW, Japan)，其探頭移動的速度爲 5cm/min，記錄紙移動的速度爲 5mm/sec，利用 Kulwich et al. (1963)之方法進行穿破試驗，其所得之應力-應變關係圖分別被記錄下來，進而求得圖上之最大值當作其凝膠強度 (gel strength)，所得結果將與商業化之豆腐產品比較。

- (三) 結果與討論：油和水份含量對高蛋白質豆腐膠強度之影響如表一所示，我們發現油與水份含量的增加會導至高蛋白質豆腐膠強度之下降，其可能原因是水加的愈多蛋白質在溶液中的比例就

跟著下降，而蛋白質溶液的成膠需要 14% 以上的蛋白質濃度 (張, 1996)，所以水份的增加使豆腐膠強度下降，而油的添加可與蛋白質形成乳化系統，但因蛋白質本身對於油/水的乳化系統並不十分安定，這可能是因為蛋白質含有大量的親水基，使蛋白質大量存在於水的這一邊，而使膠強度變小，但整體來看水份增加比油含量增加對膠強度的影響較顯著。表二顯示出油含量的增加可使高蛋白質豆腐的白度(L 值)增加，其原因為隨著油含量之增加可與蛋白質形成一均勻混合液，且造成可見光的反射而使白度增加但當達到乳化容量後白度的增加趨於平緩，綜合膠強度與色澤之資料，發現當黃豆分離蛋白 100g 水份 450g 食用大豆油 200g 時其膠強度為 725g 白度為 81.9 最接近商業化盒裝中華豆腐產品之膠強度為 700g 白度為 81.29。當以樹薯粉取代部份黃豆分離蛋白時，其膠強度值變化如表三所示。隨著樹薯粉含量的增加高蛋白質豆腐膠強度跟著下降，其原因為樹薯澱粉成膠時，需溶解在水中形成立體網狀結構，而黃豆分離蛋白成膠時，也同時需溶解在水中形成立體網狀結構，兩者都必須與水作用，互相競爭下無法形成網狀結構使其膠強度下降，在不同 pH 值作用下，當 pH 值等於 2 時的膠強度比 pH 值等於 6 時為小，其原因在於樹薯粉在強酸的作用條件下易造成糖苷鍵斷裂而使得膠強度下降(張, 1996)。離子濃度對膠強度之影響呈現在表四和表五。發現不論那種黃豆分離蛋白，高蛋白質豆腐膠強度隨著離子濃度的增加而下降，由文獻指出中性鹽離子 (NaCl) 能提高蛋白質的溶解度，因為中性鹽離子與蛋白質的電荷作用，而減少蛋白質分子間的靜電吸引力，進而促進水合作用，但若中性鹽濃度提高達一定程度，多餘的鹽離子會與蛋白質親合減低水合作用，造成蛋白質的離水現象，導致蛋白質的沉澱使其膠強度下降(張, 1992)。表六顯示不同種類的黃豆

分離蛋白對高蛋白質豆腐膠強度在不同 pH 條件下之影響，其結果顯示 Pro-Fam 974 比 Supro 620 有更好的成膠性質，其原因可能為不同種類之黃豆分離蛋白其生產過程和加工條件不一樣而造成品質特性的差異，在不同 pH 條件下其膠強度呈現不規則變化，可能原因是所產生的 H^+ 濃度會與蛋白質形成不同靜電力作用，在 pH=2 和 pH=10 時蛋白質可能全都帶正電或全都帶負電，而造成不同的膠強度，所以隨著改變不同 pH 值而改變 H^+ 與蛋白質間形成之靜電力，造成蛋白質膠強度的變化其結果與 Snyder 和 Kwon(1987)之發現相同。由圖一近紅外線反射光譜可以看出不同種類的黃豆分離蛋白(Pro-Fam 974 和 Supro 620)其結構鍵結上有明顯的差異，而這些差異可能便是造成蛋白質成膠特性的不一樣，更詳細的原因值得進一步探討。

四、計畫成果自評

本研究大致已完成並可以說是成功，所建立的高蛋白值豆腐配方與加工條件及影響其品質之因素，可以提供給業界作為開發新豆腐產品之用。

五、參考文獻

- 續光清, 1990。"食品工業", 徐氏基金會出版, 台北。
- 張為憲等, 1996。"食品化學", 華香園出版社, 台北
- 張為憲, 1992。"高等食品化學", 華香園出版社, 台北
- Bhattacharya, M. and Hanna, M.A. 1989. Kinetics of drip loss, cooking loss and color degradation in frozen ground beef during storage. *Journal of Food Engineering*. 9:83.
- Kulwich, R., Decker, R.W., and Alsmeyer, R.H. 1963. Use of a slice-tenderness evaluation device with pork. *Food Technology*, 17, 83-85.
- Snyder, H.E. and Kwon, T.W. 1987. "Soybean Utilization." Van Nostrand

Reinhold Company Inc., New York, NY.
Zaritzky, N.E., Anon, M.C. and Calvelo, A.
1982. Rate of freezing effect on the color of
frozen beef liver. Meat Science. 7:299.

表一油和水對高蛋白質豆腐膠強度之影響

	400mL	450	500	600
0g(oil)	1450	1000	475	135
50	1400	850	335	120
100	1200	800	315	105
200	1050	725	310	95
300	1000	650	305	90

表二油和水對高蛋白質豆腐色澤之影響

	400mL	450	500	600
0g(oil)	65.8	67.4	67.6	69.1
50	78.5	77.3	78.6	75.6
100	79.4	79.4	80	78.5
200	81.6	81.9	82.4	81.5
300	81.9	82.1	83.4	81.7

表三澱粉的添加對豆腐膠強度之影響

	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40
PH=2	310	180	100	70	50
PH=6	750	640	285	100	85

表四離子濃度和 pH 值對高蛋白質豆腐
(Supro 620)膠強度之影響

PH 值	0	0.05	0.1	0.3	0.5
2	160	145	140	130	125
3	500	220	210	200	190
4	590	270	230	200	190
5	410	260	220	200	190
6	680	270	230	210	200
7	750	370	300	270	250
8	680	280	240	210	205
9	700	330	310	280	270

表五離子濃度和 pH 值對高蛋白質豆腐
(Pro-Fam 974)膠強度之影響

PH 值	0	0.05	0.1	0.3	0.5
2	310	260	230	210	200
3	650	400	360	240	220
4	720	450	370	280	250
5	580	450	350	230	220
6	750	560	450	320	240
7	820	690	330	280	250
8	780	590	460	320	250
9	870	680	510	320	270

表六 SPI 種類和 pH 值對高蛋白質豆腐膠
強度之影響

PH 值	Supro 620	Pro-Fam 974
2	160	310
3	500	650
4	590	720
5	410	580
6	680	750
7	750	820
8	680	780
9	700	870
10	680	720