

# 美國黃豆協會委託研究期末報告

## 豆腐抹醬製造技術之研發

蕭東昇 黃三龍 蔡佳原 陳文亮

食品工業發展研究所

### 摘 要

爲了促進台灣豆腐工業的發展與美國黃豆的進口量，本研究使用美國高優質黃豆爲原料，開發豆腐抹醬製造技術。本技術之產品似抹醬類產品，且帶有類似乾酪的風味。以此原味豆腐抹醬爲基質，數種調味豆腐抹醬產品，也已被調製出來。本研究乃利用 Plackett-Burman 實驗設計方法，探討加工條件對其產品品質之影響。探討之加工條件包括，黃豆與水之比例（豆漿製造）、黃豆浸泡及磨豆之處理方式、植物性油脂（沙拉油、橄欖油與葵花油）含量、凝固劑種類、凝固劑濃度、凝固溫度與食鹽（氯化鈉）含量；豆腐抹醬產品品質之分析則包括，黏度、官能品評以及色澤(Hunter's color values)特性等項目。實驗結果顯示，影響豆腐抹醬產品品質之主要因素爲，黃豆與水之比例、凝固劑濃度與凝固溫度。使用脫氧水(deoxygenated water)浸泡黃豆，以 1:5 之豆水比例製造豆漿，並於 85°C 時，以濃度 0.02 M 之硫酸鈣凝固豆腐，最後再添加 5% 沙拉油及 1% 食鹽，能調製出本實驗中最高品質的原味豆腐抹醬產品。此外，將此最佳品質之原味豆腐抹醬樣品，再添加蘋果醋、香料、糖、煉乳或三仙膠(xanthan gum)等原料，則調配出 8 種不同風味之產品。本豆腐抹醬製造技術可轉移給有興趣的業界應用。

## 前 言

近十年來，美國黃豆在台灣之年進口量均超過 2 百萬噸，台灣消費者對於乳酪製品，也漸感興趣。因此，爲了提高美國黃豆的進口量，可發展新的黃豆產品，例如黃豆起司與豆腐抹醬，提供給台灣的業界使用。黃豆含有高優質的蛋白質及油脂，在許多的研究中<sup>1-4</sup>也顯示，黃豆及其所含之植物性化學成分(phytochemicals)對人體有益，植物性油脂(沙拉油、橄欖油及葵花油)中的一些物質亦可增進人體健康<sup>5-13</sup>。本實驗之主旨乃利用新鮮豆腐與健康植物性油脂，開發豆腐抹醬之製作技術。

本研究將採用Plackett-Burman實驗設計法，從 10 個加工變數中篩選出較重要的豆腐抹醬製造條件。Plackett-Burman實驗設計已被證實爲可同時篩選多量變數，並大量降低實驗次數的有效工具<sup>14</sup>。本研究中將探討的加工變因包含括，黃豆與水之比例(豆漿製造)、黃豆浸泡及磨豆之處理、植物性油脂(黃豆油、橄欖油與葵花油)含量、凝固劑種類和濃度、凝固溫度與食鹽(氯化鈉)含量。豆腐抹醬產品之品質，則分析其流變(rheological)與感官品評以及色澤(Hunter's color values)等特性。利用Plackett-Burman實驗設計法所篩選出的較佳之加工條件，將用來調製其它風味的豆腐抹醬產品。

## 材料與方法

### 實驗材料

採用NeCo Seeds IP Handing System之美國高優質黃豆(非基因改造)，由豆腐業者(豆之味，湖口)提供。豆腐製作中之凝固劑爲食品級硫酸鈣( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )與葡萄糖酸內酯，購自振芳股份有限公司(台北，台灣)。豆腐抹醬製作中之添加物爲食鹽(高級精鹽，臺鹽

實業股份有限公司)、沙拉油(統一企業公司, 台南, 台灣)、橄欖油(義大利製造, 佳格食品股份有限公司進口, 台灣)、葵花油(統一企業公司, 台南, 台灣)及己二烯酸(田邊製藥股份有限公司, 大阪, 日本)。

## 實驗設計

以Plackett-Burman實驗設計<sup>15</sup>法, 測試 10 個自變數對 7 個應變數的影響。這些自變數包括: 黃豆與水之比例(豆漿製作)、黃豆浸泡及磨豆之處理、植物性油脂(黃豆油、橄欖油與葵花油)含量、凝固劑種類、凝固劑濃度、凝固溫度與食鹽(氯化鈉)含量。應變數包含官能品評分析(組織、風味與總接受性得分)、色澤(Hunter's 色澤之L、a、b值)以及黏度。本實驗設計之變數代碼及其真實值, 分別如表 1 及表 2 所示。

## 豆腐抹醬製備

豆腐抹醬之製作流程如圖 1 所示。黃豆(1.2 公斤)於室溫下浸泡在自來水或脫氧水中(浸泡水用量約為黃豆重量之 3 倍) 15 小時。經過浸泡後之黃豆重量約為乾豆重之 2.7 倍。將浸泡後之黃豆瀝乾, 再以磨豆機(Super Micro Colloid Mill H-500, Chemachine Industrial Company, Taipei, Taiwan)磨碎, 磨豆時加入適量之自來水或脫氧水, 所得之生豆泥(soy slurry)量為 7.2 或 13.2 公斤(依照水與黃豆之比例 5:1 或 10:1)。磨豆後所得之生豆泥通入蒸氣, 加熱至沸騰。煮沸後之豆泥, 再經濾網(mesh, # 100)過濾, 便可得到豆漿。當溫度冷卻至實驗所設定之 72 或 85°C 時, 將豆漿快速灌注至裝有濃度為 0.02 或 0.04 M 凝固劑懸浮液之不銹鋼桶中, 不加以攪拌, 並使其靜置 40 分鐘凝固。將已凝固之豆漿凝固物(soy curds), 平整的裝入濾布覆蓋的模具中, 並在模具頂端放置重物, 施加壓力, 使豆清(tofu whey)排出,

最終便可得到新鮮豆腐。將新鮮豆腐置於塑膠盒中，並存放在 4°C 下，以便後續抹醬製備用。豆腐抹醬之製備，乃將表 2 條件製備之新鮮豆腐加入所需量之沙拉油、橄欖油、葵花油與食鹽，再經攪拌機(Philips HR7633, Taipei, Taiwan)攪打 2 分鐘使之成抹醬狀，豆腐抹醬中需添加 0.2% 己二烯酸為防腐劑。將製備好之豆腐抹醬製品裝於塑膠保鮮罐中並置於 4°C 下冷藏，以便後續之官能品評及物性分析。

## 官能品評

豆腐抹醬之官能品評分析是由 30 位無經驗的品評者所評分。於品評前，將 12 個樣品分別裝入事先已隨機編碼之品評杯中。品評的評分方式採 9 分制(1 = 非常不喜歡，5 = 不喜歡也不討厭，9 = 非常喜歡)，品評員將針對樣品之組織、風味及總接受性進行評分。

## 色澤分析

豆腐抹醬產品之色澤分析乃採用色澤分析儀(Mode TC-1800MKII Denshoku Co., LTD., Tokyo, Japan)，量測樣品之 Hunter's 色澤值(L, a, b)。測定時將豆腐抹醬樣品裝入樣品槽中，並使其表面平整，樣品高度約為 0.8 公分。將裝好之樣品槽置於光源正上方，測定其 L、a、b 值，各樣品測定三重複。

## 黏度分析

豆腐抹醬樣品之黏度分析採用黏度儀(RheoStress RS150, Gebr, HAAKE GmbH, Germany)，進行測定，所採用之探頭為平盤探頭(PP 35)。測定時固定剪切應力(shear stress)於 200 Pa，測定時間由 0 ~ 60 秒，各樣品測定 5 重複。

## 數據分析

實驗數據之分析，乃利用 SAS(statistic analysis system)套裝統計軟體(2001)之 PROC ANOVA，進行其變異性分析(analysis of variance)，並以 Duncan's multiple range tests 檢定其差異性( $p < 0.05$ )。各變數代碼之一元一次回歸方程式則以 PROC REG 求得。

## 結果與討論

### 豆腐抹醬製品之官能特性

豆腐抹醬官能品評之結果如表 3 所示。由表中可看出各樣品間有顯著差異( $p < 0.05$ )，由此結果得知，各品評員能辨別出樣品間組織、風味及總接受性之差異。樣品 11 在組織、風味及總接受性皆為最高分，其得分分別為 5.83、5.10 及 5.60。而樣品 6 之品評結果則為所有樣品得分之最低者，其組織、風味及總接受性得分分別為 4.73、4.30 及 4.23。在風味特性上，樣品 5、6 及 10 的得分是最低的，其得分範圍介於 4.17-4.30，且有顯著性差異( $p < 0.05$ )。在總接受性方面，樣品 11、12 及 2 之得分為最高者，其得分範圍落在 5.0-5.6 之間，且具有顯著性差異( $p < 0.05$ )。由上述結果推斷，不同的製作條件會影響產品的官能品評結果。樣品 11 在此次官能品評上為最佳者，其於抹醬製作過程中，加入 5% 沙拉油，使其組織細緻，口感滑順且不致於太油膩，產品帶有類似乾酪的氣味，外觀則似抹醬類產品；日後便可以其為基質，調製其它口味之豆腐抹醬產品。

由以上之分析可知，製造高官能品評豆腐抹醬之較佳製造條件為：  
1) 使用脫氧水，浸泡黃豆，2) 以一比五之豆水比例，製造豆漿，3) 使用濃度 0.02 M 硫酸鈣(食用石膏)，凝固豆腐，4) 豆腐凝固溫度，72 °C，5) 添加 5 % 沙拉油與 0.5-1 % 食鹽，調製豆腐抹醬。

## 豆腐抹醬製品之流變特性

豆腐抹醬樣品黏度之測定結果，如圖 2 所示；而用於線性回歸的黏度值，則如表 4 所示。樣品 6 乃以水對黃豆比例為 10，製作豆漿，以 0.04 M 硫酸鈣濃度及 85°C 的凝固溫度，凝固豆腐，以及添加 10% 油脂等條件而製得，其黏度為 12 個樣品中之最高者。樣品 10 之製作條件與樣品 6 類似，但使用凝固劑為葡萄糖酸內酯，其黏度只比樣品 6 低。因此，不論是採用硫酸鈣或是葡萄糖酸內酯為凝固劑，當其濃度為 0.04 M，而凝固溫度為 85°C 時，能製得黏度較高的樣品。學者的報告<sup>16-17</sup>提及，7S 與 11S 為黃豆中主要的蛋白質，其熱變性溫度分別介於 70-75 °C 與 90-95 °C 之間。Fukushima<sup>18</sup>指出，每莫耳的 7S 球蛋白含有 2 個雙硫鍵，但不含硫氫基，而 11S 球蛋白則含有 20 個雙硫鍵與 2 個硫氫基。當加熱至 85°C 時，變性的 7S 與 11S 球蛋白之次單元體(subunits)會發生解離與結合反應，在豆漿凝固時，也會使 7S 與 11S 球蛋白產生交互作用<sup>19</sup>。在此推斷，本實驗在凝固豆漿時，黃豆蛋白質於 85°C 之交互作用快過 72°C 者，而使其樣品有較高的黏度。

## 豆腐抹醬製品之色澤特性

豆腐抹醬色澤分析之結果，如表 5 所示。樣品的 L 值（代表亮度）範圍介於 79.6-83.6 之間，且有顯著性差異( $p < 0.05$ )存在。Hunter's a 值為負數時，代表該樣品之色澤含有綠色的特性，其負數值越小，代表越偏向綠色。本實驗測試的所有樣品之 a 值，皆為負數值，其範圍介於 -0.11 與 -1.36 之間。因此，經色澤分析後得知，本實驗之豆腐抹醬樣品為偏向綠色。相反的，若樣品 a 值為正數，而其值越大時，則代表樣品色澤越偏向紅色。

於 b 值方面，正值則代表樣品的黃色程度；反之，負值則代表樣

品的藍色程度。豆腐抹醬樣品經色差儀分析後，發現其 b 值介於 12.1 與 14.1 之間。

使用水對黃豆比例為 10 所製得之豆腐抹醬產品有較高的 L 值（表 4 之樣品 1、2、4、5、6 及 10），經分析後得知，其之 L 值介於 80.8 與 83.6 之間，而其餘樣品則介於 79.6 與 82.4 之間。在 a 值方面，使用水對黃豆比例為 10 而製得之樣品，其值介於-0.6 與-0.11 之間，其餘樣品之值則介在-1.36 與-0.65 之間。水對豆比例為 10 之樣品有較低之 b 值，其值介於 12.1 與 12.8 間，其餘樣品則介於 13.2 與 14.1 間。

抹醬中添加橄欖油似乎會增高樣品之 b 值（如表 4 中之樣品 1、3、4、6、7 及 8）。而樣品製備上，使用較高濃度之凝固劑（如表 4 中之樣品 3、5、6、8、9 及 10），所得樣品之 b 值(12.2-13.6)，則比其他樣品(12.2-14.1)低。

由上述結果可知，豆腐抹醬製作過程中，影響顏色之差異之主要變因為水對黃豆比列、橄欖油之添加及凝固劑之濃度。

### 各項產品特性之多元一次回歸方程式

利用實驗之結果（表 3 至 5）進行數據之統計分析，求得各項產品特性之多元一次回歸方程式，如表 6 所示。經回歸分析後，官能品評項目中之風味( $p < 0.01$ )與總接受性( $p < 0.01$ )、色澤分析中之 a 值( $p < 0.05$ )與 b 值( $p < 0.01$ )以及抹醬之黏度( $p < 0.01$ )皆有顯著性差異，且其相關係數 r 值皆高於 0.89（表 6），此方程式可正確地預測加工上各項變因之相關性。各變數代碼之正或負係數，代表各條件對產品特性之正向或負向影響（表 6）。由表 6 可得知，水與黃豆之比例、凝固劑之濃度、凝固溫度、食鹽之含量及植物性油脂之添加對各結果反應之影響，均達顯著性水準( $p < 0.01$ )。藉此，我們可以推斷這些因素是影響豆腐抹醬於官能品評、顏色及黏度等各項品質之主要變因。水與黃豆之比例、凝固劑之濃度、凝固所須之溫度為各項變因中之主要者；而上述變因，前兩者為所有產品特性之主要影響變因，後者則為

影響產品黏度之主要變因( $p < 0.01$ )。本回歸多項方程式，在面對產品改良及製程問題解決時，可提供有效的參考依據（表 6）。例如，添加葵花油，可增加官能品評中組織之得分與降低其黏度（表 6），由此可知，消費者對於產品之特性為趨於較低黏度者。

## 豆腐抹醬製造技術建立

本實驗已建立豆腐抹醬製造之較佳基本加工條件（表 7），並利用這些條件製造出美味的豆腐抹醬（圖 3）。此外，並以本研究之最佳者為基質，調配出 8 種不同組成之豆腐抹醬產品，其各項配方組成如表 8 所示。

## 結 論

本研究已利用 Plackett-Burman 實驗設計法，從 10 個變因中，篩選出較佳之豆腐抹醬製造條件。影響產品品質之主要加工條件為，水對黃豆之比例、凝固劑濃度與凝固溫度。加工條件影響豆腐抹醬產品品質之線性回歸方程式也已建立，其對產品的改良與開發，可提供有用的參考。高品質與可口的豆腐抹醬產品已被製備出來，本技術可轉移台灣豆腐業界使用。

## 致 謝

作者們由衷地感謝美國黃豆協會在研究經費上之支援，使本研究得以順利完成。

## 參考文獻

1. Nagata, C., Shimizu, H., Takami, R., Hayashi, M., Takeda, N. and Yasuda, K. 2003. Soy product intake is inversely associated with serum homocysteine level in premenopausal Japanese women. *J. Nutrition*. 133(3): 797-800.
2. Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C., Jackson, C.J.C., Connelly, P.W., Parker, T., Faulkner, D., Vidgen, E., Cunnane, S.C., Leiter, L.A. and Josse, R.G. 2002. Effects of high- and low-isoflavone soyfoods on blood lipids, oxidized LDL, homocysteine, and blood pressure in hyperlipidemic men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 76(2): 365-372.
3. Puska, P., Korpelainen, V., Hoie, L.H., Skovlund, E. and Smerud, K.T. 2004. Isolated soya protein with standardized levels of isoflavones, soya fibres and soya phospholipids improves plasma lipids in hypercholesterolaemia: a double-blind, placebo-controlled trial of a yoghurt formulation. *Br. J. Nutr.* 91(3): 393-401.
4. Zhang, X., Shu, X.O., Gao, Y.T., Gong, Y., Li, Q., Li, H., Fan, J. and Wei, Z. 2003. Soy food consumption is associated with lower risk of coronary heart disease in Chinese women. *J. Nutr.* 133(9): 2874-2878.
5. Sato, H., Ito, K., Sakai, K., Morinaga, Y., Tashima, I., Sukegawa, E., Shimasaki, H. and Itakura, H. 2004. Effects of soybean-germ oil on reducing serum cholesterol levels in a double blind controlled trial in healthy humans. *J. Oleo Sci.* 53(1): 9-16.
6. Matvienko, O.A., Lewis, D.S., Swanson, M., Arndt, B., Rainwater, D.L., Stewart, J. and Alekel, D.L. 2002. A single daily dose of soybean phytosterols in ground beef decreases serum total cholesterol and LDL cholesterol in young, mildly hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 76(1): 57-64.
7. Marrugat, J., Covas, M.I., Fito, M., Schroeder, H., Miro-Casas, E., Gimeno, E., Lopez-Sabater, M.C., Torre, R. and Farre, M. 2004. Effects of differing phenolic content in dietary olive oils on lipids and LDL oxidation. A randomized controlled trial. *Eur. J. Nutr.* 43(3): 140-147.
8. Soares, M.J., Cummings, S.J., Mamo, J.C.L., Kenrick, M. and Piers, L.S. 2004. The acute effects of olive oil v. cream on postprandial thermogenesis and substrate oxidation in postmenopausal women. *Br. J. Nutr.* 91(2): 245-252.
9. Togna, G.I., Togna, A.R., Franconi, M., Marra, C. and Guiso, M. 2003. Olive oil isochromans inhibit human platelet reactivity. *J. Nutr.* 133(8): 2532-2536.

10. Sotiroudis , T.G. , Kyrtopoulos , S.A. , Xenakis , A. and Sotiroudis , G.T. 2003. Chemopreventive potential of minor components of olive oil against cancer. *Ita. J. Food Sci.* 15(2): 169-185.
11. Tuck , K.L. and Hayball , P.J. 2002. Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *J. Nutr. Biochem.* 13(11): 636-644.
12. Delplanue , B. 2000. The nutritional value of sunflower oils: linoleic sunflower seeds and seeds with high oleic content. *OCL.* 7(6): 467-472.
13. Roche , H.M. 2001. Olive oil , high-oleic sunflower oil CHD. *Bri. J. Nutr.* 85(1): 3-4.
14. Guha , M. , Ali , S.Z. and Bhattacharya , S. 2003. Screening of variables for extrusion of rice flour employing a Plackett-Burman design. *J. Food Eng.* 57: 135-144.
15. Akhnazarova , S. , and Kafarov , V. 1982. Experimental optimization in chemistry and chemical engineering. Moscow: MIR Publishers.
16. Nagano , T. , Hirotsuka , M. , Mori , H. , Kohyama , K. and Nishinari , K. 1992. Dynamic viscoelastic study on the gelation of 7S globulin from soybeans. *J. Agric Food Chem.* 40: 941-944.
17. Hermansson , A. M. 1978. Physico-chemical aspects of soy proteins structure formation. *J. Texture Stud.* 9: 33-58.
18. Fukushima , D. 1991. Recent progress of soybean protein food: chemistry , technology , and nutrition. 7: 323-351.
19. Liu , Z. S. and Chang , S. K. C. 2004. Effect of soy milk characteristics and cooking conditions on coagulant requirements for making filled tofu. *J. Agric. Food Chem.* 52: 3504-3441.

表一 以 Plackett-Burman 實驗設計法製作豆腐抹醬之各變數代碼

實驗 編號	加工變數*									
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
	WBR	SO	OO	Sun.	CC	CT	Salt	Coa.	GT	ST
	O									
1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
2	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
3	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1
4	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1
5	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
6	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1
7	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1
8	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1
9	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1
10	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1
11	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1
12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

\* WBR: 水對黃豆比例; SO: 沙拉油含量; OO: 橄欖油含量; Sun. O: 葵花油含量; CC: 凝固劑濃度; CT: 凝固溫度; Salt: 豆腐抹醬中食鹽含量; Coa.: 凝固劑型式; GT: 磨豆溫度; ST: 浸豆用水

表二 以 Plackett-Burman 實驗設計法製作豆腐抹醬各變數之反應值

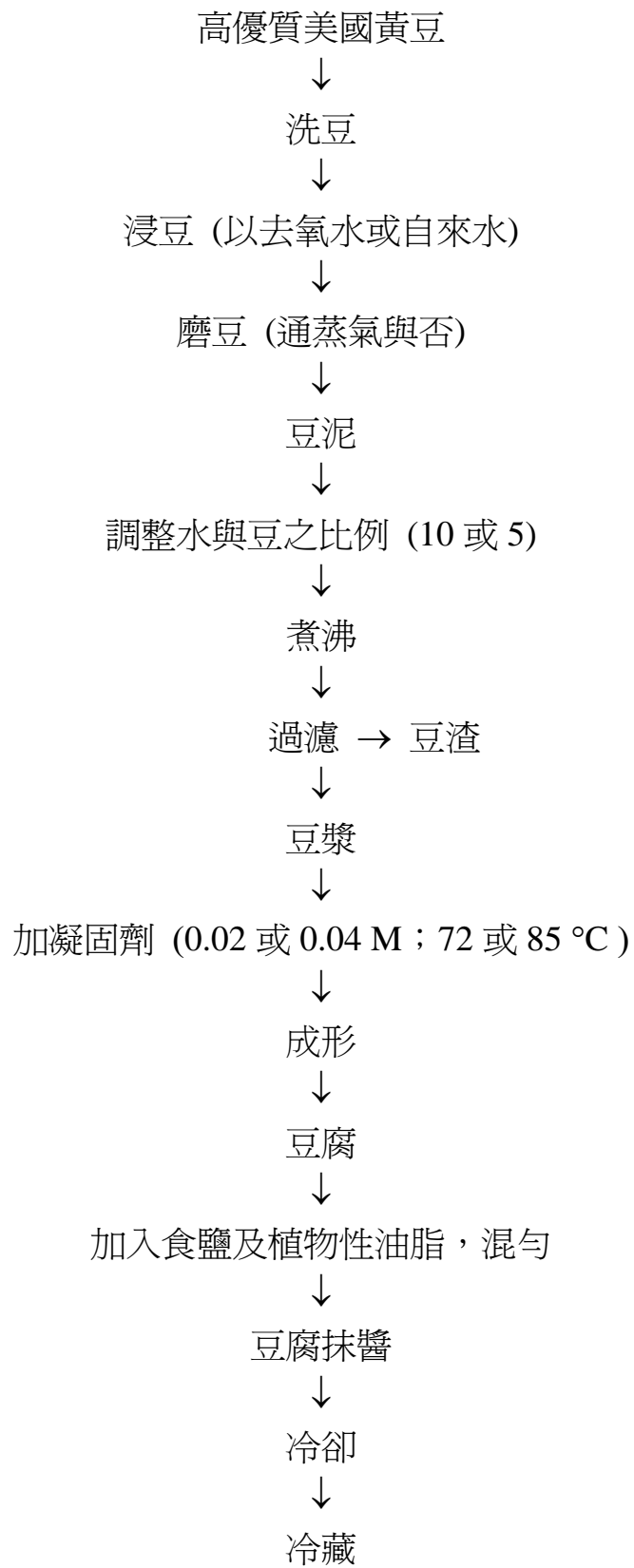
實驗 編號	加工變數*									
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub> **	X <sub>9</sub> ***	X <sub>10</sub> ****
	(%)	(%)	(%)	(M)	(°C)	(%)				
	WBR	SO	OO	Sun.	CC	CT	Salt	Coa.	GT	ST
	O									
1	10	0	5	0	0.02	72	1	A	Yes	No
2	10	5	0	5	0.02	72	0.5	A	Yes	Yes
3	5	5	5	0	0.04	72	0.5	B	Yes	Yes
4	10	0	5	5	0.02	85	0.5	B	No	Yes
5	10	5	0	5	0.04	72	1	B	No	No
6	10	5	5	0	0.04	85	0.5	A	No	No
7	5	5	5	5	0.02	85	1	B	Yes	No
8	5	0	5	5	0.04	72	1	A	No	Yes
9	5	0	0	5	0.04	85	0.5	A	Yes	No
10	10	0	0	0	0.04	85	1	B	Yes	Yes
11	5	5	0	0	0.02	85	1	A	No	Yes
12	5	0	0	0	0.02	72	0.5	B	No	No

\* 與表一相同

\*\* A 代表硫酸鈣；B 代表葡萄糖酸內酯

\*\*\* Yes 代表磨豆時需通蒸氣；No 代表磨豆時不通蒸氣

\*\*\*\* Yes 代表以脫氧水浸泡黃豆；No 代表以自來水浸泡黃豆

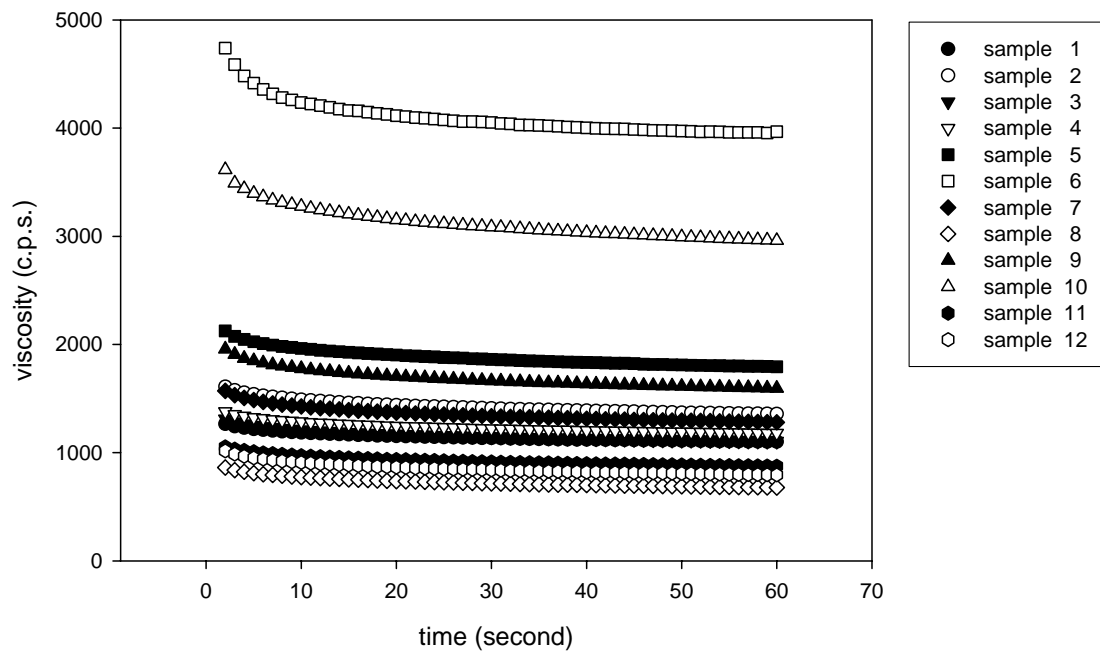


圖一 豆腐抹醬製造流程圖

表三 豆腐抹醬官能品評分析結果\*

樣品編號	組織	風味	總接受性
1	5.57 <sup>ab</sup>	5.30 <sup>a</sup>	4.87 <sup>ab</sup>
2	5.77 <sup>a</sup>	5.13 <sup>ab</sup>	5.03 <sup>ab</sup>
3	5.17 <sup>ab</sup>	4.83 <sup>abc</sup>	4.77 <sup>ab</sup>
4	5.57 <sup>ab</sup>	4.63 <sup>abc</sup>	4.60 <sup>b</sup>
5	5.30 <sup>ab</sup>	4.17 <sup>c</sup>	4.33 <sup>b</sup>
6	4.73 <sup>b</sup>	4.30 <sup>bc</sup>	4.23 <sup>b</sup>
7	5.43 <sup>ab</sup>	4.93 <sup>abc</sup>	4.93 <sup>ab</sup>
8	5.20 <sup>ab</sup>	4.77 <sup>abc</sup>	4.70 <sup>b</sup>
9	5.77 <sup>a</sup>	4.87 <sup>abc</sup>	4.97 <sup>ab</sup>
10	5.33 <sup>ab</sup>	4.20 <sup>c</sup>	4.27 <sup>b</sup>
11	5.83 <sup>a</sup>	5.40 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>
12	5.03 <sup>ab</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	5.00 <sup>ab</sup>

\* 於同一欄位之平均得分(取樣數= 30)，若標示不同之符號表示有顯著差異（信賴度 99.95%）



圖二 豆腐抹醬樣品之黏度分析圖

表四 豆腐抹醬樣品之黏度值

樣品編號	黏度* (c.p.s.)
1	1101 <sup>cd</sup>
2	1358 <sup>cd</sup>
3	1105 <sup>cd</sup>
4	1180 <sup>cd</sup>
5	1795 <sup>c</sup>
6	3967 <sup>a</sup>
7	1280 <sup>cd</sup>
8	679 <sup>d</sup>
9	1596 <sup>cd</sup>
10	2961 <sup>b</sup>
11	876 <sup>cd</sup>
12	760 <sup>cd</sup>

\* 本表各樣品黏度值為測定 60 秒時之讀數（圖二）。相同欄位之平均值若標示不同之符號，表示有極顯著差異（信賴度 99.9999%）

表五 豆腐抹醬之色澤分析\*

樣品編號	韓特氏(Hunter's color values)色澤值		
	L	a	b
1	83.3 <sup>ab</sup>	-0.40 <sup>abc</sup>	12.8 <sup>bcde</sup>
2	83.6 <sup>a</sup>	-0.48 <sup>bcd</sup>	12.5 <sup>cde</sup>
3	82.4 <sup>abc</sup>	-0.79 <sup>de</sup>	13.2 <sup>abcd</sup>
4	81.7 <sup>bc</sup>	-0.21 <sup>ab</sup>	12.2 <sup>e</sup>
5	82.6 <sup>abc</sup>	-0.60 <sup>cde</sup>	12.1 <sup>e</sup>
6	82.0 <sup>abc</sup>	-0.11 <sup>a</sup>	12.3 <sup>de</sup>
7	81.0 <sup>cd</sup>	-1.36 <sup>g</sup>	14.0 <sup>a</sup>
8	81.1 <sup>cd</sup>	-0.68 <sup>cde</sup>	13.6 <sup>ab</sup>
9	81.4 <sup>c</sup>	-0.65 <sup>cde</sup>	13.4 <sup>abc</sup>
10	80.8 <sup>cd</sup>	-0.57 <sup>cde</sup>	12.2 <sup>e</sup>
11	81.1 <sup>cd</sup>	-1.09 <sup>gf</sup>	13.6 <sup>ab</sup>
12	79.6 <sup>d</sup>	-0.86 <sup>df</sup>	14.1 <sup>a</sup>

\*同一欄位中之平均值，若標示不同符號，表示有極顯著差異（信賴度 99.999%）

表六 豆腐抹醬樣品各變數代碼與反應項之多元一次方程式

自變數 <sup>a</sup>	應變數 <sup>b</sup>						
	組織得分	風味得分	總接受性得分	韓特氏 L 值	韓特氏 a 值	韓特氏 b 值	黏度值
截距	5.374****	4.665****	4.725****	81.72****	-0.650****	13.14****	1558****
X <sub>1</sub>	0.064	-0.197****	-0.217****	0.610	0.255****	-0.596****	503****
X <sub>2</sub>	-0.026	0.019	0.053	0.399	-0.090	-0.011	173
X <sub>3</sub>	-0.008	-0.010	-0.033	0.198	0.058	0.316**	-6
X <sub>4</sub>	0.213**	0.015	0.053	0.176	-0.015	-0.062	-2439*
X <sub>5</sub>	-0.078	-0.237**	-0.213****	-0.005	0.084	-0.216*	4599****
X <sub>6</sub>	0.060	0.020	0.056	-0.375	-0.015	-0.137	419**
X <sub>7</sub>	-0.023	-0.110	-0.075	-0.066	-0.134*	0.004	-1098
X <sub>8</sub>	0.106	0.120	0.076	0.351	0.079	0.027	388
X <sub>9</sub>	0.051	0.079	0.067	0.368	-0.057	0.135	98
X <sub>10</sub>	0.056	0.026	0.059	0.089	0.013	-0.014	-198
SSM <sup>c</sup>	1.663	3.113**	2.907**	24.292	2.668*	12.075**	18734330**
DFM <sup>d</sup>	10	10	10	10	10	10	10
DFCT <sup>e</sup>	22	23	23	23	23	22	23
r <sup>f</sup>	0.75	0.85	0.89	0.63	0.83	0.91	0.91

a.如表一之注釋。 b.如表六之注釋。

c. SSM:自變數之平方和。 d. DFM:自變數之自由度。 e. DFCT:總自由度。

f. r:相關係數。

\*顯著性差異，信賴度 99.95%。 \*\*顯著性差異，信賴度 99.99%。 \*\*\*顯著性差異，信賴度 99.999%。 \*\*\*\*顯著性差異，信賴度 99.9999%。

表七 豆腐抹醬製造之基本加工條件

變數	條件
水對豆之比例	5
沙拉油	5 %
硫酸鈣*	0.02 M
凝固溫度	85 °C
食鹽（氯化鈉）	0.5-1 %
磨豆處理	不通蒸氣**
泡豆處理	以去氧水浸豆

\*亦可使用葡萄糖酸內酯

\*\*亦可通蒸氣

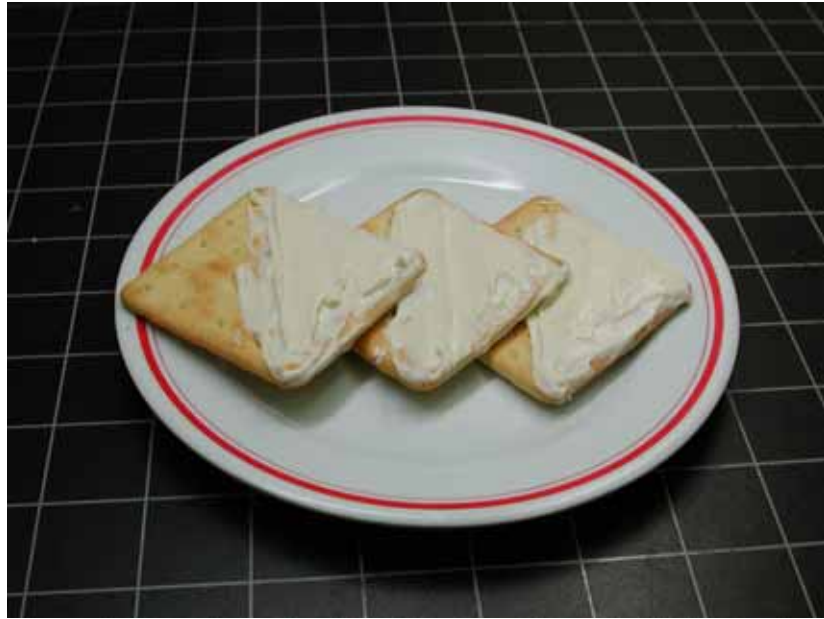
註：為改善產品品質可參考表六之回歸方程式並加以修改上述之條件



圖三 本研究開發出之美味的豆腐抹醬



圖四 以樣品 11（表 2）再加入其它成分所製得的豆腐抹醬



圖五 本研究所製作出之豆腐抹醬塗抹於蘇打餅乾

表八 本實驗開發之豆腐抹醬配方

配方	成分 (%)										
	調味成分								CV	XG	CM
	豆腐*	食鹽	砂糖	黃豆油	海苔	大蒜**	杏仁	起司			
淡味	72	1	2	25	-	-	-	-	-	-	-
海苔味	62	5	14	16	1***	-	-	-	-	-	-
蒜味	75	1	7	-	-	17	-	-	-	-	-
杏仁味	77	-	-	-	-	-	10	-	-	-	13
CV 組成 (淡味)	89	1	-	5	-	-	-	-	5	-	-
CV 組成 (濃味)	63	1	10	5	-	-	-	-	20	1	-
起司味 (淡味)	90.5	1	2.5	5	-	-	-	1	-	-	-
起司味 (濃味)	88.5	1.2	2	5	-	-	-	3	-	0.1	-

\*豆腐製備依據表二中樣品 11 之條件製作，但前四個配方之凝固劑改用 GDL

\*\*代表蒜末 \*\*\*配方中添加 2 % 香菇萃取物

CV:蘋果醋 XG:三仙膠 CM:煉乳