

# 黃豆漿及黃豆漿粉中 Antitrypsin 的研究

陳 熙 林

## 緒 言

黃豆 (Soybean) 是我國人民主要食品之一種，除直接食用外，加工製造為豆漿 (豆乳) 豆腐、豆醬、豆皮、醬油等……

據糧食局發表：民國三十五年本省黃豆產生是 4,113 公噸，逐漸增加到四十八年產量是 42,885 公噸，但總消費量竟達 151,124 公噸，乃由外國再進口 108,239 公噸之多，其中一半是用於提油，一半是供食用，而且每年的食用量都是有增無減地上升中。

黃豆為富於營養的食品之一尤以其中富含蛋白質為貴。普通白米蛋白質，含量約 7%，其他穀類 5~10%，蛋類 10~15%，肉類 15~20%，一般豆類 20~25%，但黃豆之蛋白質含量卻高達 35%。

大部分的中國人，其蛋白質的補充都依賴於廉價的植物蛋白質，尤其是黃豆蛋白質。自古至今普遍的將它做成豆漿當早餐，點心或小孩的飲食物，近來為了需要，有幾個大食品工廠製出便利的豆漿粉，在許多學者發表常用米食與衰老有很大關係的現在，我們若養成吃豆漿的習慣，可以說是很不錯的。

某種蛋白質的好壞，視其構成蛋白質的 Amino-acid 的種類及量而定據 M.L. Orr and B.K. Watt 報告(1)，黃豆蛋白質的 Protein Score 是 60~73 它本來就是一種良好的植物蛋白質，而製成豆漿後其 Protein Score 可達 78 之高，可和一些優良的動物蛋白質相比美，做豆漿可以說是一種得法的食用法，因此黃豆作成豆漿食用乃是很值得推薦的方法。

但是黃豆中這優良的蛋白質進到食用者的體內後是否完全被消化吸收是另外一個重要的問題。

早在 1912 年，OSBORN 和 MENDEL (1) 以 rat 做蛋白質的比較試驗後也有報告黃豆的 g[ysin 是一種優良的蛋白質，經過繼續實驗他們發現生黃豆的蛋白質消化率較差，一定要與水加熱一段時間後，方能有相當的營養價值(2)。1944 年 BOWMAN (3) 發表說黃豆中有一種 Trypsin inhibitor 存在，後來蛋白質雖然優良，但黃豆中有一種 Antitrypsin 在阻害蛋白質的消化。

KUNITZ (4) 把它分離出來。WESTFALL 和

HAUGE (5) 在報告中表示這種 Trypsin inhibitor 是使生黃豆中蛋白質效果降低的主要原因。則黃豆蛋白質雖然優良，但黃豆中有一種 Antitrypsin 在阻礙蛋白質的消化。

本實驗是以 in vitro 的 enzyme test 做市販的豆漿及最近出品的豆漿粉的 Antitrypsin 研究藉以檢討並求其改良。

## 實 驗 法

實驗分為兩個部份 (I)：黃豆粉的 Trypsin inhibitor test (加糖粉在內) (II) 黃豆漿的 Trypsin inhibitor test (無加糖)。

(I) 黃豆粉製品泡成豆漿後，分為 5 lbs 加熱 15 分鐘，5 lbs 加熱 30 分鐘，5 lbs 加熱 45 分鐘，10 lbs 加熱 20 分鐘，15 lbs 加熱 25 分鐘，以及未加熱者等六種。為作比較另外以鮮黃豆磨成豆漿做 15 lbs 加熱 25 分鐘及未加熱處理各一種。對於以上八種樣品分別做其 Trypsin inhibit activity 的比較試驗。試驗方法是以 40mg. casein 做 substrate (在 40mg 以上，substrate 的增加不會促進 protein hydrolysis 的 rate)，加上 5~70mg 的一定蛋白質含量的各種樣品再加 phosphate buffer (pH. 7) 2 ml，加水到全量為 5.9 ml 後，加入 0.1mg % 的 Trypsin sol'n 0.1ml.，在 37°C 的 water bath 中 incubate 20 分鐘然後將所得的 reaction mixture 以 10% 的 Trichloroacetic acid 脫蛋白質後取濾液 0.1ml 加 Folin-Ciocalteu's (6) phenol reagent，30 分鐘後以 Klett-Summerson photoelectric colorimeter Filter No. 69 (660~740m $\mu$ ) 看濾液中 free tyrosine 和 tryptophane 的呈色反應。

(II) 以新鮮的黃豆磨成漿，經過濾作成比較濃的豆漿放在玻璃鍋中加熱，分為加熱 30 分鐘，加熱至沸騰再保持剛沸騰的溫度繼續加熱半小時，1 小時，2 小時，3 小時，4 小時等六種，為了要和上面的加糖黃豆粉比較，另外做成 5 lbs 加熱 30 分鐘的一種，共七種樣品做如 (I) 的 Trypsin inhibitor test。另外在市場抽選兩種市販的鮮豆漿做同樣的 test。

## 結 果

茲將實驗結果列表附圖如次。

Table 1.

種類	號碼	處 理 法	添加的蛋白質量 (含有Trypsin inhibitor)	Substrate	*Photometer reading	Inhibitor 殘 存 率
	No.0			Casein 40 mg	93	無
豆	No.1	無 加 熱	10mg	40mg	0	100%
			40	40	1	
			70	40	-1	
漿	No.2	15lbs 加熱25分鐘	10	40	90	3
			40	40	90	
			120	40	82	
黃	No.3	無 加 熱	10	40	15	84
			40	40	-2	
			70	40	0	
豆	No.4	5 lbs 加熱15分鐘	5	40	21	81
			10	40	18	
			15	40	16	
豆	No.5	5 lbs 加熱 30分鐘	5	40	51	49
			10	40	47	
			15	40	46	
粉	No.6	5 lbs 加熱 45分鐘	5	40	54	46
			10	40	50	
			40	40	38	
(加糖)	No.7	11 bs 加熱 20分鐘	5	40	59	44
			10	40	52	
			40	40	42	
(加糖)	No.8	15lbs 加熱 25分鐘	10	40	73	21
			40	40	57	
			70	40	51	

\*所表示的Photometer reading 均為已減去 Blank (無加trypsin) 的數目。

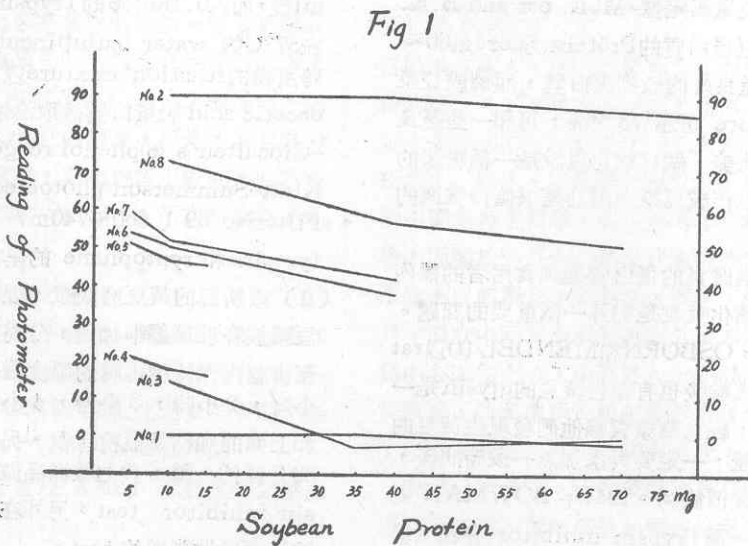
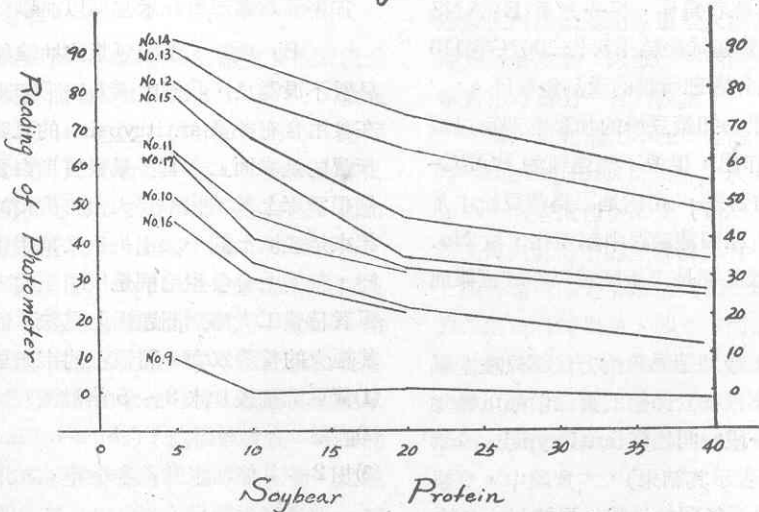


Table. 2

種類	號碼	處理法	添加的蛋白質量 (含 Trypsin-inhibitor)	Substrate	Photometer reading	Inhibitor 殘存率
	No.0			Casein 40mg	94	無
自製豆漿(無糖)	No.9	加熱 30 分鐘	5mg	40mg	9	100
			10	40	0	
			20	40	1	
			40	40	-2	
	No.10	Boil 30 分鐘	5	40	52	64
			10	40	34	
			20	40	22	
			40	40	12	
	No.11	Boil 1 小時	5	40	64	50
			10	40	47	
			20	40	32	
			40	40	25	
	No.12	Boil 2 小時	5	40	82	29
			10	40	67	
			20	40	46	
40			40	34		
No.13	Boil 3 小時	5	40	90	17	
		10	40	78		
		20	40	64		
		40	40	47		
No.14	Boil 4 小時	5	40	93	0 7	
		10	40	87		
		20	40	73		
		40	40	55		
No.15	5 lbs 加熱30分鐘	5	40	78	36	
		10	40	60		
		20	40	35		
		40	40	26		
市販豆漿(無糖)	No.16	無再處理	5	04	45	68
			10	40	30	
			20	40	21	
No.17	無再處理	5	40	62	56	
		10	40	41		
		20	40	31		

Fig 2



## 討 論

No. 1 的結果表示在無經加熱處理時豆漿中 trypsin inhibitor 作用的嚴重但 No. 2 顯示如經充分的加壓蒸煮後，antitrypsin 的作用可完全消失。BORCHER (7)等報告 5 lbs 壓力下蒸煮 45 分鐘 10lbs 30 分鐘，15lbs 20 分鐘，20lbs 10 分鐘的處理都可以破壞黃豆漿中的 trypsin inhibitor。黃豆粉製品(No. 3)比生豆漿雖有進步但甚微，大部份的 trypsin inhibitor 仍然有其作用；經 15lbs 25 分鐘的加壓蒸煮 (No. 80) 將近 80% 的 trypsin inhibitor 被破壞而失去作用，其殘留率為 21%；No. 8 與 No. 2 的加壓蒸煮處理條件相同但不能完全消除 antitrypsin 的作用，可能是因為黃豆粉中含有糖等添加物的關係，也很可能是由於黃豆粉製造過程中的某種處理致使品質起了變化的緣故。5 lbs 加熱 15 分鐘的處理 (No. 4) 雖有效果，可是仍無多大進步。5 lbs 加熱 30 分鐘 (No. 5) 有顯着的効果，使 antitrypsin 的作用減少了一半。延長加熱時間 5 lbs 45 分鐘 (No. 6) 或提高壓力加熱 10lbs 20 分鐘 (No. 7) 都可使 trypsin inhibitor 的殘留率減少，但二者之間相差不大。要完全破壞 trypsin inhibitor 的作用，可期待於更高壓力(溫度)和更長時間的加熱，但太過度的加熱，特別是高溫度(壓力)處理反而會使 protein efficiency 降低。WESTFALL 和 HAUGE (5) 報告 120°C (= 5 lbs) 的加壓蒸煮無論時間的長短，都會使黃豆蛋白質受到損害；同時又報告 103°C (5 lbs) 溫度下，15 分鐘和 30 分鐘的加熱都不會有使營養價值顯明降低的現象。雖然 CEANDINN 等 (8) 表示 140°C 4 分鐘的加壓蒸煮是不錯，但 PARSON (9) 以 rat 試驗結果認為以 110°C 30 分鐘處理者為佳。另一方面 EVANS 和 MCGINNIS (10) 養鷄試驗結果報告 100°C 和 110°C 30 分鐘的加壓蒸煮處理所得的產品為最優。

由以上檢討結果得知黃豆粉的加壓處理可以減少 antitrypsin 的作用，但並不能達到如 BORCHER (7) 等人報告的効果，可能是因為黃豆粉中加糖或黃豆粉中蛋白質在製造過程中起變化，故 No. 9 到 No. 15 的七種樣品都是以新鮮黃豆作成豆漿而無加糖的。

鑑於我國從古到今製造豆漿的方法都只在空氣中煮沸而已，故在第 (II) 部份的實驗中都以無加壓的方法分別煮沸一段時間後作 antitrypsin test (Table 2 和 Fig. 2 表示其結果)，本實驗中，豆漿放在文火上加熱 30 分鐘後開始沸騰，根據 No. 9 的

結果，可說在開始沸騰以前 30 分鐘的加熱是沒有效果的，煮沸 (boil) 後的 30 分鐘 (No. 10) 就開始有效果。Boil 1 小時後，trypsin inhibitor 減少了一半；費 2 小時 (No. 12) 則可消滅到三分之一，到 3 小時後 (No. 13) 可使 antitrypsin 的作用大部份除去；至於 4 小時後 (No. 14)，inhibitor 作用 90% 以上消失。據 BORCHER (7) 等報告，在空氣中，雖然本實驗所表示的 inhibitor 殘存率是一種相對的比較性的數字但結果還是明白的顯示費 4 小時以上長時間的加熱才能使其達到近乎完全消除的程度。No. 15 無加糖豆漿原料和 No. 5 加糖黃豆粉，同樣地 5 lbs 加熱 30 分鐘，兩者 test 的結果，前者比較優良，顯出黃豆粉中的糖分或製造黃豆粉的處理過程使得 trypsin inhibitor 較難除去。綜合以上結論是

(A) 豆漿粉：工廠出品的黃豆粉製品就 antitrypsin 的觀點檢討，確有改良的餘地，原來豆漿粉的製造法是：

- (1) 原料豆漿以 70~75°C 5~10 分鐘加熱後過濾。
- (2) 以二重鍋或真空蒸發罐濃縮，溫度 50~60°C，真空度 25~26 inch 濃縮度 1/4。
- (3) 用 80°C 以下的溫度用噴霧乾燥成粉狀。

在整個過程中沒有能使 trypsin inhibitor 破壞的條件，所以成品 No. 3 中 antitrypsin 作用可以說仍然完全留下來，如要使豆漿粉中蛋白質發揮真正的營養價值，該在製造中加上破壞 trypsin inhibitor 的過程。根據上面的結果，認為 5 lbs 加熱 30 分鐘 (用 Autoclave) 的處理是能使製品保持良好的 protein efficiency，並可減少其 Antitrypsin 作用的適當而有效的辦法，但這種加壓蒸煮處理須在未加糖以前舉行較佳。

(B) 豆漿：市販豆漿的抽驗如 No. 16 No. 17 品質不很優良。我們中國人三千年來至現在，一直在食用含有多量 antitrypsin 的豆漿，豆漿店的老板賣的是表面上含有多量良質蛋白質的，有營養價值但實際上其消化率要大大折扣的東西，如此積起來是經濟上的一大損失，又單用市販豆漿養嬰兒時，營養上會發生毛病是很明顯的。但是如果作豆漿者稍費工夫時這問題馬上見決，而豆漿可以發揮其極大的營養效力。習慣上的市販豆漿的作法是：

- (1) 黃豆洗滌後加水 3~5 倍浸漬
- (2) 磨漿
- (3) 加 2~3 倍清水煮沸半小時。