

以酵素水解法生產黃豆胜月太之研究—(1)不同酵素水解效果之比較

楊芳鏘 陳志雄 楊明哲

東海大學化學工程研究所

摘要

以 Alcalase、Neutralse 及 Bromelain 等 3 種不同酵素進行水解試驗時，發現其水解程度順序為：Alcalase > Bromelain > Neutralse，其水解度分別為 16%、12% 及 9%。水解曲線皆於 3 小時後趨於平緩，而在其官能性的比較上，溶解度及乳化能力以 Alcalase 的 90.3% 及 39% 最佳，而 Bromelain 則在起泡能力上具有最大的增加幅度 135%。苦味程度則以 Alcalase 最苦，Bromelain 與 Neutralse 接近。

經酵素水解後的黃豆蛋白質水解物，其營養價值皆有所改善，而必需胺基酸的組成比例除甲硫胺酸(Met)及離胺酸(Lys)降低，其餘皆有所增加。雖然 Alcalase 的水解效果較佳，且對必需胺基酸組成的改良上，也比其他兩種酵素略好，但在具有降低膽固醇效用之甘胺酸(Gly)及精胺酸(Arg)的組成上，卻明顯比不上 Bromelain 及 Neutralse，其中又以 Bromelain 能分別增加 0.37% 及 1.18% 最具潛力。

關鍵字：黃豆蛋白質、酵素水解、胜月太

一、簡介

自從有人類以來，莫不以飲食為重要課題，而中國傳統醫學原來就是「醫食同源」：食物即是藥物，藥物亦為食物，由此可知飲食的重要性與必要性。在食物三大營養素中，蛋白質可說是最重要的。蛋白質是生命之基本的高分子，是藉 α -胺基酸的縮合而產生的聚合物，其種類非常之多，人體內的蛋白質多達 500 萬種，這說明蛋白質所擁有的機能非常多，而人類為了維持生命與正常生活，每日就必須攝取足夠的蛋白質。

隨著經濟的快速發展，人們生活水準提昇後，對於油脂及糖的攝食大幅增加，而攝食蛋白質的熱能占總熱能攝食量的比率則維持在 12%-14%，其中動物蛋白質(肉類，含豐富飽和脂肪)的攝食量急速提升，但攝取植物蛋白質的量卻減少。不過由於世界人口迅速增長而使得

動物蛋白質呈現供不應求的趨勢，各國有鑑於此，紛紛積極的在植物界(包括微生物)尋求蛋白質資源，以均衡此趨勢⁽¹⁾。

另外，因為科技進步與自動化，使用勞力的場合減少(如交通工具發達而減少步行以及家電普及而省力少動)，使得消耗熱能的機會愈來愈少，造成體內脂肪的蓄積，以致引起肥胖、高血壓、心血管疾病、糖尿病、高脂血症、甚至癌症等各種疾病⁽²⁾。因此，在飲食生活上，多考量攝取植物蛋白質，少攝食脂肪類，並多享受運動，乃是健康的不二法門、唯一方針。

許多植物蛋白質中，以黃豆蛋白質為其箇中翹楚，其產量約佔全世界蛋白質產量的 1/5，經濟價值甚大⁽³⁾。且其蛋白質之品質又較其他植物蛋白質為佳，甚至不遜於動物蛋白質，是一優良的蛋白質資源。蛋白質具有相當高的營

養性及官能性，若能將其吸收對人體是相當有利的，但因為完整蛋白質之分子量過大，無法有效且快速地為人體吸收，因此必須先經水解修飾成水解物(胜月及胺基酸)才能提高其利用率⁽⁴⁾。由此一最重要的原因可衍生出幾個蛋白質水解的目的，包括：增進營養特性，防止退化，改善質地，增加或減低溶解度，增進官能性，避免不必要的反應，除去不良味道或氣味以及去除毒性物質等⁽⁵⁾。

蛋白質水解物可用於食品配方中賦予及增強食品之功能，如增加食品之溶解性、乳化性、起泡性；或當營養補充劑以使人恢復體力及供給病人所需的營養；又或當調味料以增強食物之風味及作為動物飼料⁽⁶⁾。而近來經食品營養及生理、生化的研究證實，蛋白質水解物具有特殊之理化及生理特性，可抑制疾病、促進健康、尤其對因生活習慣導致的疾病之抑制特別有效，使得水解物已被評估為新的機能食品素材⁽⁷⁾。

以水解方式來修飾食物蛋白質是一種古老的技術，人類常以此法增進可資利用的食物蛋白質資源之美味並使其利於儲存。而現今常用的水解方法為酵素水解法，它可在不破壞營養價值的情況下修飾蛋白質，此法就如同人體內部的消化也是由一連串水解酵素所作用一般，是較接近自然的方法，其反應條件溫和、控制較方便且不會產生有毒的化學物質，已逐漸取代酸水解法成為食品科技中受到重視的方法。

而雖然酵素水解法不像酸水解法可能會在水解過程中產生含 monochloropropanol (MCP) 或 dichloropropanol(DCP)等致癌物，或破壞 L 型胺基酸而形成人體無法吸收利用的 D 型胺基酸⁽⁶⁾，但它卻會有苦味的問題產生，此問題對於水解物的廣泛應用造成極大的阻力。

本研究主要的目的是在找出以酵素水解法來製備黃豆蛋白質水解物(黃豆胜月)的最適途徑，並探討各種酵素添加方式及去苦味方法對黃豆蛋白質水解物(黃豆胜月)之官能性及營養價值的影響。

二、材料與方法

(一) 基質：

本實驗所採用的基質為購自裕馨香料股份有限公司的黃豆蛋白濃縮物，其中蛋白質含量 82.75% (N×6.25)、灰分 5.6%、水分 6.6%、脂質 0.1%、碳水化合物 3.5%。

(二) 酵素：

本實驗所採用的 Alcalase 和 Neutrase 蛋白質水解酵素乃購自恆洲股份有限公司，而 Bromelain 則是購自雙安有限公司。

(三) 水解度測定方法：

本實驗之水解度是以 pH stat 法來測定。在水解實驗進行的同時，每隔一段時間紀錄鹼液的滴定量，再代入下列計算式以求出水解度。

$$DH = B \times N_b \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{1}{M_p} \times \frac{1}{h_{tot}} \times 100\%$$

B = 鹼消耗量(ml or l)

N_b = 鹼當量(normality of the base)

α = α -胺基群的平均解離度

$$= 10^{pH-pK} / (1 + 10^{pH-pK})$$

(黃豆蛋白質在水解期間所釋放出的平均 pK 值為 7.15)

MP = 蛋白質量(N×f_N)(g or kg)

h_{tot} = 蛋白質基質的月鍵總數(meqv/g protein)

(黃豆蛋白質之 h_{tot} 值為 7.8)

(四) 官能性測定方法：

a 溶解度(Solubility)測定

將蛋白質水解物溶解於 0.2 M NaCl 溶液

中，製成一 1% 的蛋白質溶液。調整 pH 值至中性，將懸浮物與最初的蛋白質水解物以 Kjeldahl 程序來分析氮含量(可溶性氮與總氮)。溶解度 (%) = 氮溶解指數 = 可溶性氮/總氮 × 100 %

b 保水性 (water-Hydration Capacity) 測定⁽⁸⁾

取蛋白質水解物放入 10ml 容量的離心管中，在每支離心管中加入不同量蒸餾水，均勻混合，再以 2000rpm 離心 10min。視取其恰好沒有上澄液出現的離心管並精秤之。每 g 蛋白質試樣所吸附的水重量即為保水性。

c 凝膠性(Gelation Capacity)測定⁽⁹⁾

將蛋白質水解物以蒸餾水分別配成不同濃度的蛋白質溶液置於 10ml 試管中。將試管置於沸水浴中加熱 1 小時，取出冷卻後，再放入冰箱中繼續冷卻 2 小時。取出後觀察蛋白質凝固情形，紀錄可凝膠(即試管倒置時內容物不流動)之最低水解物濃度。所需濃度愈低者，凝膠性愈高。

d 起泡性測定⁽¹⁰⁾

1. 起泡能力(Foam Capacity)

將蛋白質水解物以蒸餾水稀釋成 3% 的蛋白質溶液。取 30 ml 之 3% 蛋白質溶液放入一有刻度的圓柱中，以 6000rpm 攪拌 3min 測其泡沫體積並與最初體積作比較。

起泡能力(Foam Stability)(%) = volume increase % = [(起泡後體積-起泡前體積)/起泡前體積] × 100%

2. 起泡穩定性

在一定時間內，測量泡沫體積的改變量。泡穩定性(%) = (一定時間後的泡沫體積/原有的泡沫體積) × 100%

e 乳化性(Emulsion Stability)測定⁽¹⁰⁾

將蛋白質水解物以蒸餾水稀釋成 3% 的蛋白質溶液。以 6000rpm 攪拌 3 min 使其均勻。再邊攪拌邊滴入大豆沙拉油(0.5 ml/s)，直至引起相變化，亦即視其顏色、黏度突然改變，或通入三用電表電極，觀察其電阻之變化，當電阻突然變大，此即為乳化崩潰點。而此時的油

添加量即為其乳化能力。

乳化能力(%) = 油添加量(ml) / 蛋白質試樣重(g)

(五) 苦味品評⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

本實驗是以六分法(six-point scale)配合 combination test 來進行苦味的品評。而在進行品評前，須先尋找 3~5 位品評者(以不抽煙、不喝酒者為佳，小孩更好)，組成苦味品評小組。將蛋白質水解物溶於蒸餾水中形成 2% 的蛋白質溶液，接著將此溶液置於 10°C 的條件下：在進行感官測試前，先以去離子水清洗口腔，接著任取幾 ml 試樣注入口中，須停留口中達 7~10 秒再吐出，感覺並記住其苦味的強弱。再以去離子水清洗口腔，取其他試樣重複以上步驟。將較難以分辨苦味強弱的幾個試樣以 combination test 重新品評。sample 之苦味強度以每位品評者所給的分數(0-不苦、1-微苦、2-弱苦、3-苦、4-很苦、5-極苦)平均之。

(六) 胺基酸分析

將酵素水解後及去苦味後之黃豆蛋白質水解物委由國科會新竹貴重儀器使用中心進行氨基酸組成分析。

(七) 分子量分析

本實驗之分子量分布是由 GP-HPLC 來分析測定。將試樣溶解於 0.1M 磷酸鹽 buffer (pH 8.0，含 0.1% SDS) 中，並以 0.45μm 濾膜進行過濾，注射體積為 20 μl。

Column: Zorbax Bio Series GF-250

Mobile phase: 0.1M 磷酸鹽 buffer(pH 8.0，含 0.1% SDS)

Flow rate: 1.0 ml/min.

Wave length: 215 nm

三、實驗方法

(一) 黃豆蛋白質水解試驗基本條件

本實驗以黃豆蛋白濃縮物(SPC)為基質，所採用的酵素包括有：細菌性蛋白酵素 Alcalase (serine protease) 與 Neutrase (metalloprotease)及植物性蛋白酵素 Bromelain (cystine protease)等三種。反應器體積 5L，工作體積 2L，實驗進行之水解條件為：基質濃度(S) → 8% (w/w of (protein = N×f_N))，酵素基質比(E/S) → 1% (w/w)，pH 值控制在各酵素之最佳活性範圍 (Alcalase、Neutrase 及 Bromelain 之最適 pH 值分別為 8、7 及 6.5)，溫度控制在 50°C。(此三種酵素之最佳反應溫度)

(二) 以不同酵素或同時添加不同酵素進行水解之試驗

將水解反應槽(5L)清洗乾淨(最好能置於殺菌釜中先殺菌過)，置於槽座上。接著加入約 1900ml 的 0.01M 的磷酸鹽 buffer，先預熱至酵素最適溫度(50°C)。待溫度到達 50°C 時，加入約 230g 的黃豆蛋白質。將基質混合物以 800 rpm 的轉速攪拌均勻。pH 值控制範圍設定在酵素之最適值。將個別的酵素溶液或混合的酵素溶液自進料口加入，封閉進料口，打開 pH 控制器開關，開始進行實驗，並每隔 30min 記錄鹼滴定量，以計算出水解度。進行水解 3 小時後，關掉 pH 控制器開關，以 6N HCl 將 pH 值調至 4.0~4.2，50°C 下維持 30min，以使酵素失活。將水解混合物以 5000 rpm 離心 30min 後，取其上澄液。將此水解液置於 pH 4.2~ 5.0 及 50~55°C 的條件下，加入 2% 的活性碳處理 30min。將水解液以過濾方式去除活性碳後，再進行噴霧乾燥以得水解物。將水解物置於 4°C 冷藏，再進行官能性、分子量分布及胺基酸組成等分析。

四、結果與討論

(一) 以不同酵素進行水解之試驗

本試驗以 3 種酵素: Alcalase、Neutrase 及 Bromelain 對黃豆蛋白質進行水解，結果由圖一可看出 3 組水解曲線皆在 3 小時後漸趨平緩，其中以 Alcalase 的水解效果最好，在第 3 小時即有 16% 的水解度，其次為 Bromelain 的 12%，而 Neutrase 只有 9% 的水解度。Bromelain 在最初 1 小時的水解中，水解效果與 Alcalase 差異不大，在 3 小時後，其水解曲線幾成水平，也就是幾乎沒有水解效果；但 Neutrase 則是在第 4 小時至第 7 小時之間，水解速率突然加快。因此，推論其具有二段式的水解效果，會造成這樣的結果，應該是與各酵素的水解特性，即其對蛋白質的催化位置有關，當然基質的胺基酸組成也會有所關係。由圖二可發現：黃豆蛋白質經水解後，無論所作用的是何種酵素，都會使其水解物之溶解度、起泡能力及穩定性大幅增加，而保水性、凝膠性及乳化能力則呈現下降的趨勢。一般而言，起泡能力與穩定性不應該是等向增減的，也就是起泡能力增加，起泡穩定性就該減少，因為蛋白質分子量愈小就愈易形成泡沫，而泡沫的穩定性則反而要大分子來維持。這個問題有可能是因為未水解的黃豆蛋白質不易溶，而造成官能性測定時，出現了某些不確定性所導致。

經水解後的黃豆蛋白質水解物的胺基酸組成有明顯的變化(表一)。以必需胺基酸的組成為例，3 種酵素所產生的黃豆蛋白質水解物皆會增加其 Val 及 Phe 的比例，而 Met 及 Lys 則都減少了，其他的胺基酸組成則因酵素的同而互有增減。另外，比較特殊的一點為以 Bromelain 所水解的黃豆蛋白質水解物，很明顯的增加了 Gly 及 Arg 這兩種可降低膽固醇的胺基酸。而由分子量分布圖(圖三)中可看出黃豆蛋白質未水解前的分子量在 30000 Da 以上，而經酵素水解後的分子量則分為 3500~12000 及 1000~2000 Da 兩個集團，以後者為主要分布，

三種酵素皆有相似情形。

最後，在苦味的品評上，水解前的黃豆蛋白質不具苦味，而其水解物卻有 3~4 級程度的苦味，這顯然與其水解後暴露出疏水性苦味胜月太有關。在 3 種酵素水解物的比較上，以 Alcalase 的水解物最苦(4 級)，Bromelain 次之(3 級)，而 Neutrase 則與 Bromelain 相近。這除了 Alcalase 的水解效果較佳而產生較多的苦味外，也與其胺基酸組成中的疏水性胺基酸如 Leu、Phe 及 Val 比例較高有關。

(二) 同時添加兩種酵素進行水解之試驗

此種酵素添加方式是添加兩種以上酵素進行水解，通常都能使水解效果獲得提昇。本試驗以 Alcalase、Neutrase 及 Bromelain 等 3 種酵素兩兩組合添加對黃豆蛋白質進行水解實驗，結果由圖四(只提供 Alcalase 與 Bromelain 之實驗數據)可發現水解效果皆出現在較低 pH 值時，在添加單一酵素進行水解時，以 Alcalase 的水解效果最好，而在其他兩種酵素組合中，當然也有此種效應存在，但所不同的是其在高 pH 值與低 pH 值兩種系統的水解效果差距較大，這很可能與 Bromelain 之最適 pH 值在 6.5 有關，pH-stat 法的限制是水解系統的 pH 值必須在 6.5 以上，而 Bromelain 的最適 pH 值為 6.5，剛好就在其極限上，可能就會因計算 DH 值所使用的解離度 α 值過小，導致 DH 值被高估了，也因此增加了實驗的不確定性。

由本試驗中也可發現當酵素添加量加倍，也就是總酵素基質比由 1% 增加至 2% 時，3 種酵素組合的水解度增加幅度並不大，在 10 小時內，分別增加了 2~6.7% 的水解度，佔了原水解度的 12~28%。

此外，同時添加兩種酵素來進行水解，有時酵素之間會相互抑制，抵銷了酵素活性，而導致反效果。不過由本試驗的結果來看，可推斷我們所使用的這些酵素混合添加後並沒有抑制現象產生。由圖五中可發現同時添加兩種酵

素進行水解，與單一酵素時所產生的水解物之官能性，除了起泡性外，並不至於有太大的改變。而這個現象也充分反映在分子量分布(圖六)中。在其胺基酸組成上(表二)，4 組 Alcalase 與其他兩種酵素的組合，並沒有使其胺基酸組成大量的改變，但可發現其 Gly 及 Arg 的組成比例都上升了。另外，其苦味也與 Alcalase 單獨作用時差相不多。這些結果可能與其水解後的胜月太組成相近有關。

五、結論

本研究主要的目的是在探討如何以酵素水解法來製備黃豆蛋白質水解物，並比較各種酵素添加方式對黃豆蛋白質水解物之官能性及營養價值的影響。現將研究結論彙整如下：

(1) 以 3 種不同酵素進行水解時，其水解速率皆於 3 小時後漸趨平緩，其中水解效果以 Alcalase 的 16% DH 最佳，Bromelain 為 12% DH 次之，而 Neutrase 為 9% DH 最差。Bromelain 在最初 1 小時的水解中，水解效果與 Alcalase 差相彷彿，而在 3 小時後，其水解曲線成水平，幾乎沒有水解效果；但 Neutrase 則是在第 4 小時至第 7 小時之間，水解速率突然加快，因此，可以說它具有二段式的水解效果。

(2) 黃豆蛋白質經酵素水解後，可大幅提昇其溶解度及起泡能力，而乳化能力、凝膠性及保水性則會降低許多。黃豆蛋白質未水解前的分子量在 30000 Da 以上，而經酵素水解後的分子量則分為 3500~12000 及 1000~2000 Da 兩個集團，以後者為主要分布，3 種酵素皆有相似情形。3 種酵素所產生的黃豆蛋白質水解物皆會增加其必需胺基酸中 Val 及 Phe 的比例，而 Met 及 Lys 則都減少了，其他的胺基酸組成則因酵素的的不同而互有增減。

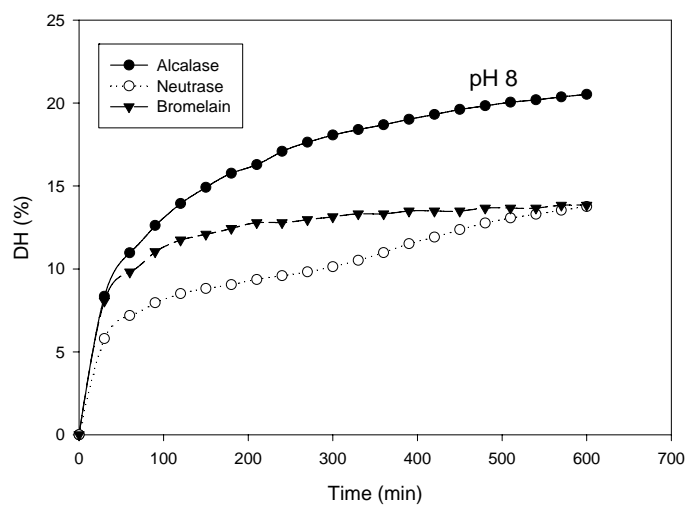
(3) 雖然 Alcalase 的水解效果較好，它對必需胺基酸組成的改良上，整體而言也比其他兩種酵素好了一點，但它在具有降低膽固醇效用之甘胺酸(Gly)及精胺酸(Arg)的組成上，卻明顯

比不上 Bromelain 及 Neutrase，其中又以 Bromelain 最佳。)在 3 種酵素水解物之苦味程度上，以 Alcalase 的水解物最苦(4 級)，Bromelain 次之(3 級)，而 Neutrase 則與 Bromelain 相近。

(4)當同時添加兩種酵素於水解程序時，發現其水解效果與兩種酵素的活性適應範圍有關，並非在酵素基質比、基質濃度等相同條件下進行水解，水解效果佳的酵素混以水解效果差的酵素，整體水解效果就會變差。添加兩種酵素進行水解後之黃豆蛋白質水解物，其官能性大體上並沒有多大改變，只有起泡能力會因 Bromelain 的添加而增強，因 Neutrase 的添加而降低。在胺基酸組成上則並無明顯的變化。

六、參考文獻

- 1.仲燕(1960),黃豆蛋白質,食品工業,2(4):3-7。
- 2.陳介武(1990),大豆與健康,美國黃豆協會在台辦事處。
- 3.張為憲(1960),新蛋白質資源,食品工業,2(6):10-14
4. Frokjaer,S(1994), Use of Hydrolysates for Protein Supplementation, Food Technol. 48 (10). 86-883
5. Lahl,W.J.and Braun,S.D . (1994) , Enzymatic Production of Protein Hydrolysates for Food use, Food Technol. 48(10), 68-71.
- 6.鄭靜桂(1997),蛋白質之水解與水解液之利用,食品工業,29(5): 10-17。
7. Adler-Nissen,J.(1986), Enzymic Hydrolysis of Food Proteins, Novo Industri A/S Bagsvaerd, Denmark.
8. 陳賢哲(1982),大豆蛋白質的化學磷酸化與酵素硫醇化修飾及其機能性質的改良,台灣大學農業化學研究所博士班論文。
9. 吳孟娟(1997),豬肝之酵素水解與功能性探討,大葉大學食品工程研究所碩士論文。
10. Bernardi,L.S., Pilosof,A.M.R. and Bartholomai, G.B. (1991), Enzymatic Modification of Soy protein Concentrates by Fungal and Bacterial Proteases. JAOCS. 68(2), 102-105.
11. Rouseff,R.L.(1990), Bitterness in Foods and Beverages, Else-vier Science Pub. Co., New York.
12. Tamura,M., Mori,N., Miyoshi,T., Koyama,S., Kohri, H.and Okai,H.(1990), Practical Debittering Using Model Peptides and Related Compounds, Agric. Biol. Chem. 54(1), 41-51.
13. Shinoda,I. and Okai,H.(1985), Sweetness and Bitterness Contributions of Structural Units of Aspartame and Some Analogues, J. Agric. Food Chem. 33, 792- 795.
14. Pedersen, B.(1994), Removing Bitterness from Protein Hydrolysates, Food Technology. 1994(10), 96-99



圖一 以不同酵素進行水解對水解度的影響

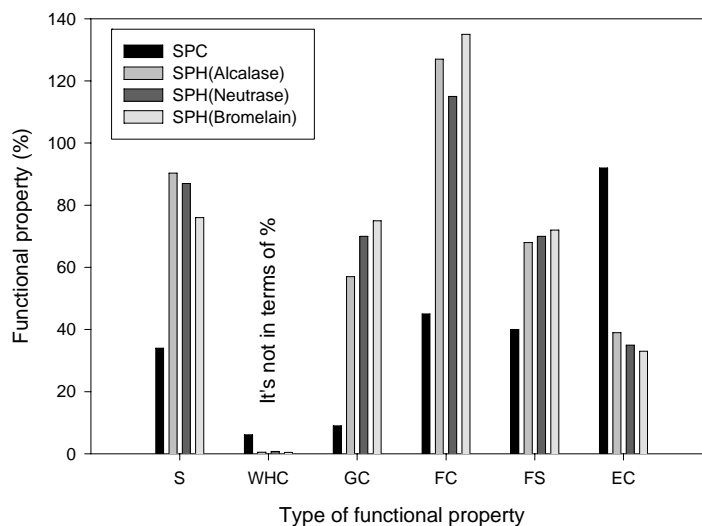
水解條件：

酵素 = Alcalase 、 Neutrase 及 Bromelain

基質濃度 = 8%(w/w)

酵素基質比 = 1%(w/w)

pH 值 = Alcalase(8) 、 Neutrase(7) 及 Bromelain(6.5) 溫度 = 50 °C



圖二 以不同酵素進行水解對黃豆蛋白質水解物之官能性影響

其中

S= Solubility

WHC= Water-Hydration Capacity

GC= Gelation Capacity

FC= Foam Capacity

FS= Foam Stability

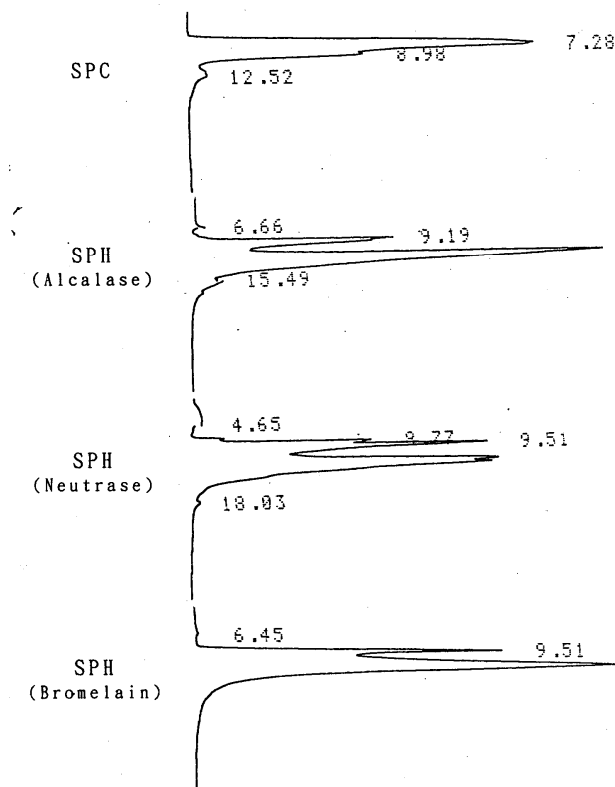
EC= Emulsion Stability

表一 以不同酵素進行水解對黃豆蛋白質水解物之胺基酸組成的影響

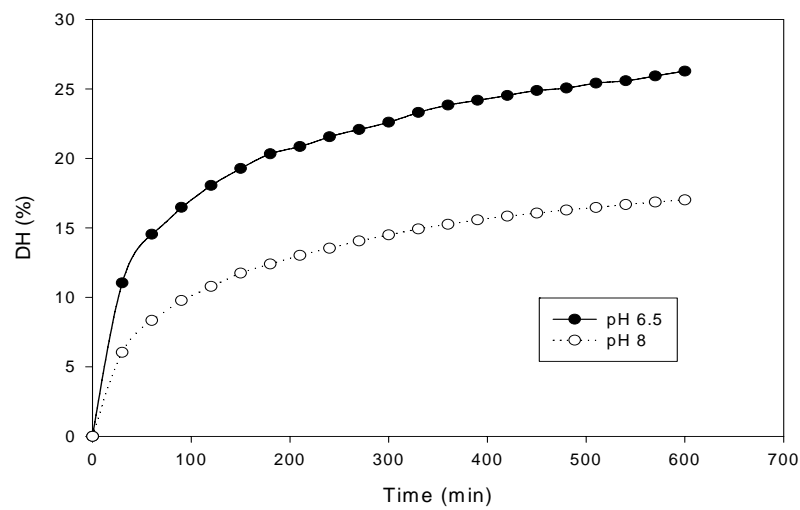
必需胺基酸		His*	Thr	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Lys	
組成比例 (%)	SPC	2.75	3.47	3.76	1.76	4.03	5.60	2.79	6.78	
	SPH (Alcalase)	2.32	4.00	5.00	1.07	4.47	7.01	3.89	5.79	
	SPH (Neutralse)	3.57	4.02	4.68	1.39	4.32	6.65	3.86	5.70	
	SPH (Bromelain)	2.42	3.90	4.25	1.33	3.63	5.48	2.96	6.01	
非必需胺基酸		Asp	Glu	Ser	Gly	Arg	Ala	Pro	Tyr	Cys
組成比例 (%)	SPC	13.42	23.46	5.80	6.98	6.04	3.92	6.27	1.56	1.61
	SPH (Alcalase)	12.08	20.08	6.21	6.87	6.11	5.81	6.24	2.19	0.85
	SPH (Neutralse)	11.02	20.23	6.40	7.19	6.34	5.51	7.53	2.03	0.87
	SPH (Bromelain)	10.39	22.95	6.32	7.35	7.22	5.17	7.93	1.77	0.91

附註:

- 1.*只在幼年發育所必需之胺基酸。
- 2.還有一種必需胺基酸 Try 並沒有列出。



圖三 以不同酵素進行水解對黃豆蛋白質水解物之分子量分布的影響



圖四 同時添加兩種酵素進行水解對水解度的影響

水解條件:

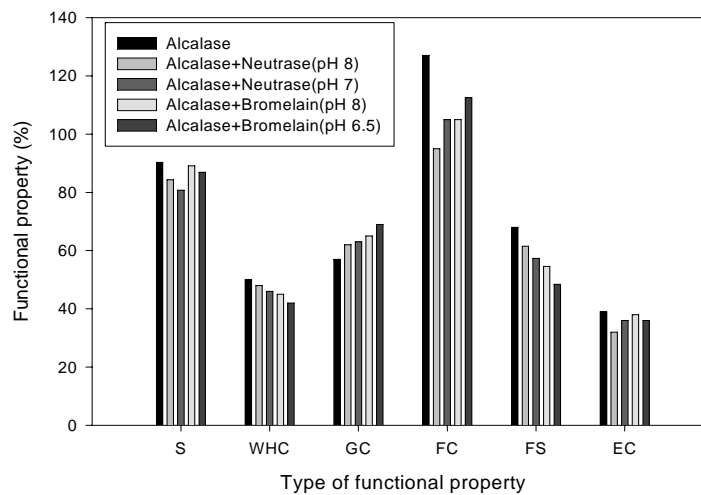
酵素= Alcalase+Bromelase

基質濃度= 8%(w/w)

酵素基質比= 0.5%+0.5%(w/w)

pH 值= 8 及 6.5

溫度= 50°C



圖五 同時添加兩種酵素進行水解對黃豆蛋白質水解物之官能性的影響

其中

S= Solubility

WHC= Water-Hydration Capacity

GC= Gelation Capacity

FC= Foam Capacity

FS= Foam Stability

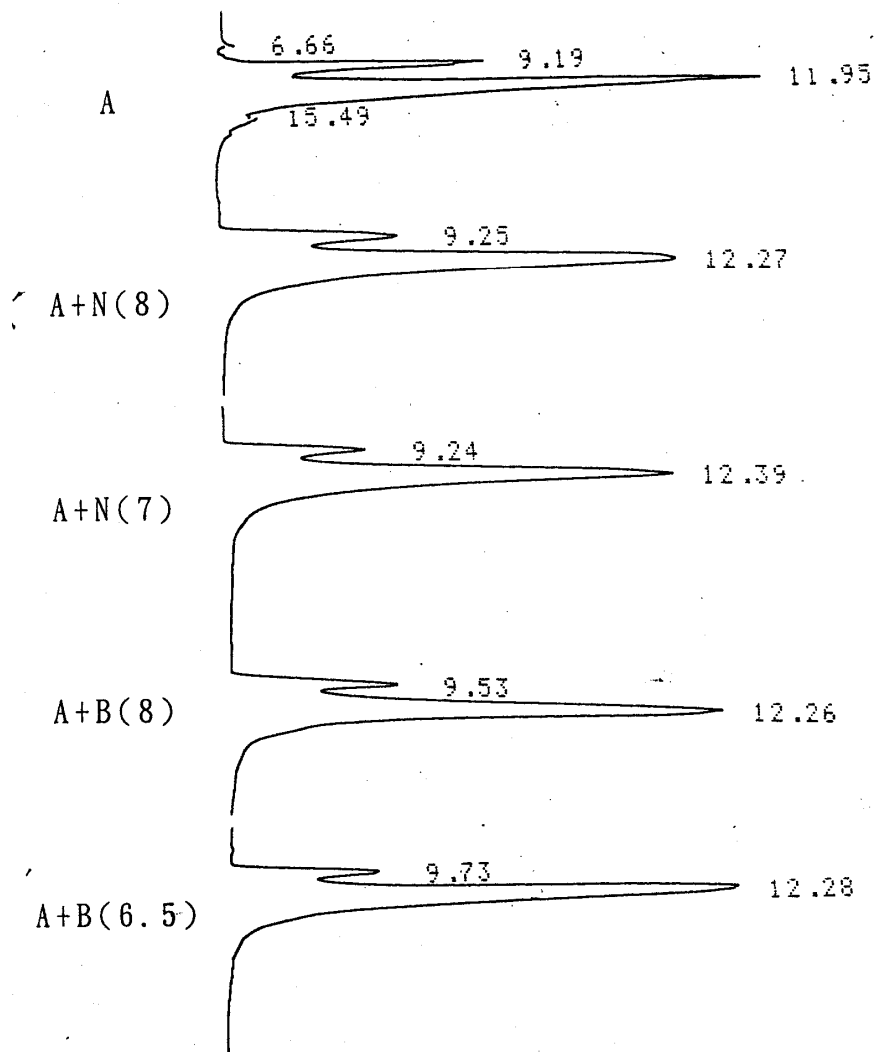
EC= Emulsion Stability

表二 同時添加兩種酵素進行水解對黃豆蛋白質水解物之胺基酸組成的影響

必需胺基酸		His*	Thr	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Lys	
組成比例 (%)	A	2.32	4.00	5.00	1.07	4.47	7.01	3.89	5.79	
	A+B(8)	2.26	4.07	5.25	1.10	4.51	6.86	3.81	5.66	
	A+B(6.5)	2.13	4.02	4.98	1.02	4.30	6.46	3.54	5.86	
非必需胺基酸		Asp	Glu	Ser	Gly	Arg	Ala	Pro	Tyr	Cys
組成比例 (%)	A	12.08	20.08	6.21	6.87	6.11	5.81	6.24	2.19	0.85
	A+B(8)	11.33	20.09	6.27	7.10	6.37	5.83	6.26	2.44	0.80
	A+B(6.5)	11.64	21.14	6.32	7.08	6.65	5.64	6.30	2.14	0.77

*A 表示單獨使用 Alcalase 酵素，A+B 表示混合 Alcalase 和 Bromelain 兩種酵素

括號中的數字表反應的 pH 值



圖六 同時添加兩種酵素進行水解對黃豆蛋白質水解物之分子量分布的影響

A 表示單獨使用 Alcalase 酵素，A+B 表示混合 Alcalase 和 Bromelain 兩種酵素

A+N 表示混合 Alcalase 和 Neutralse 兩種酵素，括號中的數字表反應的 pH 值

The Production of Soybean Hydrolysates by The Enzymatic Method

(1) The Comparison of the Hydrolysis Effect of Using Various Proteases

Fan-Chiang Yang , Jyh-Shyong Chern and Ming -Je Yang

**Department of Chemical Engineering
Tung-Hai University**

ABSTRACT

The main objective of this research was to hydrolyze soy proteins with the various commercial proteases. The functional properties and the nutrient value of the hydrolysates were also evaluated. When the commercial proteases were employed for hydrolysis, the degree of hydrolysis with Alcalase after 3 hour was around 16%, which was higher than those with Bromelain 12% and Neutrase 9%. Concerning functional properties, the hydrolysates produced with Alcalase show the best performance in solubility and emulsion capacity of 90.3% and 39%, respectively. In contrast, the products obtained with Bromelain treatment has a great increase (135%) in foaming capacity. In addition, the bitterness level determined directly by tasting was shown as follows: Alcalase>Bromelain>Neutrase. The nutrient value of soy protein hydrolysates obtained with protease treatment was improved. The concentrations of essential amino acids, except for methionine and lysine, all were increased. Although Alcalase has the highest hydrolysis activity and the can improve the compositions of essential amino acid, it reduces the concentration the concentrations of glycine and arginine, which are capable of reducing cholesterol in vivo. Based on the result, the hydrolysis with Bromelain deserves to more attention since it leads to the increase in glycine and arginine contents to 0.37% and 1.18%, respectively.

Key words: soybean protein, enzymatic hydrolysis, peptide