

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大豆分離蛋白功能性質之快速檢定及其在素食產品之應用 Rapid determination the functional properties of isolated soybean protein and its application in vegetarian foods

計畫編號：NSC 89-2214-E-041-005

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：林盈君 嘉南藥理科技大學食品衛生系
共同主持人：洪端良 嘉南藥理科技大學食品衛生系

一、中文摘要

本研究利用近紅外線反射光譜來檢定大豆蛋白之成分與功能性質，成分中以脂肪的含量最低且其含量範圍最窄從 0.1-2.1%，灰份範圍從 3.2-6.4%，水份範圍 3.9-7.6%，碳水化合物範圍為 5.1-31.1%，蛋白質含量最高其範圍為 51.3-86.3%，在大豆蛋白功能性質方面，樣品的保水性(2.14-8.36g water/g protein)及黏度(25-73900mPa)分佈範圍皆很大，可見市售的大豆蛋白產品功能性質差異很大，這些功能性質將對加工產品影響至鉅。由大豆蛋白近紅外線反射光譜之特性與其功能性質及主成份間的關連性，所建立的檢量線方程式 R^2 值可高達 0.98，而檢量線方程式可信度測試之 r 值都大於 0.9，顯示檢量線方程式具有很好預測結果。

關鍵詞：大豆蛋白，功能性質，近紅外線反射光譜

Abstract

The objectives of this research are to determine the functional properties and composition of soybean protein by using the technology of the Near Infrared Reflectance Spectra (NIRS). The composition analysis for soybean protein indicates the range for each constituent is 0.1-2.1% for fat ; 3.2 - 6.4% for ash ; 3.9 - 7.6% for water ; 5.1 - 31.1% for carbohydrate ; 51.3 - 86.3% for protein. The functional properties of soy protein vary from one to another in large degree ; the range of water-holding capacity of soy

protein sample is from 2.14 to 8.36 g water/g protein ; the range of viscosity is from 25 to 73900mPa. These functional properties will affect the product properties. The soy protein characteristic spectra are established by using the technology of NIRS. Then, the relationship between the functional properties and the composition of soy protein and the soy protein spectra is also determined. The obtained calibration equations for constituents and functional properties of soy protein are good with high R^2 (0.98), and validation tests for constituents and properties of soy protein are also good with r greater than 0.9. The result indicates the calibration equation can be used to predict the functional properties and the constituents of soy protein.

Keywords : soybean protein , functional property , NIRS

二、緣由與目的

近年來各式各樣的素食產品充斥在傳統市場上與超市的大賣場裡，而素食餐館更如雨後春筍般的聳立在大街小巷，這反應了國人瞭解膳食與健康有密切的關聯性，進而改變其飲食習慣所導致的結果。對素食者而言，在營養的需求上最重要的莫過於是高品質之蛋白質的獲得，因此由黃豆及其衍生物所製成之肉類似物(meat analog)與素食產品的需求量是與日俱增。當市場有所需求

時，大豆蛋白(*soybean protein*)脫穎而出，成爲新觀念產品的寵兒，最常被應用於製造素食製品上，如組織化的蔬菜蛋白質(*texturized vegetable protein*)產品，素食洋火腿，素食香腸，素食熱狗等且廣爲大眾接受與喜好，除了上述製品外，其亦可當作食品添加劑如乳化劑，結著劑等，因此可以預期的大豆蛋白的重要性將持續性的增加。目前市面上銷售的黃豆蛋白種類眾多，品質與特性也因製造商與生產目的之不同而差異很大。每家公司生產的大豆蛋白雖然聲稱均有 90% 以上蛋白質含量，但事實上各家公司在製造過程可能有某些問題存在，導致其品質不一即功能表現性有所差異，進而造成國內業者在使用上的困擾，如果能利用一快速方法決定大豆蛋白之功能性質，將可幫助業界解決大豆蛋白品質功能性不一的問題，進而生產出品質穩定之製品。由於近紅外線反射光譜(*NIRS*)技術具分析快速，樣品前處理簡單，非破壞性等優點，雖已廣泛地應用於農產品食品成分及品質之分析(*Osborn and Fearn, 1986*)。但目前文獻上，尙未有將其應用在決定大豆蛋白之功能性質上，爲確保大豆蛋白相關素食製品品質之穩定性，主原料大豆蛋白之功能性質必須事先予以檢測，因此，本研究之目的將利用近紅外線分光儀掃描樣品，取得可見光及近紅外線光譜(800~2500nm)，儲入電腦中建立樣品光譜資料庫，再配合以上述樣品利用傳統分析方法所得到的功能性質(保水性與黏度)與成分之資料，利用主成分分析(*Principle component analysis*)及鑑別模式分析(*Discriminate analysis*)分別建立估測未知大豆蛋白原料之功能性質與成分，以作爲製造素食製品之主原料適宜性的依據。

三、結果與討論

(一) 試驗材料

大豆蛋白的來源與種類包含 30

種以上(包括 *Purina Ralsdon (PTI)*，*ADM Protein Specialties*，*Central Soya*，荷蘭，大陸等國家所生產的大豆分離蛋白)。爲防止質變所有樣品皆量入棕色玻璃試藥品(*vial*)中，並儲存於低溫度的恆溫箱中，樣品皆在近紅外線光譜儀掃描後，隨即完成樣品前處理進行傳統分析，在主成份分析方面採用 *AOAC (1980)* 的方法，各功能性質之測量根據陳(1982)與 *Boatright and Hettiarachchy (1995)* 之方法。

(二) 近紅外線光譜儀

近紅外線分光儀係採用 *NIRSystem 6500 型(NIRSystem Co. Ltd.)*配合其套裝軟體 *NSAS* 來執行掃描及統計分析，測定樣品之連續波長範圍從 800 ~ 2500nm，並計錄樣品之反射光譜。34 個樣品經掃描後以 *NSAS* 中 *sample select* 程式，依 *H* 值(光譜觀測值之變異量)分成兩組，其中 24 個樣品爲檢量線組(*calibration*)，另 10 個樣品作爲檢量線可信度測試組(*validation*)。分別將化學分析值輸入電腦中，將檢量線組之樣品以逐步迴歸分析法(*stepwise regression*)選出幾組 4 個波長組合，並以較高的迴歸決定係數(R^2 , *coefficient of regression determination*)較低的檢量線標準機差(*SEC, standard error of calibration*)及其成份特定吸收波長決定最佳檢量線方程式。可信度測試是將測試組的 10 個樣品，以上述之檢量線方程式估測所獲得之成份估測值與其化學分析值作相關分析，並評估其相關係數及測試組之標準機差(*SEV, standard error of validation*)等統計結果。

(三) 品質分析

所有市售大豆樣品之分析結果如表一，成份中以脂肪的含量最低且其含量範圍很窄從 0.1-2.1%，此乃因一般大豆蛋白之製造均將原料脫脂才進行加工所致，而含量太低或範圍太窄將影響製備

檢量線之結果。此外灰份範圍從 3.2-6.4%，水份範圍 3.9-7.6%，雖然其範圍皆不是很大但尚可接受，其餘蛋白質及碳水化合物的成份範圍較大，在大豆蛋白功能性質方面，樣品的保水性及黏度分佈範圍皆很大，由此可見市售的大豆蛋白產品功能性質差異很大，而這些功能性質將對加工產品影響至鉅。

(四)檢量線方程式之建立

每個樣品經近紅外線光譜掃描後，將 800-2500nm 之連續反射光譜予以記錄於電腦中，並將樣品化學分析值輸入電腦中，以逐步迴歸分析法建立複迴歸方程式結果如表二所示，在成份中以蛋白質的 R^2 為 0.98 最高，其次是碳水化合物和灰份 R^2 均為 0.96，水份的 R^2 也有 0.94 而脂質的 R^2 為 0.89 最低。脂質 R^2 最低之主因是其成份含量太低且含量範圍太窄所致，即使脂肪原子的化學鍵結於近紅外線波長下具強烈吸光現象仍無法獲得較佳之結果。灰份為無機成份其化學鍵結於近紅外線波長下無吸光作用，因此理論上近紅外線光譜儀不具有測定無機成份之功能，但實驗結果顯出，應用此法建立灰份之檢量線 R^2 仍很高，此現象也曾發現於穀類樣品中 (Iwamoto, et al.)，可能的原因是無機成份與其他有機成份結合而互有消長所致。至於保水性及黏度的 R^2 皆為 0.91，這結果顯示，這兩者檢量線之 R^2 能大於 0.9 可能是因其範圍較大且其性質與成份間具密切關係所致，而建立的成份及檢量線方程式如表二所示，除了脂質與黏度僅選擇出三個波長外其餘皆為四個波長，原因是脂質與黏度的第四個波長與第三個波長僅差 2nm，除了兩者相差太近外且其統計值 F-value 也太小無法改進 R^2 及 SEC，又為了增加一個波長而造成有 over-fitting 之現象 (Osborn and Fearn, 1986)，因此選擇三個波長其餘成份則無此現象。

(五)檢量線方程式之可信度測試

為了測試檢量線之可信度，另外用 10 個樣品測試後的可信度測試結果如表三所示，成份中除了脂質 r 為 0.89 外，其餘成份及功能性質 r 皆大於 0.9，而 SEV 值以黏度最大為 9.01 其餘之 SEV 值皆在 3.24 以下， r 及 SEV 值均比檢量線組低 (如表一)，此結果顯示，這些檢量線具有很好的預測結果，這結果與 Hong 和 Tsou (1994) 之大豆樣品相較雖低一點外但結果很接近，若能再增加樣品數則將比大豆樣品具更佳統計結果。

四、計畫成果自評

本研究大致已完成並可以說是成功，所建立的檢量線方程式可以提供給業界作為檢測大豆蛋白成分與功能性質之快速有效的方法。

五、參考文獻

- 陳賢哲，1982。大豆蛋白質的化學磷酸化與酵素硫酸化修飾及其機能性質的改良，臺灣大學博士論文。
- AOAC. 1980. "Official Methods of Analysis," 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Boatright, W.L. and Hettiarachchy, N.S. 1995. Spray-dried soy protein isolate solubility, gelling characteristics, and extractable protein as affected by antioxidants. *Journal of Food Science*, 60(4), 806-809.
- Hong, T. L. and Tsou, S.C.S. 1994. Development of sample set for soy bean calibration of near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 2 : 223-227.
- Iwamoto, M. Kongseree, N. Uozumi, J. and Suzuki, T. Determination of ash content in home grown wheat flour in Japan by near-infrared diffuse reflectance analysis. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 33(12) : 842-847.
- Osborn, B.G. and Fearn, T. 1986. "Near Infrared Spectroscopy in Food Analysis." Longman Scientific and Technical, longman house, England.

Table 1. Calibration statistics for constituents and properties of soy protein by NIRS.

Constituents or properties	Content range	R ²	SEC
Moisture	3.9-7.6(%)	0.94	0.69
Protein	51.3-86.3 (%)	0.98	4.04
Fat	0.1-2.1(%)	0.89	0.54
Carbohydrate	5.1-31.1(%)	0.96	3.78
Ash	3.2-6.4(%)	0.96	0.31
Water-holding Capacity	2.14-8.36(g water/g protein)	0.91	0.77
Viscosity	25-73900(mPa)	0.91	10.50

Table 2. The calibration equation of constituents and properties of soy protein determination by near infrared spectroscopy.

Constituents or properties	F ₀	F-value (wavelength, nm)	
Moisture	2.19	84.2(1446)	-808.7(1208)
		706.8(1166)	-53.8(800)
Protein	8.52	-1377.0(1446)	1581.2(1898)
		244.5(824)	-604.7(1954)
Fat	0.45	-7776.1(1098)	1953.9(1090)
		-1178.6(1088)	
Carbohydrate	5.8	1208.0(1444)	-666.6(1900)
		-3315.5(824)	3085.1(820)
Ash	9.97	-85.1(2200)	-1115.9(1692)
		-142.0(1394)	1388.6(1688)
Water-holding Capacity	-0.98	883.28(2190)	-990.1(2226)
Viscosity	7.8	-284.2(1100)	381.6(1198)
		8917.2(2206)	197.8(1702)
		-9061.9(2208)	

Table 3. Validation statistics for constituents and properties of soy protein by NIRS.

Constituents or properties	r	SEV	slope
Moisture	0.92	0.58	0.97
Protein	0.94	3.24	0.98
Fat	0.89	0.27	0.95
Carbohydrate	0.94	2.11	0.97
Ash	0.95	0.19	1.01
Water-holding Capacity	0.90	0.66	0.96
Viscosity	0.90	9.21	0.99