

葉蛋白發展之一：
葉蛋白生化及營養之研究

劉廷英 楊瑞森

DEVELOPMENT OF LEAF PROTEIN:
I. STUDY ON THE BIOCHEMICAL AND NUTRITIVE
PROPERTIES LEAF PROTEIN CONCENTRATE

TIN-YIN LIU AND JUI-SEN YANG



食品工業發展研究所

中華民國 台灣省 新竹市

FOOD INDUSTRY RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE

HSINCHU, 300 TAIWAN
REPUBLIC OF CHINA

葉蛋白發展之一：
葉蛋白生化及營養之研究
DEVELOPMENT OF LEAF PROTEIN:
I. STUDY ON THE BIOCHEMICAL AND NUTRITIVE
PROPERTIES LEAF PROTEIN CONCENTRATE

劉廷英 楊瑞森

發行者：食品工業發展研究所

食品工業月刊社

新竹市西大路光復里10之1號

電話：223191•223192

印刷者：年宏企業有限公司印刷部

電話：5636916

行政院新聞局出版事業登記證：局版台誌字第一三九八號

中華民國六十八年三月印行

葉蛋白發展之一

葉蛋白生化及營養之研究

劉廷英 楊瑞森

目 次

	頁次
一、摘要	3
二、前言	4
三、材料與方法	4
四、結果與討論	5
五、結論	9
六、英文摘要	10
七、參考文獻	11

Development of Leaf Protein :

1. Study on the Biochemical and Nutritive Properties of Leaf Protein Concentrate

Tin-Yin Liu and Jui-Sen Yang

Contents

	Page
1、 Abstract	3
2、 Introduction	4
3、 Materials and Methods	4
4、 Result and Discussion	5
5、 Conclusion	9
6、 English Summary	10
7、 Reference	11

葉蛋白發展之一： 葉蛋白生化及營養之研究

劉廷英 楊瑞森

Development of Leaf Protein : 1. Study on the Biochemical and Nutritive Properties of Leaf Protein Concentrate

Tin-Yin Liu and Jui-Sen Yang

一、摘 要

埃及三葉草含高量蛋白質，而有毒的皂素（saponin）含量則在可檢定量以下，很適於做為單胃動物的蛋白質飼料。

甘藷藤打汁後，汁液成膠狀，不易分離，抽提葉蛋白困難。

胡蘿蔔葉汁液在常溫下自然凝聚，得30%的蛋白質抽提率，50℃凝聚者抽提率33%，80℃凝聚者27%，酒精凝聚者34%。40～50℃是胡蘿蔔葉蛋白適當的凝聚溫度。胡蘿蔔葉蛋白含高量胡蘿蔔素。

燕麥葉蛋白中含纖維量較高，致使蛋白質含量相對降低。綠色葉蛋白（LPC with pigments）的蛋白質抽提率為36%，白色葉蛋白（LPC without pigments）的蛋白質抽提率為21%。

各種葉蛋白的氨基酸組成均在FAO推薦標準之上。

計畫編號：78C210

補助單位：行政院國家科學委員會補助 NSC-67B-0409-18(02)

研究報告：第138號

報告提出：民國六十七年十二月卅日

研究人員：劉廷英—食品工業發展研究所副所長

楊瑞森—食品工業發展研究所食品科學組副研究員

二、前 言

葉蛋白是由綠色植物的莖葉部份，抽取其中的蛋白質，以供飼料或進一步精製作為人類食物之用。

台澎金馬地區，國人雖無蛋白質缺乏之虞，但進口牲畜用飼料中的蛋白質常影響國內畜牧生產之成本。如能由台澎地區雜草或綠肥作物中抽取蛋白質，直接對於畜牧生產，間接對於國人的蛋白質食物供給，均有利益。

由綠色植物的莖或葉抽提蛋白質，以補人類蛋白質資源之不足，是一個世界性的研究工作。許多植物被嚐試抽取其中的蛋白質，苜蓿(alfalfa)是其中被研究較多的一種植物(Lazar et al. 1971, Oelshlegel et al. 1969)，然苜蓿葉蛋白內的皂素(saponin)常影響到食品的安全性(Livingston et al. 1977)，同時經濟可行性也不高，以致到目前為止，並沒有普遍的應用。但由於葉蛋白內離氨酸(lysine)及色氨酸(tryptophan)含量高(Goel et al. 1977)，因此，科學家們對研究以葉蛋白做蛋白質資源仍具極高的興趣。

國內對葉蛋白研究已有很好的成果(Chou et al. 1977, Jan et al. 1977)。現本省正推廣一種新的牧草—埃及三葉草(*Trifolium alexandrinum*)係屬豆科植物，其固氮能力比非豆科植物強，是一理想抽取葉蛋白的植物。另本省冬季作物胡蘿蔔的葉片係農產品廢棄物，亦是本研究的重點之一。

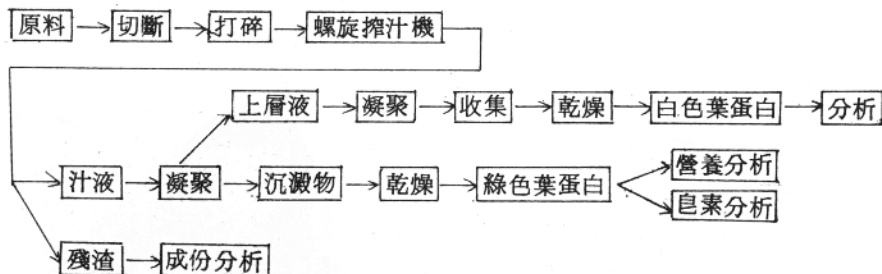
本所對紫雲英葉蛋白抽提的研究已有很好的成果(劉廷英等1977)。本研究乃繼續對國內一些綠肥作物或農產品廢棄物抽取葉蛋白之可行性、營養價值及其安全性做進一步研究。

三、材料與方法

葉蛋白抽取所用之機械及一般分析方法均如前報(劉廷英等1977)。

皂素(saponin)分析，委請中央研究院周昌弘博士以微生物*Trichoderma virida* L. 檢定。

葉蛋白抽取過程如下：



汁液經①加熱②加酸或③加酒精等方法予以凝聚，以 4000 ~ 5000 rpm 離心沉澱出葉蛋白，再予冷凍乾燥。

四、結果與討論

一、埃及三葉草 (*Berseem clover*, *Trifolium alexandrinum*)

埃及三葉草經石磨機 (stone mill) 磨碎所得的汁液，含蛋白質量為 30.60 % (佔固形物)，鎚磨機 (hammer mill) 打碎者含蛋白質 26.64 %，威斯康辛撕裂機 (Wisconsin macerator) 打碎者含蛋白質 26.02 %。本結果如同前報導 (劉廷英等 1977)，以石磨機磨碎原料可抽出較高的蛋白質。

汁液以酸性溶液 (pH3) 凝聚，所抽取的葉蛋白含蛋白質量 (佔固形物 37.88 %) 比加熱 (80%) 凝聚抽取者含蛋白質量 (33.97 %) 略高，然以操作的簡便及經濟可行性而言，以加熱凝聚較易為農家接受。

埃及三葉草汁液加熱 (80°C) 凝聚，取沉澱凝聚物冷凍乾燥所得葉蛋白粉末，經營養分析結果如表一，濃縮葉蛋白粉末的蛋白質含量 (佔固形物) 比生草高三倍以上，而其中的基本氨基酸 (essential amino acids) (如表 3) 均比 FAO 推薦的標準高，這是葉蛋白充當飼料最大的優點。然葉蛋白的礦物元素抽取率偏低，其原因何在，有待進一步研究及改善。

表一、埃及三葉草地上部份生草及其濃縮葉蛋白 (LPC) 之營養分析

Table 1. Composition of berseem clover plant portion above the ground and its LPC

	地上部份生草※ plant portion above the ground	葉 蛋 白 LPC
蛋白質 (Protein) (%)	2.70	38.61
水 份 (Moisture) (%)	81.20	13.63
纖 維 (Fiber) (%)	4.40	3.45
鈣 (Ca) (mg %)	670	1550
磷 (P) (mg %)	60	149
鉀 (K) (mg %)	420	185
鎂 (Mg) (mg %)	—	81.4
硫酸根 (SO ₄ ⁼) (mg %)	—	267.5
鈉 (Na) (mg %)	—	163

*生草分析結果依台灣省政府農林廳種苗繁殖場推廣種子商品資料，僅供參考。

二、甘藷藤 (*Sweet potato vine and leaf*, *Ipomoea batatas*)

本試驗試抽甘藷藤葉蛋白，但甘藷藤經打碎後，原汁成膠狀，汁液及渣不易分離，抽

葉蛋白困難，而甘藷藤已充份為農家利用。因此，由甘藷藤抽取葉蛋白，不擬作進一步的研討。

三、胡蘿蔔葉 (Carrot leaf, *Daucus carota*)

胡蘿蔔葉較脆嫩，易打碎及搾汁，殘渣中殘留的蛋白質質量低 (10% 佔固形物)。

汁液以不同溫度凝聚，其蛋白質抽取率及胡蘿蔔素含量如表二。由結果可看出，胡蘿蔔葉汁液的蛋白質凝聚溫度在40~50℃為適當，而不需要如以往使用的80℃凝聚 (Byers 1961; Tao et al. 1972)。甚至在常溫下，將汁液置放一晚，蛋白質亦可自然凝聚沉澱，由此所得之葉蛋白粉末含胡蘿蔔素量高於各加熱凝聚之葉蛋白粉末。因此，胡蘿蔔葉汁液只需在常溫下置放一晚，葉蛋白即可凝聚沉澱；若欲加速其凝聚，僅需加熱到40~50℃，而不需加熱到80℃，以免破壞胡蘿蔔素。

表二、不同溫度凝聚之胡蘿蔔葉蛋白之蛋白質抽取率及胡蘿蔔素含量
Table 2. Effect of coagulating temperature on protein extracting ratio and carotene content of carrot leaf protein concentrate

	常溫 (R.T)	40℃	50℃	60℃	80℃
蛋白質抽取率 (%) Protein extraction	30	34	33	20	27
胡蘿蔔素含量 (佔固形物) Carotene content (%)	35	—	28	—	27

分析60℃或80℃凝聚所得之葉蛋白的氨基酸組成，結果如表三，基本氨基酸組成比率均與 FAO 推薦標準接近，因此，若以胡蘿蔔葉蛋白當做蛋白質供應的來源，當不會有氨基酸缺乏之虞，惟蛋氨酸含量尚嫌偏低。

以酒精凝聚所得之葉蛋白，除含有高量的蛋白質外，胡蘿蔔素含量比加熱凝聚者均高 (表四)。然有機溶劑抽提法僅在實驗室或抽取高級蛋白質時適用，一般農家抽取飼料用葉蛋白，有機溶劑抽取法則不簡便亦不經濟。

胡蘿蔔葉內礦物元素抽出率比埃及三葉草略高，惟其中的磷及鎂以任何抽提方法均無法獲得理想的抽取率，這是葉蛋白應用時應注意的地方，否則，雖然得到充足的蛋白質補充，然產生礦物元素缺乏現象，亦非可喜的現象。

胡蘿蔔葉蛋白具有良好的芳香味，較易為人接受。

表三、埃及三葉草、胡蘿蔔及燕麥葉蛋白氨基酸分析

Table 3. The amino acid composition of LPC in berseem clover, carrot and oats, compared with the provisional FAO amino acid pattern.

		80℃凝聚 埃及三葉草葉蛋白 Berseem clover LPC coagulated at 80 ℃	80 ℃凝聚 胡蘿蔔葉蛋白 Carrot LPC coagulated at 80 ℃	60 ℃凝聚 燕麥葉蛋白 Oat LPC coagulated at 60 ℃	FAO推薦標準 FAO (1957) provisional pattern
基本氨基酸 essential a.a. (g/100g a.a.)	離氨酸 (Lys)	5.83	5.85	6.38	4.2
	羧氨酸 (Thr)	4.73	4.68	5.34	2.8
	纈氨酸 (Val)	6.95	7.72	6.93	4.2
	異白氨酸 (Ileu)	5.77	6.12	6.44	4.2
	白氨酸 (Leu)	9.61	9.53	9.77	4.8
	苯丙氨酸 (Phe)	6.31	6.70	7.295	2.8
	蛋氨酸 (Met)	2.25	1.88	2.51	2.2
非基本氨基酸 non-essential a.a. (g/100g a.a.)	組織氨酸 (His)	2.21	2.23	2.65	
	精氨酸 (Arg)	5.82	5.72	4.33	
	天門冬氨酸 (Asp)	18.60	10.85	9.91	
	絲氨酸 (Ser)	3.82	4.18	3.43	
	麥氨酸 (Glu)	11.61	10.68	9.29	
	脯氨酸 (Pro)	4.93	5.71	4.36	
	甘氨酸 (Gly)	5.97	5.59	6.32	
	丙氨酸 (Ala)	6.54	5.62	7.94	
	酪氨酸 (Tyr)	4.20	4.27	4.06	

表四、胡蘿蔔葉及其濃縮葉蛋白之營養組成份分析
Table 4. Nutritive composition of carrot fresh leaves and
LPC coagulated with various concentrating methods

	新鮮葉片 Fresh leaves	常溫凝聚葉蛋白 LPC coagulated at room temperature	50℃ 凝聚葉蛋白 LPC coagulated at 50 °C	酒精凝聚葉蛋白 LPC coagulated with ethanol
蛋白質 (Protein) (%)	2.52	20.59	20.66	24.69
水份 (Moisture) (%)	80.91	11.08	10.20	7.41
纖維 (Fiber) (%)	2.73	6.78	8.90	5.32
灰份 (Ash) (%)	2.12	10.24	11.50	9.83
鉀 (K) (%)		1.07	1.56	0.81
鈉 (Na) (%)	0.05	0.58	0.56	0.41
鈣 (Ca) (%)	0.24	1.25	1.45	1.48
硫酸根 (SO_4^{2-}) (%)	0.30	0.92	0.81	0.87
磷 (P) (mg%)	49.3	0.29	0.28	0.46
鎂 (Mg) (mg%)	30.6	16.5	15.9	15.5
胡蘿蔔素 (Carotene) (mg%)	5.02	31.20	24.87	33.88
蛋白質抽出率 (Protein extraction) (%)		29.69	32.91	34.35

※酒精凝聚者，以四份汁液，加入三份酒精，凝聚葉蛋白。The juice was coagulated with ethanol in the ratio of four to three.

四、燕麥 (Oats, *Avena sativa*)

燕麥葉蛋白中含有較高的纖維素，致使蛋白質含量相對變低（表五）。燕麥葉蛋白中的基本氨基酸均在 FAO 推薦標準之上（表三），其葉蛋白品質相當優良，但燕麥纖維很多，打碎困難，唯有在機械設計上改進，否則燕麥葉蛋白抽取不易進行。

表五、燕麥葉蛋白及其殘渣組成份分析
Table 5. Composition of oat LPC and its residue

	殘 渣 residue	綠色葉蛋白 LPC with pigments	白色葉蛋白 LPC without pigments
蛋白質 (Protein) (%)	1.19	21.43	23.15
水份 (Moisture) (%)	78.00	8.91	12.32
纖維 (Fiber) (%)	9.29	11.06	9.95
灰份 (Ash) (%)	1.36	14.19	11.35

由燕麥抽取綠色葉蛋白 (LPC with pigments)，其蛋白質抽取率36%，白色葉蛋白 (LPC without pigment) 抽取率21%，殘渣中殘留蛋白質6%，因此，在整個抽取過程中，有36%蛋白質流失。此蛋白質流失率是原料2.5公斤燕麥抽取過程換算出來的，當大量抽提操作時，此值可望降低。

五、結 論

本試驗抽取四種植物中之葉蛋白，以埃及三葉草及胡蘿蔔葉較易於抽取。其中埃及三葉草葉蛋白宜作單胃動物飼料，唯需注意添加適量的礦物元素。胡蘿蔔葉蛋白因具有特殊的芳香味，若進一步精提，將可望做為人類食用的蛋白質。

有機溶劑凝聚抽取葉蛋白，雖可得到較高的蛋白質抽取率，然以實用及經濟而言，仍以加熱凝聚較方便而實用。加熱溫度在40~50℃之間，不需太高溫度。

原料以石磨機磨碎較為理想。

謝 啓

- 1 本研究蒙國科會補助，並蒙農復會黃嘉技正熱心贊助，謹此致謝。
- 2 本研究之氨基酸分析蒙本所李政德及林永錚先生協助；營養分析蒙余毅、邱月娥、黃秋榮及彭千惠等小姐幫忙，特此致謝。

六、英文摘要

Summary

Development of Leaf Protein: I. Study on the Biochemical and Nutritive Properties of Leaf Protein Concentrate

Tin-Yin Liu and Jui-Sen Yang

Leaf protein concentrates (LPC) prepared from four kinds of crops, namely Trifolium alexandrinum (berseem clover), Ipomoea batatas (sweet potato), Daucus carota (carrot) and Avena sativa (oat) were analysed for crude protein, mineral elements, β -carotene and amino acids. Berseem clover LPC exhibited the highest protein content as compared to any other LPC in this experiment. Carrot LPC had a good odor and would be acceptable for human consumption. Oat LPC had higher fiber content than others. The extraction of sweet potato LPC was not easy when separating residue and juice.

Except methionine in carrot LPC, the content of essential amino acids of LPC in this study was above the FAO provisional pattern and was adequate in its nutritional amounts. The ratio of mineral elements in LPC was low. Hence, mineral element adding was necessary when feeding animal with LPC. However, the LPC so generated might be used for improving protein-poor diets.

七、參考文獻

1. 劉廷英、林棟樑、林裕 (1977) 紫雲英葉蛋白之研究, 食品工業發展研究所, 研究報告第 95 號 (食品化學之 23)。
2. Byers, M. (1961) Extraction of protein from the leaves of some plants growing in Ghana. *J. Sci. Food Agric.* 12, p.20-30.
3. Chou, C. H., M. T. Yeh, C. C. Liang and C. Huang (1977) Quantity and composition of amino acids of leaf protein concentrates in five tropical leguminous plants, *Bot. Bull. Academia Sinica* 18, p.101-108.
4. FAO (1957) F.A.O. nutr. stud. No.6.
5. Goel, U., B. L. Kawatra and S. Bajaj (1977) Nutritional evaluation of a Cauliflower leaf protein concentrate by rat feeding. *Sci. Fd. Agric.* 28, p.786-790.
6. Jan, L., Y. L. Hsu and J. L. Wu (1977) Nutritive values of leaf protein concentrates for grass carp Ctenopharyngodon idellus. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 16(2), p.91-98.
7. Lazar, M. E., R. R. Spencer, B. E. Knuckles and E. M. Bickoff (1971) PRO-XAN process: Pilot plant for separation of heat-precipitated leaf protein from residual alfalfa juice. *Agric. and Food Chem.* 19(5) p. 944-946.
8. Livingston, A. L., B. E. Knuckles, R. H. Edwards, R. E. Miller, D. de-Fremery, G. O. Kohler (1977) Distribution of saponins in alfalfa protein recovery systems. The 1977 Winter Meeting American Society of Agricultural Engineers.
9. Oelshlegel Jr., F. J., J. R. Schroeder and M. A. Stahman (1969) Potential for protein concentrates from alfalfa and waste green plant material. *J. Agric. Food Chem.* 17(4), p. 791-795.
10. Tao, M., M. Boulet, G. J. Brisson, K. H. Huang, R. R. Riel and J. P.

Julien (1972). A study of the chemical composition and nutritive value of leaf protein concentrates. J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment. 5(2), p. 50-54.