

아카시아 잎에서 分割한 葉綠体蛋白質과 細胞質蛋白質의 榮養價 및 機能的 性質

金鍾奎 · 姜甲錫 · 高永杜*

慶尙大學校 食品加工學科, *畜産學科
(1982年 11月 27日 受理)

Nutritive Value and Functional Properties on Fractionated Chloroplastic and Cytoplasmic Protein from Leaves of Acacia(*Robinia pseudo-acacia* Line)

Jong Kyu Kim, Kap Suk Kang and Yung Du Ko*

Department of Food Science and Technology,

**Department of Animal Science,*

Gyeongsang National University, Jinju 620-15

(Received November 27, 1982)

Abstract

This study was carried out to investigate the nutritive value and functional properties of chloroplastic protein and cytoplasmic protein which are a leaf protein concentrates of acacia.

The results obtained are as follows;

1. The limited amino acids of chloroplastic protein and cytoplasmic protein in acacia leaf were methionine & tryptophan in both cases.
2. Digestibilities of chloroplastic protein and cytoplasmic protein were 72.59% and 60.24%, respectively.
3. Bulk density, water absorption, emulsifying capacity and emulsion stability of the chloroplastic protein and cytoplasmic protein were not greatly different from those of milk casein, but water solubilities of those were lower than that of milk casein.
4. Fat absorption of the cytoplasmic protein was similar to that of milk casein, but that of the chloroplastic protein was lower than that of milk casein.

序 論

葉蛋白質에 관한 報告로는 1773年 Rouelle 가 잎에서 蛋白質을 抽出하였으며, 1926年 Erekly 가 確實치 않은 方法으로 未熟한 農作物에서 많은 양의 蛋白質을 얻었다. 1940年 Pirie 가 葉蛋白質의 生産에 대한 開發을 한 最初의 研究者가 되었다.⁽¹⁾

그 後 葉蛋白質의 研究가 繼續되어 1960年代

Chibnall等⁽²⁾은 人類의 蛋白質 供給源으로서 葉蛋白質의 重要性을 強調하였고, Gerloff等⁽³⁾은 葉蛋白質이 大部分의 穀類및 肉類를 비롯한 動物性 蛋白質에 못지 않게 훌륭한 營養價를 含有하고 있음을 報告하였다.

Buchnan⁽⁴⁾은 葉蛋白質의 抽出에 있어서 容易함과 높은 收率및 營養價等에 대해 報告하였으며, 1970年代에는 Kinsella等⁽⁵⁾은 alfalfa의 葉蛋白質에 對한 報告에서 다른 農產品에 비해 單位面積當 多量의 蛋白質을 얻을수 있다고 하였다. 그러나 이런 葉蛋白質의 長點

에 반해, 葉蛋白質은 抽出方法의 選定, 色과 貯藏中에 나쁜 냄새의 發生에 대해 報告되었다.

Betschart等⁽⁵⁾은 葉蛋白質에 殘存하는 構成脂肪酸의 53~79%가 polyunsaturated fatty acid로서 脂肪酸化가 容易하여 貯藏蛋白質의 營養價가 低下된다고 밝혔다.

그리고 이런 研究와 同時에 機能的 性質에 관한 연구도 活潑히 進行되었는데 Wang等⁽⁶⁾은 alfalfa의 whipping에 대한 報告에서 食品으로서의 開發에 대하여, Kinsella等⁽⁷⁾은 여러 葉蛋白質(cowpea, peanut, soybean等)에서 溶解度에 대하여, Fleming等⁽⁸⁾은 sunflower의 機能的 性質에 대해 報告하였다. 이런 基礎위에 Karlf等⁽⁹⁾은 葉蛋白質과 動物性 蛋白質과의 機能的 性質과 經濟性을 比較 研究하기에 이르렀다. 이와같이 葉蛋白質에 대한 報告가 많이 있으나 葉蛋白質의 化學成分이나 性質은 근본적으로 草種에 따라 다르며 앞으로의 연구는 많은 새로운 草種에서 葉蛋白質을 調製하여 含有成分이나 性質을 究明함이 필요하다고 지적되고 있다. 이는 草種에 따라 調製 蛋白質의 品質에 關與할 수 있는 蛋白質의 種類, 脂質, tannin, phenol類 및 saponin 등의 含量이 다양하기 때문이다.⁽¹¹⁻¹²⁾

우리나라에서는 綠飼料로서 많은 比重을 차지하며 Ca과 蛋白質 含量이 높은 아카시아에 대한 研究로는 葉全體의 成分 分析⁽¹⁰⁾에 지나지 않으며, 이의 葉蛋白質에 대한 報告는 아직 없다. 이런 연유로 著者들은 우리나라 山野에 널리 分布하는 아카시아를 代替蛋白質源으로서의 利用性 및 妥當性을 究明하기 위하여 아카시아 앞에서 葉綠體 및 細胞質 蛋白質을 調製하여 營養價 및 機能的 性質을 調査한 結果를 報告코저 한다.

材料 및 方法

試料調製

晋州市 加佐洞에 位置한 野山에서 1981年 7月에 아카시아 잎을 따서 實驗에 使用하였으며, 採取한 잎은 2時間以內 低溫室로 옮긴후 Fig. 1. 과 같이 Horigome⁽¹³⁾의 方法으로 葉蛋白質을 調製하였다.

實驗方法

가. 아미노산 定量

분해관에 試料 一定量을 넣고 6N-HCl을 200배 가하여 脫氣後 밀봉하여 110℃에서 24時間 加水分解하고 rotary evaporator로 乾周後 pH 2.2, 0.1M-citrate buffer solution으로 溶解하여⁽¹⁴⁾ 아미노산 자동분석기(Nihondenshi, JLC-6 AH)를 利用하여 이온 교환 크로마토그래피로 분석하였다.⁽¹⁵⁾

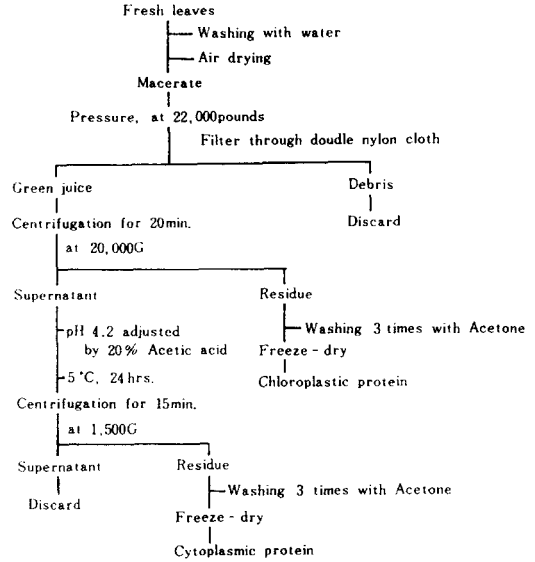


Fig. 1. Procedure for the fractionation of leaf protein concentrates.

나. Tryptophan 定量

Aldehyde法⁽¹⁶⁾에 준하여 試料(protein으로 5~10mg, tryptophan으로 5~100µg)와 p-DAB(p-dimethyl amin. benzaldehyde) 30mg을 共栓付 갈색병에 취하고 19N-H₂SO₄ 10ml를 加하고 잘 진탕하여 暗所室溫에 30分 放置한후 580nm에서 吸光度를 測定하였다. 이때 blank는 試料에 p-DAB를 含有하지 않게 하고, 標準曲線은 5~100γ의 tryptophan 水溶液 1ml를 試料로서 上記와 같은 操作으로 측정하였다.

다. Pepsin 消化率

Byers 方法⁽¹⁷⁾에 따라 細粉한 試料 1g을 遠心管에 취하고 ether 10ml를 가하여 充分히 攪拌한 다음 2,000rpm에서 遠心分離하였다. 上澄液은 傾斜法으로 除去하는 操作을 2회 반복한후 0.2% pepsin 溶液을 150ml 가하여 45℃에서 16時間 攪拌하였다. 消化後 1g의 여과보조제(celite 545)를 利用하여 여과하고 잔사는 물로서 수회 洗滌하고 濾紙와 함께 Kjeldahl法에 의하여 消化되지 않은 N의 含量을 定量하고 다음式에 의하여 計算하였다.

$$\text{pepsin 消化率} = \frac{a-b}{a} \times 100$$

a : 試料中の N(mg)

b : 殘渣中の N(mg)

라. 機能的 性質

부피밀도(bulk density)와 溶解度(solubility)는 Wang等⁽⁶⁾, 吸水度(water absorption)와 脂肪吸着度

Vol. 15, No. 4 (1983) 아카시아 잎에서 分離한 葉綠體蛋白質과 細胞質蛋白質의 營養價 및 機能的 性質 (323)
 (fat absorption)는 Lin等⁽¹⁸⁾, 乳化能力(emulsifying capacity) 및 乳劑의 安定性(emulsion stability)은 Katsuhara⁽¹⁹⁾의 方法에 따라 측정하였다.

結果 및 考察

아미노산 組成은 Table 1. 과 같다. 葉綠體蛋白質과 細胞質蛋白質의 아미노산 組成은 매우 상이하며 이 兩蛋白質의 아미노산 組成은 前報⁽¹²⁾의 alfalfa, Italian rye grass, oats, red clover 등의 牧草의 葉蛋白質과도 매우 상이하다.

이들 牧草의 아미노산 組成에서도 glutamic acid가 제일 많고 다음이 aspartic acid 이며⁽¹³⁾, oats 나 ladino clover 의 葉綠體蛋白質과 細胞質蛋白質에서도 마찬가지로 지인⁽¹²⁾ 반면 아카시아 葉蛋白質에서는 오히려 aspartic acid가 제일 많고 다음이 glutamic acid 이다. 細胞質蛋白質의 arginine, threonine, serine 및 phenylalanine 의 含量도 매우 다르다.

아카시아잎의 葉綠體蛋白質 및 細胞質蛋白質과 他葉蛋白質 및 FAO reference protein 의 必須 아미노산 組成은 Table 2. 와 같다. 아카시아의 兩葉蛋白質은 他葉蛋白質의 必須 아미노산 組成과 매우 다르며 일반적으로 牧草의 葉蛋白質에서는 methionine 만이 제한 아미노산 일 수가 있음이 보고 되고 있으나⁽¹¹⁾ 특이하게도 아카시아 葉蛋白質은 methionine 과 tryptophan 이 제한 아미노산이다.

아카시아 葉蛋白質의 소화율은 Table 3. 과 같고 기능적 성질은 Table 4 와 같다. 기능적 성질을 보면 葉綠體蛋白質은 milk casein에 비해 溶解度와 脂肪吸着度가 매우 낮으며 細胞質蛋白質은 葉綠體蛋白質에 비해 溶解

Table 1. Amino acid composition of chloroplactic and cytoplasmic protein(g amino acid per 100g recovered amino acid)

Amino acid	Chloroplactic protein	cytoplasmic protein
Lysine	6.93	7.25
Histidine	2.67	3.74
Arginine	6.42	2.55
Aspartic acid	12.16	19.50
Threonine	5.52	2.55
Serine	4.93	2.55
Glutamic acid	12.17	13.90
Proline	5.82	4.59
Glycine	5.87	4.93
Alanine	6.12	5.27
Valine	5.35	4.42
Methionine	1.10	0.85
Isoleucine	4.33	5.78
Leucine	7.61	6.29
Tyrosine	3.44	3.23
Phenylalanine	5.65	3.23
Tryptophan *	1.27	0.98

* : Analysis as aldehyde method

度와 脂肪吸着度가 모두 높다. 蛋白質性質上 溶解度가 增加하면 脂肪吸着度도 增加한다. 이 兩蛋白質의 부피 밀도, 乳化能力 및 乳劑의 安定性 등은 milk casein 과 別 차이가 없다. 細胞質蛋白質의 脂肪吸着度도 milk casein 과 비슷하다.

Table 2. Essential amino acid composition

Sample	Essential amino acid								Reference	
	Ile.	Leu.	Lys.	Met.	Phe.	Thr.	Try.	Val.		
FAO reference protein	4.2	4.8	4.2	2.2	2.8	2.8	1.4	4.2	FAO ²⁰⁾	
LPC Δ barley ^{a)}	5.0	9.3	6.6	2.2	6.2	5.1	-	6.4	Byers ¹⁷⁾	
LPC Δ avg. soy bean	5.0	10.0	7.2	1.1	5.8	5.3	-	6.7	Kinsella ²¹⁾	
LPC pI avg. soy bean ^{b)}	4.8	9.8	7.0	1.3	5.9	5.3	-	6.6	Kinsella ²¹⁾	
Acacia LPC	Ch. ^{c)}	4.33	7.61	6.93	1.10	5.52	5.52	1.27	5.53	
	Cy. ^{d)}	5.78	6.29	7.25	0.85	3.23	2.55	0.95	4.42	

All value expressed as g amino acid per 100g recovered amino acid

- a) : is prepared by heated precipitation
- b) : is prepared by acid precipitation
- c) : is represented chloroplactic protein
- d) : is represented cytoplasmic protein

Table 4. Some functional properties of acacia leaf protein concentrates

	Milk casein	Chloroplastic protein	Cytoplasmic protein
Bulk density (ml/g)	0.48	0.37	0.47
Solubility (%)	48.20	23.30	25.80
Water absorption (ml H ₂ O/g of LPC)	0.53	0.45	0.49
Fat absorption (ml oil/g of LPC)	0.90	0.48	0.80
Emulsifying capacity (%)	48.80	44.44	48.75
Emulsion stability	53.00	51.76	66.66

Table 3. Pepsin digestibility

Sample	Digestibility (%)
Milk casein	97.35
Chloroplastic protein	72.59
Cytoplasmic protein	60.24

일반목초의 세포질 단백질은 엽록체 단백질 보다 수可溶性이며 소화성도 우수하다.^(11, 22) 아카시아 단백질에 있어서 이와같은 소화성의 결과는 세포질 단백질의調製中 pH 4.2, 5℃에서 24시간동안 단백질을 침전시키는 과정에서 단백질과 결합 혹은 유리상태로 소화성이나 영양가를 低下시키는 아카시아 잎에 존재하는 여러가지 물질에 기인 하리라 여겨진다. 단백질과 결합하여 영양가를 低下시키는 물질로는 tannin類⁽²³⁻²⁶⁾, phenol類⁽¹¹⁾ 등이 알려져있다.

食糧화를 하기 위해서는 소화성의 증진과 용해도의 개선등의 방법이 더 究明되어야 하리라 본다.

要 約

아카시아 단백질을 食糧化할 目的으로 엽록체 단백질 및 세포질 단백질을 調製하여 영양가와 機能的 性質을 調査한 결과는 다음과 같다.

1. 아카시아잎의 엽록체 단백질 및 세포질 단백질은 methionine 과 tryptophan 이 制限 아미노산 이었다.

2. 소화률은 엽록체 단백질이 72.59%, 세포질 단백질이 62.24% 이었다.

3. 부피밀도, 吸水量, 乳化能力 및 乳劑의 安定性은 milk casein 에 비해 別차이가 없으나 溶解度는 상당히 낮았다.

4. 세포질 단백질의 脂肪吸着度는 milk casein 과 비슷하나 葉綠體蛋白質은 상당히 낮았다.

文 獻

- Buchanan, R. A. : *Fd. Technology in Australia*, 21, 470 (1969)
- Chibnall, A. C., Rees, A. C. and Jugg, J. W. : *J. Sci. Fd. Agr.*, 14, 234 (1965)
- Gerloff, E. D. and Lim, I. H. : *J. Agr. Fd. Chem.*, 13, 139 (1965)
- Kinsella, J. E. and Wang, J. C. : *J. Fd. Sci.*, 40, 1156 (1975)
- Betschart, A. A. and Kinsella, J. E. : *J. Agr. Fd. Chem.*, 22, 116 (1974)
- Wang, J. C. and Kinsella, J. E. : *J. Fd. Sci.*, 41, 286 (1976)
- Kinsella, J. E. and Betschart, A. A. : *J. Agr. Fd. Chem.*, 21, 60 (1973)
- Fleming, S. E., Sosulski, F. W. and Kilara, A. A. : *J. Fd. Sci.*, 39, 188 (1974)
- Karlf, M. : *J. Agr. Oil Chem.*, 48, 477 (1971)
- 韓仁圭 : 飼料資源 Hand Book, 天豐印刷, 595 (1976)
- Horigome, T. : *Jap. J. Zootech. Sci.*, 53, 1 (1982)
- Horigome, T., Kim, J. K. and Uchida, S. : *J. Nutr.*

- Vol. 15, No. 4 (1983) | 아카시아 잎에서 分離한 葉綠體蛋白質과 細胞質 蛋白質의 營養價 및 機能的 性質 (325)
Sci. and Vitaminology, in press
13. Horigome, T. : *Jap. J. Zotech. Sci.* , 48, 267 (1977)
 14. 秦忠夫, 林力丸 : *アミロ酸・タンパク質の分析*, 講談社, p. 34 (1971)
 15. Spackman, D. H. and Stein, W. H. : *Anal. Chem.* , 30, 1190 (1958)
 16. Henry, K. M. and Ford, J. E. : *J. Sci. Fd. Agr.* , 16, 425 (1975)
 17. Byers, M. : *J. Sci. Fd. Agr.* , 22, 242 (1971)
 18. Lin, M. J. and Humbert, E. S. : *J. Fd. Sci.* , 39, 368 (1974)
 19. Katsuhara, Yasumatsu : *Agr. Biol. Chem.* , 36, 719 (1972)
 20. FAO Nutrition Meeting Report, Series No. 37, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (1965)
 21. Kinsella, J. E. : *Chemistry and Industry (London)* , 550, Apr. 25 (1970)
 22. 曹永守, 金鍾奎 : *韓國營養食糧学会誌*, 투고중
 23. Hagerman, A. E. : *J. Agr. Fd. Chem.* , 28, 947 (1980)
 24. Hoon, I. O. and Johan, E. H. : *J. Agr. Fd. Chem.* , 28, 394 (1980)
 25. Robert, D. R., Sharon, E. F. and Donald, J. S. : *J. Agr. Fd. Chem.* , 28, 824 (1980)
 26. 桜庭英剛, 一瀬肇 : *日本農芸化学会誌*, 56, 517 (1982)