

콩나물製造中 窒素化合物의 變化와 그 營養學的 研究

第二報. 總아미노산組成의 變化

梁 旦 範

漢陽大學校 食品營養學科

(1981년 5월 19일 수리)

Changes of Nitrogen Compounds and Nutritional Evaluation of Soybean Sprout

Part II. Changes of amino acid composition

Cha-Bum Yang

Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul, Korea

Abstract

For the chemical assessment of soybean sprouts as a protein food, the changes of amino acid compositions were investigated in soybean as well as both in cotyledon and axis at various growing stages. The total amino acid content per soybean sprout was not changed until 2 days, and thereafter decreased. In cotyledon it is decreased but increased in axis. The ratio of essential amino acid to total amino acids decreased rapidly after 4 days, especially in axis. Aspartic acid increased considerably while glutamic acid decreased. The assessment of soybean sprout with chemical score, A/E and A/T, methods showed that the values were low and that there was no consistency among two methods for sprout products. The limiting amino acid was methionine. Both chemical scores by FAO reference protein and requirement pattern showed similar decreasing order of 2 day-sprout > soybean > 4 day-sprout > 8 day-sprout > 6 day-sprout, while both essential amino acid index and requirement index showed 2 day-sprout > soybean > 4 day-sprout > 6 day-sprout > 8 day-sprout.

緒 論

著者は第一報¹⁾에서 콩나물이 자람에 따라 各部位別 窒素化合物의 變化를 調査하여 大豆蛋白質의 콩나물製造로 인한 營養學的得失을 檢討하였다. 그러나 그것은 蛋白質의 형태와 量에 局限

되므로 量的評價에 不週하다. 콩나물製造中 아미노산 變化에 대해서는 paper chromatography와 ion 交換樹脂를 사용하여 몇개의 아미노산에 대하여 定性 또는 定量的으로 分析하였을뿐²⁻⁶⁾ 營養評價가 시도된바 없다. 그 이유는 콩나물은 우리나라에서만 사용되고 또 단백질자원으로 보다는 소채식품으로 간주되었던 때문인것 같다. 그러나

前報¹⁾에서 본파와 같이 콩나물중의 단백질은 무시할 수 없는 상당한 양이었다. 따라서 本報에서는 콩나물단백질의 質的評價를 위하여 콩나물製造過程別로 總아미노산組成變化를 測定하여 여러 가지 化學的方法 즉 chemical score, essential amino acid index 및 requirement index 등으로 評價하였다.

材料 및 方法

1. 材料 및 試料의 調製

前報¹⁾에서와 같이 콩은 물에 불린그대로 껍질을 벗기어 사용하고 콩나물은 25°C에서 기른것을 子葉部와 胚軸部로 나누어 -50°C에서 冷凍乾燥시키고 60mesh로 粉碎하여 總아미노산 分析用試料로 하였다.

2. 分析

1) 總아미노산의 分析: 粉末試料 100mg와 10ml의 6N-HCl을 pyrex 試驗管에 넣고 眞空密栓하여 110±1°C에서 24時間分解시킨후 濾過하고 그 分解液을 減壓下, 40°C에서 蒸發乾燥시키고 pH 2.2의 sodium citrate buffer 5ml에 녹여 0.5ml씩 아미노산 自動分析器(Hitachi model KLA-3B)에 注入 分析하였다.⁷⁾ Tryptophan은 Spies와 Chamber 등의 方法⁸⁾으로 定量하였다.

2) 營養價의 計算: 總아미노산의 分析結果로서 chemical score는 Kapoor 등의 方法⁹⁻¹¹⁾에 따르고 essential amino acid index (EAAI)는 Oser의 方法¹²⁾으로 그리고 requirement index(RI)는 Rama Rao의 方法¹³⁾으로 算出하였다.

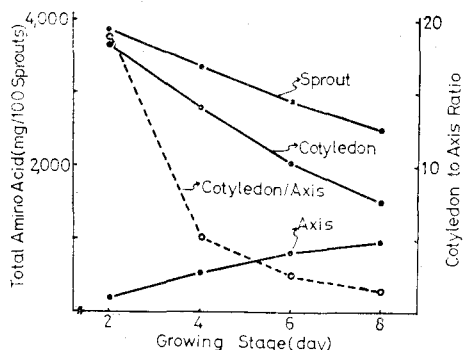


Fig. 1. Changes in total amino acid content (TAA) of cotyledon and axis in hundred sprouts and ratio of TAA in cotyledon to TAA in axis (dotted line).

結果 및 考察

大豆와 콩나물을 加水分解하여 總아미노산을 分析한 結果를 大豆 100個當으로 보면 표 1 및 그림 1과 같다. 100個當 건중량은 cotyledon에서는 2일에서 7.43g, 4일은 6.23g, 6일-4.74g, 8일-3.78g 이었고 axis에서는 2일-0.84g, 4일-1.93g, 6일-8.16g 및 8일-4.40g 이었다.

大豆中の 아미노산 組成을 보면 glutamic acid가 가장 많고 그다음 Asp>Lys>Arg>Leu>Phe>Val>Ile>Ser>Thr>Gly>His>Tyr>Pro>Ala>Try>Met의 順으로 含有되었으며 cystine은 微量으로 나타났다. 이와같은 大豆中の 아미노산含量値는 李等¹⁴⁾ 및 李等¹⁵⁾의 結果와 거의 一致하며 蛋白質含量을 基準으로 選定한 우리나라 主要大豆 12個品種에 對해 分析한 아미노산組成의 平均値¹⁶⁾와 비교하면 glutamic acid와 aspartic acid는 거의 같은 值였으며 serine, proline, glycine, alanine 및 methionine 등은 이들의 含量値보다 약간 낮은 值를 보이었고 threonine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine, histidine 및 arginine 등은 이들의 含量値보다 높게 나타났다. 이와같이 大豆中 各個 아미노산含量値가 약간씩 달리 나타남은 品種間의 差異에서 온다고 볼 수 있다.

콩나물제조중 총 아미노산 變化를 보면 (표 1, 그림 1) 子葉部에서는 大部分의 아미노산들이 發芽期에는 거의 含量變化를 보이지 않다가 2日以後부터 減少되었으며 이와 反對로 胚軸에서는 增加되었는데 이것은 子葉의 貯藏蛋白質이 分解하여 생긴 아미노산들이 상당량 뿌리쪽으로 移行되어 짐이 아닌가 추정된다. 그러나 子葉과 胚軸을 합한 콩나물全體는 發芽初期에는 거의 變化가 없으나 胚軸이 현저하게 커지는 2日以後에는 상당한 減少를 보이고 콩나물이 자람에 따라 子葉과 胚軸의 크기가 變化함으로 子葉과 胚軸의 아미노산 含量比로 표시한 그림 1에서 보면 2日째에 18.96, 4日째에 5.21, 6日째에 2.50, 8日째에 1.53으로 4日째까지는 현저히 減少하다가 그以後에는 비교적 완만하게 減少되었다. 이는 子葉中 아미노산 含量은 현저히 줄고 胚軸에서는 크게 增加됨을 의미한다.

主要 아미노산別로 볼때 특히 aspartic acid는

Table 1. Total amino acid contents of soybean sprouts at various culture periods

Amino acids	(mg/hundred sprouts)															
	Cotyledon					Axis					Soybean sprouts (Cotyledon + Axis)					
	Culture periods(days)															
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
Aspartic acid	442.01	409.35	376.55	313.51	35.85	279.73	443.73	561.55	420.64	477.84	688.81	820.28	875.08			
Threonine	152.69	111.80	90.34	58.59	9.11	21.23	29.77	29.64	158.49	161.80	133.03	120.11	88.23			
Serine	184.56	130.89	99.59	63.20	10.25	23.04	32.93	31.46	176426	19481	153.93	132.52	94.66			
Glutamic acid	648.79	400.81	259.61	150.90	9.84	12.74	17.25	17.22	680.77	658.63	413.55	276.86	168.12			
Proline	103.57	73.19	49.58	31.83	1.18	1.35	2.12	2.24	108.59	104.75	74.54	51.70	34.02			
Glycine	128.09	93.85	64.89	48.35	7.76	10.75	14.76	15.57	139.13	135.85	104.60	79.65	63.99			
Alanine	96.07	74.89	52.76	39.39	7.06	12.45	14.69	14.12	102.43	103.13	87.34	67.45	53.52			
Cystine	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
Valine	200.61	161.67	117.79	81.08	13.28	30.32	52.23	55.31	219.91	213.89	191.99	170.02	136.35			
Methionine	31.21	18.38	11.85	9.60	4.14	4.38	7.87	10.64	33.62	35.35	22.77	19.72	20.21			
Isoleucine	194.37	154.90	110.39	72.77	12.36	21.75	34.63	37.14	209.18	206.73	176.65	145.02	109.99			
Leucine	301.29	242.68	170.88	112.38	17.04	26.79	39.88	40.16	331.06	318.33	269.48	210.76	152.55			
Tyrosine	117.54	93.79	56.88	43.17	7.62	8.83	9.99	13.25	126.54	125.16	102.17	66.87	56.43			
Phenylalanine	202.32	168.87	117.98	85.05	12.26	22.54	40.35	50.96	225.81	214.58	191.41	158.33	136.01			
Lysine	352.26	256.66	180.97	133.09	18.66	22.58	29.51	36.76	386.58	370.92	278.24	210.48	169.81			
Histidine	137.23	115.47	86.36	75.60	6.92	17.14	24.17	30.59	137.81	144.15	132.61	110.53	106.17			
Arginine	326.55	256.84	181.68	177.55	14.59	15.07	17.06	18.80	363.09	341.14	271.91	198.74	196.36			
Tryptophan	43.91	40.76	31.85	23.25	5.27	8.05	13.27	21.86	38.54	49.18	48.81	45.12	45.14			
NH ₃	39.10	35.83	36.40	22.94	3.32	11.87	17.60	23.39	47.34	42.24	47.70	54.00	46.31			
N-recovery(%)	102.3	44.7	95.6	93.0	67.7	60.6	50.0	47.0	97.7	99.7	87.3	77.3	68.8			
Total	3,663.07	2,804.82	2,059.95	1,519.31	193.17	538.02	824.21	987.2	73,858.4	53,856.2	43,942.8	42,884.1	62,506.5			
Essential amino acid (E.A.A./Total)×100	1,478.66	1,155.74	832.05	575.81	92.12	157.64	247.51	282.47	1,603.19	1,570.78	1,313.38	1,079.56	858.24			
	40.37	41.21	40.39	37.90	47.69	26.30	30.03	28.61	41.55	40.73	39.29	37.43	34.28			

* NH₃ is not included

T : trace

Table 2. Amino acid composition of soybean and soybean sprouts as compared to FAO reference protein, egg protein and amino acid requirements of albino rats (g/16N)

Amino acids	Soybean	Soybean sprout												Egg protein	FAO reference protein	Amino acid requirement of albino rats	
		2 days			4 days			6 days			8 days						
		C	A	Sp	C	A	Sp	C	A	Sp	C	A	Sp				
Methionine	0.89	0.93	1.53	0.97	0.65	0.56	0.63	0.56	0.56	0.56	0.56	0.58	0.59	0.59	3.42	2.20	1.60
Threonine	4.20	4.54	3.36	4.45	3.96	2.72	3.69	4.31	2.11	3.43	3.56	1.64	2.56	5.20	2.80	5.00	
Tryptophan	1.02	1.31	1.94	1.35	1.44	1.03	1.36	1.52	0.94	1.29	1.31	1.21	1.31	1.49	1.40	1.10	
Valine	5.83	5.97	4.90	5.89	5.72	3.89	5.33	5.62	3.71	4.85	4.93	3.06	3.95	7.41	4.20	5.50	
Lysine	10.25	10.48	6.88	10.21	9.09	2.90	7.75	8.63	2.09	6.00	8.09	2.04	4.92	7.17	4.20	9.00	
Isoleucine	5.54	5.78	4.56	5.69	5.49	2.79	4.90	5.27	2.46	4.14	4.42	2.06	4.18	6.77	4.20	5.50	
Phylalanine	5.99	6.02	4.52	5.91	5.98	2.89	5.31	5.63	2.96	4.52	5.17	2.82	3.94	5.97	2.80	4.20	
Tyrosine	3.35	3.50	2.81	3.44	3.32	1.07	2.83	2.71	0.71	1.91	2.62	0.73	1.63	3.95	2.80	3.20	
Cystine	T	—	—	—	T	T	T	T	—	—	—	—	T	2.11	—	3.40	
Histidine	3.65	4.08	2.55	3.96	4.09	2.20	3.68	4.12	1.72	3.15	4.60	1.69	3.08	2.40	—	—	
Arginine	9.63	9.71	5.38	9.39	9.10	1.93	7.55	8.67	1.21	5.67	10.79	1.04	4.69	6.70	—	—	
Aspartic acid	11.15	13.15	13.21	13.15	14.50	35.83	19.11	17.86	31.48	23.40	19.06	31.09	25.34	7.33	—	—	
Glutamic acid	18.05	1.30	3.63	18.13	14.19	1.63	11.48	12.88	1.22	7.90	9.17	0.95	4.87	12.37	—	—	
Glycine	3.69	3.81	2.86	3.74	3.32	1.38	2.90	3.10	0.05	2.29	2.94	0.86	1.85	3.47	—	—	
Proline	2.88	3.08	0.43	2.88	2.59	0.17	2.07	2.37	0.15	1.47	1.93	0.12	0.99	4.16	—	—	
Serine	4.67	5.49	3.80	5.36	4.64	2.95	4.27	4.75	2.34	3.78	3.84	1.74	2.74	7.94	—	—	
Alanine	2.72	2.86	2.60	2.84	2.65	1.60	2.42	2.52	1.04	1.92	2.39	0.78	1.55	—	—	—	
Leucine	8.78	8.95	6.28	8.76	8.69	3.43	7.48	8.15	2.83	6.01	6.83	2.22	4.42	9.00	4.80	7.00	

C : Cotyledon

A : Axis

Sp : Sprout

胚軸部에서 經時的으로 현저히 增加를 보였고 glutamic acid는 子葉部에서 가장 많이 減少되었다. 이와 같은 事實은 李等²⁾이 지적한 바와 같이 大豆發芽初期에 aspartic acid와 glutamic acid가 크게 窒素代謝에 關與함을 알 수 있다. 즉 transamination mechanism과 同時に Kreb's cycle에 있어서 서로 밀접하게 關聯되어진다고 할 수 있다. 森田等¹⁷⁾은 大豆暗所發芽에서 phenylalanine 含量은 最初 3日間에는 急激히 減少되나 그以後에는 減少가 緩慢해지고 7日以後에는 더욱 減少率이 낮았는데 13日發芽大豆의 phenylalanine 含量은 大豆의 2/5 정도가 된다고 하여 本實驗結果에서의 8日發芽에서 大豆含量値의 60% 정도와 大體로 一致하였다. 前川²⁾은 大豆發芽時에 methionine 含量이 大豆에 比해서 發芽日數가 지남에 따라 減少되어 13日째에는 大豆含量値의 50%로 減少된다고 하였다. 이것은 8日째의 콩나물에서 59%로 나타난 本實驗結果와 비슷한 傾向이었다.

또한 山尾等⁵⁾은 大豆發芽時 tyrosine 含量이 胚

軸, 根芽에서는 차차 增加하나 子葉에서는 현저히 減少하여 發芽大豆 個當으로는 13日頃에 大豆 tyrosine 含量의 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 정도로 減少된다고 하였는데 本實驗結果에서는 8日째 콩나물이 2/5 정도 로 더 빨리 減少되었다. 아미노산의 총계에 대한 必須아미노산의 比率은 子葉에서는 4日까지 거의 變化가 없다가 그以後부터 약간 減少되었으며 胚軸에서는 初期 2日까지 增加를 보이다가 그以後 4日까지 急激히 減少되었으며 4日以後는 緩慢하게 變化되었다. 이것은 2日에서 4日 사이에 非必須아미노산인 aspartic acid가 현저히 增加되었기 때문이다.

콩나물全體로는 4日까지는 비교적 적게, 그以後에는 많이 減少되므로 아미노산의 손실을 감안할 때 4日以內로 길러 食用하는 것이 유리할 것이다. 大豆 및 콩나물의 各種必須아미노산 含量을 FAO reference protein¹⁰⁾, egg protein, 그리고 albaino rat의 아미노산要求量과 比較하기 위하여 蛋白質 100g 當 아미노산의 含量 (g/16N)으로 表示하면 표 2와 같다. 즉 大豆, 2日 콩나물, 4日

Table 3. Chemical score, essential amino acid index and requirement index of soybean and soybean sprouts.

	Chemical score				Essential amino acid index (Oser, 1959)	Requirement index (Rama Rao et al., 1964)
	FAO (1970) based on egg protein		FAO(1957) reference protein	Based on requirement pattern (Rama Rao et al., 1964)		
	A/E	A/T				
Soybean	25.82	26.02	40.45	55.63	87.25	101.96
Cot.*	26.04	27.19	42.27	58.13	93.36	108.53
2 days Axis	59.10	44.74	69.55	95.63	76.88	97.19
Sprout	53.69	28.36	44.09	60.63	92.37	107.94
Cot.	19.44	19.01	29.55	40.63	86.49	99.41
4 days Axis	37.24	16.37	25.45	35.00	42.92	54.81
Sprout	21.38	18.42	28.64	39.38	77.74	90.21
Cot.	17.27	16.37	25.45	35.00	83.73	95.96
6 days Axis	44.23	16.37	25.45	35.00	35.65	47.08
Sprout	22.88	16.37	25.45	35.00	68.85	77.50
Cot.	18.63	16.96	26.36	36.25	79.50	86.31
8 days Axis	46.77	15.52	26.82	36.88	33.04	43.74
Sprout	28.38	17.25	26.82	36.88	58.47	65.52

* Cot : Cotyledon

콩나물의 아미노산 pattern 은 methionine 이 不足할뿐 FAO reference protein 과 비슷하였으며 6 日콩나물은 methionine 이 현저히 不足되고 또한 tryptophan 과 tyrosine 이 不足하였다. 8 日콩나물은 phenylalanine 과 lysine 등을 제외하고는 全般的으로 不足하였다. egg protein 의 아미노산 pattern 과 비교하여 보면 콩과 콩나물 다같이 lysine, histidine, arginine 및 phenylalanine 등을 제외하고는 전반적으로 不足함을 보이었고 그중에서도 methionine 과 cystine 이 현저하게 不足되었다. albino rat 의 아미노산要求量과 比較해 보면 cystine 과 methionine 이 현저히 不足되었고 threonine 도 不足되었다. 이들 3 가지 以外의 아미노산들은 大豆, 2 日째 콩나물 및 4 日째 콩나물에는 비교적 많이 들어 있으나 6 日째 및 8 日째 콩나물에는 현저하게 적었다. 이러한 아미노산의 組成을 가진 蛋白質의 品質을 評價하기 위하여 여러가지의 chemical score⁹⁾, essential amino acid index(EAAI)¹²⁾ 그리고 requirement index (RI)¹³⁾를 계산한 結果는 표 3 과 같다. 즉, methionine 이 制限아미노산이 되어 A/E 는 2 日콩나물 > 8 日콩나물 > 大豆 6 日콩나물 > 4 日콩나물의 順으로 전체적으로 낮은 값을 보였다. A/T 와 FAO reference protein 法으로는 2 日콩나물 > 大豆 > 4 日콩나물 > 8 日콩나물 > 6 日콩나물의 順이었다. 여기서 A/T 도 역시 낮은 값을 보였으며 試料間에 큰 差異가 없었고 FAO reference protein 에서는 大豆와 2 日콩나물에서 그 값이 약간 높았으나 그 以外의 試料에서는 전반적으로 낮았다. Requirement pattern 에서는 2 日콩나물 > 大豆 4 日콩나물 > 8 日콩나물 > 6 日콩나물의 順으로서 콩과 2 日콩나물에서는 약간 높았으나 그 以外의 試料에서는 전반적으로 낮았다. 이상의 chemical score 값에서는 전반적으로 상당히 낮은 값을 보였고 콩보다도 2 日콩나물이 더 높게 나타났으며 4 日콩나물은 크게 떨어졌다. 그리고 EAAI 와 RI 로는 2 日콩나물 > 大豆 4 日콩나물 > 6 日콩나물 > 8 日콩나물의 順으로 그 값은 상당히 높게 나타났으며 또한 試料間에 큰 差異를 보였다. 특히 本 실험의 原料大豆는 Kapoor 等이⁹⁾ 報告한 Bragg, punjab-1 및 Lee 品種에서의 A/E 值(43.48~46.12) A/T 值(31.80~35.32) 그리고 FAO reference protein 值(49.52~55.71) 보다는 낮

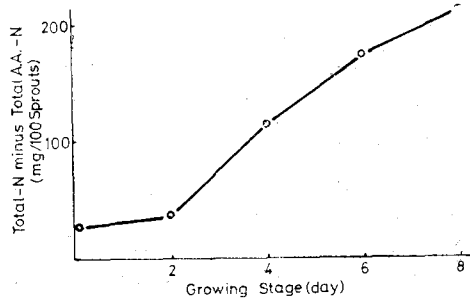


Fig. 2. Changes in difference between total nitrogen and nitrogen of total amino acid.

게 나타났으며 EAA 值(71.61~75.64) 및 RI 值(79.27~83.14) 보다는 높게 나타나 大豆品種間에도 큰 差異를 보였다. 이와같이 chemical score 및 EAAI 와 RI 等이 蛋白質의 配合 또는 아미노산의 補充을 위한 營養價를 豫見하는 手段으로 利用될 수 있다. A/E 値는 2 日콩나물이 가장 높고 大豆, 4 日, 6 日 및 8 日콩나물은 거의 비슷한 값을 보였으나 A/T, FAO reference protein 및 requirement pattern 에서는 콩과 2 日콩나물은 비슷하였으며 4 日, 6 日 및 8 日콩나물은 서로 비슷한 값을 나타내나 2 日콩나물 및 大豆보다 현저히 낮은 값을 보였으며 EAAI 및 RI 値는 大豆 및 콩나물이 비슷한 값을 나타내나 4 日以後부터는 거의 直線의으로 時間이 지날수록 減少하여 콩나물의 蛋白質은 EAAI 와 RI 値로 볼 때 4 日以後는 그 營養價가 急激히 떨어졌다.

總窒素量(T-N)¹¹⁾과 總아미노산의 窒素量(total ammo acid-N)과의 差異를 경시적으로 표시하면 그림 2 와 같은데 이것을 非아미노산 態 窒素라고 하면 이들의 變化는 시일이 경과 함에 따라 현저하게 증가하여 窒素分別定量¹¹⁾에서 水溶性 非蛋白質의 增加 傾向과 일치하였다.

抄 錄

콩나물製造中 蛋白質의 營養價를 化學的으로 評價하기 위해서 大豆中の 아미노산組成과 이들 大豆가 發芽하여 콩나물로 자라는 동안의 아미노산의 變化를 分析하였다. 콩나물製造中 總아미노산의 變化는 2 日까지는 거의 含量變化가 없으나 그 以後부터는 減少되었고 部位別로는 子葉部에

서는 減少되나 胚軸部에서는 增加되었다. 總아미노산에 對한 必須아미노산의 比는 4日 以後에 急激히 減少되는데 특히 胚軸部에서 더 크게 減少되었다. 여러 아미노산中 특히 aspartic acid의 增加가 크고 glutamic acid의 減少가 현저하였다. 總아미노산組成에 의하여 chemical score를 求하면 A/E와 A/T 値는 不規則하게 나타났으나 大豆와 콩나물 다같이 大體의으로 낮은 値를 보였으며 制限아미노산은 methionine 이었다. FAO reference protein 과 requirement pattern을 基準으로 하여 求한 chemical score의 값은 2日콩나물>콩>4日콩나물>8日콩나물>6日콩나물의 順으로 나타났고 반면에 essential amino acid index와 requirement index로는 2日콩나물>콩>4日콩나물>6日콩나물>8日콩나물의 順으로 나타났다.

參考文獻

1. 梁且範, 金載勳 : 韓國農化學會誌, 23 : (1) : 7 (1980)
2. 李基寧, 李春寧, 金昇元, 高在旻 : 서울大學校論文集, 8 : 55 (1958)
3. 前川瀨 : 榮養と食糧, 5(1) : 12 (1952)

4. 前川瀨 : 榮養と食糧, 6(1) : 28 (1953)
5. 山尾忠輝, 森口誠一, 森田樞太郎 : 榮養と食糧, 10 : 20 (1958)
6. 松下とアヤ : 日本農化會誌, 32 : 833 (1958)
7. Instruction Manual for the Hitachi Model KLA-5 Amino Acid Analyzer (1975)
8. Spies, J.R. and Chambers, D.C. : Anal. Chem., 21(10), 1249 (1949)
9. Kapoor, A.C. and Gupta, Y.P. : J. Food Sci., 42(6) : 1558 (1977)
10. FAO Nutrition Studies, No. 16 (1957)
11. FAO Nutrition Studies, No. 24(1970)
12. Oser, B.L. : In "Protein and Amino Acid Nutrition," Ed. Albanese, A.A. p.281. Academic Press, New York, IV.Y (1959)
13. Rama Rao, P.B., Nortan, H.W. and Johnson, B.C. : J. Nutr. 82 : 88 (1964)
14. 李基寧, 權泰完, 李泰寧 : 科研彙報, 5 : 2 (1960)
15. 李鉉琪 : 釜山大學校開校 25週年記念論文集, 393 (1971)
16. 李宗錫 : 韓國作物學會誌, 22(1) : 1 (1977)
17. 森田樞太郎, 森口誠一, 高橋相典 : 榮養と食糧, 8(1) : 4 (1955)