

더덕(沙蔘)의 年根別 化學成分에 關한 研究

第1報 : 一般成分, 無機質 및 蛋白質 分劃

朴富德·朴龍坤·崔光洙

嶺南大學校 食品加工學科
(1985年 8月 5日 접수)

Chemical Composition of Cultured and Wild *Codonopsis lanceolata* Roots of Different Age Groups

I. Proximate Composition, Minerals and Protein Fractions

Boo-Duck Park Yong-Gone Park and Kwang-Soo Choi

Department of Food Science and Technology, Yeungnam University
(Received August 5, 1985)

Abstract

Proximate compositions, minerals and protein fractions of the roots of cultured and wild *Codonopsis lanceolata* of different age groups were examined as the basic research for the study of their source of processed foods. The most abundant proximate composition of the roots of *C. lanceolata* was observed to be total sugars and next come crude protein, crude fiber, crude fat and ash in descending order irrespective of cultured and wild ones. The richest mineral contained in the roots was noticed to be K and followed by Mg and Ca. Generally increased tendency of crude protein, fat, ash, K, Mg, Ca, Mn, Zn, Cu and P contents were observed with older roots, however, decreased total sugars and Fe content. Lead and cadmium content was far bellow the authorized tolerance limits. The quantitative fractionation of the protein of the roots ranked albumin the highest content, followed by globulin, prolamin and glutelin. Decreased albumin content was observed with the older age roots, while increased globulin, prolamin and glutelin content. The minimum solubility of the soluble protein of the roots was found to be at pH 4.0 and maximum, at pH 10.0. Disc gel electrophoresis of the soluble protein of *C. lanceolata* roots showed almost similar patterns and numbers of bands. The molecular weight for main band protein was estimated to be about 90,000.

序 論

더덕(沙蔘)은 초롱꽃科(Campanulaceae)에 屬하는 *Codonopsis lanceolata* TRAUT(BENTH et, Hook^{1,2})로 서 우리나라에서는 옛부터 食用으로 常用되어 왔으

며, 漢方에서는 藥用으로서 補陰·補藥으로 咳嗽 氣管支炎 等과 人蔘의 代用 生藥으로 使用되고 있 다.^{3,4}

더덕의 藥用成分 및 臨床實驗에 대해서는 많은 研究者들에 의하여 연구되어 더덕에는 phytoderin,

leoithin, pentosan, saponin, anulin,²⁻¹⁰⁾ flavonoids¹¹⁾, α -spinasterol, Δ_2 -stigmasterol¹²⁻¹⁴⁾ cycloartenol¹⁵⁾ 등의 成分이 含有되었고, 더덕에서 抽出한 saponin 과 sterol 成分의 溶血試驗^{16,17)}, 천당삼(Codonopsis tangshen)에 대한 임상실험 결과 빈혈 및 백혈병에 유효하다¹⁸⁾고 보고한 바 있다. 최근 우리나라에서는 여러 연구자들에 의하여 더덕 栽培에 대하여 연구되어⁵⁻⁸⁾ 모두 재배더덕이 野生더덕보다 빨리 자랐다고 보고하였고 더덕의 一般成分^{9,9,35)}과 아미노산 組成³⁵⁾에 대해서도 보고된 바도 있고 現在 많은 栽培더덕이 食用으로 市販되고 있다.

그러나 더덕에 대한 加工食品 原料로서의 體系의 인 研究가 많지 않아서 本 研究에서는 野生더덕과 더불어 栽培더덕의 年根別 一般成分, 無機質 및 蛋白質의 分획법 含量변화를 조사하여 얻은 結果를 報告한다.

材料 및 方法

1. 材料

本 實驗에 使用된 더덕은 1983년 11월 경북 칠곡군 북산면에 있는 더덕농장에서 재배한 1, 2, 3, 4, 5年根의 栽培더덕과 더덕시장에서 購入한 8, 12年根의 野生더덕을 使用하였다. 더덕시료는 솔로 表皮가 거의 벗겨질 程度로 수도물로 세척한 후 50°C의 송풍 건조기에서 48시간 건조한 다음 plant mill로 분쇄(80 mesh)하여 polyethylene 용기에 담아 5~8°C의 냉장고에 보관하면서 分析試料로 使用하였다.

2. 一般成分 分析^{19, 20)}

粗脂肪은 Soxhlet 추출기에서 ethyl ether 溶媒로,

粗蛋白質은 Kjeldahl 法을 使用하여 窒素를 定量하고, 6.25를 곱해 주었고, 粗灰分은 600°C 직접회화법으로, 조섬유는 AOAC 法으로 定量하였다.

3. 無機成分 分析

가. K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, : 왕수 처리법^{21, 22)}(aguaregia method)에 의하여 試料를 습식회화시켜 atomic absorption spectrophotometer(Perkin Elmer; model 372)를 使用하여 Table 1과 같은 측정조건하에서 각 무기성분을 定量하였다.

나. Phosphorus(P): Vanado-molybdate method²³⁾로 처리한 시료를 Baush and Lomb Spectronic 20을 使用하여 420nm에서 吸光度(O.D)를 측정하여 산출하였다.

4. 蛋白質 分析

가. 단백질의 추출 및 分別定量: 시료는 ethyl ether를 용매로 하여 Soxhlet 장치로 24시간 脫脂한 후 탈지된 시료는 Wang²⁴⁾의 분류법에 따라 Fig. 1과 같이 여러가지 용매를 使用하여 각 蛋白質 分획을 抽出·分別하여 Lowery 法²⁵⁾에 의해 단백질 含量을 定量하였다.

나. pH 변화에 따른 蛋白質 抽出: 단백질의 추출은 Gerra²⁶⁾의 方法에 준하였으며 抽出 pH는 0.5 N HCl 용액으로 pH 1~6까지 그리고 0.5 N NaOH 용액으로 pH 7~12까지 調節하였다. 각 抽出液 20ml를 취하여 Kjeldahl 法으로 窒素를 定量하였다.

다. 年度別 水溶性 蛋白質의 電氣 泳動적 패턴: 동결건조한 年根別 水溶性 蛋白質 5mg을 Tris-glycine buffer (pH 8.3)로 용해하여 disc gel 전기영동법에 의하여 약 5시간 전기영동시켰다. 이때 전압은

Table 1. Analytical conditions of atomic absorption spectrophotometer

Analytical condition						
Element	Lamp Current (mA)	Slit	Wave length (nm)	Gas	Air (ml/min)	Acetylene (ml/min)
K	12	2.0	766.5	Fuel lean	55	35
Na	12	0.7	589.0	"	"	"
Ca	15	0.7	422.7	"	"	"
Mg	15	0.7	285.2	"	"	"
Fe	25	0.2	248.3	"	"	"
Mn	25	0.2	279.5	"	"	"
Zn	25	0.7	213.9	"	"	"
Cu	25	0.7	324.8	"	"	"
Pb	5	0.7	283.3	"	"	"
Cd	3.5	2.5	228.8	"	"	"

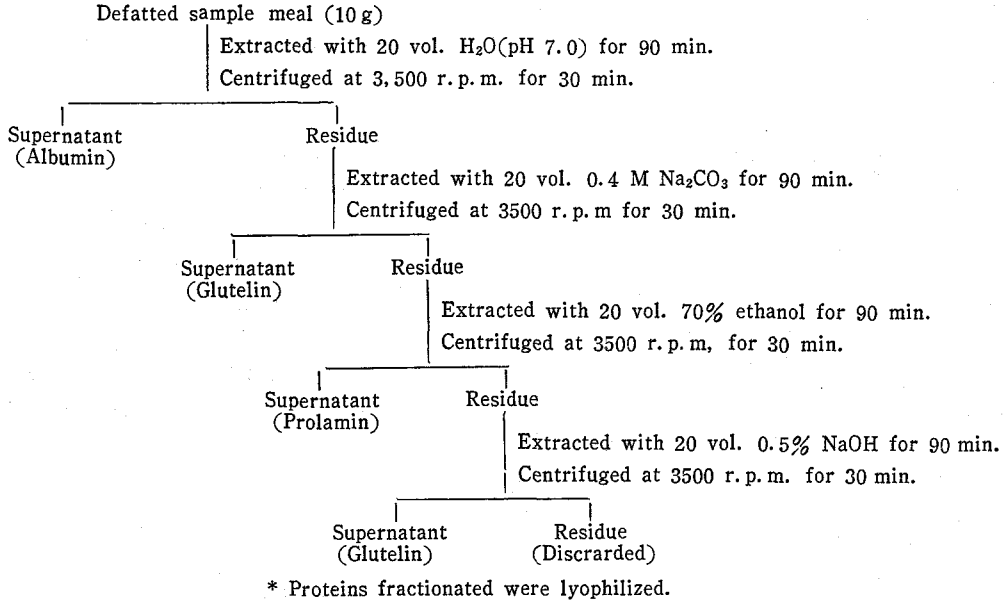


Fig. 1. Flow chart for the fractionation of protein in *C. lanceolata*.

column(6×100 mm) 1개당 3 mA 로 하였고 gel 과 buffer 의 調劑는 Davis²⁷⁾와 Ornstein 法에²⁸⁾ 준하여 실시하였다. separating gel 은 acrylamide 含量이 7.5%이었고, stacking gel 은 2.5% 였다. 염색액은 0.25% Comassie brilliant blue R 250 을 사용하였으며, 脫色은 acetic acid:methanol: H₂O(70: 55: 875 v/v/v)混合液으로 실시하였다.

라. 主蛋白質의 分子量 測定: 주 단백질의 분자량 決定은 polyacrylamide disc gel 전기영동법에 의하여 측정하였고, 이때 사용한 표준물질은 β-galactosidase(Mw. 130, 000), hexokinase(Mw. 102, 000), serum albumin(Mw. 68, 000), ovalbumin(Mw. 43, 000)을 사용하였다.

結果 및 考察

1. 一般成分 分析

栽培더덕과 野生더덕의 年령에 따른 一般成分의 分析結果는 Table 2와 같았다. 재배더덕이나 야생더덕에 관계 없이 가장 많이 함유된 성분은 총당으로써 재배 年령에 따라 약간씩 감소되는 경향이였으며 1년근이 69.76%, 5년근이 66.54%였으며 야생 8년근과 12년근은 각각 67.94%와 67.87%로써 큰 차이는 없었다.

두번째로 많이 함유된 성분은 조단백질로써 재배

더덕이 야생더덕보다 약간 높았고 재배년수가 많아짐에 따라 그 함량이 약간씩 증가하는 경향을 보여 주었는데 이는 토양성분이나 질소시비에 관계가 되는 듯 하였다. 그 다음으로 많이 함유된 성분은 조섬유였으며 야생 8년근과 12년근은 각각 10.53~10.59%로써 재배더덕보다 상당히 함량이 높았으나 재배더덕에서는 재배년령에 별관계 없이 7.97~8.25%로 비슷한 것으로 보아 야생의 좋지 못한 생육환경에서는 섬유소 함량이 높아지는 것으로 생각된다.

조지방 함량은 대체로 재배더덕쪽이 더 높았고 재배년령에서는 별로관계 없이 5.51~6.29%였다. 회분은 재배더덕쪽이 야생더덕 보다 훨씬 함량이 높았고 1년근이 4.22%, 5년근이 5.17%로써 재배 年수에 따라 회분함량이 약간씩 증가하는 경향을 보여주었으며 재배더덕에서 회분함량이 많은 것은 재배토양의 시비로 인한 무기질의 함량이 높은 토양 및 토질이 양호한 때문일 것으로 사료된다.

2. 無機成分 分析

더덕의 年根別 無機成分은 Table 3에서 보는 바와 같이 K 은 208.7~327.9 ppm으로 含量이 가장 높은 무기성분으로 나타났으며, 재배더덕이 야생더덕보다 대체로 K의 함량이 높았다. Na는 0.195~0.407 ppm으로 재배더덕이 역시 야생더덕보다 함량이 높았으며 재배년령이 높아짐에 따라 약간씩 증가하는

Table 2. Proximate composition* in different age of the *C. lanceolata* (%)

	Age	Ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	Total sugar
Cultured	1	4.22	5.51	13.47	8.03	68.76
	2	4.17	6.18	12.75	8.25	68.64
	3	5.24	6.29	12.74	7.97	67.76
	4	5.22	6.28	13.82	8.13	66.53
	5	5.17	6.03	14.10	8.15	66.54
Wild	8	3.81	5.19	12.52	10.53	67.94
	12	3.78	5.14	12.61	10.59	67.87

* dry weight basis.

Table 3. The content of mineral elements in *C. lanceolata*

Age*	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	P	Pb	Cd
1	265.5	0.195	31.0	37.4	4.06	0.424	1.941	0.72	0.114	0.180	0.027
2	208.7	0.250	39.7	28.5	2.75	0.435	1.598	0.91	0.113	0.067	0.025
3	320.9	0.288	39.1	32.0	2.48	0.465	1.476	0.68	0.181	0.073	0.024
4	307.9	0.407	44.7	47.9	1.82	1.325	2.324	0.75	0.215	0.073	0.018
5	304.2	0.353	41.7	43.2	1.94	1.322	3.295	0.85	0.192	0.080	0.020
8	247.1	0.238	42.2	26.7	1.95	0.587	2.202	0.87	0.046	0.073	0.0045
12	296.2	0.247	49.6	25.1	1.74	0.561	2.773	0.92	0.063	0.133	0.0045

* Samples of ages 1~5 years were cultured *C. lanceolata* and, 8 and 12 years, wild one.

경향을 보여주었다. Mg의 함량도 25.1~47.9 ppm으로 재배더덕이 높았다. Mn과 Zn은 재배년령이 많아짐에 따라 함량이 0.424~1.325 ppm과 1.598~3.295 ppm으로 각각 증가하였고 야생더덕은 년령에 비하여 재배더덕보다 그 함량이 낮았다. P는 재배년령이 많아짐에 따라 함량이 높아지는 경향이었고 재배더덕이 0.113~0.215 ppm으로 야생더덕 0.046~0.063 ppm보다 약 3배 정도 함량이 높았는데 이는 재배시의 시비의 영향인 것으로 사료되며 일반 陸上植物의 P 함량²⁹⁾과 비슷하였다. Ca는 K 다음으로 많은 31.0~49.6 ppm으로 재배년령에 따라 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 년령이 많은 야생더덕이 재배더덕보다 Ca 함량이 높았다. Fe는 재배년령이 많아짐에 따라 감소하는 경향을 보여주었다. 重金屬인 Pb의 함량은 0.073~0.18 ppm으로 日本 食品衛生法³⁰⁾에서 규제하고 있는 원예작물중의 납 허용기준량 1~5 ppm보다 훨씬 적은 함량이었다. Cd는 0.0045~0.027 ppm으로 나타났다. Ca와 P 함량은 金³⁵⁾이 보고한 값보다 작았으나 Fe 함량은 비슷하였는데 이는 생육토양조건과 시비의 영향일 것으로 추정된다. 대체적으로 Ca를 예외로 하고는 재배더덕이 야생더덕보다 무기질 함량이 높았고 재배년령이 많아짐에 따라 그 함량이 증가하는 경향이 있으나 Fe는 감소함을 보여주었다.

3. 蛋白質의 分析

가. 단백질의 分別定量

Wang²⁴⁾의 분류법에 의한 年根別 더덕 단백질의 각 分劃의 含量은 Table 4와 같았다. albumin은 年根이 오래 될수록 다소 감소하는 경향이었으나 globulin, prolamin, glutelin은 약간 증가하는 경향을 나타내었다. Albumin이 재배더덕에서 37.04~40.62%, 야생더덕에서 34.24~34.07%로 제일 含量이 많았고 그 다음이 globulin 22.18~23.98%, prolamin 19.74~22.90%, glutelin 17.29~19.17%가 각각 함유되어 있었다. 이것은 곡류 단백질, 쌀, 보리, 옥수수³¹⁾

Table 4. Fraction of the soluble protein in *C. lanceolata* (%)

Age	Albumin	Globulin	Prolamin	Glutelin
1	40.62	22.18	19.74	17.46
2	37.41	22.99	20.69	18.94
3	37.04	23.46	22.22	17.28
4	38.30	23.19	21.03	17.48
5	37.23	23.64	20.69	18.44
8	34.07	23.86	22.90	19.17
12	34.24	23.98	22.64	19.14

* Age 1~5 years were cultured *C. lanceolata*, and 8 and 12 years, wild one.

및 참깨³²⁾와 비교해 볼 때 albumin을 많이 함유하였고, prolamin도 매우 높은 함유이었다. 芋³³⁾이 보고한 人蔘蛋白質보다 albumin함량은 낮았으나 globulin과 prolamin은 더 높은 함유를 나타냈다. 姜³⁴⁾의 여러가지 식물성 단백질과도 相異하였으며 prolamin의 함유가 19.74~22.90%로 比較的 높은 것이 特異하다.

나. pH 변화에 따른 단백질 추출

pH 변화에 따른 더덕 단백질의 용해도 곡선은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 pH 4에서 最小, pH 10에서 最大를 나타냈으며, 人蔘³³⁾과 참깨³²⁾ 단백질의 溶解度와 類似하였다. 더덕 단백질의 等電點은 pH 4로

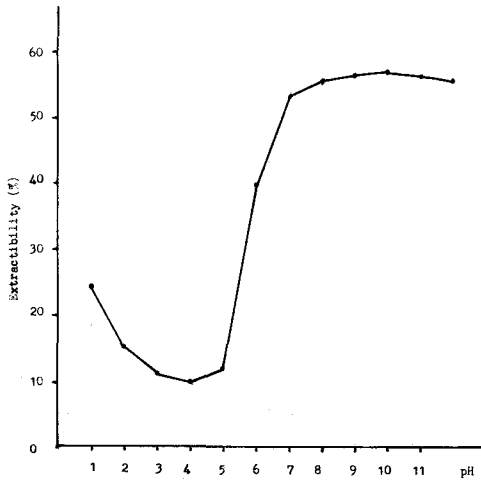


Fig. 2. Effect of pH on solubility of *C. lanceolata*.

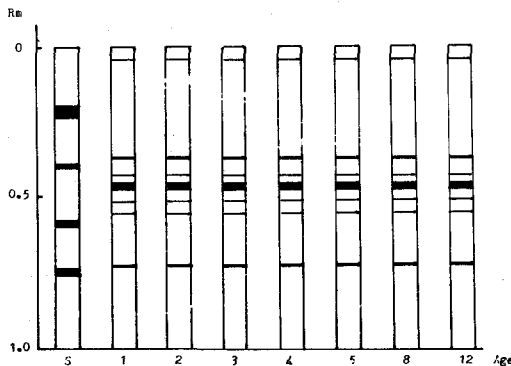


Fig. 3. Compative discgel electrophoresis patterns of water-extractable protein, extracted from *C. lanceolata* root at each age.

推定할 수 있었다.

다. 年根別 水溶性 蛋白質의 전기 영동 패턴

年根別 수용성 단백질의 disc gel 전기영동 패턴은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 연령에 따른 형태와 수에 있어서 별로 차이를 나타내지 않았고 총 band 수는 7개 였다.

라. 主 蛋白質의 分子量 測定

수용성 단백질에서 主 蛋白質의 分子量은 disc gel 전기영동에 의하여 Fig. 4에서 표준물질과 비교하여 결정된 결과 分子量은 약 90,000이었다.

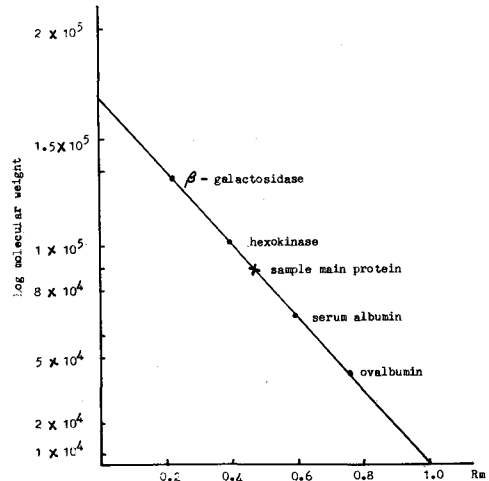


Fig. 4. Determination of molecular weight of main protein.

要 約

年根別에 따른 더덕의 一般成分, 無機質 및 蛋白質 成分을 atomic absorption spectro-photometer, spectrophotometer 및 disc gel electrophoresis 에 의한 分析 結果는 다음과 같았다.

一般成分은 재배더덕이나 야생더덕에 關係 없이 總당(건물중)이 가장 많이 함유된 성분이고 1년근이 68.76%, 5년근이 66.54%로써 재배 연령이 높아짐에 따라 다소 함량이 감소되는 경향이였다. 그 다음 조단백질, 조섬유, 조지방, 회분의 순으로 함유되었고 조섬유를 제외하고는 재배더덕이 야생더덕 보다 그 성분함량이 다소 높았고 재배 연령이 높아짐에 따라 함량이 높아졌으나 조섬유는 별로 증가가 없었다.

무기성분은 K의 함량이 208.7~327.9 ppm으로 가장 높았고 Mg, Ca가 그 다음으로 비슷한 함량을 보여 주었고 전반적으로 재배더덕이 야생더덕보다 무기질 함량이 높았으며 Fe를 제외하고는 대체적으로 재배 年根의 연령이 높아짐에 따라 무기성분 함량이 높아졌다. 그리고 重金屬인 Pb와 Cd의 함량은 허용기준량보다 낮게 함유되어 있었다. P는 재배더덕이 야생더덕보다 함량이 3배 정도 높았다.

더덕의 단백질 분획중 가장 많이 함유된 것은 재배와 야생더덕에 상관 없이 albumin이었고 재배연령이 높아질 수록 다소 함량이 감소되는 경향이 있었다. 그 다음 globulin, prolamin 및 glutelin의 순서로 함유되었고 대체로 年根의 연령이 높아짐에 따라 그 함량이 증가되는 경향을 보여주었고 prolamin 함량이 19.74~22.90%로 비교적 함량이 높았다. 더덕 단백질의 용해도는 pH 4에서 최소, pH 10에서 최대를 나타냈으며 disc gel 전기영동 패턴은 재배연령이나 재배와 야생더덕에 관계 없이 band의 형태와 수에 별 차이를 인지할 수 없었고 7개의 band로 나타났으며 이들의 主蛋白質의 分子量은 약 90,000이었다.

參 考 文 獻

- 1) 李春寧, 安鶴洙: 韓國植物名鑑, (記學社, 서울), 223(1963)
- 2) 宋桂澤, 朴萬奎, 金錦喆: 韓國資源植物總覽, 720(1974)
- 3) 李尚仁: 本草學, 修書院, 129(1981)
- 4) 李時珍: 本草綱目(高文社, 서울), 412(1978)
- 5) 김문수: 원예시험장 연구보고서, 401(1969)
- 6) 이만상, 이문웅: 고려지 시험장 연구보고서, 109(1971)
- 7) 지광현: 고려지시험장 연구보고서, 145(1970)
- 8) 李萬相, 李重浩, 劉成吾, 金斗永: 圓大論文集, 14, 255(1980)
- 9) 李萬相: 작물개량연구사업 연구보고서, 370(1974)
- 10) 宗定喆二: 藥誌, 50, 45(1930)
- 11) Dzhumyko, S. F.: *Khim. Pri. Soedin.* 6, 792 (Russ) (1974)
- 12) 한병훈, 최성숙, 양한석: 약학회지, 19, 209(1975)
- 13) 한병훈, 강삼식, 우원식: 약학회지, 20, 145(1979)
- 14) 韓秉勳: 生藥誌, 4, 205(1932)
- 15) 鄭普燮, 羅熹善: 生藥誌, 8(2), 49(1977)
- 16) 김종현, 정명현: 생약지, 6(1), 43(1977)
- 17) 梁漢錫: 釜山大論文集, 19, 195(1975)
- 18) 李樹獻: 現代中藥學, 正中書局, 臺灣, 673(1970)
- 19) 鄭東孝, 張賢基: 最新食品分析法(三中堂, 서울), (1973)
- 20) 東京大學農學部, 農藝化學教室編: 實驗農藝化學別卷, 157(1961)
- 21) Maurer, J.: *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 165(1977)
- 22) 禹順子, 柳時生: 韓國食品科學會誌, 15(3), 225(1983)
- 23) Snell, F.D., Snell C. T. In "Colorimetric Method of Analysis", 3rd ed. van Nostrand, New York, 3(1963)
- 24) Wang, H.L., Swain, E.W., Hesseltine, C.W. *J. Agric. Food Chem.*, 193, 265(1951)
- 25) Lowery, O.H., Rosebrongh, N.J.: *J. Biol. Chem.*, 193, 265(1951)
- 26) Gerra, M.J., Park, J.: *J. of the A.O.C.S.*, 52, 73(1975)
- 27) Davis, B.J.: *Ann. New York Acad. Sci.*, 121, 404(1964)
- 28) Ornstein, L.: *Ann. New York Acad. Sci.* 121, 321(1964)
- 29) 石橋雄義, 山本俊天: 日本化學雜誌, 79, 1179(1958)
- 30) 日本食品衛生協會: 食品衛生檢査指針(II), 東京 28(1978)
- 31) Pomeranz, Y.: In "Protein Nutritional Quality of Foods and Feeds Part(II), Quality Factors-plant Breeding, Composition, Processing, and Antinutrients", M. Friedman eds., Marcel Dekker, New York, 13(1974)
- 32) 金俊平, 沈愚萬, 金鍾益: 韓國農化學會誌, 23(1), 14(1980)
- 33) 尹相弘: 嶺南大 碩士學位論文(1983)
- 34) 姜明喜, 李瑞來: 韓國食品科學會誌, 10(4), 415(1978)
- 35) 金惠子: 韓國食品科學會誌, 17(1), 22(1985)