

싸리(*Lespedeza bicolor*) 줄기의 성분 분석

이양숙 · 주은영 · 김남우[†]

대구한의대학교 한방생명자원학과

Analysis on the Components in Stem of the *Lespedeza bicolor*

Yang-Suk Lee, Eun-Yong Joo and Nam-Woo Kim[†]

Dept. of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

Abstract

This study was carried out to analyze the components of the stem of bush clover, *Lespedeza bicolor* to obtain basic data on the studies of the physiological function and a possibility of utilizing *L. bicolor*. General components of *L. bicolor* were 82.35% carbohydrate, 13.38% moisture, 2.80% crude protein, 0.86% crude ash and 0.61% crude fat. The content of reducing sugar was 147.58 mg/100 g. The total amount of free sugar was 52.4 mg/100 g that was composed of 31.0 mg/100 g fructose, 16.7 mg/100 g glucose and 4.7 mg/100 g sucrose. In the results of mineral analysis, the content of Ca was the highest (472.97 mg/100 g) and followed by 206.70 mg/100 g of K. The total amount of hydrolyzed amino acid was 148.95 mg/100 g that consist of 31.74 mg/100 g of essential amino acid and 117.24 mg/100 g of non-essential amino acid. Total free amino acids were contained 106.39 mg/100 g that was composed of 8.41 mg/100 g essential amino acids and 97.98 mg/100 g the non-essential, and proline (62.92 mg/100 g) was the highest that account for 59.8% of total free amino acids. Total content of amino acid derivatives was 30.01 mg/100 g and that of γ -aminoisobutyric acid was the highest as 12.57 mg/100 g among them.

Key words: *Lespedeza bicolor*, reducing sugar, free sugar, mineral, amino acid

서 론

싸리(*Lespedeza bicolor*)는 콩과(Leguminosae)식물에 속하는 다년생의 낙엽 관목으로서 7~8월에 개화하며, 우리나라 전역의 산과 들에 널리 분포하는 식물이다. 한방에서는 싸리속(*Genus Lespedeza*) 식물의 줄기와 뿌리를 야관문(夜關門)이라 하여 진해, 거담, 만성 기관지염, 지혈, 청열, 학질, 발한, 해열의 치료제 및 이뇨제와 건비제 등으로 사용하여 왔다(1). 그리고 민간에서는 싸리를 비롯한 *Lespedeza* 속 식물의 추출물이 피부 진균 치료제 및 이뇨제로 이용되고 있으며(2), 뿌리는 자궁 수축제로 사용되는 dimethyl triptamine 성분을 함유하는 것으로 보고되어 있다(3). 또한 싸리의 종자는 결실량이 많아 유지자원과 사료로서의 이용가치도 높은 것으로 알려지고 있다(4,5).

이러한 약리적 기능과 유용자원으로써 높은 이용가치를 지닌 싸리속 식물에 대한 연구로는, 싸리의 종자에서 클로로포름과 메탄올의 혼합용매를 이용하여 추출된 유지의 일반 성분과 전지질, 중성지질, 당지질, 인지질과 같은 지질 성분 및 지방산의 조성에 대한 분석연구를 비롯하여(4), 식용과 사료 및 공업용으로서의 이용 가능성을 탐색하고자 지리산싸리(*Lespedeza × chuisanensis*) 종자에 대한 아미노산과 지질

및 지방산의 조성에 대한 연구가 이루어졌으며(5), 꽃참싸리(*Lespedeza × nakaii*)와 해변싸리(*Lespedeza × maritima*) 줄기의 flavonoid계 성분의 화학적 구조에 대한 연구 등이 보고된 바 있다(6). 그리고 Lee 등(7)은 싸리 추출물의 전자공여능, SOD 유사활성능 및 아질산염 분해능 등에 대해서 보고하였으며, Miyase 등(8)은 *Lespedeza homoloba* 추출물이 지질과산화반응에 대해 강한 항산화 효과를 나타낸다고 보고한 바 있다. 그러나 여러 가지 필수성분의 함량이 높고 생리학적 기능이 다양하며, 이용가치가 높음에도 불구하고 본 실험의 재료인 싸리에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다고 할 수 있다.

이에 본 연구는 싸리 줄기의 일반적인 성분과 환원당, 유리당, 무기질 그리고 아미노산 등의 성분 및 함량을 분석하여 싸리의 생리학적 기능성과 이용 가능성에 관한 연구의 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험 재료인 싸리는 2003년 10월과 2004년 5월 사이에 경북 경산의 야산에서 채집, 동정하여 줄기 부분만을 잘게

[†]Corresponding author. E-mail: tree@dhu.ac.kr
Phone: 82-53-819-1438, Fax: 82-53-819-1272

마쇄하여 사용하였다.

일반성분 분석

싸리 줄기의 일반성분은 AOAC의 표준분석법(9)에 따라 분석하였다. 수분은 105°C 상압 가열 건조법으로 측정하였으며, 조단백질은 Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 그리고 조회분은 550°C에서 직접회화법으로 분석하였다. 모든 결과는 3회 반복 실험한 측정치의 평균값으로 나타내었다.

환원당 분석

시료 20 g에 증류수를 가하고 마쇄한 다음 상층액만을 여과한 뒤 100 mL로 정용하여 환원당 분석을 위한 시료액으로 사용하였다. 즉, Luchsinger와 Cormesky(10)가 제시한 Somogyi-Nelson의 방법에 따라 시료액 1 mL에 혼합시약 (A:B=25:1, A; d₃H₂O 1 L in anhydrous Na₂HPO₄ 25 g, C₄H₄O₆KNa · 4H₂O 25 g, Na₂HCO₃ 20 g, anhydrous Na₂SO₄ 200 g, B; d₃H₂O 200 mL in CuSO₄ · 5H₂O 30 g, concentrate H₂SO₄ 4 drop)을 0.5 mL 첨가하여 20분간 가열한 후 냉각하여 C액(total 500 mL store at 37°C/1 day-(NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O 25 g in d₃H₂O 450 mL including, concentrate H₂SO₄ 21 mL+Na₂HAsO₄ · 7H₂O 3 g in d₃H₂O 25 mL)을 1 mL 첨가하여 실온에서 반응시킨 다음, d₃H₂O 5 mL를 혼합하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량은 glucose로 검량선을 작성하여 싸리의 환원당 함량을 산출하였다.

유리당 분석

유리당은 Shim 등(11)이 행한 방법에 따라 일정량의 시료를 물로 추출한 다음 hexane으로 유지성분을 제거하고 0.45 µm membrane filter로 여과하였다. 그리고 sep-pak cartridge C₁₈로 색소 및 단백질 성분을 제거한 후 high performance liquid chromatography(HPLC, Waters 600E controller, USA)를 이용하여 분석하였다. Detector는 RI(Waters 2410), carbohydrate column(4.6×250 mm)을 사용하였으며 mobile phase는 acetonitrile 75:H₂O 25, column temperature는 35°C, flow rate는 1.0 mL/min의 조건으로 분석하였다.

무기질 분석

무기질 함량은 습식 분해법(12)에 따랐으며, 시료 1 g에 65%의 HNO₃ 6 mL와 30% H₂O₂ 1 mL를 가한 다음 microwave digestion system(Ethos-1600, USA)을 사용하여 시료를 전처리하였다. 이를 0.45 µm filter로 여과한 후 atomic absorption spectrophotometer(AAS, Shimadzu AA-6701, Japan)를 이용하여 acetylene flow rate 2.0 L/min, air flow rate 13.5 L/min의 조건으로 Ca(422.7 nm), K(766.5 nm), Zn(213.9 nm), Mg(285.2 nm), Mn(279.5 nm), Na(589.0 nm), Fe(248.3 nm), Cu(324.8 nm), Ni(232.0 nm), Cd(228.8 nm) 및 Pb(283.3 nm) 등을 분석 정량하였다.

아미노산 분석

구성아미노산의 분석은 Yun 등(13)의 방법에 따랐으며,

시료 50 mg과 6 N HCl 10 mL를 가수분해관에 주입한 후 탈기, 밀봉한 뒤 105°C에서 24시간 동안 가수분해하였다. 그 후 0.45 µm filter로 여과, 농축하고 citrate buffer로 다시 용해한 뒤에 분석용 시료로 사용하였다. 유리아미노산은 일정량의 시료에 증류수를 가하여 추출한 후 0.45 µm filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다. 추출된 시료는 분석용 column(Lithium High Resolution Peek)이 부착된 아미노산 자동분석기(Pharmacia Chrom 20, Sweden)를 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

싸리 줄기에 함유된 수분, 조단백질, 탄수화물, 조지방 및 조회분 등의 일반성분에 대한 분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 탄수화물이 82.35±0.17%로 가장 많이 함유되어 있었고 수분은 13.38±0.29%, 조단백질 2.80±0.04%, 조회분 0.86±0.02%, 그리고 조지방이 0.61±0.02% 함유된 것으로 분석되었다. Kim 등(4)은 싸리 종자의 탄수화물 함량이 48.92%, 수분 11.60%, 조단백질 20.10%, 조지방 15.25%, 회분 4.13% 이었다고 보고한 바 있다. 그리고 Ahn과 Yang(14)은 방아 줄기에는 탄수화물이 77.43%, 수분 12.02%, 조단백질과 조지방, 조회분이 각각 3.83%, 5.30%, 1.42%라고 하였다. 이러한 결과를 본 실험과 비교하여 싸리 줄기의 수분 함량은 싸리 종자나 방아 줄기와 유사하였고, 탄수화물과 조단백질, 조지방 및 회분의 함량은 싸리 종자나 방아 줄기보다 낮은 것으로 나타났다. 그리고 뽕나무의 어린 줄기를 분석한 Jeong 등(15)의 수분(3.07%), 조단백질(5.01%), 탄수화물(69.16%), 조지방(9.10%) 그리고 회분(13.46%)의 결과와 비교하면 싸리의 탄수화물 함량은 더 높았으나 조지방과 회분의 함량은 매우 낮은 것으로 나타났다.

환원당 및 유리당

싸리 줄기의 환원당과 유리당 함량은 Table 2에 나타내었다. 환원당 함량은 147.58 mg/100 g으로 분석되었으며, 유리당 총 함량은 52.4 mg/100 g으로서 fructose 31.0 mg/100

Table 1. Proximate composition of *Lespedeza bicolor* (%)

Moisture	Crude protein	Carbohydrate	Crude fat	Crude ash
13.38±0.29	2.80±0.04	82.35±0.17	0.61±0.02	0.86±0.02

The results are mean±standard deviation.

Table 2. Contents of reducing sugar and free sugar of *Lespedeza bicolor* (mg/100 g)

Reducing sugar	Free sugar			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
147.58	31.0	16.7	4.7	52.4

g, glucose 16.7 mg/100 g, sucrose 4.7 mg/100 g으로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 본 실험결과를 Cha 등(16)이 보고한 매실(970 mg/100 g)과 Jeong 등(15)이 보고한 뽕나무 줄기(513 mg/100 g)의 환원당 함량과 비교하면, 씨리의 환원당 함량이 6~3배 이상 낮은 것으로 나타났으며, 뽕나무 줄기의 fructose(16 mg/100 g), glucose(108 mg/100 g), sucrose(20 mg/100 g) 함량에 비해서 유리당은 매우 낮은 것으로 분석되었다. 그러나 균류 중 능이버섯의 유리당 함량이 20.25 mg/100 g으로 trehalose가 10.96 mg/100 g, glucose 8.20 mg/100 g 그리고 sucrose와 xylose가 각각 0.89 mg/100 g, 0.20 mg/100 g 함유되어 있다는 결과(17)와 비교하면 씨리의 유리당 총 함량은 능이버섯보다 2.5배 이상 높았으며 sucrose는 5배 이상 많이 함유되어 있는 것으로 분석되었다.

무기질

씨리 줄기에 함유되어 있는 무기질 성분을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다.

분석 결과 Ca의 함량이 472.97 mg/100 g으로 가장 높았다. 그 다음으로 K가 206.70 mg/100 g 함유되어 있었으며, Zn(25.59 mg/100 g), Mg(10.28 mg/100 g), Mn(4.04 mg/100 g), Na(3.97 mg/100 g), Fe(2.21 mg/100 g) 등이 분석되었다. 그리고 Cu와 Ni는 미량이 검출되었으나 Cd와 Pb 등은 전혀 검출되지 않았다. Ahn과 Yang(14)의 방아 줄기의 무기질 성분 분석에서 Ca와 K의 함량이 각각 420.55 mg/100 g와 145.49 mg/100 g이었으며 Na는 19.32 mg/100 g, Zn은 3.41 mg/100 g이 함유되어 있었다는 결과와 비교하여 씨리 줄기의 Na 함량은 낮았으나 Ca는 유사한 함유량을 나타내었다. 그리고 K와 Zn의 함량은 더 높았으며, 특히 Zn은 7배 이상 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 또한 뽕나무 줄기의 무기질 성분을 분석한 Jeong 등(15)의 Ca(289.6 mg/100 g), K(209.6 mg/100 g), Na(58.3 mg/100 g) 및 Mn(0.5 mg/100 g) 등의 결과와 비교하여 씨리의 Ca와 Mn의 함량이 특히 더 높았다. 그리고 균류 중에서 기능성이 우수한 것으로 알려진 능이버섯의 무기질 성분을 분석한 Lee 등(17)의 K(375.73 mg/100 g), Mg(23.84 mg/100 g), Ca(16.53 mg/100 g), Zn(0.71 mg/100 g), Mn(0.07 mg/100 g) 등의 분석 결과와 비교할 때, 씨리의 Zn 함량은 84배 이상, Ca는 28배 이상 더 높았으나, K와 Mg의 함량은 능이버섯에 비하여 각각 55%와 43% 정도의 낮은 함유량을 나타내는 것으로 분석되었다. 한편, 유해한 활성산소의 생성을 저해하는 것으로 알려져 있는 Zn, Mn, Fe 등의 무기질 성분(17)이 씨리 줄기에 다량 포함되어 있다는 본 실험의 결과와, 씨리 추출물의 전자공여

능이 82%, SOD 유사활성능 44% 그리고 아질산염 소거능이 99%로 매우 높은 항산화성을 나타낸다는 Lee 등(7)의 보고를 근거로 할 때 씨리 줄기에는 항산화 작용이 높은 성분이 함유되어 있을 것으로 판단된다.

구성아미노산과 유리아미노산 및 아미노산 유도체

씨리 줄기에서는 Table 4와 같이 총 17종의 아미노산이 분리 동정되었다.

구성아미노산의 총 함량은 148.95 mg/100 g이었으며, 이 중에서 필수아미노산은 31.71 mg/100 g으로 leucine(8.23 mg/100 g)과 lysine(7.48 mg/100 g) 그리고 threonine(5.48 mg/100 g) 등의 함량이 비교적 높았다. 비필수아미노산은 117.24 mg/100 g으로 arginine(23.92 mg/100 g), glutamic acid(22.09 mg/100 g), proline(16.84 mg/100 g) 등의 함량이 높은 것으로 분석되었다. 유리아미노산의 함량은 필수아미노산이 8.41 mg/100 g, 비필수아미노산이 97.98 mg/100 g으로서 모두 106.39 mg/100 g인 것으로 측정되었으며, 이 중 proline이 63.92 mg/100 g으로 전체 유리아미노산 중에서 59.8%를 차지하는 매우 높은 함량을 나타내었고, 그 다음으로는 alanine을 15.60 mg/100 g 함유하였다. Jeong 등(15)은

Table 4. Contents of the hydrolyzed amino acids and free amino acids in *Lespedeza bicolor* (mg/100 g)

Amino acids	Contents		
	Hydrolyzed	Free	
Essential amino acid	Threonine	5.48	tr ¹⁾
	Valine	tr ¹⁾	4.83
	Methionine	0.31	tr ¹⁾
	Isoleucine	4.96	1.12
	Leucine	8.23	0.79
	Phenylalanine	5.25	1.20
	Lysine	7.48	0.47
Total essential amino acids	32.71	10.41	
Non-essential amino acid	Aspartic acid	14.47	tr ¹⁾
	Serine	6.06	3.80
	Glutamic acid	22.09	8.54
	Glycine	5.50	5.76
	Alanine	8.55	15.60
	Cystine	14.65	tr ¹⁾
	Tyrosine	2.05	tr ¹⁾
	Histidine	3.11	0.66
	Arginine	23.92	tr ¹⁾
Proline	16.84	63.62	
Total non-essential amino acids	117.24	101.98	
Total amino acids	148.95	106.39	

¹⁾Trace.

Table 3. Mineral contents of *Lespedeza bicolor*

											(mg/100 g)
Ca	K	Zn	Mg	Mn	Na	Fe	Cu	Ni	Cd	Pb	
472.97	206.70	25.59	10.28	4.04	3.97	2.21	tr ¹⁾	tr ¹⁾	nd ²⁾	nd ²⁾	

¹⁾Trace.

²⁾Not detected.

뽕나무 줄기의 아미노산 분석 결과에서 필수아미노산이 985.3 mg/100 g, 비필수아미노산이 1465.2 mg/100 g으로서 proline(313.7 mg/100 g), glutamic acid(235.6 mg/100 g), arginine(213.0 mg/100 g), aspartic acid(198.4 mg/100 g) 등으로 보고하였으며, Shin(18)은 7월에 채집한 칩뿌리 전체의 총 아미노산 함량이 2099.9 mg/100 g으로 필수 아미노산 746.74 mg/100 g, 비필수아미노산이 1353.16 mg/100 g으로 proline(322.93 mg/100 g), aspartic acid(252.23 mg/100 g), lysine(171.83 mg/100 g), glutamic acid(156.06 mg/100 g), serine(141.78 mg/100 g) 등 17종을 보고하였다. 이를 본 실험결과와 비교하면 싸리 줄기의 아미노산 함량은 뽕나무 줄기와 칩뿌리에 비해 매우 낮았지만, 여러 아미노산 가운데 proline의 함유량이 가장 높게 나타난 점은 일치하였다. 한편 Cho 등(19)은 작두콩 줄기의 아미노산을 분석한 결과 lysine(328 mg/100 g), aspartic acid(175 mg/100 g), glutamic acid(137 mg/100 g) 순으로 함유되어 있다고 보고하여 함유량과 주요 아미노산의 종류에서 싸리 줄기와는 많은 차이가 있음을 알 수 있다.

아미노산 유도체는 Table 5와 같이 8종이 분리 동정되었다.

총 함량은 30.01 mg/100 g으로 γ -aminoisobutyric acid가 12.57 mg/100 g으로 가장 높게 함유되어 있었으며 β -aminoisobutyric acid가 6.72 mg/100 g, phosphoserine은 6.12 mg/100 g 함유되어 있었다. 그 외에 ornithine(1.62 mg/100 g), phosphoethanolamine(0.90 mg/100 g), taurine(0.85 mg/100 g), β -alanine(0.80 mg/100 g), cystathionine(0.43 mg/100 g) 등이 소량 함유되어 있는 것으로 분석되었다. Lee 등(17)은 능이버섯의 아미노산 유도체 함량은 46.81 mg/100 g으로서 총 13종이 검출되었으며 이중 ornithine(26.87 mg/100 g), sarcosine(8.78 mg/100 g), β -alanine(2.26 mg/100 g) 그리고 phosphoserine(2.14 mg/100 g), γ -aminoisobutyric acid(2.14 mg/100 g) 등이 함유되어 있다고 보고하여 아미노산 유도체의 함량 및 종류에서도 싸리와는 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 싸리 줄기의 ornithine 함량은 능이버섯에 비하여 매우 낮았으나 phosphoserine과 γ -aminoisobutyric acid는 능이버섯보다 함유량이 높았다.

Table 5. Contents of amino acid derivatives in *Lespedeza bicolor* (mg/100 g)

Amino acid derivatives	Contents
Phosphoserine	6.12
Taurine	0.85
Phosphoethanolamine	0.90
β -Alanine	0.80
β -Aminoisobutyric acid	6.72
γ -Aminoisobutyric acid	12.57
Cystathionine	0.43
Ornithine	1.62
Total	30.01

이상의 분석 결과 싸리는 항산화 작용에 효과적인 Zn, Mn, Fe 등의 무기질 성분이 다량 함유되어 있으며 여러 종류의 필수 및 비필수아미노산과 아미노산 유도체가 함유되어 있었다. 또한 유리당 함량도 높은 것으로 밝혀져 생리활성 및 신진대사를 증진시킬 수 있는 유용한 생물자원으로 기대되며 앞으로 이에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

요 약

싸리의 생리적 기능과 이용 가능성에 대한 연구의 일환으로 싸리 줄기의 일반성분과 환원당, 유리당, 무기질 그리고 아미노산의 함량 등에 대하여 분석하였다. 일반성분은 탄수화물이 82.35±0.17%로 가장 높았으며, 수분 13.38±0.29%, 조단백질 2.80±0.04%, 조회분 0.86±0.02% 그리고 조지방이 0.61±0.02%로 나타났다. 환원당의 함량은 147.58 mg/100 g이었고, 유리당의 총 함량은 52.4 mg/100 g으로서 fructose 31.0 mg/100 g, glucose 16.7 mg/100 g, sucrose 4.7 mg/100 g으로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 무기질 함량은 Ca가 472.97 mg/100 g으로 가장 높았고 그 다음으로 K가 206.70 mg/100 g 함유되어 있었으며, 그 외 Zn(25.59 mg/100 g), Mg(10.28 mg/100 g), Mn(4.04 mg/100 g), Na(3.97 mg/100 g), Fe(2.21 mg/100 g) 등이 검출되었다. 구성아미노산은 필수아미노산 31.74 mg/100 g과 비필수아미노산 117.24 mg/100 g으로 총 148.95 mg/100 g이 함유되어 있었다. 유리아미노산은 필수아미노산이 8.41 mg/100 g, 비필수아미노산 97.98 mg/100 g으로 총 106.39 mg/100 g으로 측정되었으며, 이 중에 proline의 함량이 63.92 mg/100 g으로서 전체 유리아미노산의 59.8%를 차지하는 것으로 분석되었다. 아미노산 유도체의 함량은 30.01 mg/100 g으로서 γ -aminoisobutyric acid의 함량이 12.57 mg/100 g으로 가장 높았고, β -aminoisobutyric acid가 6.72 mg/100 g, phosphoserine이 6.12 mg/100 g 함유되어 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 Basic Research Program[R12-2003-002-05001-0]과 학술진흥재단의 신진연구자지원사업 [M02-2004-0000-20335-0]에 의해 이루어진 연구 결과의 일부이며, 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Lee CH. 1993. *The pharmacology of Chinese herbs*. CRS press, New York. p 222.
2. Lee SJ. 1972. Report on Korean folk-medicine. Seoul Natl Univ, Korea. p 75-101.
3. Mitsuhashi H. 1988. *In illustrated medicinal plants of the*

- world in color*. Hokuryukan, Tokyo. p 220.
4. Kim HR, Koh MS, Yang HC. 1987. Studies on the lipid composition of bush clover (*Lespedeza bicolor*) seed. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 75-81.
 5. Kim CK. 1993. Compositions of fatty acid, free amino acid and total amino acid of *Lespedeza* × *chiisanensis* T. LEE. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 586-591.
 6. Kim BH, Kim CM. 1995. A study on the constituents of stem of *Lespedeza* × *nakaii*. T. LEE. *Kor J Pharmacogn* 26: 13-17.
 7. Lee YS, Joo EY, Kim NW. 2005. Antioxidant activity of extracts from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75-79.
 8. Miyase T, Sano M, Nakai H, Muraoka M, Nakazawa M, Suzuki M, Yoshino K, Nishihara Y, Tanai J. 1999. Antioxidants from *Lespedeza homoloba* (I). *Phytochemistry* 52: 303-310.
 9. AOAC. 1995. *Official Method of Analysis of AOAC Intl*. 16th ed. Association of official analytical communities, Arlington, VA, USA.
 10. Luchsinger WW, Cornesky RA. 1982. Reducing sugar by the dinitrosalicylic acid and method. *Anal Biochem* 4: 346-351.
 11. Shim KH, Sung NK, Choi JS, Kang KS. 1989. Changes in major components of Japanese apricot during ripening. *J Korean Soc Food Nutr* 18: 101-108.
 12. Yun SI, Choi WJ, Choi YD, Lee SH, Yoo SH, Lee EH, Ro HM. 2003. Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes. *Korean J Ecol* 26: 65-70.
 13. Yun SJ, Kim NY, Jang MS. 1994. Free sugars, amino acids, organic acids and minerals of the fruits of paper mulberry (*Broussonetia kazinoki* Siebold). *J Korean Soc Food Nutr* 23: 950-953.
 14. Ahn B, Yang CB. 1991. Chemical composition of Bangch (*Agastache rugosa* O. Kuntze) herb. *Korean J Food Sci Technol* 23: 375-378.
 15. Jeong CH, Joo OS, Shin KH. 2002. Chemical components and physiological activities of young mulberry (*Morus alba*) stem. *Korean J Food Preserv* 9: 228-233.
 16. Cha HW, Park JS, Park YK, Jo JS. 1999. Changes in chemical composition of Mume (*Prunus mune* Sieb. et Zucc) fruits during maturation. *Korea J Postharvest Sci Technol* 6: 481-487.
 17. Lee SH, Kim NW, Shin SR. 2003. Studies on the nutritional components of mushroom (*Sarcodon aspratus*). *Korean J Food Preserv* 10: 65-69.
 18. Shin SC. 1997. A study on the free sugar and amino acids in Korean arrowroot. *Korean J Plant Res* 10: 1-5.
 19. Cho YS, Bae YI, Shim KH. 1999. Chemical components in different parts of Korean sword bean (*Canavalia gladiata*). *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 475-480.

(2005년 6월 2일 접수; 2005년 8월 6일 채택)