Korean J. Food Preserv.
Vol. 14, No. 5. pp. 492-496, October 2007

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

구릿대(*Angelica dahurica*) 잎의 유용성분 분석

이 양 숙†
대구한의대학교 한방생약자원학과

Analysis of Components of *Angelica dahurica* Leaves

Yang-Suk Lee†
Department of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongbuk, 712-715 Korea

Abstract

This study analyzed the sugar, amino acid, and mineral contents of *Angelica dahurica* leaves to explore the physiology of the plant, and to examine whether the leaves might be useful in food production. *A. dahurica* leaves contained moisture 76.30%, carbohydrate 7.58%, crude protein 4.01%, crude ash 7.87%and 4.23%crude fat (all w/w). The content of reducing sugar in leaf was 1,687.10 mg/100 g. The total amount of free sugar was 57.30 mg/100 g, including 24.75 mg/100 g fructose, 23.95 mg/100 g glucose, and 8.60 mg/100 g maltose. Total hydrolyzed amino acids were 139.25 mg/100 g. Total free amino acids were 215.99 mg/100 g, and that of alanine (61.52 mg/100 g)was highest. Total amino acid derivatives were 101.39 mg/100 g, and, of these materials γ-aminoisobutyric acid was highest at 78.26 mg/100 g. In the When minerals were analyzed, the content of K was the highest (2,135.03 mg/100 g), followed by 916.47 mg/100 g for Ca.

Key words : *Angelica dahurica* leaves, reducing sugar, free sugar, amino acid, mineral,

서 론

최근 약용 및 식용식물로부터 기능성 물질을 추출하고 이를 활용한 기능성 제품을 개발하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그렇지만 아직까지도 한방생약 또는 민간약의 대부분은 고전적인 기재나 계승된 구전에만 의존하고 유효성분이나 독성 등이 뚜렷이 밝혀지지 않은 상태에서 이용되고 있는 실정이다. 근래에 생활수준의 향상과 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 한방 생약재를 이용한 기능성 건강제품의 수요가 늘어나고 있으며, 약용식물의 재배가 증가하고 있는 추세에 있다.

산형과(Umbelliferae)의 *Angelica*속 식물에는 당귀, 고본, 강활, 구릿대, 궁궁이, 바디나물, 명일엽 등 몇몇 종이 식용 및 한방생약재로 사용되고 있다(1). 이중 구릿대(*Angelica dahurica*)는 6월에서 8월에 개화하는 다년생의 초본으로 어린잎은 식용이 가능하고, 가을에 뿌리를 채취하여 건조한 것을 백지(白芷)라 하며, 한약재로 사용한다(1-2). 한방에서 백지는 진정(鎭靜), 진경(鎭痙)의 효과가 있어 감기, 두통, 어지럼증, 치통, 안면신경통, 산전산후의 혈뇨, 하혈 및 풍한을 제거하며 혈액순환을 촉진하고, 고름을 없애며 새 살이 잘 돋아나게 하는 효과가 있어 이에 관련된 질환의 치료에 사용된다(2-4).

구릿대 뿌리에는 다량의 당과 무기질을 함유하며(5), 약 0.07%의 정유성분(3)과 20여종 이상의 coumarine 그리고 imperatorin, berbapten 등 다양한 생리활성 물질을 함유하는 것으로 알려져 있다(6-12). 또한 포도상구균(13) 및 식물병원균에 대한 항균활성작용(14)을 나타내며, Kwon 등(15)은 항균활성을 나타내는 6종류의 coumarine과 ferulic acid의 화학적 구조에 대하여 보고한 바 있다. 그리고 Shin 등(16)은 byakangelicain, tert-O-methylbyakangelicin 및 phellopterin이 간의 약물대사 활성을 나타낸다고 하였으며, Lee 등(17)은 구릿대 추출물이 90%의 xanthine oxidase 저해활성 및 다양한 항산화 활성을 보고한 바 있다. 그 외에 acethylcholin esterase 저해활성(18), 항혈전(19), 콜라겐 생성촉진(13), 백혈병(20) 등에 효과적이라고 보고되어 있다. 구릿대 잎에서도 14종의 정유성분과 0.45%의 향기성분을 함유하며(21), 잎 추출물에서는 76%의 전자공여능과 97%의 xanthine

†Corresponding author. E-mail : ysgirl@dhu.ac.kr,
Phone : 82-53-819-1441, Fax : 82-53-819-1272

oxidase 저해 등 다양한 생리활성 효과(22)를 나타내는 것으로 보고된 바 있다. 그러나 이와 같이 다양한 정유 및 향기성분을 함유하며, 우수한 생리활성을 나타내는 구릿대 잎에 관한 체계적인 기초 연구 자료는 아직 미흡하다고 할 수 있다.

본 연구는 예로부터 약용 및 식용으로 사용되는 구릿대 잎의 식품 및 한약소재로 활용하기 위해 일반성분과 환원당, 유리당, 아미노산 및 아미노산 유도체의 조성 그리고 무기질 함량 등을 분석하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험 재료인 구릿대(*Angelica dahurica*) 잎은 2004년 7월에 경북 경산의 한약재 생산 농가에서 채집하였으며, 세척 후 물기를 제거하여 잘게 잘라 -75℃에서 보관하면서 실험재료로 사용하였다.

일반성분 분석

구릿대 잎의 일반성분은 AOAC의 표준분석법(23)에 따라서 분석하였다. 수분은 105℃ 상압 가열 건조법으로 측정하였으며, 조단백질은 Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 그리고 조회분은 550℃ 조건의 직접회화법으로 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 뺀 값으로 나타내었으며, 모든 결과는 3회 반복 실험한 측정치의 평균값을 백분율로 나타내었다.

환원당 분석

구릿대 잎의 환원당 측정은 생체 20 g에 일정량의 증류수를 가하고 마쇄한 다음 상층액만을 여과한 뒤 100 mL로 정용하여 시료액으로 사용하였다. Somogyi-Nelson 방법(24)에 따라 시료액 1 mL에 혼합시약 1 mL 첨가하여 20분간 가열한 후 냉각하였다. 여기에 C액 1 mL 첨가하여 실온에서 반응시킨 다음, d_3H_20 5 mL를 혼합하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량은 glucose로 검량선을 작성하여 시료의 환원당 함량을 산출하여 나타내었다.

유리당 분석

유리당의 분석은 Shim 등(25)이 행한 방법에 따라 일정량의 생체 시료를 물로 추출한 다음 hexane으로 유지성분을 제거하고 0.45 μm membrane filter로 여과하였다. 그리고 sep-pak cartridge C_{18}로 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 : H_2O 25, column temperature는 35℃, flow rate는 1.0 mL/min의 조건으로 분석하였다.

아미노산 및 아미노산 유도체 분석

구성아미노산의 분석은 Yun 등(26)의 방법에 따라 시료 50 mg과 6 N HCl 10 mL를 가수분해관에 주입한 후 탈기, 밀봉한 뒤 105℃에서 24시간 동안 가수분해하였다. 이것을 0.45 μm filter로 여과, 농축하고 citrate buffer로 다시 용해하여 분석 시료로 사용하였다. 유리아미노산 및 아미노산 유도체는 일정량의 시료에 증류수를 가하여 추출한 후 0.45 μm filter로 여과하여 분석 시료로 사용하였다. 추출된 시료는 분석용 column(Lithium high resolution peek)이 부착된 아미노산 자동분석기(Pharmacia Chrom 20, Sweden)를 사용하여 분석하였다.

무기질 분석

무기질 함량의 측정은 습식 분해법(27)에 따랐으며, 건조된 시료 1 g에 65%의 HNO_3 6 mL와 30% H_2O_2 1 mL를 가한 다음 microwave digestion system(Ethos-1600, USA)을 사용하여 시료를 전처리, 분해하였다. 이를 0.45 μm filter로 여과한 후 원자흡수분광광도계(AAS, Shimadzu AA-6701, Japan)를 이용하여 acetylene flow rate 2.0 L/min, air flow rate 13.5 L/min의 조건으로 Li(670.8 nm), Fe(248.3 nm), Na(589.0 nm), Mg(285.2 nm), K(766.5 nm), Ca(422.7 nm), Cr(357.9 nm), Ni(232.0 nm), Cu(324.8 nm), Zn(213.9 nm), Mn(279.5 nm), Pb(283.3 nm) 등을 분석 정량하였다.

결과 및 고찰

일반성분

구릿대 잎의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 수분 함량은 76.30±1.06%였으며, 조단백질 4.01±0.14%, 조회분 7.87±0.23%, 조지방 4.23±0.21% 그리고 탄수화물은 7.58±0.96%으로 분석되었다. 본 실험결과는 Joo와 Kang(5)이 보고한 구릿대 뿌리의 수분 71.7%, 조단백질 9.3%, 조회분 6.6%, 조지방과 탄수화물이 각각 1.9%와 10.6%라는 결과와 비교하면, 구릿대 잎의 조지방의 함량이 뿌리에서보다 3배 이상 높았으며, 조회분의 함량도 높았다. 그러나 조단백질은 구릿대 뿌리에서 잎보다 2배 이상 높게 함유되었다. 명일엽(28)의 수분(88.75%), 조단백질(3.13%), 조회분(1.80%), 조지방(6.35%) 그리고 탄수화물(6.27%) 등의 영양성분 결과와 민들레 잎(29)의 수분(85.4%), 조단백질(2.5%), 조회분(0.9%), 조지방(1.4%) 그리고 탄수화물(9.8%)의 결과와 본 구릿대 잎의 결과를 비교하면 구릿대 잎에서 조회분의 함량(4.23%)이 명일엽보다 약 4.3배, 민들레보다는 약 8.7배 이상 많이 함유하였으며, 조단백질의

함량도 구릿대 잎이 더 높았다. 그러나 구릿대 잎의 조지방 함량은 명일엽보다 낮았으나, 민들레보다는 높은 것으로 분석되었다.

Table 1. Proximate composition of *Angelica dahurica* leaves

(%)

Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude ash	Crude fat
76.30 ± 1.06[1)]	7.58 ± 0.96	4.01 ± 0.14	7.87 ± 0.23	4.23 ± 0.21

[1)]The results are mean ± SD of triplicate determinations.

환원당 및 유리당

구릿대 잎에 함유한 환원당은 1,687.10 mg/100 g, 유리당은 57.30 mg/100 g이었으며, fructose(24.75 mg/100 g) > glucose(23.95 mg/100 g) > maltose(8.60 mg/100 g)의 순으로 함유하였으며 환원당이 유리당보다 3배 이상 많이 함유된 것으로 나타났다(Table 2).

Joo와 Kang(5)의 구릿대 뿌리의 환원당 함량은 1,850 mg/100 g이며 유리당은 79.85 mg/100 g으로 sucrose, glucose, fructose, maltose으로 구성되었다는 결과와 비교하면 구릿대 잎에서는 뿌리보다 환원당 및 유리당의 함량이 낮았다. 명일엽의 환원당은 1.26 mg/100 g(28)이며, 비파 잎에서는 1.40 mg/100 g(30)이라는 보고와 비교하면 구릿대 잎의 환원당 함량은 높았다. 민들레 잎의 유리당은 총 136.50 mg/100 g으로 sucrose, fructose, glucose로 구성되었다는 Shin(29)의 결과와 비교하면 구릿대 잎의 유리당 함량(57.30 mg/100 g)이 낮았다.

Table 2. Contents of reducing sugar and free sugar in the *Angelica dahurica* leaves

(mg/100 g-fresh weight)

Reducing sugar	Free sugar			
	Fructose	Glucose	Maltose	Total
1,687.10	24.75	23.95	8.60	57.30

아미노산 및 아미노산 유도체

구릿대 잎에서는 17종의 구성아미노산과 유리아미노산이 분리 동정되었다(Table 3). 구성아미노산은 총 139.25 mg/100 g이었으며, 필수아미노산은 32.01 mg/100 g, 비필수아미노산은 107.24 mg/100 g으로 arginine(23.92 mg/100 g)과 glutamic acid(22.09 mg/100 g)의 함량이 높았다. 유리아미노산은 필수아미노산 78.02 mg/100 g, 비필수아미노산 137.97 mg/100 g으로 총 함량은 215.99 mg/100 g이었으며, 이중 alanine(61.52 mg/100 g)과 valine(23.33 mg/100 g)의 함량이 높았다. Joo와 Kang(5)은 구릿대 뿌리의 구성아미노산 함량이 71.68 mg/100 g이며 유리아미노산은 17.04 mg/100 g으로 보고한 바 있으며 이에 근거하면 구릿대 잎의 구성아미노산은 뿌리보다 약 2배, 유리아미노산에서는 약 12배 이상 많이 함유되었다. 민들레 잎의 유리아미노산은 329.6 mg/100 g이며(29) 명일엽에서는 2,136 mg/100 g이라고 보고한 결과(28)와 비교하면 구릿대 잎의 아미노산의 함량이 낮았다.

Table 3. Contents of the hydrolyzed amino acids and free amino acids in the *Angelica dahurica* leaves

Amino acids		Contents (mg/100 g fresh weight)	
		Hydrolyzed	Free
Essential amino acid	Threonine	5.48	16.48
	Methionine	0.31	5.78
	Isoleucine	4.96	10.49
	Leucine	8.23	21.94
	Phenylalanine	5.25	tr[1)]
	Valine	tr[1)]	23.33
	Lysine	7.78	tr[1)]
Total essential amino acid		32.01	79.02
Non-essential amino acid	Aspartic acid	4.47	tr[1)]
	Serine	6.06	12.43
	Glutamic acid	22.09	16.63
	Glycine	5.50	12.47
	Alanine	8.55	61.52
	Cystine	14.65	tr[1)]
	Tyrosine	2.05	8.25
	Histidine	3.11	6.26
	Arginine	23.92	5.27
	Proline	16.84	15.14
Total non-essential amino acid		122.41	203.85
Total amino acids		139.25	215.99

[1)]tr : trace.

구릿대 잎의 아미노산 유도체에 대한 분석 결과는 Table 4에 나타내었다. γ-aminoisobutyric acid가 78.26 mg/100 g으로 가장 많았으며, β-alanine(9.45 mg/100 g), ornithine(6.54 mg/100 g), anserine(6.35 mg/100 g), taurine 0.79 mg/100 g)이 분리 동정되었고 총 함량은 101.39 mg/100 g으로 나타났다. 본 실험결과는 구릿대 뿌리에서 3.37 mg/100 g으로 phosphoethanolamine, β-alanine, ornithine의 아미노산 유도체가 분리, 동정되었다는 Joo와 Kang(5)의 결과보다 구릿대 잎의 아미노산 유도체의 함량이 30배 이상 높았다. 또한 Shin(29)은 민들레 잎에서 hydroxyproline, β-aminoisobutyric acid 등 5종류의 아미노산 유도체 함량이 15.5 mg/100 g으로 분석되었다고 보고하여 구릿대 잎의 아미노산 유도체의 함량이 더 높았다.

Table 4. Contents of amino acid derivatives in the *Angelica dahurica* leaves

Amino acid derivatives	Contents (mg/100 g fresh weight)
Taurine	0.79
β-alanine	9.45
γ-aminoisobutyric acid	78.26
Ornithine	6.54
Anserine	6.35
Total	195.04

무기질

구릿대 잎의 무기질 함량을 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. 총 3,459.67 mg/100 g으로 11종류의 무기질 성분이 분석되었으며, 이중에서 K의 함량이 2,145.03 mg/100 g으로 가장 많았으며, Ca는 916.47 mg/100 g, Mg 393.35 mg/100 g을 함유하였다. 이 외에 Fe, Zn, Mn, Cr, Na Li, Ni 등이 0.11 ~ 2.97 mg/100 g을 함유하는 것으로 분석되었다(Table 5).

Table 5. Mineral contents in the *Angelica dahurica* leaves

(mg/100 g-dry weight)

Mineral	Content	Mineral	Content
K	2,135.03 ± 8.26[1)]	Ca	916.47 ± 2.63
Mg	393.35 ± 3.33	Mn	2.97 ± 0.03
Na	2.64 ± 0.04	Fe	2.33 ± 0.03
Zn	2.15 ± 0.02	Cr	0.45 ± 0.04
Li	0.17 ± 0.00	Ni	0.11 ± 0.01
Cu	tr[2)]	Cd	nd[3)]

[1)]The results are mean ± SD of triplicate determinations.
[2)]tr : trace.
[3)]nd : not detected.

명일엽의 무기질 성분을 분석한 Kim 등(28)의 K와 Ca의 함량이 각각 238.00 mg/100 g과 211.20 mg/100 g이며 Na 72.18 mg/100 g, Mg 22.81 mg/100 g의 결과와 비교하면 구릿대 잎의 Na 함량(2.64 mg/100 g)은 명일엽과 비교하여 매우 낮았으며, K, Ca, Mg 등은 명일엽보다 더 많이 함유하였다. 특히 K는 명일엽보다 구릿대 잎에서 9배 이상, Mg의 함량은 17배 이상 구릿대 잎에 많이 함유된 것으로 나타났다. 또한 인삼과 당귀의 약초의 무기질 성분을 분석한 Hwang 등(31)은 K의 함량이 각각 2,017.6 mg/100 g과 2,073.2 mg/100 g이며 Ca는 283.3 mg/100 g, 189.3 mg/100 g, Mg는 인삼에서는 126.6 mg/100 g이며 당귀는 183.4 mg/100 g, 그리고 Na의 함량은 각각 243.3 mg/100 g과 220.4 mg/100 g이라는 결과와 비교하면 구릿대 잎의 Na의 함량은 인삼과 당귀보다 낮았으나 K는 유사한 함량을 나타내었으며, Ca와 Mg는 구릿대 잎이 인삼과 당귀보다 더 많이 함유된 것으로 분석되었다.

요 약

구릿대 잎의 한약소재 및 식품 영양학적 소재로 활용하기 위한 연구의 일환으로 일반성분과 환원당, 유리당, 아미노산 및 아미노산 유도체의 조성 그리고 무기질 함량을 분석하였다. 일반성분은 수분이 76.30%로 가장 높았으며 탄수화물 7.58%, 조단백질 4.01%, 조회분 7.87% 그리고 조지방은 4.23%의 비율로 함유하였다. 환원당은 1,687.10 mg/100 g이였으며, 유리당 총 함량은 57.3 mg/100 g으로 나타났다. 구성아미노산은 139.25 mg/100 g이었으며, 유리아미노산 215.99 mg/100 g으로 alanine이 61.52 mg/100 g으로 가장 많았으며, 아미노산 유도체는 101.39 mg/100 g으로 γ-aminoisobutyric acid가 78.26 mg/100 g으로 가장 높았다. 무기질은 K가 2,135.03 mg/100 g으로 가장 높았으며, Cu(916.47 mg/ 100 g), Mg(39.35 mg/100 g), Mn(2.97 mg/100 g) 등이 분석되었다.

참고문헌

1. 구본홍. (1994) 동의보감 한글완역본. 대중서관. p.1420 [동의보감, 허준 (1612)]
2. 國家中医藥管理局編委會. (1999) 中華本草. 上海科學技術出版社, 5, p. 874-904
3. Kim, H.S. and Chi, H.J. (1990) Studies on essential oils of plants of *Angelica genus* in Korea(Ⅲ). Korean J. Pharmacogn., 21, 121-125
4. Kimura, T., But, P.P.H., Guo, J.X. and Sung, C.K. (1996) International collation of traditional and folk medicine: Part 1. World Scientific, Singapore, p.117-118
5. Joo, E.Y. and Kang, W.J. (2005) Analysis on the components of the *Angelica dahurica* root. Korean J. Food Preserv., 12, 476-481
6. Kim, S.H., Kang, S.S. and Kim, C.M. (1992) Coumarin glycosides from the roots of *Angelica dahurica*. Arch. Pharm. Res., 15, 73-77
7. Kwon, Y.S. and Kim, C.M. (1992) Coumarin glycosides from the roots of *Angelica dahurica*. Korean J. Pharmacogn., 24, 221-224
8. Qiao, S.Y., Qao, X.S. and Wang, Z.Y. (1996) Coumarins of the roots of *Angelica dahurica*. Planta Med., 62, 584
9. Baek, N.I., Ahn, E.M., Kim, H.Y. and Park, Y.D. (2000) Furanocoumarins from the root of *Angelica dahurica*.

Arch. Charm. Res., 23, 467-470
10. Wang, N.H., Yoshiazaki, K. and Baba, K. (2001) Seven new bifuranocoumarins, dahuribirin A-G, from Japanese Bai Zhi. Chem. Pharm. Bull., 49, 1085-1088
11. Kwon, Y.S., Shin, S.J., Kim, M.J. and Kim, C.M. (2002) A new coumarin from the stem of *Angelica dahurica*. Arch. Pharm. Res., 25, 53-56
12. Jin, M.H., Jung, M.H., Lim, Y.H., Lee, S.H., Kang, S.J. and Cho, W.G. (2004) Promoting synthesis of collagen from *Angelica dahurica* root. Kor. J. Pharmacogn., 35, 315-319
13. Lechner, D., Stavri, M., Oluwatuyi, M., Pereda-Miranda, R. and Gibbons, S. (2004) The anti-*staphylococcal* activity of *Angelica dahurica*. Phytochemistry, 65, 331-335
14. Ryu, S.Y., Kim, J.C., Kim, Y.S., Kim, H.T., Kim, W.K., Choi, G.J., Kim, J.S., Lee, S.W., Heor, J.H. and Cho, K.Y. (2001) Antifungal activities of coumarins isolated from *Angelica gigas* and Angelica dahurica against plant pathogenic fungi. Korean J. Pesticide Sci., 5, 26-35
15. Kwon, Y.S., Kobayashi, A., Kajiyama, S.I., Kawazu, K., Kanzaki, H. and Kim, C.M. (1997) Antimicrobial constituents of *Angelica dahurica* roots. Phytochemistry, 44, 887-889
16. Shin, K.H., Kim, O.N. and Woo, W.S. (1988) Effect of the constituents of *Angelica dahurica* Radix on hepatic drug metabolizing enzyme activity. Korean J. Pharmacogn., 19, 19-27
17. Lee, Y.S. (2007) Antioxidative and physiological activity of extracts of *Angelica dahurica* leaves. Korean J. Food Preserv., 14, 78-86
18. Kim, D.K., Lim, J.P., Yang, J.H., Eom, D.O., Eun, J.S. and Leem, K.H. (2002) Acetylcholinesterase inhibitors from the roots of *Angelica dahurica*. Arch. Pharm. Res., 25, 856-859
19. Kim, C.M., Kwon, Y.S. and Choi, S.Y. (1995) Antithrombotic effect of the BuOH soluble fraction of *Angelica dahurica* root. Korean J. Pharmacogn., 26, 74-77
20. Pae, H.O., Oh, H.C., Yun, Y.G., Oh, G.S., Jang, S.I., Hwang, K.M., Kwon, T.O., Lee, H.S. and Chung, H.T. (2002) Imperatorin, a furanocoumarin from *Angelica dahurica* (Umbelliferae), induces cytochrome c-dependent apoptosis in human promyelocytic leukaemia, HL-60 cells. Pharmacol. Toxicol., 91, 40-48
21. Kim, S.K., Kim, Y.H., Kang, D.K., Chong, S.H., Lee, S.P. and Lee, S.C. (1998) Essential oil content and composition of aromatic constituents in leaf of *Saururus chinensis, Angelica dahurica* and *Cnidium officinale*. Korean J. Medicinal Crop Sci., 6, 299-304
22. Lee, Y.S., Jang, S.M. and Kim, N.W. (2007) Antioxidative activity and physiological function of the *Angelica dahurica* roots. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36, 20-26
23. A.O.A.C. (1995) Official methods of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.210-219
24. Luchsinger, W.W. and Cornesky, R.A. (1982) Reducing sugar by the dinitrosalicylic acid and method. Anal. Biochem., 4, 346-351
25. Shim, K.H., Sung, N.K., Choi, J.S. and Kang, K.S. (1989) Changes in major components of japanese apricot during ripening. J. Korean Soc. Food Nutr., 18, 101-108
26. Yun, S.J., Kim, N.Y. and Jang, M.S. (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
27. Yun, S.I., Choi, W.J., Choi, Y.D., Lee, S.H., Yoo, S.H., Lee, E.H. and Ro, H.M. (2003) Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes. Korean J. Ecol., 26, 65-70
28. Kim, O.K., Kung, S.S. and Park, W.B. (1992) The nutritional components of aerial whole plant and juice of *Angelica keiskei* Koidz. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 592-596
29. Shin, S.R. (1999) Studies on the nutritional components of dandelion(*Taraxacum officinale*). Korean J. Postharvest Sci. Technol., 6, 495-499
30. Bae, Y.I. and Shim, K.W. (1998) Nutrition components in different parts of Korean loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl). Korean J. Postharvest Sci. Technol., 5, 57-63
31. Hwang, J.B., Yang, M.O. and Shin, H.K. (1997) Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 671-679

(접수 2007년 7월 6일, 채택 2007년 9월 21일)