

재배지역이 다른 어성초의 부위별 화학성분 비교

조영숙·김용택*·손미예**·최성희***·이용수****·서권일
순천대학교 식품영양학과, *부산대학교 식품영양학과, **한국전통발효식품연구소,
충남대학교 농업과학연구소, *대전주조주식회사

Comparison of Chemical Compositions of *Houttuynia cordata* Thunb Cultivated from Different Local Area

Young-Sook Cho, *Yong-Taek Kim, **Mi-Yae Shon, ***Seong-Hee Choi,
****Yong-Soo Lee and Kwon-Il Seo

Department of Food and Nutrition, Suncheon National University

*Department of Food and Nutrition, Pusan National University

**Korea Fermented Food Research Institute

***Research Institute of Agricultural Science and Technology, Chungnam National University,

****Dae Sun Distilling Co. Ltd

Abstract

Proximate composition, volatile compounds, free amino acids, fatty acids and inorganic compounds in leaf, stem and root of *Houttuynia cordata* Thunb cultivated from two different area, Bosung and Suncheon, were analyzed. Each part of *Houttuynia cordata* Thunb from both local area showed moisture contents of 80~84% and crude ash contents of 2.1~2.8%. Crude fat and protein contents were less than 3% showing slightly higher contents in leaf than in both stem and root. Twenty six volatile compounds were identified from the parts of the plant, and the volatile contents were high in the oder of leaf, root and stem. Major volatile compounds were mostly derivatives of decanoic acid; decanoic acid, 2-tridecanone, decanal and dodecanoic acid. Of free amino acids in leaf asparagine was the highest, while in stem hydroxyproline, proline and arginine were the major free amino acids. Linoleic acid was the highest in the stem and root, and linolenic acid was highest in leaf. The major minerals of all parts were K, Ca, Mg, P, Fe, Zn and Cu, showing highest with K.

Key words : *Houttuynia cordata* Thunb, volatile compounds, free amino acids, fatty acids, inorganic compounds

서론

어성초(*Houttuynia cordata* Thunb)는 약모밀, 삼백초라 불리우는 다년생 초본으로 따뜻하고 습지인 곳에서 잘 자라며, 지역에 따라 약간의 차이는 있으나,

보통 4월경에 싹이 트고, 6~8월경에 꽃이 피며, 특유의 독특한 냄새(비린내)를 함유한 생리활성물질들이 있어, 몸의 신진대사를 도와 혈액을 맑게 하고, 신장기능을 촉진시켜 체내독소를 배출하는 등의 효능이 알려진 민간약초이다(1,2). 중국에서는 어성초가 민간약재로서 보다는 한방약재로 널리 알려져 있으며, 폐형초(肺形草), 호두초(好頭草) 및 구자이(拘子耳)라고도 하고, 일본에서도 전국적으로 분포되어 있으며, 우리나라의 울릉도, 제주도, 안면도 등지에서

Corresponding author : Young-Sook Cho, Department of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea
E-mail : seoki@sunchon.ac.kr

야생하고 농가에서 재배하기도 한다(3).

이제까지의 어성초에 대한 연구를 살펴보면 주로 어성초의 화학성분(4,5), 지질성분(6-8), 항산화성(9-11), 항미생물활성(12), 휘발성분(13,14)의 분석 및 항돌연변이와 항암효과(15,16) 등이 있으나 어성초의 재배지역과 부위별 화학성분의 분석에 관한 연구보고가 부족하다. 따라서 본 연구에서는 재배지역이 다른 2종의 어성초를 부위별(뿌리, 줄기 및 잎)로 분리하고 화학성분을 비교·분석하여 전남지방 농가의 새로운 대체 작물로서의 가능성에 대한 기초자료로 활용하고자 한다

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 어성초는 현재 시판되고 있는 전남 보성지방에서 재배한 보광 어성초와 순천대학교 교내 약초원에서 재배한 어성초의 뿌리, 줄기 및 잎을 분리하여 통풍이 잘되는 음지에서 충분히 건조시킨 후 20℃의 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

일반성분 분석

수분은 105℃ 상압가열 건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조회분은 직접회화법, 조지방은 Soxhlet추출법으로 각각의 부위별 함량을 측정하였다(3,5).

휘발성분 분석

휘발성분은 Schultz 등(17)의 방법에 준하여 Likens와 Nikerson이 고안한 simultaneous steam distillation-solvent extraction(SDE)법으로 추출하여 GC 및 GC-MS로 동정하였다. 즉 100℃로 유지된 시료 플라스크에 각 부위별 시료 50, 증류수 250ml 및 내부표준물질로 4-decanol (10ppm)을 혼합하여 교반하여 넣고, 40℃로 유지된 용매 플라스크에는 에테르를 넣은 후 1시간 동안 휘발성분을 포집한 뒤 에테르층을 농축하여 분석하였다.

유리아미노산 분석

유리아미노산은 각 부위별 시료 15g에 탈이온 증류수 100ml를 가하고 마쇄한 후 여과하고, 그 여액에 20% trichloroacetic acid(TCA) 15ml를 가한 다음 하룻밤 냉장고에서 방치시켜 침전된 단백질을 원심분리(8,000rpm, 15min)하여 제거시켰다. Dowex anion exchange

(2 x 8 Cl-)column에 통과시켜 TCA를 흡착. 제거시킨 다음, 용출액에 다시 diethylether 40ml를 가하여 지용성물질 등을 분액여두에서 제거하였다. 수용액층을 40℃이하에서 감압농축시키고 0.2 N-citric acid buffer (pH 2.2)용액으로 전체의 양이 25ml되게 정용한 다음, 0.2 μm membrane filter로 여과한 후 40 μl를 아미노산 자동분석기(amino acid autoanalysis system, HP series 1100, U S A)로 분석하였다(18).

지방산 분석

지방산의 분석은 각 부위별 시료 15g과 Folch용액(chloroform : methanol = 2 : 1) 200ml를 혼합하여 마쇄기로 마쇄한 후 질소충진하에 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 다음 Buchner여과기로 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮기고 증류수 70ml를 가한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고에서 두층이 분리될 때까지 방치하고, 아래층만 농축시켜 시험관으로 옮겨서 질소가스로 건조시킨 후 메칠에스테르화 하였다. 이를 5% NaHCO₃ 3ml를 가하고 식유에테르 3ml로 3회 추출하여 질소가스로 건조시키고 다시 약간의 식유 ether로 녹여서 GC 주입용 시료로 하였다(19).

무기성분 분석

어성초 2g에 식물체 분해제(HClO₄ : H₂SO₄ : H₂O₂ = 9 : 2 : 5, v/v) 25ml를 가하여 분해장치에서 낮은 온도로 서서히 가열한 뒤 완전히 무색으로 변할 때까지 분해한 후 여과(Whatman No. 2)하여 100ml로 정용하였다(20). 이를 시료로 ICP(Inductively Coupled Plasma, Optima 3000DV, Pekin-Elmer, U.S.A.)를 사용하여 분석하였으며, 표준물질의 스펙트럼은 각각의 표준 무기성분을 5ppm의 농도로 희석하여 정량하였다.

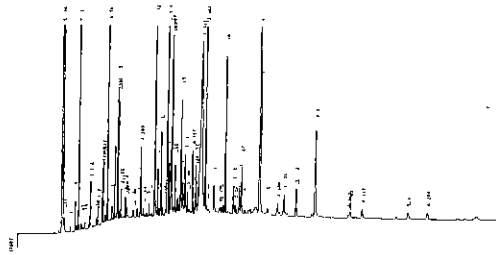
결과 및 고찰

어성초의 일반성분 함량

어성초의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같이 두 시료 모두 각 부위별 함량은 비슷하게 나타났는데, 수분함량은 80.44~84.34%, 회분함량은 2.10~2.88%, 조지방함량은 0.52~2.85% 및 조단백질함량은 1.56~2.95%의 범위로 나타났는데, 대체로 잎 부분의 성분이 다른 부위에 비해 다소 높게 나타났다. 이러한 경향은 김 등(5)의 결과와 비슷한 경향이었으나 전체적인 함량은 조금씩 낮게 나타났다.

Table 1. Proximate composition of *Houttuynia cordata* from different local area

	Bosung			Suncheon		
	Stem	Root	Leaf	Stem	Root	Leaf
Moisture	84.34	81.78	82.36	83.25	80.44	81.24
Crude ash	2.54	2.88	2.80	2.10	2.62	2.25
Crude lipid	0.52	0.72	2.82	0.74	0.83	2.85
Crude protein	1.56	2.33	2.95	1.56	2.15	2.45

Fig. 1. Gas Chromatogram of volatile components of *Houttuynia cordata* leaf from Bosung by SDE.Table 2. Volatiles of *Houttuynia cordata* from different local area

Peak No	Volatile compound	RT	Bosung			Suncheon		
			Stem	Root	Leaf	Stem	Root	Leaf
1	β -Myrcene	7.197	46.68	24.89	32.69	19.69	7.44	12.24
2	2-Hexanal	10.103	Trace	7.45	8.40	1.44	1.96	2.70
3	3,7-dimethyl-2,6-octadiene	10.504	1.53	5.06	86.99	5.33	2.28	41.25
4	α -Pinene	11.715	1.07	13.04	18.31	0.48	1.13	17.22
5	Linalool	11.834	Trace	1.27	18.52	0.45	Trace	7.45
6	2-ethyl-1-Hexanol	14.529	4.15	4.38	2.34	2.31	8.04	5.79
7	Decanal	16.142	9.85	2.51	115.64	5.82	2.08	95.32
8	4-Decenal	16.874	Internal standard					
9	β -caryophyllene	18.067	Trace	50.56	30.75	Trace	37.59	58.61
10	2-methyl-6-methylene-3,7-octadiene	18.180	14.49	2.61	28.02	19.54	7.92	1.96
11	2-methylene-3-cyclohexenol	18.505	3.29	12.47	11.12	2.85	4.50	10.29
12	6-isopropyl bicyclo[11.0]heptane	19.195	2.88	15.76	21.52	1.85	10.75	19.98
13	1-undecol	19.713	2.00	6.30	10.86	3.29	2.55	6.02
14	Thiobacetal	20.567	4.56	24.55	11.71	5.22	12.74	14.94
15	Geranyl propionate	20.918	5.46	3.81	10.31	2.52	3.1	13.01
16	2-Tridecanone	21.686	48.61	3.68	162.95	21.24	82.54	2.42
17	trans-Geranil	20.082	51.86	43.83	42.09	46.73	43.36	40.42
18	1-Undecanal	23.104	3.57	18.98	6.98	2.66	2.98	6.10
19	2,6-he(1,1-dimethylidyl) phenol	24.410	23.39	66.96	38.11	26.01	59.75	25.23
20	trans-Isobutylene	25.389	5.49	6.70	7.45	5.15	4.17	4.39
21	Phenol	26.084	7.62	5.36	8.48	1.86	3.74	2.53
22	thymol	26.307	4.90	3.15	13.16	2.22	3.14	8.15
23	decanoic acid	28.442	217.49	354.09	203.72	96.10	120.95	82.63
24	1-methyl-2-vinyl-cyclopentane	31.336	12.82	11.45	8.37	5.52	4.82	2.89
25	2-N-ethylaldehyde-2-hydrodecanoic acid	32.749	4.71	10.49	11.46	4.78	5.01	3.04
26	dodecanoic acid	35.046	53.47	47.89	43.12	25.18	16.25	22.95

휘발성분 동정

재배지역이 다른 두가지 어성초의 부위별 휘발성분을 분석한 결과는 Fig. 1 및 Table. 2에 나타내었다. 모두 26종의 휘발성분이 분석되었으며, 전체적으로 순천대학교에서 재배된 것 보다 보광어성초가 휘발성분의 양이 많았다. 또한 휘발성분이 가장 많이 함유된 부위는 두 시료 공히 잎 뿌리 줄기 순으로 나타났고, 그 중 가장 많은 양을 가진 성분은 decanoic acid였으나 일보다는 오히려 뿌리부분에서 더 많이 검출되었으며, 그 다음으로는 2-tridecanone, decanal, dodecanoic acid 등으로 거의 decanoic acid의 유도체였다. 강 등(12)은 어성초의 전초에서 52종의 휘발성분을 분리하였는데, 그중 terpenoid류인 β -myrcene와 β -ocimene가 다른 휘발성분에 비하여 높은 함량을 차지한다고 보고하여 본 연구결과와는 약간 차이를 나타내었는데, 이는 재배지역과 채취시기 및 전처리 방법의 차이에서 오는 결과라고 생각된다.

Table 3. Free amino acids of *Houttuynia cordata* from different local area

Peak No	Amino acid	RT	Bosung			Suncheon		
			Stem	Root	Leaf	Stem	Root	Leaf
1	Phosphoserine	5.883	0.79	1.52	1.23	0.59	0.88	4.83
2	Phosphothreonine	9.592	1.52	0.32	0.39	1.13	1.14	2.13
3	Hydroxyproline	24.908	Trace	12.21	25.36	1.36	Trace	31.73
4	Threonine	28.050	1.04	0.02	0.31	0.88	0.10	0.38
5	Serine	29.725	2.00	0.13	0.25	1.04	0.17	0.41
6	Asparagine	32.983	45.40	4.56	7.85	18.86	2.09	9.92
7	Glutamic acid	34.625	Trace	Trace	0.75	1.47	0.32	1.01
8	α -Aminodipic acid	46.383	1.64	0.12	Trace	0.86	0.15	0.16
9	Proline	47.967	3.66	1.11	0.80	3.53	2.30	9.92
10	Glycine	49.467	0.27	0.07	0.45	0.26	0.14	0.26
11	Alanine	50.975	2.85	0.64	0.30	2.02	0.82	2.68
12	α -Aminobutyric acid	53.875	0.30	0.10	0.16	0.16	0.09	0.40
13	Valine	56.625	3.52	0.41	1.34	1.98	0.43	2.14
14	Isoleucine	70.990	1.72	0.09	0.11	0.85	0.09	0.12
15	Leucine	73.525	1.36	0.06	0.11	0.52	0.07	0.08
16	Tyrosine	80.773	0.91	0.36	0.27	0.42	0.10	0.15
17	β -Alanine	86.117	0.09	0.02	0.02	0.04	0.09	Trace
18	Phenylalanine	89.083	1.21	0.05	0.13	0.36	Trace	Trace
19	γ -Aminobutyric acid	95.690	2.84	1.75	3.24	2.83	1.06	5.06
20	Ornithine	108.392	0.05	0.04	0.07	0.05	0.04	0.23
21	Lysine	111.750	0.52	0.05	0.09	0.14	0.04	0.25
22	Histidine	115.042	0.39	0.12	0.23	0.20	Trace	0.30
23	Arginine	129.800	0.20	0.11	4.47	0.26	0.32	21.46
Total			71.68	23.86	47.93	39.81	10.44	92.62

유리아미노산 함량

재배지역이 다른 어성초의 부위별 유리아미노산의 함량은 Table 3과 같다. 전체유리아미노산 함량은 보광 어성초가 143.47ppm이었고, 순천대 어성초는 142.87ppm로 거의 비슷하게 나타났으며, 그 중 보광 어성초는 줄기 부분이 가장 많았고, 순천대 어성초는 잎에서 가장 많이 검출되어 대조를 이루었다.

또한 전체 시료에서 함량이 가장 많은 것은 보광 어성초의 줄기부분에서 검출된 asparagine으로 45.40ppm 이었고, 그 다음으로는 순천대 어성초의 잎 부분에서 검출된 hydroxyproline으로 31.37ppm이었다. 각 시료 공히 나타난 유리 아미노산의 주요 성분은 asparagine, hydroxyproline, proline 및 arginine이었다.

황 등(19)은 약초종의 아미노산 함량을 조사한 바 있는데 어성초의 구성 아미노산의 성분을 분석한 결과 가장 많은 것은 glutamic acid였고, 그 다음으로 asparagine, leucine 및 proline이라고 한 결과와는 함량에서 어느 정도 차이는 있으나 이는 구성 아미노산과 유리 아미노산의 분석 결과이므로 절대적인 비교는 어렵지만 전체적인 경향은 비슷한 수준이었다. 또한 김 등(5)은 어성초의 줄기와 잎에서 유리 아미노산의 함량을 분석한 결과 잎 부분에서는 glutamic acid, arginine, alanine, asparagine의 순으로 높게 나타났고, 줄기 부분에서는 cysteine, alanine, glutamine의 순으로 높게 나타나 본 실험 결과와 아미노산 함량이 약간의 차이를 보였으나, 전체적인 경향은 비슷한 결과였다.

Table 4. Fatty acid composition of *Houttuynia cordata* from different local area

Fatty acid	(unit %)					
	Bosung			Suncheon		
	Stem	Root	Leaf	Stem	Root	Leaf
Lauric acid (12 : 0)	0.59	0.61	1.80	0.74	0.49	1.43
Myristic acid (14 : 0)	0.56	0.42	2.35	0.70	0.28	1.97
Palmitic acid (16 : 0)	19.63	18.96	16.09	16.14	17.52	17.30
Stearic acid (18 : 0)	3.63	3.16	3.59	3.87	2.55	3.61
Saturated fatty acid	24.41	23.15	23.83	21.45	20.84	24.31
Oleic acid (18 : 1)	9.45	4.98	8.72	9.25	ND	9.71
Linoleic acid (18 : 2)	27.75	30.36	9.81	21.30	31.75	9.90
Linolenic acid (18 : 3)	16.20	11.72	16.37	16.02	12.30	19.44
Unsaturated fatty acid	53.40	47.06	34.90	46.57	44.05	39.05

*ND. Not Detected

지방산 조성

재배지역이 다른 어성초의 부위별 지방산 조성은 Table 4와 같다 두 종류의 어성초 모두 linoleic

acid(C18:3)의 함유량이 다른 지방산에 비하여 월등하게 높았으며, 그 다음으로 palmitic(C16:0), linolenic(C18:2) 및 oleic acid(C18:1)의 순으로 높게 나타났다 또한 전체적으로 불포화 지방산의 함량이 전체 지방산의 약 2배 정도를 차지하고 있으며, 각 시료의 부위별 지방산의 함량은 줄기>뿌리>잎의 순으로 높게 나타났다.

김 등(4,5)의 경우에도 전체적으로 불포화지방산의 함량이 포화지방산보다 약 2배정도 높았고, linoleic의 함량이 가장 높았으며 그 다음으로 palmitic, linolenic 및 oleic acid의 순으로 높게 나타났다 보고하였는데 양적인 차이는 약간 있었지만 본 실험의 결과와 잘 일치하였다

무기성분 함량

재배지역이 다른 어성초의 부위별 무기성분의 조성은 Table 5와 같다. 두 어성초 모두 무기질은 K의 함량이 다른 무기질에 비하여 가장 많았으며, 다음으로는 Ca, P 및 Mg의 순으로 그 함량이 많았고, Na, Fe, Zn, Mn 및 Cu도 검출되었다. 또한 보광 어성초의 경우 부위별 무기성분은 줄기에서 가장 많게 나타났고, 순천대 어성초는 뿌리에서 가장 많이 검출되었는데 이는 주위환경이나 토양의 성질에 기인한 이유라 생각된다.

Table 5. Mineral contents of *Houttuynia cordata* from different local area

Element	(unit ppm)					
	Bosung			Suncheon		
	Stem	Root	Leaf	Stem	Root	Leaf
K	22500.2	10800.3	11240.1	310.1	37640	17430.4
Na	868.8	493.2	3733.4	1064.6	1576.5	1152.5
Mg	2745.5	1948.7	2752.2	2703.5	2069	2251.5
Ca	5755.2	5435.3	5650.7	5795.7	5785	4441.5
Mn	316.2	139.7	149.8	80.9	68.7	27.7
Fe	1107.2	448.6	944.5	557.7	267.25	475.8
Zn	2737.5	20.7	90.5	50.7	60.9	49.6
Cu	13.2	7.8	46.9	7.63	8.2	14.5
P	3071.4	3711.3	6160.7	3095.3	6300.7	3863.5

황 등(22)은 어성초의 무기질함량 조사에서 K, Ca, P 및 Mg의 순으로 그 함량이 많았다고 보고 한 바 있고, 김 등(4,5)은 어성초의 잎과 줄기에서 무기질함량을 조사한 결과 잎에서는 K, Ca, Mg, P 및 Fe의 순으로 그 함량이 많았으며, 줄기에서는 K, Ca, P, Mg 및 Fe의 순으로 그 함량이 많았다고 보고하였는데 함량의 차이가 조금 있을 뿐 본 실험의 결과와 잘 일치하였다.

요 약

재배 지역이 다른 2종의 어성초(전남 보성 및 순천대학교 약초원)를 잎, 줄기 및 뿌리로 구분하여 일반 성분, 휘발성분, 유리아미노산, 지방산 및 무기성분을 비교·분석한 결과는 다음과 같다.

각 시료별 및 부위별 수분함량은 80~84%였고, 조회분은 2.1~2.8%이었으며, 조지방 및 조단백질은 모두 3% 미만으로 잎 부위가 다른 부위에 비하여 그 함량이 높았다. 어성초의 휘발성분은 모두 26종이 분석되었으며, 전체적으로 순천대학교에서 재배된 것 보다 보광 어성초가 휘발성분의 양이 많았다. 두 시료 모두 잎, 뿌리 및 줄기 순으로 휘발성분의 함량이 높게 나타났고, 그 중 많은 양을 가진 주요성분은 decanoic acid, 2-tridecanone, decanal 및 dodecanoic acid 등의 순이었는데, 대부분 decanoic acid의 유도체였다.

유리아미노산은 줄기부분에 asparagine이 상당량 함유되어 있었고, 잎 부분에서는 hydroxyproline, proline 및 arginine 등의 순으로 그 함량이 높게 나타났으며, 어성초의 부위별 지방산은 줄기와 잎에서는 linoleic acid의 함량이 가장 높았고, 잎에서는 linolenic acid의 함량이 높았으며, palmitic acid의 함량도 대체로 많았다. 주요 무기성분은 K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu 등이었으며, 그 중 K의 함량이 가장 높았다.

감사의 글

본 연구는 1997년대 순천대학교 학술연구비에 의하여 수행된 결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 권중안 (1998) 삼백초(어성초)에 대하여. 대한한약. 2호, 218-221
- 조규형 (1995) 어성초(삼백초과) 건강법. 서진각
- 김근영, 강성국, 정희종 (1995) 전남지방의 UR대체작물의 하나인 어성초의 천연 항균성물질 개발 원으로의 이용. 대산논총, 3집, 188-196
- 김근영 (1994) 어성초의 화학적 조성과 향미생물활성. 전남대 석사학위논문
- 김근영, 정동욱, 정희종 (1997) 어성초의 화학성분 및 향미생물활성. 한국식품과학회지, 29(3), 400-407
- 성낙주, 이수정, 신정혜, 김한수 (1998) 어성초 즙과 분말을 첨가한 식이가 흰쥐의 혈청지질개선에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 27(6), 1223-1230
- 성낙주, 이수정, 신정혜, 정미자, 임상선 (1998) 어성초 분말 및 즙의 급이가 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 간장, 뇌 및 신장의 지질성분에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 27(6), 1230-1236
- 정차권, 함승시, 이상영, 오덕환, 최수용, 강일준, 남상명 (1999) 고지방 식이에 따른 어성초 추출물 투여가 혈청지질 및 항산화 효소 활성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 28(1), 205-212
- 김주향 (1998) 어성초의 항산화작용 및 항산화성분. 숙명여대 석사학위논문
- 남상명 (1998) 지질대사와 항산화효소계에 미치는 어성초, 두충, 두릅, 쑥 에탄올 추출물 in vivo효과에 관한 연구. 세종대 박사학위논문
- 이연재, 신동화, 장영상, 신재익 (1993) 폐모, 어성초, 쇠비름 및 들깨박 에탄올 추출물의 순차용매 분획별 항산화 효과. 한국식품과학회지, 25(6), 683-688
- 강정미, 차인호, 이영근, 류홍수 (1997) 어성초 휘발성 정유성분의 동정과 분획물의 항특성 및 항균활성. I. 어성초의 휘발성 정유성분의 동정. 한국식품영양과학회지, 26(2), 209-214
- 강정미, 차인호, 이영근, 류홍수 (1997) 어성초 휘발성 정유성분의 동정과 분획물의 항특성 및 항균활성. II. Prep - HPLC에 의한분획물의 항특성과 항균활성. 한국식품영양과학회지, 26(2), 214-222
- 강정미 (1997) 어성초 휘발성정유의 향기성분의 특성과 항균활성. 부경대 산업대학원 석사학위논문
- 최영현 (1994) 어성초즙 및 추출물의 항돌연변이 효과. 한국영양식량학회지, 23(6), 916-921
- 김은영 (1994) 어성초의 항돌연변이 및 항암효과. 부산대 석사학위논문
- MERK (1965) Handbook of microbiology, p.66
- 박수원 (1977) 고들빼기 성분 및 생물학적 활성에 관한 연구 (I). 한국생화학회지, 10, 241
- Bligh E. G. and Dyer W. J. (1959) A lipid method of total lipid extraction and purification. J. Bio. physiol, 37, 911-914
- 우순자, 류시생 (1983) 원자흡광 분석을 위한 식품시료의 전처리 방법. 한국식품과학회지, 15, 225
- 황진봉, 양미옥, 신현경 (1998) 약초중의 아미노산 함량조사. 한국식품과학회지, 30(1), 35-41
- 황진봉, 양미옥, 신현경 (1997) 약초중의 일반성분 및 무기질 함량조사. 한국식품과학회지, 29(4), 671-679

(1999년 11월 25일 접수)