

식용식물의 항산화효과 검색

조세연[†] · 한용봉 · 신국현*

고려대학교 가정학과

*서울대학교 천연물과학연구소

Screening for Antioxidant Activity of Edible Plants

Se-Yeon Cho[†], Yong-Bong Han, Kuk-Hyun Shin*

Dept. of Homeeconomics Korea University, Seoul 136-701, Korea

*Natural Products Research Institute, Seoul National University, Seoul 110-460, Korea

Abstract

The antioxidant activities of methanol extracts of twenty one vegetables were tested using the method of 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) reactivity and TBARS substance assay *in vitro*. The methanol extracts of the leaves from three plants such as *Aster scaber*, *Chrysanthemum coronarium*, *Petasites japonicus* were found to be the most effective on DPPH radical scavenging activity. The next effective ones were the leaves of *Capsicum annuum*, the peels of *Ipomoea batatas* and *Solanum tuberosum*, the stems and leaves of *Ipomoea batatas*, the leaves of *Solanum melongena*, the fruits of *Solanum melongena*, the green fruits (seed) of *Capsicum annuum* in order, and the others did not show a considerable activity. When tested on lipid peroxidation using a lipid peroxidation generation system mediated by H_2O_2/Fe^{2+} in rat liver homogenates, the peels of *Cucumis melo*, the leaves and the fruits of *Solanum melongena*, of *Solanum melongena*, The leaves of *Aster scaber* and *Chrysanthemum coronarium*, the stems and leaves of *Ipomoea batatas* and the peels of *Ipomoea batatas* were found to exhibit a good protective activity against lipid peroxidation in the order of effectiveness.

Key words: 21 vegetables antioxidant activities, DPPH radical scavenging activity, inhibition of lipid peroxidation

서 론

활성산소는 산화효소(xanthine oxidase, cyclooxygenase, lipoxygenase 등), 식세포 및 철, 동물의 자동산화 반응과 catecholamine의 산화 반응 등 내인적 생성 요인과 햇빛, 담배, 매연, 약물 및 방사선 등 외인적 요인에 의해 생성되어 단백질, DNA, 효소 및 T-Cell과 같은 면역계를 손상, 각종 질환을 야기시키며, 특히 생체막의 구성성분인 불포화 지방산을 공격, 지질과산화로 축적된 과산화 지질이 생체 기능의 저하나 노화 및 성인병 유발 요인으로 알려졌다(1-6).

따라서 활성 산소를 방어하는 항산화 물질이 이러한 질병 치료의 가능성 때문에 주목되고 있으며 그중 가식성 천연물에서 추출한 무독성 자연 항산화제 연구가 활발한데 식물체도 인체처럼 자외선 산화나 자동산화로부터 보호하기 위해 자체적으로 polyphenol계통의 항산화 물질을 세포내에 함유하고 있기 때문이다. 특히 각종 과채류에 다량으로 존재하는 천연물질 flavonoid와 산성 페놀화합물 등이 항산화성, 항알러지성, 항암성 등 다양한 생리활성 기능을 갖고 있는 것으로 밝혀져 이에 대한 검색이 활발히 진행되고 있다(7-15).

본 연구에서는 식품재료 중 폐기부위의 유용한 이용가능성을 의문시하여 상용식용식물의 가식부와 폐기부 등 21시료 MeOH Ex.를 DPPH(16)와 TBARS(17)법으로 항산화 효과의 정도를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 21시료는 우리가 흔히 섭취하고 있는 식물들로서 식물명, 사용부위, methanol 추출물의 양 및 추출율 등은 Table 1과 같다.

시약은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)와 TBA(thiobarbituric acid)는 Sigma Chemical Co.에서, TCA(trichloroacetic acid)는 Junsei Chemical Co.에서 구입하였고 그 외 시약은 특급이나 일급을 사용하였다.

Methanol 추출액의 제조

21시료는 3주간 음건, 세절하여 은침 후 여과하여 여액을 모아 rotary vacuum evaporator(EYELA, Japan)로 감압 농축하여 MeOH Ex.를 제조하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: occlusin09@hanmail.net
Phone: 82-2-3290-2321, Fax: 82-2-927-7934

Table 1. Methanol extract of 21 vegetables and their radical scavenging effects of the methanol extract on DPPH

Common name	Scientific name	Part used	Dry weight (g)	Total ex. weight (g)	Extract rate(%)	Sample concentration (mg)	EDA%	IC ₅₀ (mg/mL)
Korean melon	<i>Chamoi</i>	peel	16.12	11.24	69.7	36.8	96.47	0.84
						3.68	59.32	
						0.37	44.72	
Eggplant	<i>Solanum melongena</i>	fruit	26.06	8.62	33.1	8.1	86.25	0.54
						0.81	51.49	
						0.08	42.41	
Eggplant	<i>Solanum melongena</i>	leaf	20.28	7.05	34.8	4.5	89.69	0.29
						0.45	52.36	
						0.05	40.63	
Pumpkin	<i>Cucurbita moschata</i>	leaf	20.75	3.51	16.9	9.40	74.45	0.96
						0.94	49.94	
						0.09	40.26	
Young pumpkin	<i>Cucurbita moschata</i>	green fruit	76.52	33.70	44.0	13.20	65.34	2.34
						1.32	44.94	
						0.13	41.06	
Young radish	<i>Yulmu</i>	whole plant	25.87	8.80	34.0	14.40	81.43	1.18
						1.44	50.89	
						0.14	42.12	
Watermelon	<i>Citrullus battich</i>	peel	44.80	12.17	27.8	14.20	69.87	2.29
						1.42	47.90	
						0.14	40.12	
Butterbur	<i>Petasites japonicus</i>	leaf	19.86	4.88	24.6	0.80	88.98	0.09
						0.08	46.41	
						0.008	43.79	
Cucumber	<i>Cucumis sativus</i>	peel	39.12	4.96	12.7	5.1	60.72	1.15
						0.51	44.30	
						0.05	39.43	
Potato	<i>Solanum tuberosum</i>	peel	55.62	5.00	9.0	12.8	95.33	0.20
						1.28	71.96	
						0.13	45.10	
Green-pepper	<i>Capsicum annuum</i>	leaf	20.53	5.50	26.8	6.4	79.47	0.12
						0.64	67.76	
						0.06	43.01	
Green-pepper	<i>Capsicum annuum</i>	green fruit (seed)	11.76	3.57	30.4	3.3	65.56	0.58
						0.33	45.74	
						0.03	40.66	
Green-onion	<i>Allium fistulosum</i>	green leaf	39.52	14.77	37.4	10.60	71.05	1.20
						1.06	48.61	
						0.11	44.21	
Green-onion	<i>Allium fistulosum</i>	white stem	50.89	17.70	34.8	11.00	76.69	1.40
						1.10	46.57	
						0.11	43.08	
Small green-onion	<i>Allium fistulosum</i>	whole plant	17.66	6.43	36.4	7.3	66.67	1.28
						0.73	45.99	
						0.07	43.50	
Sweetpotato	<i>Ipomoea batatas</i>	peel	47.52	9.21	19.4	8.3	95.71	0.17
						0.83	63.63	
						0.08	43.68	
Sweetpotato	<i>Ipomoea batatas</i>	stem & leaf	31.33	10.22	32.6	15.20	77.80	0.25
						1.52	68.25	
						0.15	45.10	
Crown daisy	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	leaf	8.56	2.96	34.6	1.29	86.29	0.07
						0.13	51.79	
						0.01	45.32	
Aster	<i>Aster scaber</i>	leaf	19.93	6.54	32.8	0.41	88.85	0.02
						0.04	53.03	
						0.004	45.01	
Cabbage	<i>Brassica oleracea</i>	green leaf	23.77	7.93	33.4	7.6	63.12	1.94
						0.76	43.01	
						0.08	43.83	
Dropwort	<i>Oenanthe javanica</i>	stem & leaf	12.05	4.88	40.5	6.3	73.89	0.80
						0.63	47.48	
						0.06	43.92	
L-ascorbic acid						5.00	98.58	<0.08
						0.50	99.21	
						0.05	99.19	

DPPH에 대한 radical scavenging effect 측정

각 시료의 MeOH Ex.를 drying oven(Cheil Co., Korea)에서 건조후 99.5% methanol에 용해시켜 1, 10, 100배로 희석, 시료를 조제하였다. 각 시료 900 µL에 DPPH(1.5×10^{-4} M)용액 300 µL를 가한 후 vortex mixer(Hwa Shin Med Lab., Korea)로 10초간 진탕한 후, 37°C water bath(Buchi)에서 30분간 배양시킨다. 이 시료를 spectrophotometer(8452A Hewlett-Packard, USA)로 520 nm에서 흡광도를 측정, 각 시료 추출물의 유리라디칼 소거효과(free radical scavenging effect)는 electron donating ability(EDA%)로 나타내었다.

Rat liver homogenate의 조제

실험 동물은 체중 200 ± 20 g의 Sprague-dawley계 음성 rat로 온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 $50 \pm 10\%$ 의 동물실에서 일주일간 고형시료(삼양유지(주))로 사육하였다. 이 실험동물을 ether로 마취 후 해부하여 간 문맥에 0.15 M ice cold KCl용액을 관류시켜 간내 혈액 제거 후 적출하여 0.15 M ice cold KCl 용액으로 세척한 후 신속히 간 무게의 10배량의 ice cold KCl를 가하여 간을 세절하고 약 5분간 ice bath에서 균질화하였다.

TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) assay

Liver homogenate 500 µL(equivalent to 15 mg protein)에 50 mM phosphate buffer 용액(pH 7.4) 1,100 µL와 0.01 M L-ascorbic acid 100 µL, 또는 50 mM phosphate buffer(pH 7.4) 800 µL, 30 mM H₂O₂ 300 µL와 0.01 M L-ascorbic acid 100 µL, 또는 50 mM phosphate buffer(pH 7.4) 800 µL, 3.3 mM FeSO₄ 300 µL와 0.01 M L-ascorbic acid 100 µL, 또는 50 mM phosphate buffer(pH 7.4) 800 µL, 30 mM H₂O₂ 150 µL, 3.3 mM FeSO₄ 150 µL)와 0.01 M L-ascorbic acid 100 µL의 reaction mixture를 각각 1,700 µL가 되게 조제한 농도별 시료를 100 µL씩 각 공전 시험관에 가하고 water bath(37°C)에서 20분간 배양하여 지질 과산화를 유발시키고 생성된 과산화지질에 stop solution(0.38% TBA, 15% TCA, 0.25 N HCl) 4.0 mL를 각각 가하고 100°C에서 15분간 가열, 발색시키고 ice-water에서 10분간 식힌 후, 10분간 원심분리(3,000 rpm)한 상등액의 흡광도를 spectrophotometer(535 nm)로 측정하였다.

결과 및 고찰

시료 추출물의 DPPH를 이용한 free radical scavenging 효과

시료의 항산화능은 DPPH에 대한 전자공여능(Electron donating ability, EDA%)으로 측정된 결과와 각 시료의 억제 강도는 free radical inhibition의 50% 억제 농도(IC₅₀)를 구하여 비교하였으며 그 결과는 Table 1와 같다.

참취잎, 쑥갓잎 및 머위잎 MeOH Ex.의 DPPH 유리 라디

칼 소거효과의 강도가 IC₅₀로 비교할 때 각각 20 µg/mL, 70 µg/mL 및 90 µg/mL로 잎들이 가장 높았는데 이는 Choi 등(10)이 쑥갓의 줄기와 잎을 함께 실험했을 때 항산화 효과가 미약하다는 보고와 차이가 있었다. 고추잎의 비타민 C와 고구마도 부위별은 아니나 품종별 항산화성이 이미 보고된 바(18) 본 실험에서도 고추잎과 고구마껍질 IC₅₀ 값이 각각 0.12, 0.17 mg/mL로 강한 유리 라디칼 소거효과를 나타내었으며, 감자껍질, 고구마줄기와 잎, 가지잎 등의 IC₅₀ 값은 0.2~0.29 mg/mL이었다. Moon 등(16)은 고추씨의 강한 항산화 효과를 보고하였고, Yu 등(11)의 보고에서처럼 본 실험의 씨를 뺀 풋고추도 어느 정도 효과가 관찰되었고, Choi 등(10)은 미나리의 줄기와 잎의 항산화 효과가 그리 높지 않은 것으로 보고하였으나 본 실험에서는 IC₅₀가 0.8 mg/mL였으며, 참외 껍질, 호박잎의 IC₅₀가 0.84~0.96 mg/mL로 유리 라디칼 소거효과가 관찰되었고, Moon 등(16)이 파의 줄기와 잎을 함께 실험했을 때 항산화 효과가 미약하다고 하였으나 본 실험에서는 파와 줄기를 각각 실험한 결과 둘 사이 큰 차이는 없는 것으로 관찰되었다. 오이껍질, 열무, 대파 파란잎, 소파, 대파 흰줄기, 양배추 파란잎의 MeOH Ex.이 IC₅₀ 1.5~1.96 mg/mL 수준의 유리 라디칼 소거능이 관찰되었으나 수박껍질, 애호박의 MeOH Ex.는 DPPH 유리라디칼 소거능이 매우 미미한 결과였다.

시료 추출물이 지질과산화에 미치는 영향

정상적인 rat의 liver homogenate를 사용하여 buffer/H₂O₂/Fe²⁺/L-ascorbic acid system에서 유발된 지질과산화에 대한 *in vitro*에서의 시료의 농도별 지질과산화 억제 효과를 L-ascorbic acid를 표준물질로 비교 관찰하였다.

Buffer에 의한 지질과산화 억제 효과는 Table 2와 같이 참외 껍질의 IC₅₀가 10 µg/mL로 매우 강하였고 가지잎, 고추잎, 참취잎, 고구마순 등은 IC₅₀가 0.1~0.2 mg/mL로 비교적 강한 억제활성을 나타내어 표준물질 L-ascorbic acid보다도 높은 억제활성을 보였다. 잎의 시료추출물의 DPPH 유리 라디칼 소거효과의 경향과 유사한 효과를 보였다. 특히 가지잎은 식용하지 않고 버려지기 때문에 효능이 밝혀진다면 의외의 효과가 기대된다.

H₂O₂로 유발시킨 지질과산화에 대한 억제율은 Table 3과 같이 가지열매, 애호박, 수박껍질은 용량반응을 나타내는 2개의 농도를 기준으로 의심하여 대체적인 IC₅₀를 구한 결과가 3가지 시료추출물을 제외하고는 측정 농도 범위에서 과산화억제 활성이 매우 높거나 용량 반응을 나타내지 않아 IC₅₀를 구할 수 없었다. 그러나 0.25 mg/mL 농도에서 L-ascorbic acid의 과산화 억제율과 비교할 때 가지잎, 머위잎, 감자껍질의 항산화 효과가 84~80%로 L-ascorbic acid보다도 현저히 높았는데 이(17)는 머위 농도가 높을 때 항산화 효과가 강하였다고 보고되어 머위에 대한 더 자세한 연구가 요구된다. 그 다음 참외껍질, 호박잎, 열무, 오이껍질도 76~72%의 좋은 억제율을 보여 잎과 껍질의 DPPH 라디칼 소거능과 유사

Table 2. Effect of sample extracts on the lipid peroxidation induced by buffer in the normal rat liver homogenate *in vitro*

Common name	Part used	Sample concentration (mg)	Lipid peroxidation Inhibition %	IC ₅₀ (mg/mL)
Standard	L-ascorbic acid	1.0	64.17	0.65
		0.5	39.58	
		0.25	33.90	
*Chamoi (Korean melon)	peel	1.0	37.45	0.01
		0.5	71.77	
		0.25	67.66	
*Eggplant	fruit	1.0	50.35	0.46
		0.5	52.48	
		0.25	30.35	
Pumpkin	leaf	1.0	41.84	
		0.5	59.86	
		0.25	68.65	
*Yulmu (young radish)	whole plant	1.0	57.73	0.72
		0.5	41.56	
		0.25	77.59	
Watermelon	peel	1.0	56.45	
		0.5	66.95	
		0.25	68.37	
Young pumpkin	green fruit	1.0	65.59	
		0.5	<-	
		0.25	64.46	
*Eggplant	leaf	1.0	70.38	0.10
		0.5	87.37	
		0.25	71.86	
Butterbur	leaf	1.0	75.35	
		0.5	75.09	
		0.25	75.87	
Cucumber	peel	1.0	66.99	
		0.5	65.16	
		0.25	70.91	
Potato	peel	1.0	49.74	
		0.5	70.56	
		0.25	80.66	
*Green-pepper	leaf	1.0	62.45	0.12
		0.5	66.15	
		0.25	59.14	
Green-pepper (seed-)	green fruit	1.0	57.78	
		0.5	<-	
		0.25	67.90	
Green-onion	white stem	1.0	21.40	
		0.5	24.90	
		0.25	31.91	
Green-onion	green leaf	1.0	34.82	
		0.5	8.37	
		0.25	39.88	
*Small green-onion	whole plant	1.0	43.19	1.5
		0.5	30.54	
		0.25	<-	
*Sweetpotato	peel	1.0	52.53	0.4
		0.5	61.48	
		0.25	26.07	
*Sweetpotato	stem & leaf	1.0	15.76	0.24
		0.5	62.26	
		0.25	50.39	
Crown daisy	leaf	1.0	<-	
		0.5	<-	
		0.25	10.70	
*Aster	leaf	1.0	64.20	0.2
		0.5	70.82	
		0.25	59.92	
Cabbage	green leaf	1.0	<-	
		0.5	<-	
		0.25	40.08	
*Dropwort	stem & leaf	1.0	51.17	0.94
		0.5	40.66	
		0.25	51.75	

*Apparant IC₅₀ values were calculated by extrapolation.**Table 3. Effect of sample extracts on the lipid peroxidation induced by H₂O₂ in rat liver homogenate *in vitro***

Common name	Part used	Sample concentration (mg)	Lipid peroxidation Inhibition %	IC ₅₀ (mg/mL)
Standard	L-ascorbic acid	1.0	<-	
		0.5	<-	
		0.25	23.26	
Chamoi (Korean melon)	peel	1.0	63.82	
		0.5	73.77	
		0.25	75.58	
*Eggplant	fruit	1.0	62.66	0.47
		0.5	50.90	
		0.25	56.85	
Pumpkin	leaf	1.0	68.09	
		0.5	73.39	
		0.25	73.77	
Yulmu	whole plant	1.0	65.63	
		0.5	74.56	
		0.25	72.99	
*Watermelon	peel	1.0	45.22	2.25
		0.5	41.34	
		0.25	30.62	
*Young pumpkin	green fruit	1.0	62.98	0.71
		0.5	36.41	
		0.25	45.94	
Eggplant	leaf	1.0	64.50	
		0.5	91.48	
		0.25	83.87	
Butterbur	leaf	1.0	59.23	
		0.5	66.02	
		0.25	82.15	
Cucumber	peel	1.0	73.33	
		0.5	70.89	
		0.25	71.60	
Potato	peel	1.0	66.84	
		0.5	65.31	
		0.25	80.02	

*Apparant IC₅₀ values were calculated by extrapolation.

한 결과가 관찰되었다.

FeSO₄로 유발된 지질과산화 억제율은 Table 4와 같이 시료 추출물 21종중 지질과산화 억제율의 IC₅₀ 값은 8종만 구할 수 있었으며 고추잎, 씨뽕고추, 대파 흰 줄기, 고구마껍질, 고구마순, 쑥갓, 미나리, 열무의 경우는 2개의 농도에서 의심하여 대체적 IC₅₀를 구한 결과 쑥갓잎이 0.08 mg/mL로 매우 높은 지질 과산화 억제 활성을 보여 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 경향이였다. 다음으로 고추잎과 미나리가 높은 활성을 보여 Park 등(20)의 보고와 같은 경향이나 Choi 등(10)의 미나리 줄기와 잎의 항산화 효과는 낮아 상이하였다.

요 약

21종 식용식물의 부위별 MeOH Ex.를 DPPH와 TBA법으로 항산화 효과를 조사한 결과 DPPH를 이용한 유리라디칼 소거 효과는 참취잎, 쑥갓잎 및 머위잎에서 특이적으로 높은 효과가 관찰되었으며 시료추출물의 buffer에 의해 유발된 과산화지질 억제효과는 참외껍질의 억제 효과 강도는 IC₅₀ 값이 10 µg/mL로 매우 강하였다. H₂O₂로 유발시킨 지질과산화에 대한 억제효과는 0.25 mg 농도에서 L-ascorbic acid의 과산화 억제효과와 비교하면 가지잎, 머위잎, 감자껍질의 항산화

Table 4. Effect of sample extracts on the lipid peroxidation induced by FeSO₄ in rat liver homogenate *in vitro*

Common name	Part used	Sample concentration (mg)	Lipid peroxidation Inhibition %	IC ₅₀ (mg/mL)
Standard	L-ascorbic acid	1.0	26.73	
		0.5	18.85	
		0.25	26.01	
*Green-pepper	leaf	1.0	60.03	0.2
		0.5	93.05	
		0.25	60.89	
*Green-pepper	green fruit (seed-)	1.0	79.76	0.7
		0.5	20.70	
		0.25	94.37	
*Green-onion	white stem	1.0	82.59	0.33
		0.5	91.28	
		0.25	23.85	
Green-onion	green leaf	1.0	32.93	
		0.5	27.55	
		0.25	71.71	
Small green-onion	whole plant	1.0	17.32	
		0.5	22.08	
		0.25	9.27	
*Sweet potato	peel	1.0	53.72	0.86
		0.5	38.54	
		0.25	<-	
*Sweet potato	stem & leaf	1.0	77.34	0.61
		0.5	39.43	
		0.25	11.10	
*Crowndaisy	leaf	1.0	67.75	0.08
		0.5	60.03	
		0.25	55.97	
Aster	leaf	1.0	8.82	
		0.5	74.16	
		0.25	89.02	
Cabbage	green leaf	1.0	12.17	
		0.5	84.55	
		0.25	84.58	
*Dropwort	stem & leaf	1.0	84.81	0.22
		0.5	91.82	
		0.25	56.23	
Chamoi	peel	1.0	23.07	
		0.5	14.47	
		0.25	21.81	
Eggplant	fruit	1.0	23.36	
		0.5	18.08	
		0.25	23.67	
Pumpkin	leaf	1.0	88.28	
		0.5	85.14	
		0.25	88.49	
*Yulmu	whole plant	1.0	83.93	0.23
		0.5	84.21	
		0.25	53.82	
Watermelon	peel	1.0	33.51	
		0.5	26.24	
		0.25	24.67	
Young pumpkin	green fruit	1.0	11.37	
		0.5	1.62	
		0.25	25.02	
Eggplant	leaf	1.0	4.70	
		0.5	94.28	
		0.25	16.20	
Butterbur	leaf	1.0	84.22	
		0.5	84.70	
		0.25	86.96	
Cucumber	peel	1.0	7.96	
		0.5	18.66	
		0.25	4.73	
Potato	peel	1.0	24.44	
		0.5	23.39	
		0.25	19.78	

*Apparant IC₅₀ values were calculated by extrapolation.

억제 효과가 가장 높았으며 FeSO₄로 유발시킨 지질과산화에 대한 억제효과는 쪽갓잎의 IC₅₀가 0.08 mg/mL로 특이적으로 높았다.

문헌

- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. : Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem. J.* **219**, 1-14 (1984)
- Chance, B., Sies, H. and Boveris, A. : Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol. Rev.*, **59**, 527-605 (1979)
- 김숙희, 김화영 : 노화. 대우학술총서, (주)민음사, 서울, p.83-85 (1995)
- Ames, B.N. and Saul, R.L. : Oxidative DNA damage, cancer and aging. Oxygen and human disease. *Ann. Inter. Med.*, **107**, 536-539 (1987)
- Kim, J.H. : Antioxidative activity and pharmaco-constituents of *Houttuyniae herba*. M.S. Thesis, Sookmyung Women's University (1998)
- Shin, U.Y. : Studies on biological activities of *Sparganium erectum*. Ph.D. Dissertation, Dongduk Women's University (1998)
- Rice-Evans, C.A. and Diplock, A.T. : Current status of anti-oxidant therapy. *Free Radic. Bio. Med.*, **15**, 77-86 (1993)
- Kim, H.K., Kim, Y.E., Do, J.R. and Lee, Y.C. : Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 80-85 (1995)
- Chang, Y.S., Choi, U., Shin, D.H. and Shin, J.I. : Synergistic effect of *Rhus javanica* Linne ethanol extract containing several synergist. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 149-153 (1992)
- Choi, U., Shin, D.H., Chang, Y.S. and Shin, J.I. : Screening of natural antioxidant from plant and yheir antioxidative effect. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 142-148 (1992)
- Yu, J.H., Cho, C.M. and Oh, D.H. : Antioxidant properties of red-pepper peel extracts on margarine. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **9**, 21-27 (1981)
- Yokozawa, T., Dong, E., Liu, Z.W. and Oura, H. : Antiper-oxidation activity of traditional chinese prescriptions and their main crude drugs *in vitro*. *Natural Medicines*, **51**, 92-97 (1997)
- Wang, H., Cao, G. and Prior, R.L. : Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food. Chem.*, **44**, 701-705 (1996)
- Van der Sluis, A.A., Dekker, M. and Jongen, W.M.F. : Flavonoids as bioactive components in apple products. *Cancer Letters*, **114**, 107-108 (1997)
- Choi, S.W., Osawa, T., Kawacishi, S. and Tashiro, T. : Anti-oxidative activity of anthocyanin pigments in black rice seeds. Special Presentation, Korean Soc. Food Sci. and Technol., May 28-29, Pusan, Korea (1994)
- Mun, S.I., Rvu, H.S., Lee, H.J. and Choi, J.S. : Further screening for antioxidant activity of vegetable plants and its active principles from *Zanthoxylum schinifolium*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 466-471 (1994)
- Lee, M.O. : Studies on biological activities of *Petasites japonicus*. M.S. Thesis, Sookmyung Women's University (1995)
- Lee, H.H., Kang, S.G. and Rhim, J.W. : Characteristics of antioxidative and antimicrobial activities of various cultivars of sweet potato. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 1090-1095 (1999)
- Park, J.C., Yu, Y.B. and Lee, J.H. : Isolation of steroids and flavonoids from the herb of *Oenanthe javanica* Dc. *Kor. J. Pharmacogen.*, **24**, 244-246 (1993)