

대추 메탄올 추출물의 페놀성 화합물 함량과 항산화 효능

김효경 · 주광지[†]

계명대학교 자연과학대학 식품영양학과

Antioxidative Capacity and Total Phenolic Compounds of Methanol Extract from *Zizyphus jujuba*

Hyo Kyung Kim and Kwang Jee Joo[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

The antioxidative capacity of methanol extracts prepared from jujubes (*Zizyphus jujuba*) were investigated by measuring total phenolic compounds, electron donating ability and induction period on lard. The extracts of large, medium and small jujubes of 80% methanol extracts (methanol extracts) and soaking in the water before 80% methanol extracts (water-methanol extracts) were lyophilized. Total phenolic compounds of small, medium and large jujube of methanol extracts were 326.46 mg%, 223.13 mg%, 158.06 mg% and that of water-methanol extracts were 113.23 mg%, 81.45 mg%, 72.78 mg%, respectively. The Electron donating ability for the water-methanol extracts added samples of large (1.5~3.0%), medium and small jujube (1.0~3.0%) were superior to the 0.02% BHT added sample. On the induction period, all samples with jujube extracts were exhibited higher Antioxidant Index (AI: Induction period of lard with jujube extracts divided by induction period of lard) than that of the control and the water-methanol extracts were more effective than the methanol extracts on the antioxidative capacity for the lard. This result indicated that two lyophilized extracts of jujubes showed excellent free radical scavenging ability and long induction period on lard.

Key words: jujube, methanol extract, phenolic compound, antioxidative capacity

서 론

우리들은 식품의 섭취를 영양과 기호적인 면 뿐만 아니라 각종 생활습관병 예방과 생리기능 조절작용을 가진 식품을 요구하기에 이르렀다. 그러므로 우리 신체의 노화 방지와 함께 만성적인 질병을 발생시키는 원인을 억제하거나 치유하기 위하여 식품으로부터 유래하는 생리활성을 가진 기능성 성분에 대한 관심이 증대되고 있다. 식품 중에서 여러 가지 생리활성을 나타내는 물질로 밝혀진 성분 중에 하나인 phenolic compound류는 식물의 이차 대사물질로 병원체인 박테리아, 바이러스 및 각종 균의 침입을 막아주는 역할을 하고 있다고 알려져 있다(1). 야채나 과일 등 식물체에 널리 분포되어 있는 페놀성 물질의 구조는 1,000가지 이상이 밝혀져 있고 그 중 대부분이 flavonoid이며(2) 항산화효과(3,4)를 비롯한 항암효과(5), 항돌연변이성(6), 항균성(7) 등의 생리활성을 나타내는 것으로 보고되어 있다. 대추는 페놀성 물질이 풍부한 식품이며 옛날부터 애용하여온 기능성 식품으로 “대추를 보고 먹지 않으면 늙는다”라는 옛 말도 있다(8). 대추는 비타민 C의 함량이 높고 노화를 방지하는 효과가 있어 오랫동안 한방에서 생약으로 사용되어 왔으며, 민간에서는

잘 익은 대추를 찌서 말렸다가 달여 먹으면 열을 내리게 하고 변을 묽게 하여 변비를 없애고 기침도 멎게 하는 것으로 전래되어 왔다(9). 대추의 효능에 대한 연구 보고는 항산화작용(10), 간보호작용(11), 항암작용(12), 진정작용(13), 항알러지작용(14) 등이 있으며 이러한 약리작용을 하는 성분으로는 페놀성 화합물을 비롯한 대추당인 glycosides(14,15)와 alkaloids(13), triterpenoids(16-18), c-AMP(19), c-GMP(20), saponins(21), carbohydrates(22) 등이 있다.

오랫동안 우리의 식생활에 깊은 연관이 있는 대추와 같은 천연 식품에서 생리활성이 있는 물질을 탐색하여 기능성 식품으로 활용한다는 것은 아주 바람직하다고 생각된다. 본 연구에서는 대추로부터 페놀성 화합물을 추출하여 그 함량을 측정하고 항산화력을 검색하여 식품의 첨가물로 사용할 수 있는 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

시료로 사용한 대추는 크기별로 특초(大棗: 대조), 상초(中棗: 중조), 약초(小棗: 소조)이며 품종은 무등(無等)이다. 특초는 경북 경산시에서, 상초와 약초는 경남 밀양의 단장면

[†]Corresponding author. E-mail: kjj246@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5872, Fax: 82-53-580-5885

에서 생산된 것을 구입하여 사용하였다. 대추의 크기는 각 종류별로 무게, 길이, 둘레를 측정하여 다음 평균값을 구하여 Table 1에 나타내었다.

대추는 메탄올로 페놀성 물질을 추출하여 동결건조 시료를 제조하여 각 실험에 사용하였다. 특초, 상초, 약초 세 종류의 대추 각 500 g은 씨를 제거하고 마쇄하여 80% 메탄올 3 L를 첨가하고 실온에서 24시간 동안 침지시켜 그 추출액을 여과하였다. 위와 같은 방법을 반복하여 모두 3회에 걸쳐서 대추 메탄올 추출액을 수거하여 원심분리기(VS-24SMT, Vision, Seoul, Korea)로 4°C에서 12,000 rpm으로 10분간 작동하여 상정액과 침전물을 분리하고 감압농축기(NE-1, EYE-LA, Tokyo, Japan)로 농축하였다. 대추의 농축액은 -70°C의 Deep freezer(MDF-U2086S, Sanyo, Tokyo, Japan)로 24시간 동안 급속 동결시킨 후 동결건조기(FD5512-01, Ilshin, Seoul, Korea)에서 36시간 동안 5 mmHg이하의 진공상태를 유지하여 대추의 동결건조 시료를 얻었다. 한편 세 종류의 대추시료 각 500 g을 먼저 증류수 3 L에 24시간 동안 침지시킨 후 증류수를 제거하고 80% 메탄올에 24시간 침지시킨 후 위와 동일한 방법으로 대추의 메탄올 추출 동결건조 시료를 얻었다(Fig. 1). 대추의 동결건조 시료는 80% 메탄올에 추출한 특초(L), 상초(M), 약초(S) 그리고 증류수에 침지시킨 후 80% 메탄올에 추출한 특초(LW), 상초(MW), 약초(SW) 등 6개이었다.

대추 동결건조 시료의 항산화활성을 측정하기 위하여 기

질로 사용할 라드를 제조하였다. 시장에서 구입한 국산 돼지 비계를 2×4 cm 크기로 잘라 팬에 담아 dry rendering으로 라드를 제조하였다. 액체라드는 눈의 크기가 1×1 mm 체에 여과시킨 후 시료 병에 담아 질소 가스로 충전하고 마개를 닫아 -20°C 냉동고에 넣어 보관하면서 시료로 사용하였다.

수분함량 및 색도

대추의 수분함량은 Moisture Analyzer(MB45, Ohaus Co., Florham Park, USA)를 이용하여 마쇄한 대추 10 g을 105°C에서 측정하였다. 대추의 색은 색도계(CM-3500, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 백색도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)를 측정하였다.

총 페놀화합물 함량

총 페놀화합물 함량은 Arnous 등(23)과 Singleton 등(24)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉 100 mL vol. flask에 대추 동결건조 시료용액(10 mg/80% MeOH mL: W/V) 1 mL, Folin-Ciocalteu 시약 5 mL, 증류수를 70 mL를 첨가하여 잘 혼합하고 1분간 방치하였다. 그 다음 20% Na₂CO₃를 15 mL 첨가하고 증류수로 표선까지 채우고 암소에서 2시간 방치한 후 spectrophotometer(Uvikon 930, Kontron Instruments, Milano, Italy)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀화합물 함량 계산은 gallic acid를 표준물질로 사용하여 작성한 검량곡선에 의하였다(25). 회귀추정식은 SAS 6.12에 의해 구하였으며 gallic acid의 µg으로 나타내었다(26). 모든 측정은 3회 반복하여 평균값을 사용하였다.

전자공여능

각 시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA%)은 Blois(27)와 Yoon 등(28)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 대추 동결건조 시료의 농도가 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%가 되도록 한 메탄올 용액 각 1 mL와 DPPH 용액 9 mL를 잘 혼합한 후 암소에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 BHT 0.02%와 δ-tocopherol 0.02% 용액을 사용하였으며 전자공여능은 100-[(시료 첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100]으로 나타내었다.

산패유도기간

대추 시료의 항산화성을 알아보기 위하여 rancimat(679, CH-9101, Metrohm Co., Herisan Switzerland)를 이용하여 라드의 산패유도기간을 측정하였다(29). 라드에 동결건조 시료의 첨가 함량이 각각 0.025, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%가 되도록 한 라드 2.5 g을 반응용기에 넣고 증류수 60 mL를 측정용기에 넣은 후 air flow rate는 20 L/hr로 하였다. 반응온도는 115°C로 하였으며 분석시간은 48시간으로 하였다. BHT를 0.02% 첨가한 라드를 대조구로 사용하여 시료 첨가구의 유도기간을 시료 무첨가구의 유도기간으로 나눈 값인 antioxidant index[AI=S/C (S: 시료 첨가구 유도기간,

Table 1. Specification of jujube samples used in the study

Sample ¹⁾	Weight (g)	Length (cm)	Girth (cm)
L	7.41±0.66 ²⁾	3.71±0.21	7.78±0.25
M	3.08±0.69	2.78±0.10	6.03±0.36
S	1.87±0.37	2.41±0.12	4.83±0.35

¹⁾L: large jujube, M: medium jujube, S: small jujube.

²⁾Mean±SD (N=10).

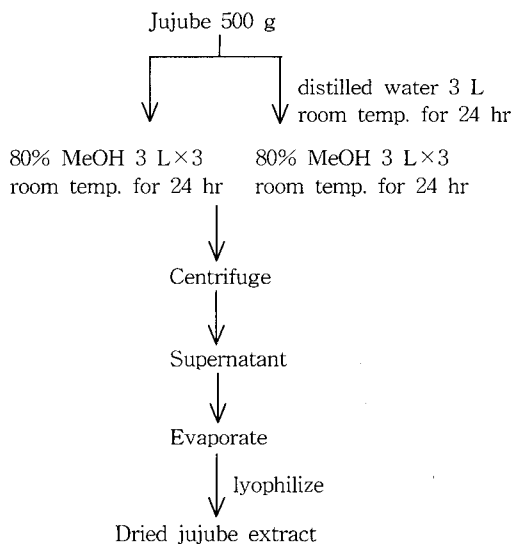


Fig. 1. Jujube extraction procedure.

Table 2. Moisture, chromaticity of jujube and yield of freeze-dried jujube extracts

Sample ¹⁾	Moisture (%)	Chromaticity			Yield (%)	
		L	a	b	M ²⁾	MW ³⁾
L	26.14 ⁴⁾	26.87 ± 6.95 ⁵⁾	11.71 ± 3.73	5.52 ± 2.61	45.42 ⁶⁾	10.30
M	23.38	31.19 ± 1.93	12.28 ± 2.10	5.81 ± 1.36	50.03	10.14
S	21.87	34.21 ± 1.69	12.45 ± 1.50	6.06 ± 1.09	53.17	10.05

¹⁾L: Large jujube, M: Medium jujube, S: Small jujube.

²⁾M: 80% methanol extract of jujube. ³⁾MW: Soaking in water before 80% methanol extract of jujube.

⁴⁾Value represents mean of duplicate experiments.

⁵⁾Mean ± SD (N=50).

⁶⁾Value represents mean by duplicate determinations.

C: 시료 무첨가구 유도기간]로 표시하였다(30).

결과 및 고찰

시료의 수분, 색도 및 수율

대추의 일반성분은 Table 2에 나타내었다. 특초 대추의 수분의 함량은 26.14%이었으며 상초는 23.38%, 약초는 21.87%이었다. 특초의 무게는 약초의 4배가 되었으나 무게에 따른 수분함량의 변화는 없었다. 대추의 색은 색도계에 나타난 L, a, b 값이 약초가 가장 높아 시료 중에서 가장 진한 적황색을 나타내었으며 실제 육안으로 관찰하여 보았을 때도 약초가 다른 시료에 비해 과피의 색이 진한 것을 확인할 수 있었다. 대추의 메탄올 추출물 동결건조 시료의 수율은 특초 45.42%, 상초 50.03%, 약초 53.17%이었다. Kim 등(31)은 대추를 환류냉각기를 부착하여 40분간 물 추출한 시료의 건조물 수율이 49.20~51.15%이라고 보고하여 추출용매는 다르나 본 실험의 수율과 비슷하였다. 한편 물에 침지한 후 메탄올로 추출한 동결건조 시료의 수율은 특초 10.30%, 상초 10.14%, 약초 10.05%로 거의 동일하였다. 물에 침지한 후 메탄올로 추출한 시료의 수율은 메탄올 추출물에 비하여 그 수율이 1/5로 감소한 것은 대추를 메탄올 추출 전 물에 침지하는 동안 대추의 수용성 당류와 배당체의 형태로 존재하고 있는 유기산 에스터 결합 등이 용해되어 제거되었기 때문이라고 생각된다(32).

총 페놀화합물 함량

각 시료의 총 페놀화합물 함량은 Table 3에 나타난 것과 같이 메탄올로 추출한 약초, 상초, 특초의 함량은 각각 326.46 mg%, 223.13 mg%, 158.06 mg%이었다. 메탄올로 추출하기 전 물에 침지한 대추의 총 페놀화합물 함량은 약초 113.23 mg%, 상초 81.46 mg%, 특초 72.78 mg%로 메탄올로만 추출한 대추의 총 페놀화합물에 비하여 그 함량이 1/2로 감소하였다. 이 결과는 대추의 동결건조 시료 수율의 결과와 동일하게 물에 침지하는 동안 대추에 포함된 수용성 성분이 용해되어서 그 함량이 감소된 것이라고 생각된다. 그러나 추출방법에 관계없이 약초의 총 페놀화합물의 함량은 상초와 특초보다 더 많았다. Kim 등(33)은 대추의 총 페놀화합물을 Folin-Denis 법에 의하여 그 함량을 0.58 g/100 g으로 보고하여 본 실험의

Table 3. Total phenolic compounds of freeze-dried jujube extracts (mg%)

Sample ¹⁾	Total phenolics
L	158.06 ± 1.76 ²⁾
M	223.13 ± 1.83
S	326.46 ± 1.97
LW	72.78 ± 1.63
MW	81.46 ± 1.69
SW	113.23 ± 1.77

¹⁾L: 80% methanol extract of large jujube, M: 80% methanol extract of medium jujube, S: 80% methanol extract of small jujube, LW: Soaking in water before 80% methanol extract of large jujube, MW: Soaking in water before 80% methanol extract of medium jujube, SW: Soaking in water before 80% methanol extract of small jujube.

²⁾Mean ± SD from triplicate experiments.

결과보다 그 함량이 더 많았다. 그러나 이런 결과는 추출방법과 용매에 따라 그 수율에 차이가 있는 것으로 생각된다.

전자공여능

전자공여능 측정에 사용되는 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 비교적 안정한 라디칼을 갖는 물질로 다른 자유 라디칼들과 결합하여 안정한 복합체를 만들고 있어 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 라디칼이 소거되어 탈색되는 것을 비색정량하여 항산화 활성을 검정한다. 대추 동결건조 시료의 농도가 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%가 되도록 메탄올에 용해시킨 시료용액과 대조구로 사용한 BHT 0.02%와 δ -tocopherol 0.02%의 유리 라디칼 소거능 측정 결과를 Table 4에 나타내었다. 전자공여능은 물 침지 후 메탄올에 추출한 시료가 메탄올 추출 시료보다 더 우수하였으며 약초는 상초나 특초보다 활성이 더 높았다. 전체 36개의 실험구 중에서 29개의 시료에서 전자공여능이 50% 이상으로 나타난 것으로 확인되었다. 대조구로 사용한 기존의 항산화제인 BHT 0.02%첨가구의 전자공여능인 72.55%보다 항산화력이 더 우수한 시료는 메탄올 추출물인 특초 3.0%, 상초 2.0, 2.5, 3.0%, 약초 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%와 물에 침지 후 메탄올에 추출한 특초 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%, 상초 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%, 약초 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0% 등의 총 22개의 시료이었다. δ -tocopherol 0.02%의 전자공여효능 91.22%와 비슷하거나 더 우수한 시료는 메탄올 추출물인 상초 3.0%, 약초 2.0, 2.5,

Table 4. Electron donating ability of freeze-dried jujube extracts by DPPH assay

Concentration (%)	Electron donating ability (%)					
	L ¹⁾	M	S	LW	MW	SW
3.0	74.51²⁾	92.16	92.87	89.66	88.70	88.27
2.5	69.18	88.69	93.00	90.46	89.56	89.33
2.0	57.18	80.62	92.45	89.79	91.26	90.60
1.5	50.55	65.09	85.10	85.10	91.02	91.36
1.0	40.64	44.33	60.49	63.72	76.76	91.61
0.5	20.40	22.44	34.91	34.48	42.93	66.50

¹⁾Samples are the same as in Table 3.

²⁾Bold figures represent samples had better EDA than 0.02% BHT (72.55%).

3.0%와 물에 침지 후 메탄올 추출한 상초 1.5, 2.0%, 약초 1.0, 1.5% 등 8개이었다. 물에 침지한 후 메탄올 추출한 약초의 1.0% 첨가시료는 91% 이상의 높은 전자공여능을 나타내어 같은 농도의 다른 시료에 비해 전자공여능이 우수할 뿐 아니라 효과적인 항산화효능을 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 약초와 상초의 동결건조물은 기존의 항산화제에 비하여 그 활성이 상당히 높은 것으로 나타나서 식품첨가물로 사용할 수 있는 항산화제 개발은 열에 대한 안정성 등 몇몇 실험만 확인되면 그 가능성이 있다고 생각한다. 대추의 전자공여능의 증가는 시료의 첨가농도에 비례하는 것이 아니라 가장 높은 전자공여능을 나타낸 첨가 농도보다 더 높은 농도에서는 오히려 조금씩 감소하였다. 이것은 시료의 항산화활성 물질과 반응할 수 있는 DPPH의 유리 라디칼이 다 소거되었기 때문이 아닌가 생각된다. Amakura 등(34)은 9개의 냉동 딸기류에 대한 자유라디칼 소거능 측정에서 그 활성이 50%에 이르는 페놀화합물의 첨가농도를 7.38~2.26 mg/mL이라고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 그 외 복분자(35)와 매실(36) 추출물의 전자공여능도 본 실험의 대추의 결과와 유사하였으며 해조류인 미역, 김, 다시마(37)보다는 더 우수하였다.

산패 유도기간

유지에 대한 대추동결건조 시료의 항산화 효능을 측정하기 위하여 rancimate를 사용하여 시료 무 첨가구의 산패유도기간을 1.0으로 설정한 상대적 산패유도기간인 AI(antioxidant index)를 계산하여 Table 5에 나타내었다. 시료의 농도가 각각 0.025, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%가 되도록 첨가한 라드 산패 유도기간의 AI는 시료 무첨가구의 AI 1.0보다 더 높게 나타나서 모든 대추시료는 라드에 대하여 항산화활성을 나타내는 것으로 확인되었다. 그리고 시료의 첨가 농도가 증가함에 따라 라드의 산패유도기간이 비례하여 연장되어졌다. 또한 대조구로 사용한 BHT 0.02%를 첨가한 라드의 산패유도기간은 2.01이었으므로 BHT 첨가구보다 항산화력이 같거나 더 우수한 시료는 메탄올로 추출한 특초 2.0%, 약초 2.0% 그리고 물에 침지한 후 메탄올 추출한 상초 1.5%, 2.0%와 약초 1.0%, 1.5%, 2.0%를 첨가한 모두 7개이었다.

Table 5. Induction period of lard with addition of different amount of freeze-dried jujube extracts

Concentration (%)	Induction period					
	L ¹⁾	M	S	LW	MW	SW
2.00	2.01	1.93 ²⁾	2.00³⁾	1.89	2.35	2.39
1.50	1.93	1.88	1.89	1.90	2.28	2.21
1.00	1.79	1.72	1.85	1.65	1.89	2.01
0.50	1.40	1.65	1.47	1.38	1.56	1.67
0.10	1.34	1.36	1.31	1.35	1.26	1.53
0.050	1.32	1.26	1.23	1.27	1.24	1.41
0.025	1.21	1.16	1.22	1.24	1.14	1.26

¹⁾Samples are the same as in Table 3.

²⁾Antioxidant index (AI): Induction period of lard with jujube extracts divided by induction period of lard.

³⁾Bold figures represent samples had better AI than 0.02% BHT (2.01).

라드에 대한 시료의 산패유도기간 연장은 전자공여능의 결과와 같이 물에 침지한 후 메탄올에 추출한 시료가 메탄올에 추출한 시료보다 더 우수하였다. 특히 약초 1.0% 첨가 라드의 과산화지질 형성을 억제하는 항산화 효능이 기존의 항산화제인 BHT와 동일하다는 것은 의미 있다고 할 수 있다. 본 실험의 대추 추출물 0.025% 첨가시료는 Lim 등(38)이 산수유 등 120여종의 한약재의 75% ethanol 추출물 0.1%를 라드에 첨가한 시료의 산패유도기간의 측정 결과보다 더 우수하였다.

요 약

대추의 페놀화합물 함량과 항산화 효능을 알아보기 위하여 특초(大棗: 대조), 상초(中棗: 중조), 약초(小棗: 소조) 세 종류의 대추를 메탄올에 추출한 용액과 물에 침지한 후 메탄올로 추출한 용액을 동결 건조하여 총 페놀화합물 함량, 전자공여능, 산패유도기간을 측정하였다. 대추의 총 페놀화합물 함량은 메탄올에 추출한 약초, 상초, 특초가 각각 326.46 mg%, 223.13 mg%, 158.06 mg%이었고 물에 침지한 후 메탄올에 추출한 약초, 상초, 특초의 함량은 각각 113.23 mg%, 81.46 mg%, 72.78 mg%이었다. 전자공여능은 BHT 0.02% 첨가구보다 더 우수한 것은 물에 침지한 후 메탄올로 추출한 특초의 1.5, 2.0, 2.5, 3.0% 첨가구와 상초와 약초의 각 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0% 첨가구 등 총 22개의 시료이었다. 그리고 δ-tocopherol 0.02% 첨가구와 같거나 더 우수한 시료는 물에 침지한 후 메탄올 추출한 상초 1.5, 2.0%와 약초 1.0, 1.5% 등 총 8개의 시료이었다. 산패유도기간은 대추 시료의 첨가 농도가 증가함에 따라 산패유도기간도 증가하였으며 BHT 0.02% 첨가구보다 산패유도기간이 더 우수하거나 비슷한 시료는 물에 침지한 후 메탄올에 추출한 상초 1.5, 2.0%와 약초 1.0, 1.5, 2.0%를 첨가한 것과 메탄올 추출물인 특초 2.0%와 약초를 2.0% 첨가한 것이었다. 대추의 항산화 효능은 물에 침지한 후 메탄올 추출한 약초가 가장 우수하였으며 약초추출물의 동결건조 시료는 식품첨가물로 사용할 수 있는 가능성이 있다고 생각된다.

문헌

1. Friedman M, Jürgens HS. 2000. Effect of pH on the stability of plant phenolic compounds. *J Agric Food Chem* 48: 2101-2110.
2. Woo WS. 2002. Phenolic compounds. In *Chunyounmul hwahwak youngubup*. 2nd ed. Seoul National University Publisher, Seoul. p 63-100.
3. Kim SK, Lee HJ, Kim MK. 2001. Effect of water and ethanol extracts of persimmon leaf and green tea different conditions on lipid metabolism and antioxidative capacity in 12-month-old rats. *Korean J Nutrition* 34: 499-512.
4. Zhang YB, Bae MJ, An BJ, Choi HJ, Bae JH, Kim S, Choi C. 2003. Effect of antioxidant activity and change in quality of chemical composition and polyphenol compound during long-term storage. *Korean J Food Sci Technol* 35: 115-120.
5. Min HY, Park EJ, Lee SK, Cho YJ. 2003. Effects of grape extracts on free radical scavenging activity and inhibition of pro-inflammatory mediator production in mouse macrophage cells. *Korean J Food Sci Technol* 35: 132-137.
6. Lee JH, Lee SR. 1994. Some physiological activity of phenolic substances in plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 317-323.
7. Lee MC, Kim GP, Kim SH, Choung NH, Yim MH. 1997. Antimicrobial activity of extract from gall-nut and red-grape husk. *Korean J Food Nutr* 10: 174-179.
8. Yu TJ. 1999. *Food Dongeuibogam*. Academibook, Seoul. p 138-140.
9. Lyou PH, Kim JW. 1996. A study on the preparation of yogurt added with jujube extract. *J Agri Sci* 23: 70-79.
10. Na HS, Kim KS, Lee MY. 1996. Effect of jujube methanol extract on the hepatotoxicity in CCl₄-treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 839-845.
11. Lee YG, Cho SY. 1995. Effect of jujube methanol extract on benzo(a)pyrene induced hepatotoxicity. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 127-132.
12. Rhee YK, Kim DH, Han MJ. 1998. Inhibitory effect of *Zizyphi fructus* on β -glucuronidase and tryptophanase of human intestinal bacteria. *Korean J Food Sci Technol* 30: 199-205.
13. Han BH, Park MH. 1987. Sedative activity and its active components of *Zizyphi fructus*. *Arch Pharm Res* 10: 208-211.
14. Yagi A, Koda A, Inagaki N, Haraguchi Y, Noda K, Okamura N, Nishioka I. 1981. Studies on the constituents of *Zizyphi fructus*. IV. Isolation of an anti-allergic component, ethyl α -D-fructofuranoside from EtOH extract of *Zizyphi fructus*. *Yakugaku Zasshi* 101: 700-707.
15. Okamura N, Yagi A, Nishioka I. 1981. Studies on the constituents of *Zizyphi fructus*. V. Structures of glycosides of benzyl alcohol, vomifoliol and naringenin. *Chem Pharm Bull* 29: 3507-3514.
16. Yagi A, Okamura N, Haraguchi Y, Noda K, Nishioka I. 1978. Studies on the constituents of *Zizyphi fructus*. I. Structure of three new *p*-coumaroylates of aliphatic acid. *Chem Pharm Bull* 26: 1798-1802.
17. Yagi A, Okamura N, Haraguchi Y, Noda K, Nishioka I. 1978. Studies on the constituents of *Zizyphi fructus*. II. Structure of new *p*-coumaroylates of maslinic acid. *Chem Pharm Bull* 26: 3075-3079.
18. Bae KH, Lee SM, Lee ES, Lee JS, Kang JS. 1996. Isolation and quantitative analysis of betulinic acid and aliphatic acid from *Zizyphi fructus*. *Yakhak Hoeji* 40: 558-562.
19. Cyong JC, Hanabusa K. 1980. Cyclic adenosine monophosphate in fruits of *Zizyphus jujuba*. *Phytochemistry* 19: 2747-2748.
20. Cyong JC, Takahashi M. 1982. Identification of guanosine 3':5'-monophosphate in the fruit of *Zizyphus jujuba*. *Phytochemistry* 21: 1871-1874.
21. Okamura N, Nohara T, Yagi A, Nishioka I. 1981. Studies on the constituents of *Zizyphi fructus*. III. Structures of dammarane-type saponins. *Chem Pharm Bull* 29: 676-683.
22. Tomoda M, Takahashi M, Nakatsuka S. 1973. Water-soluble carbohydrates of *Zizyphi fructus*. II. Isolation of two polysaccharides and structure of an arabinan. *Chem Pharm Bull* 21: 707-711.
23. Arnous A, Makris DP, Kefalas P. 2001. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. *J Agric Food Chem* 49: 5736-5742.
24. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Oxidants and antioxidants*. Packer L, ed. Academic Press, San Diego, USA. p 152-178.
25. Park YS. 2002. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of medicinal herb extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 12: 23-31.
26. SAS Institute, Inc. 1990. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
27. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
28. Yoon I, Wee JH, Moon JH, Ahn TH, Park KH. 2003. Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanum* Miquel. *Korean J Food Sci Technol* 35: 499-502.
29. Joo KJ, Kim JJ. 2002. Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with vegetable oils. *Korean J Food Sci Technol* 34: 984-991.
30. Lim DK, Choi U, Shin DH. 1996. Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 83-89.
31. Kim SY, Kim MK, Jang KS, Kim SD. 1994. Effect on taste correction of jujube water extract concentrate. *J East Asian Soc Dietary Life* 4: 87-94.
32. Woo WS. 2002. Phenolic compounds. In *Chunyounmul hwahwak youngubup*. 2nd ed. Seoul National University Publisher, Seoul. p 121-134.
33. Kim MH, Kim MC, Park JS, Park EJ, Lee JO. 1999. Determination of antioxidants contents in various plants used as tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 31: 273-279.
34. Amakura Y, Umino Y, Tsuji S, Tonogai Y. 2000. Influence of jam processing on the radical scavenging activity and phenolic content in berries. *J Agric Food Chem* 48: 6292-6297.
35. Yoon I, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Jang MY, Ahn TH, Park KH. 2002. Identification an activity of antioxidative compounds from *Rubus coreanum* fruit. *Korean J Food Sci Technol* 34: 898-904.
36. Shim JH, Park MW, Kim MR, Im KT, Park ST. 2002. Screening of antioxidant in *Fructus mune* (*Prunus mune* Sieb. et Zucc.) extract. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 119-123.
37. Park JH, Kang KC, Baek SB, Lee YH, Rhee KS. 1991. Separation of antioxidant compounds from edible marine algae. *Korean J Food Sci Technol* 23: 256-261.
38. Lim DK, Choi U, Shin DH. 1996. Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 83-89.