

Nutritional Components and Antioxidative Activities of Jujube (*Zizyphus jujuba*) Fruit and Leaf

Il-Hun Kim¹, Chang-Ho Jeong², Soo-Jeong Park³ and Ki-Hwan Shim^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Institute of Agricultural & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Wooyang Frozen Food Co, Ltd, Seocheon 325-907, Korea

³Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

대추 열매와 잎의 영양성분 및 항산화 활성

김일훈¹ · 정창호² · 박수정³ · 심기환^{1*}

¹경상대학교 식품공학과 · 농업생명과학연구원, ²(주)우양냉동식품, ³경상대학교 원예학과

Abstract

The nutritional components and antioxidative activities of jujube fruit and leaf were investigated and analyzed to provide basic data for functional food materialization and processing. The nitrogen-free extract contents of the fruit and leaf were 71.92% and 41.51%, respectively. The mineral components of the fruit and leaf were rich in Ca (72.14 and 3,252.09 mg/100 g), K (899.82 and 1,708.12 mg/100 g), and P (172.11 and 286.28 mg/100 g), respectively. The major free sugars of the fruit were glucose (13.01%) and fructose (7.35%); and of the leaf, sucrose (3.94%) and fructose (0.75%). The ascorbic acid contents were higher in fruit (135.73 mg/100 g) than in the leaf (100.43 mg/100 g). The analysis of the component amino acid showed a relatively high ratio of glutamic acid, aspartic acid, proline, and essential amino acids of leucine, but a low methionine and cystine content. The ABTS and FRAP assays indicated that the butanol fraction of the leaf was a more potent radical scavenger and reducing agent than the other five solvent fractions. The butanol fraction of the leaf also presented inhibitory effects against lipid peroxidation in a dose-dependent manner. Therefore, this study verified that the butanol fraction of the leaf has strong antioxidative activities that are correlated with its high level of phenolics, particularly rutin and quercitrin. These phenolics of jujube leaf can be utilized as effective and safe functional food substances, i.e., natural antioxidants.

Key words : jujube, fruit, leaf, nutritional components, antioxidative activity

서 론

삶의 질 향상으로 건강에 대한 관심이 높아졌으나, 지나치게 서구화된 식문화 및 식습관으로 인하여 비만인구 증가 및 심혈관계 질환 등의 만성질환이 증가하고 있는 추세이다. 현재 수많은 식품소재들의 건강증진효능 및 질병예방 효과가 밝혀지면서 소비자들은 과거 식품이 갖는 영양소 공급을 위한 1차적 기능을 넘어 식품의 생리활성 측면에 대한 관심이 증대되고 있다(1). 인체의 노화와 질병을 유발하는 free radical은 인체 내에서 정상적인 대사과정 중 생물

학적 반응으로 형성되며, 세포와 조직에 해로운 독성을 일으켜 여러 가지 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다(2). 이러한 유해 free radical을 억제하는 생리작용으로는 산화성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 전자공여작용과 superoxide dismutase (SOD)와 유사한 역할을 하여 superoxide anion radical을 정상상태의 산소로 전환시켜 주는 역할을 하는 것으로 알려져 있는 SOD 유사활성이 있다(3). 따라서 이러한 작용을 하는 대추에 함유되어 있는 유효물질들을 섭취함으로써 인해 산화적 장애 방어, 노화 억제 및 각종 질병을 예방하는 효과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

대추(*Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder)는 갈매나무과(Rhamnaceae), *Zizyphus*속 낙엽과수로 약 40여종의 품종과

*Corresponding author. E-mail : khshim@gnu.ac.kr
Phone : 82-55-772-1902, Fax : 82-55-772-1909

400여종의 변종이 있는 것으로 알려져 있다. 대추는 옛날부터 자양강장, 이노제, 건이통 완화제, 만성기관지염, 거담제, 결핵, 위의 허한증을 치료하는 등의 한방 약재로서 또는 과실의 한 종류로 널리 사용되어 왔으며, 최근 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 약용과 기능성 식품 재료로서의 인기가 높아지고 있다. 또한 대추는 약용성분과 기능성 성분을 많이 함유하고 있음에도 불구하고 과용에 따른 부작용이 없는 식품 재료로서 그 용도가 매우 넓어지고 있다(4-6).

대추의 성분으로는 당질과 ascorbic acid가 다량 함유되어 있고, 약용성분으로는 과실 중 sterols, alkaloids, saponins, vitamins, 유기산류, amino 산류 등이 보고되었으며, 종자의 성분으로는 주로 oleic acid, linoleic acid의 불포화 지방산으로 이루어진 지방유와 saponin, eblin, lacton 등, 잎의 성분으로는 flavonoids, alkaloids, vitamin C 및 rutin 등이 함유되어 있다고 보고되어 있다(7-9).

현재까지 대추에 관한 주요 연구로서 건조방법에 따른 건조대추의 성분 변화(10), 대추잎 추출물의 생리활성 작용(11), 성숙시간에 따른 대추잎의 화학적 조성의 변화(12), 가열처리한 대추 농축액의 물리화학적 특성(6), 암세포 증식 억제 효과(13), 항산화 효과(14,15) 및 항염증 효과(16) 등에 대한 연구가 시도되고 있다. 그러나 현재 국내에서 소비되고 있는 대추 시장의 확대를 위한 화학성분 및 항산화 활성과 아울러 활성성분에 대한 더욱 체계적인 연구가 절실한 시점이라 판단된다.

따라서 본 연구에서는 기능성 식품 자원의 탐색과 아울러 거의 대부분 폐기되고 있는 잎의 폐자원 활용차원 측면에서 대추 열매와 잎의 영양성분 분석 및 항산화 활성을 측정하여 국내산 대추의 가공품 개발 및 건강기능성 식품 소재를 탐색하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출물의 조제

본 실험에 사용된 대추(*Zizyphus jujuba* Mill) 열매와 잎은 2010년 10월 진주시에 위치한 경남 산림환경연구소에서 재배중인 것을 수확하여 음건, 세절 한 후 영양성분 분석을 하였으며, 항산화 활성을 측정하기 위한 추출물의 제조는 총 페놀성 화합물의 함량이 가장 높게 나타난 80% 메탄올을 이용하여 추출하였다. 즉, 건조 대추 열매 및 잎 50 g에 80% 메탄올 500 mL를 가하여 환류 추출한 후 No 2. filter paper(Adventec Co, Tokyo, Japan)로 여과하여 및 농축하였다. 이 농축물에 클로로포름, 부탄올 및 물을 이용하여 용매 분획한 후 이 분획물을 동결건조기(Eyela Co, Tokyo, Japan)로 동결건조하여 냉장보관하면서 본 실험에 사용하였다.

일반성분 조성

일반성분은 AOAC 방법(17)에 따라 다음과 같이 측정하

였다. 수분함량은 105°C 건조 후 함량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 Auto-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였고, 조섬유는 1.25% H₂SO₄ 및 NaOH 분해법으로, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였으며, 그 외 나머지 성분들은 가용성 무질소물(당)로 나타내었다.

무기성분 함량

무기성분 분석은 각 시료 100 mg에 분해용액(HClO₄ : H₂SO₄ : H₂O₂ = 9 : 2 : 5) 25 mL를 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할때까지 분해한 후 100 mL로 정용하여 여과(Whatman No. 2)한 후 Inductively coupled plasma mass spectrometer (Elan 6100; Perkin Elmer, Shelton, CT, USA)로 분석하였다(18).

유리당 함량

유리당 분석은 Jeong 등의 방법(18)으로 유리당 희분을 얻은 다음 0.22 µm membrane filter로 여과한 후 Sep-pak C₁₈로 색소 및 단백질 성분을 제거하여 HPLC(Hewlett packard 1100 series, Santa clara, CA, USA)로 분석하였다. Column은 carbohydrate column을 사용하였고, solvent와 flow rate는 80% acetonitrile과 1.0 mL/min, detector는 RI로 하였고, column 온도와 injection volume은 각각 35°C와 20 µL였다.

비타민 C 함량

시료 2 g에 20 mL의 10% metaphosphoric acid를 가하여 10분간 현탁시킨 후 적당량의 5% metaphosphoric acid를 넣어 균질화한 다음 균질화된 시료를 100 mL mass flask에 옮기고 소량의 5% metaphosphoric acid액으로 용기를 씻은 후 mass flask에 합하여 100 mL로 정용한 다음 0.22 µm syringe filter로 여과하여 HPLC(Hewlett packard 1100 series, CA, Santa clara, USA)로 분석하였다. Column은 shiseido C₁₈ (4.6 mm × 250 mm, 5 µm, Tokyo, Japan)를 사용하였고, solvent와 flow rate는 각각 0.05 M KH₂PO₄ : acetonitrile(60 : 40)과 1 mL/min으로 하였으며, UV파장과 injection volume은 254 nm와 20 µL였다(18).

총 아미노산 함량

시료를 일정량 취하여 6 N HCl 용액을 가하고 진공밀봉하여 heating block(110±1°C)에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전진공농축기(EYLYA, N-N series, Tokyo, Japan)를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압농축하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22 µm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Biochrom, Cambridge, UK)를 이용하여 분석하였다. 분석에 이용한 column은 ultrapac 11 cation exchange resin (11 µm±2

μm)를 사용하였고, flow rate와 buffer는 각각 ninhydrin 25 mL/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column 온도와 reaction 온도는 각각 46°C와 88°C로 하였고, 분석시간은 44분 동안 분석하였다(18).

ABTS 라디칼 소거 활성

7 mM ABTS 5 mL와 140 mM $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 88 μL 를 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 무수 에탄올과 약 1 : 88(v/v) 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7 ± 0.02 가 되도록 조절한 ABTS 용액을 사용하였다. 시료용액 20 μL 와 ABTS 용액 980 μL 를 혼합하여 30초간 진탕한 후 2.5분간 반응시키고, 734 nm에서 흡광도를 측정하여 라디칼 소거활성을 나타내었다(19).

Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

FRAP assay에 사용된 시약은 0.3 M sodium acetate buffer (pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM 2,4,6-tripyridyl-S-triazine (TPTZ) solution, 그리고 20 mM FeCl_3 solution을 사용하였다. 미리 제조된 sodium acetate buffer, TPTZ solution 및 FeCl_3 solution을 각각 10 : 1 : 1(v/v/v)의 비율로 혼합하여 37°C에서 10~15분간 incubation 시켜 FRAP reagent를 준비하였다. FRAP reagent 1.5 mL를 추출물 50 μL 에 혼합하여 vortex하여 실온에서 30분간 방치한 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다(19).

지질과산화 억제활성

뇌 조직을 이용한 지질과산화 생성물인 malondialdehyde (MDA) 생성 억제활성측정은 Chang 등의 방법(20)을 변형하여 사용하였다. 뇌 부위 조직을 10 volume의 ice cold Tris-HCl buffer (20 mM, pH 7.4)에 균질화시킨 후 4°C에서 15분간 $12,000 \times g$ 으로 원심분리하였다. 상등액 0.1 mL에 10 μM FeSO_4 0.1 mL, 0.1 mM ascorbic acid 0.1 mL 및 시료 0.2 mL를 첨가하여 37°C에서 1시간 동안 배양하였다. 이 반응액에 28% trichloroacetic acid 0.1 mL를 첨가하여 반응을 종결시키고, 1% thiobarbituric acid 0.3 mL를 첨가하여 80°C에서 30분간 가열한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

총 페놀성 화합물 및 활성 물질의 분리 및 동정

대추 열매와 잎 용매분획물 1 mL에 3차 증류수 9 mL를 첨가한 후 Folin Ciocalteu phenol reagent 1 mL를 넣고 혼합하여 실온에서 5분간 반응시켰다. 반응용액에 7% Na_2CO_3 용액 10 mL를 넣어 다시 혼합한 다음 3차 증류수로 25 mL로 정용하였다. 이 혼합 용액을 23°C에서 2시간 동안 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 검량선으로 총 페놀 화합물 함량을 계산하였다(21). 가장 높은 항산화 활성을

나타낸 대추 잎 부탄을 분획물을 0.45 μm membrane filter로 여과한 다음 HPLC (1100, Agilent Co., Santa clara, CA, USA)로 분석하였다. 분석조건 column은 shiseido C_{18} (4.6 mm \times 250 mm, 5 μm)을 사용하였고, 이동상은 0.01 M potassium phosphate monobasic (pH 3.0)와 80% methanol로 30분 동안 선형 기울기 분석을 하였다. 유속은 1.5 mL/min, 주입량은 20 μL , 검출기는 diode array detector 및 파장은 280 nm에서 분석하였다.

통계처리

모든 실험은 3번 반복하였으며, 통계처리는 Window 용 SAS 8.0 version을 이용하여 분산분석(analysis of variance)을 실시하였으며, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 조성

대추 열매와 잎의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 열매에서 가용성 무질소물 71.92%, 수분 11.53%, 조섬유 6.42%, 조단백질 4.46%, 회분 3.20% 및 조지방 2.47% 순으로 나타났으며, 잎에서는 가용성 무질소물 41.51%, 조섬유 16.45%, 회분 13.15% 조단백 12.32% 조지방 9.00% 및 수분 7.57% 순으로 나타났다. Lee와 Kim(22)은 대추의 저장 중 품종별 일반성분을 분석한 결과 수분이 69~73%로 가장 많았고, 당함량이 약 23~28%로서 다음을 차지하고 있었으며, 조지방, 조단백, 조섬유 및 회분 함량은 모두 2% 미만이었다고 보고하였는데, 이는 수분함량의 차이로 인하여 본 실험의 결과와 다소 차이를 보인 것으로 판단된다.

무기성분 함량

대추 열매와 잎의 무기성분 함량을 ICP로 분석한 결과는 Table 2와 같이 열매와 잎의 주요 무기성분으로는 K, Ca 및 P으로 나타났으며, 열매에서는 K이 899.82 mg/100 g으로 가장 높게 나타났고, 다음으로 P(172.11 mg/100 g) 및 Na(75.29 mg/100 g) 순이었다. 또한 잎에서는 Ca이 3,252.09 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 K(1,708.12 mg/100 g) 및 P(286.28 mg/100 g)순으로 나타났다. 대추 열매와 잎에는 고혈압을 예방하는 K과 인체의 골격을 구성하는 성분인 Ca을 많이 함유하고 있어 매우 효과적인 건강기능성 식품재료로 생각된다.

유리당 및 비타민 C 함량

대추 열매와 잎에 함유되어 있는 유리당 함량을 HPLC로

Table 1. Proximate composition in jujube fruit and leaf

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Nitrogen free extract	Crude fiber	Ash
Fruit	11.53±0.36	4.46±0.11	2.47±0.11	71.92±0.46	6.42±0.09	3.20±0.05
Leaf	7.57±0.13	12.32±0.50	9.00±1.73	41.51±0.37	16.45±0.05	13.15±0.02

(Unit: %)

Table 2. Contents of minerals in jujube fruit and leaf

Minerals	(Unit : mg/100 g)	
	Fruit	Leaf
Na	75.29±2.19	80.92±4.24
Mg	33.98±1.82	163.26±3.34
Ca	72.14±1.74	3,252.09±39.71
K	899.82±35.78	1,708.12±21.24
Mn	¹⁾	4.53±0.02
Fe	9.24±1.27	11.79±0.87
Zn	-	1.71±0.12
P	172.11±6.44	286.28±4.29

¹⁾Not detected.

분석한 결과 총 4종의 유리당이 분리, 동정되었으며, 주요 유리당으로서는 sucrose, glucose, fructose 및 maltose로 나타났다. 열매에서는 glucose 13.01%, fructose 7.35%, sucrose 3.91% 및 maltose 0.53%가 함유되어 있었다. 또한 잎에서는 sucrose 3.94%, glucose 0.75%, fructose 0.46% 및 maltose 0.41% 순으로 함유되어 있었다(Table 3). Shin 등(10)은 건조 대추의 유리당 조성을 HPLC로 분석한 결과 sucrose, glucose 및 fructose 3종이 분리, 동정되었으며, 건조방법에 따른 차이는 다소 나타났으며, glucose의 함량이 가장 많은 함량을 보였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다. Jin 등(12)은 대추 잎에 존재하는 유리당을 분석한 결과 glucose, fructose, sucrose 및 maltose 등 4종류로 나타났으며, 10월에 채취한 대추 잎의 유리당 성분을 7월의 잎과 비교할 때 fructose와 glucose 함량은 약 2배 정도 증가한 반면 sucrose와 maltose의 함량은 크게 감소하였다고 보고하였다. 대추 열매와 잎에 함유되어 있는 비타민 C 함량은 열매 135.73 mg/100 g와 잎 100.43 mg/100 g으로 잎보다 열매에서 높은 함량을 보였다. Lee와 Kim(22)은 대추 열매

의 품종별 비타민 C 함량을 분석한 결과 62.25~79.53 mg/100 g이 함유되어 있었다고 보고하여 본 실험의 결과와는 다소 차이를 보였는데, 이는 일반성분 결과와 유사하게 수분 함량의 차이에 의한 것으로 판단된다.

총 아미노산 함량

대추 열매와 잎의 총 아미노산 함량을 아미노산 자동분석기로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 총 아미노산 함량은 열매와 잎에서 각각 1,936.21 mg/100 g과 8,391.64 mg/100 g으로 잎에서 높은 함량을 보였고, 총 아미노산에 대한 필수 아미노산 함량 비교에서도 열매 563.20 mg/100 g, 잎 3,373.31 mg/100 g으로 총 아미노산 함량과 유사한 결과로 잎에서 높게 나타났다. 열매에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 proline(675.31 mg/100 g)으로 나타났으며, 다음으로 aspartic acid(253.72 mg/100 g) 및 leucine(120.56 mg/100 g) 순으로 함유되어 있었다. 또한 잎에서는 glutamic acid(986.79 mg/100 g)가 가장 많이 함유되어 있었으며, aspartic acid(846.05 mg/100 g) 및 proline(754.67 mg%) 순으로 함유되어 있었다. Lee와 Kim(22)은 신선한 대추의 저장 중 총 아미노산 함량 변화를 조사한 결과 총 17종의 아미노산이 분리, 동정되었으며, 그 중 proline이 45%로 가장 많았으며, 다음으로 aspartic acid, threonine, glutamic acid 및 lysine 순으로 많이 함유되어 있었으며, methionine, cystine, serine 등은 극히 소량 함유되어 있었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였으나, Shin 등(10)은 건조대추의 아미노산을 분석한 결과 필수아미노산 중에서도 threonine의 함량이 높았고, 비필수아미노산 중에서는 glutamic acid, glycine, alanine의 함량이 높았다고 보고하여 본 실험의 결과와 차이를 보였는데, 이는 건조방법과 재배 방법 및 지역 등 여러 가지 환경적인 요인에 의한 차이로 판단된다.

Table 3. Contents of free sugar and ascorbic acid in jujube fruit and leaf

	Sucrose	Glucose	Fructose	Maltose	Rhamnose	Xylose	Ascorbic acid (mg/100 g)
Fruit	3.91±0.13	13.01±0.26	7.35±0.18	0.53±0.02	¹⁾	-	135.73±2.05
Leaf	3.94±0.47	0.75±0.01	0.46±0.02	0.41±0.03	-	-	100.43±1.94

¹⁾Not detected.

Table 4. Contents of amino acid in jujube fruit and leaf

Amino acids	(Unit : mg/100 g)	
	Fruit	Leaf
Aspartic acid	253.72±12.38	846.05±11.45
Threonine	51.96±2.46	445.00±36.11
Serine	67.08±1.32	437.68±21.63
Glutamic acid	117.67±5.31	986.79±13.53
Proline	675.31±2.45	754.67±9.81
Glycine	68.20±2.28	458.70±17.47
Alanine	63.42±1.76	590.63±23.79
Cystine	6.60±0.36	56.20±1.44
Valine	72.93±1.22	428.92±10.63
Methionine	24.86±1.47	100.14±1.32
Isoleucine	64.91±2.12	361.22±12.25
Leucine	120.56±6.04	655.65±7.84
Tyrosine	57.76±0.79	355.92±4.40
Phenylalanine	91.09±0.63	572.25±18.29
Histidine	41.47±1.52	231.11±2.38
Lysine	95.42±2.15	579.02±10.87
Arginine	63.26±1.42	531.66±11.57
Total essential amino acid	563.20±17.61	3,373.31±99.69
Total amino acid	1,936.21±45.68	8,391.64±214.78

항산화 활성

대추 열매와 잎 용매 분획물을 이용하여 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같이 용매 분획물의 첨가농도가 증가함에 따라 점차적으로 ABTS 라디칼 소거 활성 역시 농도 의존적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히 잎 부탄올 분획물에서 가장 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었는데, 125, 250, 500 및 1,000 µg/mL의 농도로 첨가하였을 때는 21.54, 40.46, 74.18 및 98.33%의 ABTS 라디칼 소거 활성을 각각 보였다. 그러나 열매 용매 분획물에서는 20% 미만의 ABTS 라디칼 소거활성을 보였다(Fig. 1).

FRAP assay는 시료 내에 존재하는 항산화물질에 의해 ferric ion이 ferrous ion으로 환원됨으로써 얻어지는 colored ferrous tripyridyl triazine complex를 593 nm에서 흡광도를 측정함으로써 항산화력을 측정하는 방법이다(23). FRAP도 ABTS 라디칼 소거활성과 동일하게 용매 분획물의 농도가 증가함에 따라 흡광도 값이 증가하는 것으로 나타났으며, 열매보다는 잎 용매분획물에서 높은 흡광도를 보였으며, 잎 부탄올 분획물 125, 250, 500 및 1,000 µg/mL의 농도로 첨가하였을 때 0.39, 0.69, 1.27 및 2.19의 흡광도를 각각 나타내었다(Fig 2).

Xue 등(14)은 대추 열매를 껍질과 펄프로 분리한 후 70% 메탄올 추출물을 이용하여 FRAP방법으로 항산화성을 측

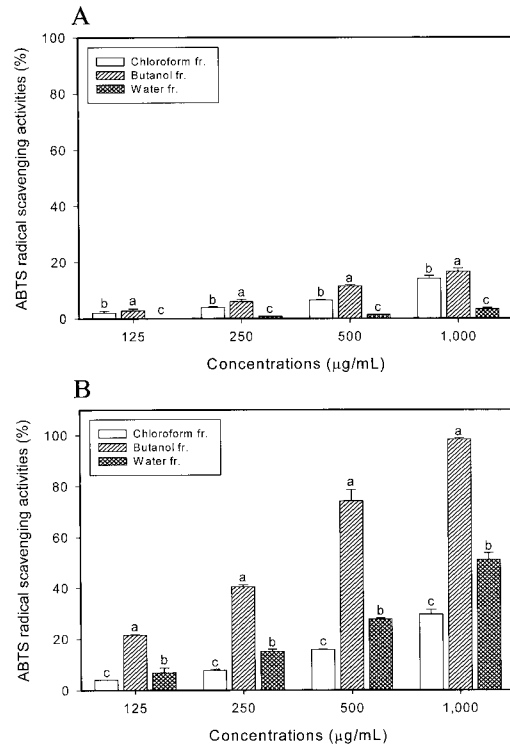


Fig. 1. ABTS radical scavenging activities of various solvent fractions from 80% methanol extracts of jujube fruit (A) and leaf (B).

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. Different letters are significantly different at p<0.05.

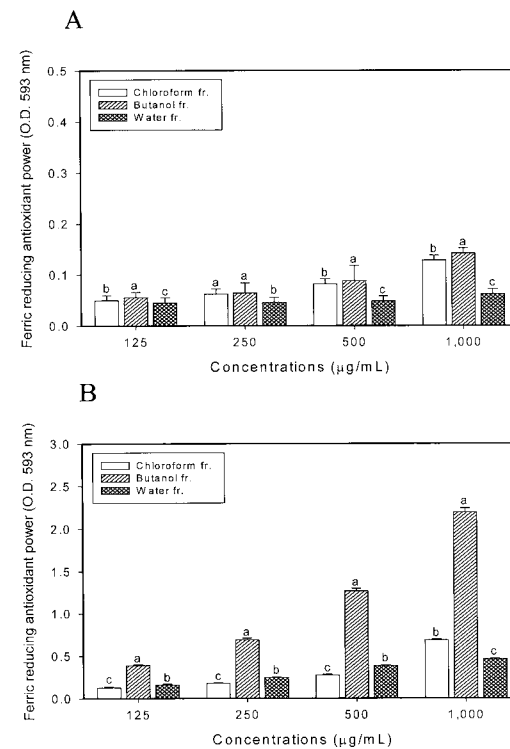


Fig. 2. FRAP of various solvent fractions from 80% methanol extracts of jujube fruit (A) and leaf (B).

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. Different letters are significantly different at p<0.05.

정한 결과 펄프 추출물에 비하여 껍질 추출물에서 높은 FRAP 활성을 보였다고 보고하였으며, FRAP과 총 페놀성 화합물 함량과는 매우 높은 상관관계를 가지고 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 유해 활성산소에 의한 뇌조직이 산화적 손상에 있어서 대추 열매와 잎 용매분획물에 의한 지질과산화 억제 효과를 분석하였는데, 이는 뇌조직이 다른 장기에 비하여 특히 불포화 지방산의 함량이 높은 관계로 산화적 손상의 변화를 조사하기가 유리하고, 지질성분의 산화가 세포막 손상 및 기타 단백질 손상(24)과도 관계가 깊어 본 연구를 진행하였다. 마우스 뇌 homogenate를 이용하여 지질과산화 억제활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 위의 2가지 항산화 활성결과와 유사하게 열매와 잎 용매분획물의 첨가농도가 증가함에 따라 뇌조직의 지질과산화가 매우 억제되는 것으로 나타났으며, 다른 분획물보다 부탄올 분획물에서 높은 지질과산화를 억제하는 것을 알 수 있었다. 특히 잎 부탄올 추출물 30 µg/mL를 첨가한 시료에서는 79.79%의 매우 높은 지질과산화 억제활성을 보였다.

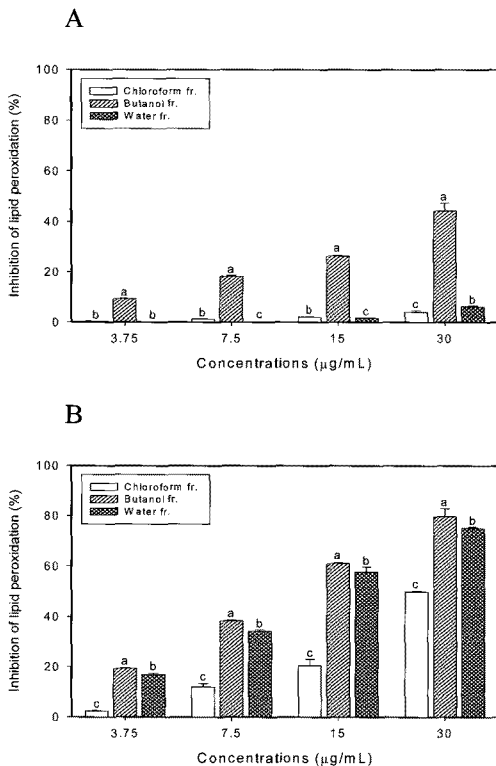


Fig. 3. Malondialdehyde of various solvent fractions from 80% methanol extracts of jujube fruit (A) and leaf (B) on both ferric ion and ascorbic acid-induced lipid peroxidation.

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. Different letters are significantly different at p<0.05.

총 페놀성 화합물 및 항산화 활성 화합물 함량

식물체내의 페놀성 화합물은 2차 대사산물로서 항산화, 항균 등 다양한 생리활성을 나타내며, 특히 항산화 활성은

Table 5. Total phenolics, rutin and quercitrin contents of solvent fractions from 80% methanol extracts of jujube fruit and leaf

Solvent fractions	Total phenolics content (mg/g)	
	Fruit	Leaf
Chloroform fr.	27.25±0.62	72.50±0.37
Butanol fr.	38.50±0.34	297.18±1.06
Water fr.	21.25±0.15	17.93±0.16
Butanol fractions from leaf		Contents (mg/g)
Rutin		57.07
Quercitrin		9.27

¹⁾Not detected.

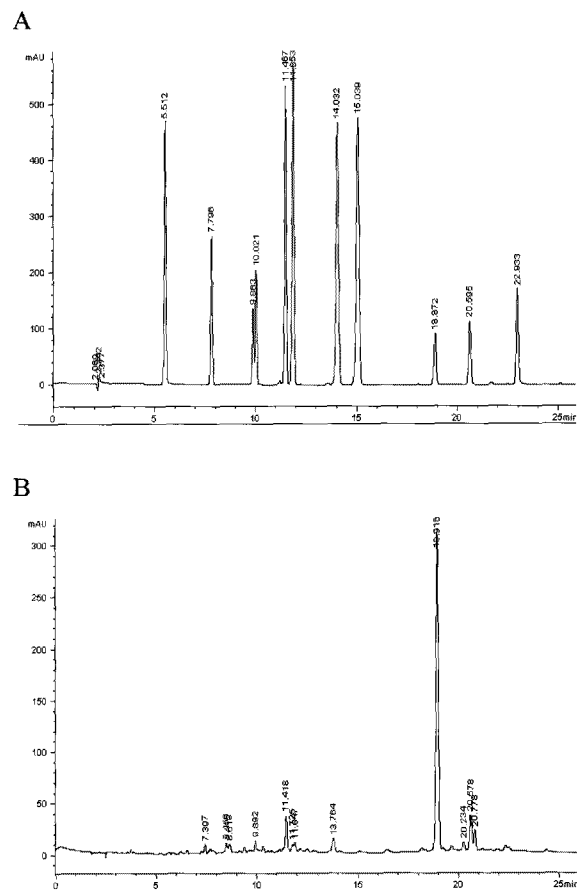


Fig. 4. HPLC chromatogram of butanol fractions from 80% methanol extract of jujube leaf.

A, Standard; B, Butanol fraction of jujube leaf.

페놀성 화합물이 작용하는 것으로 보고되고 있고, 이와 같이 페놀성 화합물 함량과 항산화 활성간의 상호작용에 대한 많은 연구들에서 알 수 있듯이 식물체가 지니고 있는 페놀성 화합물의 함량을 조사함으로써 식물유래 천연추출물의 항산화 활성을 탐색하는 일차적인 자료가 될 수 있을 것으로 생각된다(25).

대추 열매와 잎 용매분획물의 총 페놀성 화합물과 항산

화 활성 화합물의 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 열매의 총 페놀성 화합물 함량은 클로로포름, 부탄올 및 물 분획물에서 각각 27.25, 38.50 및 21.25 mg/g이었고, 잎의 총 페놀성 화합물의 함량은 각각 72.50, 297.18 및 17.93 mg/g으로 나타났다. 또한 가장 높은 항산화 활성을 나타낸 대추 잎 부탄올 분획물의 활성화합물을 분리, 동정하기 위하여 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 Fig. 4와 같이 rutin (retention time : 18.918 min) 및 quercitrin (retention time : 20.578 min)이 분리, 동정되었으며, 그 함량은 각각 57.07 mg/g과 9.27 mg/g으로 나타났다. 따라서 위의 영양성분 및 항산화 활성 결과를 종합하여 볼 때 대추 열매와 잎에는 인체의 건강에 유익한 영양성분이 다량 함유되어 있고, 또한 높은 항산화 효과를 보여 건강 기능성 식품 재료로서 활용가능성이 매우 높을 것으로 생각된다.

요 약

대추 열매와 잎을 기능성 식품 재료로 이용하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 화학성분 및 항산화 활성을 조사하였다. 열매와 잎의 가용성 무질소물의 함량은 각각 71.92% 및 41.51%로 나타났으며, 열매와 잎에 많이 함유되어 있는 무기성분으로는 Ca(72.14 and 3,252.09 mg/100 g), K(899.82 and 1,708.12 mg/100 g) 및 P(172.11 and 286.28 mg/100 g)이었다. 열매의 주요 유리당은 glucose(13.01%)와 fructose(7.35%)였으며, 잎에서는 sucrose(3.94%)와 fructose(0.75%)였고, 비타민 C 함량은 열매(135.73 mg/100 g)가 잎(100.43 mg/100 g)보다 높았다. Glutamic acid, aspartic acid, proline과 펠수아미노산 중에서는 leucine이 상대적으로 높은 비율을 보였으며, methionine과 cystine은 낮은 함량을 보였다. 대추 열매와 잎의 용매 분획물을 이용하여 ABTS 라디칼 소거활성, 환원력 및 지질과산화 억제활성을 조사한 결과 농도 의존적인 경향을 보였으며, 특히 잎 부탄올 분획물에서 가장 높은 항산화 활성을 보였는데, 이는 rutin과 quercitrin과 같은 페놀성 화합물과 매우 높은 상관관계를 보였다. 따라서 대추 잎의 페놀성 화합물은 효과적이면서도 안전성이 입증된 천연항산화제와 같은 기능성 식품 재료로 활용가능성이 매우 높을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Park SH, Hwang HS, Han JH (2004) Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. Korean J Nutr, 37, 364-372
2. Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem, 12, 239-249
3. Kang YH, Park YK, Lee G (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J Food Sci Technol, 28, 232-239
4. Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS (2006) Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. inermis Rehder. Korean J Food Sci Technol, 38, 128-134
5. Ann YG, Kim SK, Shin CS (1997) Sugars in Korean jujube fruit and jujube fruit drink. Korean J Food & Nutr, 10, 314-319
6. Park BH, Chae KY, Hong JS (2008) Physicochemical characteristics of jujube concentrates prepared by boiling. J East Asian Soc Dietary Life, 18, 190-197
7. Yook CS (1972) Screening test on the components of the genus *Zizyphus* in Korea. Korean J Pharmacog, 3, 27-29
8. Lee SK (1989) Studies on the constituents of the leaves of *Zizyphus jujuba* Mill. PhD thesis, Pusan National University, Pusan, Korea.
9. Park MK, Park JH, Shin YG, Cho KH, Han BH, Park MH (1991) Analysis of alkaloids in the seeds *Zizyphus jujuba* by high performance liquid chromatography. Arch Pharm Res, 14, 99-102
10. Shin SR, Han JP, Lee SH, Kang MJ, Kim KS, Lee KH (1999) Changes in the components of dried jujube fruit by drying methods. Korean J Postharvest Sci Technol, 6, 61-65
11. Jin Q, Park JR, Kim JB, Cha MH (1999) Physiological activity of *Zizyphus jujuba* leaf extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 593-598
12. Jin Q, Park JR, Kim JB, Cha MH (1999) Changes in chemical composition of jujuba leaf during growth. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 505-510
13. 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
14. Xue Z, Feng W, Cao J, Cao D, Jiang W (2009) Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of chinese jujube (*Zizyphus jujuba* Mill) fruits. J Food Biochem, 33, 613-629
15. Zhang H, Jiang L, Ye S, Ye Y, Ren F (2010) Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) from China. Food Chem Toxicol, 48, 1461-1465

16. Al-Reza SM, Yoon JI, Kim HJ, Kim JS, Kang SC (2010) Anti-inflammatory activity of seed essential oil from *Zizyphus jujuba*. Food Chem Toxicol, 48, 639-643
17. AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed). Washington DC, Association of Official Analytical Chemists.
18. Jeong CH, Kim JH, Shim KH (2006) Chemical components of yellow and red onion. J Korean Soc Food Sci Nutr, 35, 708-712
19. Jeong CH, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim DO, Kim YI, Heo HJ (2010) Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*. Food Chem, 118, 278-282
20. Chang ST, Wu JH, Wang SY, Kang PL, Yang NS, Shyur LF (2001) Antioxidant activity of extracts from *Acacia confusa* bark and heartwood. J Agric Food Chem, 49, 3420-3424
21. Kim DO, Jeong SW, Lee CY (2003) Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. Food Chem, 81, 321-326
22. Lee HB, Kim SY (1988) Studies on the changes of chemical components of dried jujube (*Zizyphus jujuba* MILLER) during storage. Res Rep Agri Sci Tech Chungnam Nat'l Univ Korea, 15, 95-113
23. Benzie IFF, Strain JJ (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal Biochem, 239, 70-76
24. Uchida K, Stadtman ER (1993) Covalent attachment of 4-hydroxynonenal to glyceral-dehyde-3-phosphate dehydrogenase. A possible involvement of intra and intermolecular cross-linking reaction. J Biol Chem, 268, 6388-6393
25. Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU (2009) Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. Korean J Medicinal Crop Sci, 17, 15-20

(접수 2010년 11월 24일 수정 2011년 4월 1일 채택 2011년 4월 8일)