

대추 품종별 영양성분 및 생리활성 분석

박재호 · 정지은 · 강혜정 · 오하경 · 이경희 · 김영호 · 윤건목* · †엄현주
충청북도농업기술원, *충청북도보건환경연구원

Nutritional Compositions and Physicochemical Properties of Domestic Jujube (*Zizyphus jujube* Miller) Varieties

Jae-Ho Park, Jieun Chung, Hye Jeong Kang, Ha Kyung Oh, Kyeong Hee Lee, Youngho Kim,
Gun-Mook Yoon* and †Hyun-Ju Eom

Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

*Chungcheongbukdo Research Institute of Health and Environment, Cheongju 28160, Korea

Abstract

This study investigated the nutritional compositions and physicochemical properties of three domestically cultivated jujube fruits (Boeun, Sangwhang, and Bokjo). Nutrient contents were analyzed by freeze-drying the jujube fruits. The results showed that the proximate compositions of the three jujube cultivars ranged from 7.85~13.52% for moisture, 4.65~5.24% for crude protein, 1.29~2.38% for crude ash, 0.17~1.09% for crude lipid, and 7.66~16.63% for crude fiber. The above proximate contents of jujube cultivars were significantly different.

Mineral contents of Al, Fe, Mg, Ca, Na, and K in the three jujube fruits were also determined. Mn, Cu and Zn were not detected in any of the varieties. The content of Al was higher in Sangwhang, while Boeun had higher contents of Ca and K. The total polyphenol, ABTS values, and hypoglycemic effect were slightly higher in Boeun as compared to the other varieties. Taken together, Boeun could be an important source of natural antioxidant as a functional food.

Key words: jujube, nutritional composition, mineral contents, physicochemical properties

서 론

대추(*Zizyphus jujuba* Miller)는 갈매나무과(Rhamnaceae)에 속하는 낙엽활엽교목의 열매로, 유럽 남부, 아시아 남부 및 동부가 원산지인 우리나라를 비롯한 중국, 일본에 분포하고 있으며, 특히, 중국이 전 세계 생산량의 90%를 차지하고 있다(Choi KS 1990, Hong JY 등 2010, Gao 등 2012). 우리나라에서는 재래종인 복조, 보은 등의 대추품종을 주로 재배하고 있으며, 몇 가지 개발종이 극히 일부 지역에서만 재배되고 있는 실정이다(Choi KS 1990).

대추는 전통적으로 오미자, 생강 등과 같이 식품의 재료

및 한방재료로 폭넓게 사용되어 왔으며(Hong JY 등 2010), 과당, 포도당 및 자당 등의 가용성 당류가 약 10~42% 함유되어 있고, 다양한 맛 성분도 함께 가지고 있어, 일반 식생활에서 병과나 차 등에 이용하는 등의 활용도가 높다(Kwon YI 등 1997). 이런 대추의 주요 성분으로는 당질과 더불어 ascorbic acid, phenolic acids, flavonoids, alkaloids, saponins, vitamins, organic acids, amino acids 등이 보고되었다(Yook CS 1972, Gao 등 2012). 대추의 효능에 대한 연구보고는 항산화작용(Na HS 등 1996), 항암작용(Rhee YK 등 1998), 진정작용(Han BH 등 1987), 항알러지작용(Yagi A 등 1981) 등이 있다. 이렇게 약용 성분과 기능성 성분을 많이 함유하고 있으면서도 과용에 대

† Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea.
Tel: +82-43-220-5692, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: hyunjueom@korea.kr

한 부작용이 없기에 식품재료로서의 용도가 넓다고 할 수 있다(Yu MH 등 2006).

최근 우리나라의 대추 생산량은 매년 증가 추세로 2014년 생산량은 2010년 대비 51% 증가, 같은 기간 생산액은 46.8%가 증가하였으며(Korea Forestry Administration. 2015), 삶의 질 향상으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 생대추에 대한 과실개념의 인식이 높아져서 그 수요도 증가하고 있다. 그러나 대추 품종이 다양하지 않고, 과실로써의 생대추 판매와 유통은 10~11월에 제한되어 있으며, 쉽게 연화, 부패되는 보관상의 문제점으로 인해 가공식품으로의 기술개발이 절실히 필요하게 되었다. 이러한 대추의 가공품 연구로는 식빵(Bae JH 등 2005), 소스(Ahn JB 등 2012), 술(Choi JS 등 2013) 등 많은 가공품 연구가 진행되고 있으나, 실용화된 예는 아직은 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산된 대추를 이용하여 가공식품을 개발하고, 그 이용성을 향상시킬 목적으로 우리나라에서 재배, 수확되고 있는 대추품종(복조, 보은, 상왕)의 일반성분과 생리활성 성분을 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 대추는 2015년 충청북도농업기술원 대추연구소에서 재배한 세 품종(복조, 보은, 상왕)을 사용하였다. 복조는 국내에서 가장 많이 재배가 되고 있는 품종이며, 보은은 국내 재래종이며, 상왕은 일명 왕대추로 가장 많이 재배되고 있는 사이즈가 큰 품종으로 다양한 품종 중 대표적으로 선별하였다. 수확한 대추는 동결건조기(PVTFD-50R, Ilshin lab Co. Ltd., Busan, Korea)에서 건조한 후, 가정용 믹서기(Hi-P Poland Sp.z.o.o., Wroclaw, Poland)로 분쇄하였다. 일반성분은 동결건조한 분말로 분석하였고, 다양한 생리기능성은 동결건조한 분말을 60% ethanol로 3시간 동안 진탕 추출하였고, 원심분리(8,000 g, 20 min)하여 감압여과(Adventec No.2, Adventec, Tokyo, Japan)한 후 분석하였으며, 아래 모든 분석법에 대하여 3번 반복 측정하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분 함량은 AOAC방법(2005)에 따라 측정하였다. 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분의 함량은 550°C 직접회화법을 사용하였고, 조섬유는 Fibertec system M(Tecator Co., Hoganas, Sweden)을 이용하여 Henneberg-Stohmann 개량법으로 분석하였다. 탄수화물의 함량은 100%에 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 조섬유의 함량을 뺀 값으로 정의하였다.

3. 무기질 분석

무기성분은 Osborne & Voogt (1981)의 방법에 따라 시료를 질산과 과산화수소, 증류수를 이용하여 마이크로웨이브 분해기(Ultrawave, Milestone, Italy)로 시료를 분해하였다. 냉각 후 소량의 증류수로 희석한 후 50 mL 정용플라스크로 옮겨서 증류수로 정용하였다. 이 용액을 ICP-OES(Agilent 720-ES, Australia)로 분석하여 무기성분의 함량을 구하였다. 분석조건은 power는 1.20 kw, analysis pump rate는 15 rpm, rinse time은 10 sec로 하였다.

4. 총 폴리페놀 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법(Amerine & Ough 1980)에 따라 시료 0.1 mL, 증류수 8.4 mL, 2 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, Mo, USA) 0.5 mL, 20% Na₂CO₃ 1 mL를 혼합하여 1시간 반응시킨 후 725 nm에서 분광광도계를 통해 흡광도 값을 측정하였다. 페놀화합물 함량은 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로 양을 환산하였고, 추출물 중의 mg gallic acid equivalent(GAE, dry basis)로 나타내었다.

5. ABTS cation decolorization assay에 의한 항산화력 분석

추출물에 대한 항산화 활성은 ABTS(2,2-azino-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich Co.) radical 소거활성을 측정하였다(Choi Y 등 2006). 7.4 mM ABTS와 2.6mM potassium persulfate를 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4-1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50 μL 를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. ABTS radical의 소거활성은 mg TE(Trolox equivalent antioxidant capacity)/g extract residue(ER)로 표현하였다.

6. α -Glucosidase 저해능

대추의 혈당 강하능을 알아보기로 α -glucosidase 저해능은 Tibbot과 Skadsen(1996) 방법을 참고하여 측정하였다. 1.5 mM p-nitrophenol- α -D-glucopyranoside(pNPG, Sigma-Aldrich Co.) 50 μL 와 3.5 unit/mL α -glucosidase 효소액 100 μL 를 혼합하고, 대조구에는 증류수 50 μL 와 처리구에는 에탄올 추출물 50 μL 를 넣어 발색시켰다. 이때 생성된 p-nitrophenol(pNP, Sigma-Aldrich Co)는 405 nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하여 대조구에 대한 흡광도 감소 정도를 백분율로 표현하였다.

7. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하였고, Statistical Analysis System (v8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 이용하여 통계분석하였으며, 결과의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 시료 간 차이의 유무를 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

국내에서 재배되고 있는 3가지 대추 품종의 수분, 조회분, 조지방, 조단백질, 조섬유 성분함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 대추는 동결 건조 후 마쇄하여 분말형태로 사용하였으며, 일반성분 함량은 모두 % 단위로 나타내었다.

먼저, 품종별 대추의 수분함량은 7.85~13.52% 정도의 수준을 보였고, 그 중 북조가 13.52%로 가장 높았다. 일반적인 생대추의 수분 함량이 69~73% 정도인 것에 비해(Lee HB 등 1988), 본 실험에 사용된 대추는 동결건조 과정으로 인해 60~70% 정도의 수분이 손실된 것으로 판단된다. 또한 Choi SY 등(2016)의 연구에서도 건조한 토종대추(약대추)와 북조의 수분함량을 측정했을 때, 토종대추는 22.77%, 북조의 경우는 33.04%로 건조별로도 차이를 나타내었다. 이는 본 실험에서는 동결건조를, 다른 선행연구에서는 일반적인 시판 건조(자연 또는 화력, 논문 미기재) 대추를 사용하였기에 건조 방법별 수분함량의 차이로 생각된다. 조회분 함량은 1.29~2.38% 정도로 품종 별로 유의적인 차이를 보이지는 않았으며, 조지방 함량은 0.22~1.09%로 북조가 다른 2가지 품종보다 높은 수치를 나타냈다. 조단백질은 3가지 품종이 4.65~5.24%의 수준을 보이며, 그 중 상왕이 가장 낮았다. 조회분, 조지방 및 조단백의 경우는 2011년 표준식품성분표(RDA 2011)와 유사하게 나타났다. 조섬유는 7.66~16.63%로 북조와 보은 두 품종이 상왕에 비해 2배 가량 높은 함량을 보였다. 총탄수화물은 상왕이 78.35%로 가장 높게 측정되었고, 다음으로 보은 64.07%, 북조 62.00%로 두 품종 간 유의적인 차이는 없었다.

충북에서 재배된 세 가지 대추 품종의 일반성분을 종합적

분석결과, 상왕은 총탄수화물 함량이 매우 높았고, 북조와 보은은 조지방, 조단백질, 조섬유 등의 함량이 우수하였다. 따라서 단백질과 조섬유 함량이 높은 북조와 보은 품종이 기능성 식품 가공을 위한 재료로 적절하다고 판단된다.

2. 무기질 분석

충북에서 재배된 세 가지 대추 품종의 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 세 가지 품종에서 Al, Fe, Mg, Ca, Na 및 K이 모두 검출되었고, Mn, Cu 및 Zn은 검출되지 않았다. 대추의 주요 무기성분은 Mg, Ca 및 K로 나타났다, 특히, K는 이 세 품종 모두에서 가장 높은 값으로 검출되었다. 2011년 표준식품성분표(Rural Development Administration 2011)에서 건대추의 무기질 5가지를 분석한 결과, K가 952 mg/100 g으로 가장 높게 검출되었고, 본 연구결과와 유사하게 나타났다. 생대추의 경우, 표준식품성분표에서 K의 함량은 357 mg/100 g이 검출되었고, Gao 등(2012)의 연구에서는 250 mg/100 g 검출되어 생과의 무기질 성분 중에도 K의 함량이 가장 높게 검출되었다.

다음으로는 Mg과 Ca의 함량이 높았는데, 보은 품종의 경우, Mg 48.36 mg/100 g과 Ca 33.89 mg/100 g으로 함량이 높게 측정되었고, 상왕은 가장 낮게 측정되었다. Hong JY 등(2012)의 성숙한 대추와 건조한 대추의 무기질 함량을 분석한 연구결과, 주요 무기질 성분이 일치하였으며, 건조한 대추의 경우, Mg 38.61 mg/100 g과 Ca 33.90 mg/100 g으로 유사한 값을 나타내었다.

3. 총 폴리페놀 분석

페놀성 화합물은 flavonoids, anthocyanins, catechins, tannins 등을 총칭하며, 식물계에 널리 존재하는 2차 대사산물의 하나이다(Dai & Mumper 2010). 분자 내 다수의 phenolic hydroxyl (-OH)기를 가지고 있어, 효소 단백질 등의 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성으로 항산화 효과 및 항암, 항염증 효과를 갖는 인체에 대한 유용한 생리활성 물질로 널리 인정되고 있다(Cha 등 1999). 특히, 대추에는 flavonoids 중 catechin, rutin, procyanidin B2, epicatechin, quercetin-3-O-rutinoside, quercetin-3-robinobioside, quercetin-3-O-galactoside 등 quercetin 유도체

Table 1. Chemical composition of three jujube cultivars

(Unit: %)

Cultivar	Moisture	Crude ash	Crude lipid	Crude protein	Crude fiber	Carbohydrate
Bokjo	13.52±0.36 ^{a1)}	1.79±0.14 ^a	1.09±0.09 ^a	4.97±0.25 ^{ab}	16.63±4.79 ^a	62.00±4.46 ^b
Boeun	12.21±0.37 ^b	2.38±1.27 ^a	0.17±0.04 ^b	5.24±0.26 ^a	15.93±3.58 ^a	64.07±4.49 ^b
Sangwhang	7.85±0.15 ^c	1.29±0.20 ^a	0.22±0.04 ^b	4.65±0.26 ^b	7.66±1.32 ^b	78.35±1.48 ^a

All values represent mean±S.D.

¹⁾ Means with different letters (^{a-c}) within a column are significantly different($p < 0.05$).

Table 2. Comparison of mineral contents in three jujube cultivars

(Unit: mg/100 g)

	Bokjo	Boeun	Sangwhang
Al	15.61±3.51 ^{ab1)}	10.20±0.25 ^b	20.76±1.97 ^a
Fe	0.72±0.04 ^a	0.60±0.12 ^a	0.64±0.09 ^a
Mn	ND ²⁾	ND	ND
Mg	45.41±1.14 ^b	48.36±1.07 ^a	43.85±1.01 ^b
Ca	32.78±0.58 ^b	33.89±1.21 ^a	28.86±0.64 ^c
Na	24.67±6.77 ^a	17.10±1.63 ^a	27.43±7.35 ^a
K	812.64±49.01 ^b	919.49±18.01 ^a	762.21±27.57 ^b
Cu	ND	ND	ND
Zn	ND	ND	ND

All values represent mean±S.D.

1) Means with different letters (^{a-c}) within a column are significantly different ($p < 0.05$).

2) ND: not detected

등 다양한 폴리페놀 화합물로 구성되어 있다(Gao 등 2012).

세가지 대추 품종별 총 폴리페놀의 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 대추의 총 폴리페놀 함량은 품종에 따라 그 값이 근소한 차이를 보여 보은이 15.00 mg/g으로 다소 높았고, 상왕 13.93 mg/g과 복조 13.01 mg/g으로 측정되었으며, 두 품종간의 유의적인 차이는 없었다. Choi 등(2013)의 연구 결과를 살펴보면 건조대추 추출액에서 3,255.20±62.94 ppm (3.26 mg/g)의 값을 보여 본 연구와 비교했을 때 약 4~5배 적은 양이 추출되었고, Shim DW(2011)의 연구에서는 건조대추의 폴리페놀 함량이 2.35 g/100 g(23.5 mg/g)으로 나타나, 본 연구에서 보다 약 1.5배 더 많은 함량을 나타내었다. 여러 가지 연구결과를 토대로 대추의 폴리페놀 성분은 대추의 품종이나 재배방법 및 건조대추의 추출방법 등에 따라 차이가 나는 것이라 판단된다.

4. 항산화 활성 분석

항산화 활성을 가지는 천연물은 free radical에 전자를 공여하고, 식품 내 지방질의 산화를 억제한다. 또, 인체 내에서는 free radical을 소거하여 인체의 질병과 노화를 방지하기 때문에 매우 중요한 특성으로 간주된다(Kim 등 2001). 세 가지 대추 품종의 항산화 활성을 비교하기 위하여 증류수 추출물을

100배 희석하여 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였을 때(Table 3), 보은품종이 48.96%, 다음으로 상왕, 복조 순으로 나타났고, 품종 간 유의적인 차이가 나타났다. 일반적으로 대추는 항산화 활성이 높다고 알려진 석류, 스위트슈, 구아바 같은 과일보다 trolox equivalent antioxidant capacity(TEAC)가 더 높게 측정이 되며, 그로 인해 free radical을 좀 더 안정적인 nonreactive species로 바꾸어주는 반응능력이 우수한 것으로 보고되었다(Gao 등 2012).

5. α-Glucosidase 저해활성 분석

대추의 혈당조절기능을 알아보기 위해 항 당뇨 효과의 지표로 이용되고 있는 α-glucosidase 저해활성을 측정하였다. α-Glucosidase는 소장 상피세포의 brush-border membrane에 존재하는 효소로 α-amylase에 의해 분해된 당질을 최종적으로 단당류로 전환시키는 작용을 한다. 이러한 효소의 활성저해는 당질 가수분해와 흡수과정을 지연시킴으로써 식후 혈당의 농도상승을 억제한다(Park EJ 등 2013).

3 가지 품종별 대추 동결건조 분말을 이용한 α-glucosidase 저해활성을 검토한 결과, 세 가지 품종 중 보은이 22.51%로 가장 높았고, 다음이 상왕으로 19.95%를 나타냈으며, 복조는 12.77%로 다소 낮게 측정되었다. 앞에서 언급된 대추의 영양

Table 3. Physiological activities of three jujube cultivars

Cultivar	Total polyphenol (mg/g)	ABTS radical scavenging activity (%)	α-Glucosidase inhibitory activity (%)
Bokjo	13.01±0.01 ^{c1)}	39.22±1.11 ^c	12.77±4.86 ^b
Boeun	15.00±0.02 ^a	48.96±0.90 ^a	22.51±1.84 ^a
Sangwhang	13.93±0.02 ^b	44.69±0.31 ^b	19.95±2.43 ^a

All values represent mean±S.D.

1) Means with different letters (^{a-c}) within a column are significantly different ($p < 0.05$).

성분과 생리활성도를 분석해 보면, 대추열매에는 건강에 유익한 성분이 다량 함유되어 있고, 높은 항산화 효과를 보여주기 때문에, 건강 기능성 식품재료로 활용 가능성이 매우 우수하다고 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 국내에서 재배되는 대추 3품종(상왕, 보은, 복조)의 영양성분과 생리활성을 조사하였다. 총탄수화물의 함량의 경우, 상왕이 가장 높았고, 나머지 두 품종에서는 유의적인 차이가 없었다. 반면, 조섬유 함량은 총탄수화물의 경우와 반대로 상왕이 제일 낮게 검출되었고, 보은과 복조에서 유의적인 차이는 없었다. 무기질은 Al, Fe, Mg, Ca, Na 및 K이 검출되었고, 특히 모든 품종에서 K의 함량이 높게 검출되었다. 생리활성의 경우는 보은 품종이 총폴리페놀, ABTS 라디칼 소거능 및 혈당강하능에서 가장 높은 수치를 나타내어, 앞으로 기능성 소재나 가공품 개발로 좋은 재료가 될 것이라 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 고기능성 대추의 식품 소재화 및 발효식품 개발, 과제번호: PJ01195803)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- Ahn JB, Coi SH, Kim HR, Park ML, Lee SH, Kim DS. 2012. Development of teriyaki sauce added with jujube concentrate (*Zizyphus jujube* Miller) extracts. *The Korean J Culinary Res* 18:239-251
- Amerine MA, Ough CS. 1980. *Methods for Analysis of musts and Wine*. Wiley & Sons, New York, USA. pp.176-180
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- Bae JH, Lee JH, Kwon KI, Im MH, Park GS, Lee JG, Choi HJ, Jeong SY. 2005. Quality characteristics of the white bread prepared by addition of jujube extracts. *Korean J Food Sci Tech* 4:603-610
- Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:1310-1315
- Choi JS, Yeo SH, Choi JH, Choi HS, Jeong ST. 2013. Quality properties of jujube *Yakju* based on the adding rate of dried jujube and storage periods. *Korean J Food Preserv* 20:52-61
- Choi KS. 1990. Changes in physiological and chemical characteristics of jujube fruits var. Bokjo during maturity and postharvest ripening(in Korean). *J Resour Fevelop* 9:47-53
- Choi SY, Yoon BR, Kim SS. 2016. Characteristics and nutritional compositions of two jujube varieties cultivated in Korea. *Korean J Food Preserv* 23:127-130
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant antibiotics and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 9:381-387
- Dai J, Mumper RJ. 2010. Plant phenolics: extraction, analysis, and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15:7313-7352
- Han BH, Park MH. 1987. Sedative activity and its active components of *Zizyphi fructus*. *Arch Pharm Res* 10:208-211
- Hong JY, Nam HS, Shin SR. 2012. Physicochemical properties of ripe and dry jujube (*Zizyphus jujube* Miller) fruits. *Korea J Food Preserv* 19:87-94
- Hong JY, Park MH, Shin SR. 2010. Study on the quality and process of jujube fruit *jungkwa*. *Korean J Food Preserv* 17:42-49
- Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Tech* 33:626-632
- Korea Forestry Service. 2015. *Statistical Yearbook of Forestry*. pp.1-447. Korea
- Kwon YI, Jung IC, Kim SH, Kim SY, Lee JS, Lee JS. 1997. Changes in properties of pitted jujube during drying and extraction. *Agri Chem Biotechnol* 40:43-47
- 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
- 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
- Osborne DR, Voogt P. 1981. *The Analysis of Nutrients in Foods*. London Academic Press pp.130-134
- Park EJ, Ahn JJ, Kang SA, Kim HY, Kwon JH. 2013. Physicochemical quality and hypoglycemic effect of *omija* sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1079-1085
- Gao QH, Wu CS, Yu JG, Wang M, Ma YJ, Li CL. 2012. Textural characteristic, antioxidant activity, sugar, organic

- acid, and phenolic profiles of 10 promising jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) selections. *J Food Science* 77:1218-1225
- 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
- Rural Development Administration (RDA). 2011. Food Composition Table. 8thed. pp.1-636. Korea
- Shim DW. 2011. Studies on the process method and quality of black-jujube. Master's Thesis, Daegu Haany University. Daegu, Korea
- Tibbot BK, Skadsen RW. 1996. Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative α -glucosidase-gene from berley. *Plant Mol Biol* 30:229-241
- 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
- Yook CS. 1972. Screening test on the components of the genus *Zizyphus* in Korea. *Korean J Pharmacog* 3:27-29
- 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

Received 28 February, 2017

Revised 05 June, 2017

Accepted 19 June, 2017