

단감의 박피가 영양성분 및 항산화 활성에 미치는 영향

이수정¹ · 류지현¹ · 김라정¹ · 이현주² · 성낙주^{1*}

¹경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원

²한국국제대학교 식품과학부

Effect of Removed Peel from Sweet Persimmon on Nutritional Ingredients and Antioxidant Activities

Soo-Jung Lee¹, Ji-Hyun Ryu¹, Ra-Jeong Kim¹, Hyun-Ju Lee², and Nak-Ju Sung^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences,
Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

²Division of Food Science, International University of Korea, Gyeongnam 663-759, Korea

Abstract

This study was for the industrial application of functional food ingredients from whole fruits of sweet persimmon. Whole fruit and pulp of sweet persimmons were divided, and then lyophilized and powdered. Contents of crude fiber, vitamin C, and mineral were significantly higher in whole fruit than pulp of sweet persimmon. The amino acid content of whole fruit was 1.4 times higher than those of sweet persimmon pulp. In the biological activities of water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of sweet persimmon, ethanol extract was higher than water extract, and whole fruit was higher than its pulp. The result which compared the biological activities of the water and ethanol extract from lyophilized sweet persimmon showed that total phenolic content was significantly higher in whole fruit of sweet persimmon, but flavonoid contents were not significantly different. Especially ABTS, NO radical scavenging activity, reducing power and tyrosinase inhibition activity were significantly higher in whole fruit extract than pulp extract of sweet persimmon. The relatively high content of fiber and vitamin C, and biological activity of whole fruit than pulp of sweet persimmon may be make it preferable as functional food materials for secondary processed goods.

Key words: lyophilized sweet persimmon, mineral, antioxidant activity

서 론

최근 생활이 복잡해지고 사회문화적 환경변화가 급속해짐에 따라 현대인들은 보다 간편한 식생활을 요구하는 성향이 높아지고 있는데, 이러한 현상은 주식 외에 부식이나 간식의 선택에 있어서 더욱 뚜렷한 양상을 보이고 있다. 또한 친환경 식품 소재를 이용한 간편 식품에 대한 선호도가 증가됨으로써 여러 가지 기능성을 가진 식물류가 2차 가공품의 부재료로써 이용이 확대되고 있다.

단감(*Diospyros kaki* T.)은 당질이 15~19%로 포도당 및 과당의 함량이 비교적 많으며(1), 비타민 C와 β -cryptoxanthin, zeaxanthin 및 β -carotene 등의 카로티노이드 및 탄닌의 함량이 높으며(2), 다량의 섬유소로 인하여 장 수축 작용 및 장액의 분비 촉진에도 효과적인 것으로 알려져 있다(3). 또한 심폐를 부드럽게 하고 갈증, 구건 및 토혈을 멎게 하여 민간요법으로도 이용되고 있다(4). 이 외에 항균(5), 항알레르기(6), 항산화(2), 혈압 강하(7) 및 항암 작용(8) 등이 이미

보고된 바 있는데, 감의 과피와 과육이 분리되어 수행된 연구가 주류를 이룬다. 더욱이 감 과피는 과육에 비해 카로티노이드 등의 색소 성분과 탄닌 등의 폴리페놀 및 식이섬유소가 풍부하여 새로운 식품 소재로써 활용가치가 높은 것으로 알려져 있는데(9,10), Gorinstein 등(11)은 단감 과피를 고콜레스테롤혈증 흰쥐에 급이 했을 때 체내 지질 개선 및 지질 과산화물의 생성억제 효과가 있음을 보고하였으며, Kawase 등(12)은 감 과피 추출물의 *Helicobacter pylori* 및 HIV에 대한 저해활성을 보고한 바 있다. 이와 같이 감 과피의 생리활성은 잘 알려져 왔으나, 생과로 섭취하거나, 껍감의 제조, 잼이나 젤리 등의 2차 가공품 제조 시 과피는 대부분이 제거되어 폐기되고 있는 실정이다(13).

따라서 본 연구는 단감의 섭취 시 폐기되는 과피의 이용성을 증대시키고 활용 범위를 확대하기 위하여 단감을 껍질째 동결건조 하여 분말을 얻었으며, 2차 가공품의 제조 시 기능성 소재로써 활용하기 위하여 영양성분 및 항산화 활성을 측정하였다. 또한 단감 과육의 동결건조 분말과 비교함으로

*Corresponding author. E-mail: snakju@gnu.ac.kr
Phone: 82-55-751-5975, Fax: 82-55-751-5971

씨 단감 전과의 생리활성에 대한 기초자료를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 단감은 2009년 10월경 경남 진주시 농산물 도매시장에서 구입하였다. 단감은 흐르는 물에서 깨끗이 세척하여 물기를 제거하였으며, 중량이 비슷한 것을 무작위로 20개씩 두 그룹-전과(whole)와 과피를 제거한 과육(pulp)-으로 구분하여 씨를 제거한 다음 동결건조 하였다. 이를 분쇄하여 얻은 분말을 실험 재료로 사용하였다.

추출물의 제조 및 수율 측정

동결건조 된 단감의 전과 및 과육 분말은 각각 물 및 80% 에탄올로 추출하였다. 즉, 동결건조 분말 100 g에 10배의 증류수 및 80% 에탄올을 각각 가하여 60°C 수욕상에서 12시간씩 2회 반복 추출한 후 회전식 진공증발농축기로 완전 건조시켰다. 추출 수율은 추출 전 시료에 대한 추출물의 완전건고 후 중량 백분율로 계산하였으며, 각 추출물은 증류수를 가하여 일정농도로 조정된 후 생리활성 측정에 사용하였다.

이화학적 특성 분석

단감 동결건조 분말의 수분은 105°C 가열 건조법, 회분은 550°C 직접 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조섬유는 AOAC법(14)으로 측정하였다. 비타민 C는 5% metaphosphoric acid로 추출하여 2,4-dinitrophenyl hydrazine 비색법에 따라 정량하였다. 무기물은 시료에 진한 황산과 질산을 각각 10 mL씩 가하여 분해시킨 다음 Inductively Coupled Plasma(ICP, Optima 4300 DV, Perkin-Elmer Co., Phelps, NY, USA)로 분석하였다. 아미노산은 시료에 6 N-HCl 3 mL를 혼합한 후 질소가스로 충전하여 110±1°C의 heating block에서 24시간 가수분해 시켜 여과한 것을 감압 농축하였다. 이를 pH 2.2 sodium citrate 완충액에 재용해 시켜 아미노산 자동 분석기(Amino Acid Analyzer 835, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다.

총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량 측정

총 페놀화합물 함량은 Folin-Denis법(15)에 따라 동결건조 된 단감의 물 및 에탄올 추출물 1 mL에 Foline-Ciocalteu 시약 및 10% Na₂CO₃용액을 각 1 mL씩 차례로 가하여 실온에서 1시간 정치한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드는 Moreno 등(16)의 방법에 따라 추출물 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 및 1 M potassium acetate 0.1 mL, ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 단감 추출물 중의 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량은 표준물질로 각각 caffeic acid와 quercetin(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하여 얻은 표준검량선으로부터

계산하였다.

라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 동결건조 단감 추출물 100 µL에 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH, 5 mg/100 mL methanol) 100 µL를 혼합하여 실온에서 20분간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다(17). ABTS 라디칼 소거능은 7 mM의 ABTS[2,2-azinobis-(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulphonate)] 수용액 50 mL에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시켜 암실에서 12~16시간 동안 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 희석시킨 ABTS 용액 3 mL에 추출물 1 mL를 가하여 실온에서 10분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다(18). NO 라디칼은 5 mM sodium nitropruside 용액 0.5 mL에 추출물 0.5 mL 및 20 mM phosphate 완충용액 2 mL를 혼합한 후 25°C의 수욕상에서 150분간 반응시켰다. 여기에 Griess reagent[2% sulfanilamide-4% H₃PO₄:0.2% naphthylethylenediamide=1:1(v/v)] 0.5 mL를 가하여 542 nm에서 흡광도를 측정하였다(19). 라디칼 소거능(%)은 $[1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{대조구의 흡광도})] \times 100$ 으로 계산하였다.

환원력 측정

단감 추출물의 환원력은 일정농도의 추출물, 200 mM의 phosphate 완충용액(pH 6.6) 및 1% potassium ferricyanide 용액을 동량으로 혼합한 후 50°C의 수욕상에서 20분간 반응시킨 다음 10% TCA 용액 1 mL를 가하여 5,000 rpm에서 5분간 원심분리 하였다. 상정액을 1 mL 취하여 동량의 증류수 및 0.1% ferric chloride 용액을 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(20). 추출물의 환원력은 흡광도 값으로 나타내었다.

Tyrosinase 및 α-glucosidase 저해활성 측정

Tyrosinase 저해활성은 0.2 M phosphate 완충용액(pH 6.5) 2.3 mL에 2 mM L-tyrosine 용액 0.4 mL, 추출물 0.2 mL 및 tyrosinase(220 unit/mL, Sigma Co.) 0.1 mL를 차례로 혼합한 후 37°C에서 30분간 반응시켜 470 nm에서 흡광도(S_{OD})를 측정하였다(21). α-Glucosidase 저해활성은 0.1 M phosphate 완충용액(pH 6.8)에 용해한 2.5 mM의 p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside 100 µL, 0.2 unit/mL의 α-glucosidase 50 µL 및 추출물 50 µL를 혼합하여 37°C에서 20분간 반응시킨 다음 0.1 M NaOH 100 µL로 반응을 정지시킨 후 405 nm에서 흡광도(S_{OD})를 측정하였다(22). 각 효소 저해활성은 효소액을 첨가하지 않은 실험구의 흡광도(B_{OD}) 및 시료 무첨가구의 흡광도(C_{OD})를 각각 측정하여 다음의 식에 따라 저해활성을 계산하였다.

$$\text{Inhibition effect (\%)} = \left(1 - \frac{S_{OD} - B_{OD}}{C_{OD}}\right) \times 100$$

통계처리

반복 실험하여 얻은 결과는 SPSS 12.0 package를 사용하

Table 1. Chemical compositions of lyophilized sweet persimmons

Item	Whole fruit	Pulp	p-value
Moisture (%)	4.14±0.58 ¹⁾	3.55±0.38	0.228 ^{NS}
Ash (%)	8.01±0.1	5.23±0.3	0.002*
Crude lipid (%)	1.70±0.04	1.59±0.05	0.036*
Crude protein (%)	2.57±0.36	2.42±0.42	0.672 ^{NS}
Crude fiber (%)	14.41±1.12	3.73±0.88	0.000*
Vitamin C (mg%)	635.20±5.98	320.99±2.54	0.000*

¹⁾Each value represents mean±SD, n=3.

*Significantly different among the different sample by Student t-test at p<0.05.

NS: Not significant.

여 분산분석 하였으며, 결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료의 분석결과에 대한 유의성 검증은 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test 및 Student's t-test를 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 비타민 C

동결건조 된 단감의 전과 및 과육 중 수분, 회분, 조지방, 조단백질, 조섬유 및 비타민 C 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 수분과 조단백질 함량은 시료 간에 유의차가 없었으나, 회분, 조지방, 조섬유 및 비타민 C의 함량은 전과와 과육간의 유의적인 차이가 있었다. 즉, 동결건조 단감의 전과는 과육에 비해 회분이 약 1.5배, 조지방은 약 1.1배, 조섬유는 약 3.9배, 비타민 C는 약 2배정도 높게 정량되었는데, 모두 과피의 영향인 것으로 판단된다.

Choi 등(23)은 신선한 단감의 과피 및 과육의 회분 함량은 1%미만으로, 과피의 함량이 과육에 비해 약 1.1~1.8배 정도, 비타민 C의 함량은 2.97~7.1배 정도 더 높은 것으로 보고하였다. 동결건조 된 단감의 과피 중 회분은 2.38~3.49%, 조섬유는 8.93~15.02%로 보고된 바 있는데(24), 본 실험결과 단감 전과의 회분, 조섬유 및 비타민 C의 함량이 과육에 비해 높은 것은 상기 보고와 유사한 것으로 생각된다. 특히 감의 식이섬유소 함량은 생과의 경우, 전과는 1.5%, 과육은 1.3%로 과피를 제거한 과육의 섭취는 식이섬유소의 섭취를 제한할 수 있다는 보고도 있다(9,25).

무기물

동결건조 한 단감의 전과 및 과육 중 무기물 함량은 Table 2에 나타난 바와 같이 총 7종이 검출되었으며, 무기물 총량은 전과에서 1334.34 mg%, 과육에서 1183.41 mg%로 전과는 과육에 비해 약 1.1배 정도 높았다. 칼륨은 817.27~964.66 mg%로 가장 함량이 높아 총 무기물의 약 69.1~72.3% 정도였으며, 다음으로 Na> P> Ca> Mg의 순이었다. Choi 등(23)은 단감의 과피 및 과육 중 무기물 조성이 P> Ca> Na> Mg의 순이었으며, 특히 칼륨은 과피에서, 나트륨은 과육에서 유의적으로 높았다고 보고하였으며, 껍질의 무기물 조성

Table 2. Mineral compositions of lyophilized sweet persimmons (mg%)

Minerals	Whole fruit	Pulp
K	964.66±18.91 ¹⁾	817.27±10.27
Ca	89.85±1.36	83.35±0.29
Mg	26.47±0.64	27.57±0.30
Na	146.33±4.45	142.57±2.16
Fe	8.26±0.06	5.62±0.14
P	96.11±0.52	87.79±0.79
Se	2.66±3.46	2.82±2.88
Total	1334.34±29.40*	1183.41±16.83

¹⁾Each value represents mean±SD, n=3.

*Significantly different among the different sample by Student t-test at p<0.05.

도 본 연구결과와 유사하였다(26). 또한 전과에서 주된 무기물은 칼륨으로 254 mg% 정도였으며, Ca> Mg> Na의 순으로 함량이 높았으나, 이들의 함량은 모두 10 mg% 미만이었다는 보고도 있다(9). 더욱이 감의 과피와 과육을 비교한 결과에서도 과피 중 무기물 함량이 더 높은 것으로 확인되어(9), 본 실험에서 동결건조 단감의 전과 중 무기물 함량이 높은 것도 과피의 영향인 것으로 판단된다.

아미노산의 함량

동결건조 단감의 전과 및 과육의 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총 17종의 아미노산이 검출되었으며, 전과의 총 아미노산 함량은 5558.20 mg%였으며, 과육은 7722.69 mg%로 과육에서 약 1.4배 정도 높았다. 아미노산 조성은 전과에서 aspartic acid, 과육에서는 glutamic acid 함량이 가장 높았다. 필수아미노산인 valine, leucine, isoleucine, threonine, methionine, lysine 및 phenylalanine 등은 전과에서 2166.19 mg%로 총 아미노산에 대해 약 39%, 과육에서는 3328.13 mg%로 약 43%를 차지하였다. Kim 등(24)은 단감 과피 중 아미노산은 glutamic acid 및 aspartic acid의 함량이 높고 histidine 및 threonine의 함량이 낮았다고 보고하였으며, 과육에는 glutamic acid 및 aspartic acid의 함량이 높으며(10), 단감 중의 아미노산은 약 17종이 함유되었다는 보고(26)는 본 연구결과와도 잘 일치하였으며, 상기의 보고와 본 연구결과를 종합해 볼 때 단감의 맛은 과피보다 과육에 의해 결정되는 것으로 생각된다.

단감 추출물의 추출 수율, 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량

동결건조 된 단감의 전과 및 과육으로부터 물 및 에탄올 추출물을 제조하여 추출 수율, 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량을 측정하였다. 단감 물 및 에탄올 추출물에서 전과의 추출 수율은 14.69%와 26.08%, 과육은 17.77%와 22.58%로 에탄올 추출물의 수율이 물 추출물보다 높았으며, 물 추출물에서는 과육이, 에탄올 추출물에서는 전과의 수율이 다소 높았다(Fig. 1). 이러한 결과는 단감의 과피 중 카로티노이드 함량이 179.4~340.6 mg%(dry base)이었으며(24), 총

Table 3. Amino acid compositions in lyophilized sweet persimmons (% to total A.A)

Amino acid (A.A)	Whole fruit	Pulp
Monoamino acid & monocarboxylic A.A		
Glycine	5.90±0.06	5.48±0.05
L-Alanine	6.67±0.07	6.30±0.07
L-Valine	6.26±0.06	6.82±0.07
L-Leucine	7.96±0.09	8.39±0.08
L-Isoleucine	5.08±0.06	4.85±0.05
Monoamino-dicarboxylic A.A		
L-Aspartic acid	11.63±0.09	11.12±0.07
L-Glutamic acid	11.37±0.07	16.16±0.11
Hydroxy-A.A		
L-Serine	4.53±0.06	5.68±0.06
L-Threonine	5.33±0.05	5.86±0.05
Thio(sulfur)-containing A.A		
L-Cystein	0.14±0.00	0.19±0.00
L-Methionine	1.76±0.05	0.85±0.05
Diamino-monocarboxylic A.A		
L-Lysine	6.39±0.05	5.82±0.08
L-Arginine	11.10±0.09	7.60±0.08
L-Histidine	2.29±0.04	1.72±0.03
Aromatic A.A		
L-Phenylalanine	6.19±0.06	5.25±0.09
L-Tyrosine	2.60±0.03	1.75±0.03
Imino acid		
L-Proline	4.79±0.06	6.15±0.06
Total A.A content (mg%)	5558.20±34.01	7729.69±44.26*
EAA ²⁾ content (mg%)	2166.19±14.45	3328.13±23.15*
Rate of EAA to total A.A (%)	38.97±0.42	43.06±0.52

¹⁾Each value represents mean±SD, *n*=3.

²⁾Essential amino acids.

*Significantly different among the different sample by Student *t*-test at *p*<0.05.

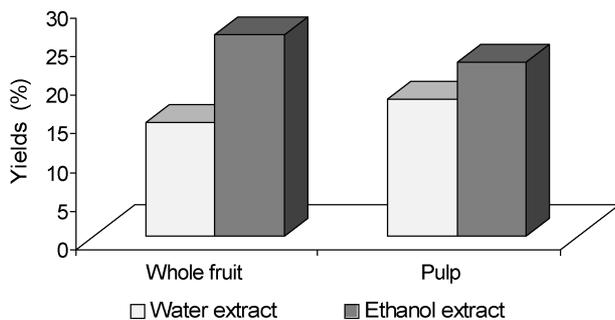


Fig. 1. Yields of water and 80% ethanol extracts from lyophilized sweet persimmon.

페놀화합물 및 플라보노이드 함량이 과육에 비해 과피에서 월등히 높았다는 보고(23)와 조지방과 조섬유의 함량이 전과에서 높았던 것(Table 1)으로 볼 때 이들 물질이 에탄올에 잘 용출되는 특성에 기인된 것으로 생각된다.

단감 추출물의 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량은 Table 4에 나타난 바와 같이, 총 페놀화합물 함량은 전과의 물 추출물(PW-W) 및 에탄올 추출물(PW-E)에서 각각 66.41 mg/g, 77.53 mg/g이었으며, 과육의 물 추출물(PP-W)

Table 4. Total phenolic and flavonoid contents in water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of lyophilized sweet persimmons (mg/g, dried extracts)

Sample code ¹⁾	Phenolic content	Flavonoid content
PW-W	66.41±1.38 ^{2)C}	11.81±0 ^{NS}
PW-E	77.53±0.62 ^D	11.86±0.02
PP-W	38.36±1.00 ^A	12.00±0.23
PP-E	40.64±0.30 ^B	11.90±0.27

¹⁾PW-W: water extract from whole persimmon, PW-E: ethanol extract from whole persimmon, PP-W: water extract from persimmon pulp, PP-E: ethanol extract from persimmon pulp.

²⁾Each value represents mean±SD, *n*=3.

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at *p*<0.05.

NS: Not significant.

은 38.36 mg/g, 에탄올 추출물(PP-E)은 40.64 mg/g이었다. 동결건조 단감의 총 페놀화합물 함량은 과육에 비해 전과에서, 물보다 에탄올 추출물에서 유의적으로 높게 정량되었으나, 플라보노이드 함량은 모든 시료에서 11.81~12.00 mg/g의 범위로 유의차가 없었다.

Choi 등(23)은 단감의 과피 및 과육 중 총 페놀화합물과 플라보노이드 함량을 측정된 결과 과피는 과육에 비해 총 페놀화합물 함량은 약 2.1~2.9배, 플라보노이드 함량은 1.9~2.9배 정도 높았다고 보고하였다. 본 실험에서는 물 추출물의 경우 전과는 과육에 비해 약 1.7배, 에탄올 추출물은 약 1.9배 정도 높아 Choi 등(23)의 보고와 유사하였다. 또한 동결건조 단감의 과피 중 총 페놀화합물 함량이 44.07~196.98 mg%(dry base)이며, 성숙기의 단감은 총 페놀화합물 함량이 감소된다고 보고된 바 있는데(24), Gorinstein 등(9)은 감 및 사과와 총 페놀화합물 함량을 전과, 과피 및 과육으로 각각 구분하여 측정된 결과, 과피> 전과> 과육의 순이었으며, 감에 함유된 페놀류로 gallic acid, *p*-coumaric acid 및 ferulic acid의 함량이 높아 이들에 의한 항산화 효능을 예상할 수 있다고 보고하였다.

라디칼 소거활성

동결건조 단감의 전과 및 과육 추출물로부터 DPPH, ABTS 및 NO 라디칼 소거활성을 측정된 결과는 Table 5, 6 및 7과 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 물 추출물보다는 에탄올 추출물에서 유의적으로 높았으며, 추출물의 농도가 125, 250, 500, 1,000 및 2,000 µg/mL일 때 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거활성은 점차 상승하였으나, 500 µg/mL 이상의 농도에서 유의차를 보였다. 1,000~2,000 µg/mL 농도에서 전과는 과육에 비해 유의적으로 높은 소거활성을 나타내었으며, 전과 및 과육의 에탄올 추출물을 2,000 µg/mL 첨가 시 60%이상의 소거활성을 보였을 뿐 그 외 실험구에서는 17.01~49.76%의 범위로 50% 미만이었다(Table 5). ABTS 라디칼 소거활성은 Table 6에 나타난 바와 같이, 모든 농도에서 추출물의 농도에 의존적으로 소거활성이 증가하였으며, 물 추출물에 비해 에탄올 추출물이 유의적으로 소거활성

Table 5. DPPH radical scavenging ability of water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of lyophilized sweet persimmons (%)

Sample code ¹⁾	Sample concentration (µg/mL)				
	125	250	500	1,000	2,000
PW-W	17.01 ± 2.88 ^{aA2)}	19.64 ± 1.85 ^{aA}	26.80 ± 3.16 ^{cbA}	39.40 ± 2.74 ^{cb}	49.76 ± 2.06 ^{db}
PW-E	25.91 ± 1.86 ^{aC}	29.99 ± 3.13 ^{abC}	32.30 ± 2.09 ^{bB}	41.72 ± 3.57 ^{cb}	61.38 ± 2.48 ^{dc}
PP-W	21.52 ± 0.50 ^{ab}	24.83 ± 0.90 ^{bB}	29.39 ± 2.79 ^{ab}	32.94 ± 2.46 ^{da}	42.37 ± 1.70 ^{ea}
PP-E	18.13 ± 1.43 ^{aA}	21.39 ± 1.48 ^{aA}	28.79 ± 2.37 ^{baB}	39.11 ± 3.49 ^{cb}	61.72 ± 2.93 ^{dc}

¹⁾Refer to the comment in Table 4.

²⁾Each value represents mean ± SD, n=3.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05.

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05.

Table 6. ABTS radical scavenging ability of water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of lyophilized sweet persimmons (%)

Sample code ¹⁾	Sample concentration (µg/mL)				
	125	250	500	1,000	2,000
PW-W	17.13 ± 2.40 ^{aAB2)}	20.17 ± 2.14 ^{ba}	29.17 ± 0.97 ^{cb}	34.01 ± 1.61 ^{db}	54.85 ± 1.89 ^{eb}
PW-E	17.67 ± 2.05 ^{aB}	25.80 ± 1.97 ^{bc}	36.55 ± 2.10 ^{cc}	50.50 ± 1.71 ^{dd}	73.25 ± 1.97 ^{ed}
PP-W	14.86 ± 1.21 ^{aA}	18.66 ± 0.58 ^{ba}	23.67 ± 2.09 ^{ca}	27.27 ± 1.46 ^{da}	37.10 ± 2.08 ^{ea}
PP-E	16.65 ± 1.13 ^{aAB}	23.44 ± 1.09 ^{bb}	27.88 ± 2.09 ^{cb}	46.99 ± 1.07 ^{dc}	62.85 ± 1.14 ^{ec}

¹⁾Refer to the comment in Table 4.

²⁾Each value represents mean ± SD, n=3.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05.

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05.

Table 7. Nitric oxide radical scavenging ability of water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of lyophilized sweet persimmons (%)

Sample code ¹⁾	Sample concentration (µg/mL)				
	125	250	500	1,000	2,000
PW-W	16.84 ± 0.50 ^{aA2)}	26.67 ± 2.18 ^{ba}	33.00 ± 2.01 ^{cb}	33.93 ± 1.68 ^{ca}	41.34 ± 0.48 ^{db}
PW-E	29.27 ± 2.87 ^{aC}	35.59 ± 1.80 ^{bb}	37.57 ± 2.26 ^{bc}	41.14 ± 0.15 ^{cb}	43.87 ± 1.19 ^{cb}
PP-W	19.17 ± 0.71 ^{aA}	25.35 ± 1.90 ^{ba}	28.97 ± 0.57 ^{ca}	32.28 ± 0.49 ^{da}	36.61 ± 0.56 ^{ea}
PP-E	23.94 ± 1.72 ^{ab}	26.60 ± 0.73 ^{aa}	31.69 ± 1.44 ^{baB}	33.15 ± 1.31 ^{ba}	37.56 ± 2.48 ^{ca}

¹⁾Refer to the comment in Table 4.

²⁾Each value represents mean ± SD, n=3.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05.

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05.

이 높았다. 특히, 전과의 에탄올 추출물(PW-E)은 1,000 µg/mL 이상 첨가 시, 물 추출물(PW-W)은 2,000 µg/mL 첨가 시, 과육 에탄올 추출물(PP-E)은 2,000 µg/mL 첨가 시에만 50% 이상의 소거활성이 있었다. NO 라디칼 소거활성은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성과 비슷한 경향이었으나, 2,000 µg/mL 농도에서도 50% 미만의 활성이었다. 전과에서는 125~1,000 µg/mL 농도 범위에서 에탄올 추출물이 유의적으로 소거활성이 높았으나, 과육에서는 추출 용매에 따른 유의차가 적었다(Table 7).

단감 과피 및 과육 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성은 과피에서 훨씬 우수하였으며, 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량에 기인한 것으로 보고되어 있다(23). 꾀감 및 생감 메탄올 추출물 중 DPPH 라디칼 소거활성은 각각 67.20% 및 64.09%로 꾀감에서 높았으며(27), 동결건조 단감의 전과를 분말화하여 요구르트에 첨가했을 때 DPPH 라디

칼 소거활성이 무첨가구에 비해 높았는데, 단감 중의 페놀 화합물에 의한 결과로 추정하여 단감 분말이 생리활성을 위한 소재로 활용가능성이 있다고 보고된 바 있다(28). ABTS 라디칼 소거활성은 DPPH 라디칼 소거활성과 상관성이 높으며 그 유효 물질은 페놀 화합물인 것으로 보고되어 있다(29). Nitric acid는 생체 내에서 과생산되어 산소와 반응하여 nitrite와 peroxy nitrite 이온을 생성하는데(30), 본 실험 결과 동결건조 단감 추출물은 시험관 내에서 산소와 경쟁적으로 반응하여 peroxy nitrite 이온의 생성을 저해하는 것으로 판단된다.

서로 다른 라디칼을 이용한 항산화 활성 측정에서 소거활성의 차이는 시료의 산화환원 및 라디칼의 화학 구조적 차이에 기인된다고 알려져 있다(31). 따라서 동결건조 단감의 전과 및 과육 추출물의 항산화 활성이 라디칼의 종류에 따라 다소 차이가 있으나, 전과는 과육에 비해 높은 항산화 활성

Table 8. Reducing power of water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of lyophilized sweet persimmons (Absorbance in 700 nm)

Sample code ¹⁾	Sample concentration ($\mu\text{g/mL}$)				
	125	250	500	1,000	2,000
PW-W	0.09 \pm 0.00 ^{aC2)}	0.08 \pm 0.01 ^{aC}	0.09 \pm 0.00 ^{aB}	0.15 \pm 0.00 ^{bD}	0.14 \pm 0.01 ^{bB}
PW-E	0.09 \pm 0.00 ^{aC}	0.10 \pm 0.00 ^{bD}	0.11 \pm 0.00 ^{cD}	0.13 \pm 0.00 ^{dC}	0.19 \pm 0.00 ^{eD}
PP-W	0.05 \pm 0.01 ^{aA}	0.05 \pm 0.00 ^{aA}	0.06 \pm 0.00 ^{bA}	0.10 \pm 0.00 ^{cA}	0.13 \pm 0.00 ^{dA}
PP-E	0.06 \pm 0.00 ^{aB}	0.06 \pm 0.00 ^{bB}	0.10 \pm 0.00 ^{cC}	0.12 \pm 0.00 ^{dB}	0.16 \pm 0.00 ^{eC}

¹⁾Refer to the comment in Table 4.

²⁾Each value represents mean \pm SD, $n=3$.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

을 보이는 바 단감의 과피 중에 유효 물질이 더 많다는 기존의 보고(9)와 일치하는 것으로 판단된다.

환원력

단감의 전과 및 과육 추출물이 Fe^{+3} 을 Fe^{+2} 으로 환원시키는 능력을 측정된 결과는 Table 8과 같으며, 전자를 제공하는 능력이 클수록 환원력이 증가되며, 흡광도 값이 상승하게 된다(32). 에탄올 추출물은 농도 의존적으로 유의적인 증가를 보여 125 $\mu\text{g/mL}$ 첨가구보다 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 첨가구에서 전과 에탄올 추출물(PW-E)은 2.1배, 과육 에탄올 추출물(PP-E)은 2.7배 정도로 과육 추출물에서 환원력의 증가폭이 컸으나, 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 첨가 시 전과(PW-W, PW-E)는 과육(PP-W, PP-E)보다 유의적으로 높은 환원력을 보였다.

시료의 존재 시 Fe^{+3} 에서 Fe^{+2} 로 환원하는 능력은 항산화 활성 정도를 측정할 수 있는데, 이때 reductones가 제공하는 수소원자가 유리 라디칼 사슬을 분해함으로써 환원력이 나타나게 된다(32). 따라서 시료의 환원력은 전자 공여를 통한 라디칼의 소거활성과 관련성이 높기 때문에 환원력은 DPPH 라디칼 소거활성과 비례적이며, 시료 중의 페놀 화합물의 함량에 의존적인 것으로 보고되어 있다(33).

Tyrosinase 저해활성

동결건조 단감 추출물의 tyrosinase 저해활성은 Table 9와 같다. 125~1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도 범위에서는 농도 증가에 따른 유의차가 적었으며, 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서는 추출물 간에 유의적인 차이는 보였으나, 전반적으로 40% 미만의 저해활성을 보였다. 500~2,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 단감 전과

(PW-W, PW-E)는 과육(PP-W, PP-E)보다 유의적으로 높은 저해활성을 보였다.

Tyrosinase는 피부 기저층에 존재하는 melanocyte에서 tyrosin 또는 dopa를 기질로 하여 피부 색소성분인 melanin의 생합성 과정에서 key enzyme의 작용을 하는데, 자외선에 의해 melanocyte가 활성화되며 이때 tyrosinase의 합성이 촉진됨으로써 melanin이 생성되어 표피 밖으로 나타나게 된다(34). 오미자의 성분 중 lignan은 페놀성 화합물의 일종인 phenylpropanoid의 이중체로 구성되어 있으며, 이 물질이 tyrosinase 저해활성에 관여하는 것으로 보고되어 페놀성 물질과 tyrosinase 저해활성의 관련성이 보고된 바 있다(35). An 등(36)은 800 $\mu\text{g/mL}$ 의 감잎 아세톤 추출물에서 21.65%의 tyrosinase 저해활성을 보고한 바 있으며, tyrosinase 저해 물질로는 hydroquinone, kojic acid, 4-hydroxyanisole 및 ascorbic acid 등이 알려져 있다(37). 따라서 단감 전과의 tyrosinase 저해활성은 총 페놀화합물뿐만 아니라 비타민 C(Table 1)도 밀접한 관련이 있을 것으로 추정된다.

α -Glucosidase 저해활성

동결건조 단감의 α -glucosidase 저해활성은 Table 10에 나타난 바와 같이, 농도 의존적으로 저해활성이 유의적으로 상승하였다. 1,000~2,000 $\mu\text{g/mL}$ 첨가 시에는 전과에서 과육에 비해 유의적으로 높았으며, 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 첨가 시에는 전과 에탄올 추출물(PW-E)이 50.64%로 저해활성이 가장 높았다.

해조류는 약 32~75% 정도의 식이섬유소를 함유하고 있

Table 9. Tyrosinase inhibitory activity of water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of lyophilized sweet persimmons (%)

Sample code ¹⁾	Sample concentration ($\mu\text{g/mL}$)				
	125	250	500	1,000	2,000
PW-W	25.74 \pm 1.42 ^{aC2)}	31.67 \pm 0.84 ^{bC}	33.14 \pm 0.75 ^{bcB}	34.44 \pm 1.87 ^{cC}	36.80 \pm 0.92 ^{dC}
PW-E	24.14 \pm 1.82 ^{aBC}	25.88 \pm 3.85 ^{aB}	31.35 \pm 1.17 ^{bB}	33.80 \pm 1.30 ^{bC}	39.91 \pm 1.26 ^{cD}
PP-W	15.54 \pm 2.21 ^{aA}	21.16 \pm 0.69 ^{bA}	24.52 \pm 1.19 ^{cA}	25.10 \pm 1.33 ^{cA}	28.06 \pm 1.35 ^{dA}
PP-E	21.81 \pm 1.53 ^{aB}	22.91 \pm 1.86 ^{aAB}	26.30 \pm 1.66 ^{bA}	28.39 \pm 0.87 ^{bcB}	30.38 \pm 0.68 ^{cB}

¹⁾Refer to the comment in Table 4.

²⁾Each value represents mean \pm SD, $n=3$.

^{a-d}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

Table 10. α -Glucosidase inhibitory activity of water and ethanol extracts from whole fruit and pulp of lyophilized sweet persimmons (%)

Sample code ¹⁾	Sample concentration ($\mu\text{g/mL}$)				
	125	250	500	1,000	2,000
PW-W	8.99 \pm 0.26 ^{aA2)}	12.87 \pm 0.86 ^{bA}	24.42 \pm 3.02 ^{cA}	30.06 \pm 1.91 ^{dA}	40.47 \pm 2.19 ^{eB}
PW-E	16.99 \pm 1.50 ^{aC}	26.88 \pm 2.27 ^{bC}	32.06 \pm 1.02 ^{cB}	41.63 \pm 1.33 ^{dC}	50.64 \pm 1.06 ^{eD}
PP-W	11.51 \pm 1.14 ^{aB}	16.69 \pm 2.74 ^{bB}	25.08 \pm 1.51 ^{cA}	29.55 \pm 2.65 ^{dA}	37.17 \pm 1.98 ^{eA}
PP-E	27.93 \pm 2.30 ^{aD}	33.31 \pm 2.87 ^{bD}	37.21 \pm 2.99 ^{cC}	38.79 \pm 1.75 ^{cB}	45.05 \pm 2.49 ^{dC}

¹⁾Refer to the comment in Table 4.

²⁾Each value represents mean \pm SD, $n=3$.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

어 위 내용물의 체류시간을 연장하고 흡수억제 작용을 함으로써 당내성을 증가시키는 것으로 보고되어 있으며(38), 와송 추출물은 시료 중의 총 페놀화합물과 플라보노이드 함량에 의해 항당뇨 활성이 나타나는 것으로 보고된 바 있다(39,40). 일반적으로 수종의 식물에서 유래한 폴리페놀성 물질의 α -glucosidase 저해활성은 당뇨병의 치료약제로 사용되고 있는 acarbose 및 voglibose와 유사한 것으로 보고되어 있으며(41), 꽃감과 생감의 메탄올 추출물에서도 각각 64.51%와 80.54% 정도의 α -glucosidase 저해활성이 보고된 바 있다(28). 따라서 본 연구 결과 단감 추출물의 α -glucosidase 저해활성은 시료 중의 섬유소 및 페놀 화합물의 함량과 관련성이 높을 것으로 생각된다.

식물류의 페놀 화합물과 무기물은 일반적으로 동맥경화와 심혈관 질환의 예방에 효과적인 것으로 알려져 있는데(42), 단감의 전과는 고지혈증 흰쥐의 체내 지질개선에 효과적이었으며, 식이섬유소와 페놀 화합물에 기인된 결과인 것으로 보고되어 있다(11). 이상의 결과에서 동결건조 된 단감의 전과는 과피와 과육이 공존된 것으로 과육보다 항산화 활성, tyrosinase 및 α -glucosidase 저해활성이 더욱 높은 것으로 확인되었다. 따라서 단감의 2차 가공 시 과피를 함께 이용하는 것은 과피의 폐기로 인한 문제 감소와 영양소 및 기능성 증진 효과를 얻을 것으로 기대된다.

요 약

단감의 이용성을 증대하기 위하여 전과와 과육을 각각 동결건조한 후 이화학적 특성 및 생리활성을 비교하였다. 섬유소, 비타민 C 및 무기물 함량은 전과에서 높았으나, 아미노산의 함량은 과육에서 약 1.4배 정도 높았다. 동결건조 된 단감의 물 및 에탄올 추출물 중 총 페놀화합물은 전과에서 유의적으로 높았으나, 플라보노이드 함량은 유의차가 없었다. 추출물의 농도를 달리하여 생리활성을 비교한 결과, 물 추출물보다는 에탄올 추출물, 과육에 비해 전과에서 활성이 높았다. 특히, ABTS, NO 라디칼 소거능, 환원력 및 tyrosinase 저해활성은 모든 농도에서 전과가 과육에 비해 유의적으로 높았다. 따라서 단감 가공 시 전과의 이용은 섬유소

및 비타민 C의 섭취량뿐만 아니라 생리활성의 증가에도 유효할 것으로 예상되었다.

문 헌

1. Young CT, How JSL. 1986. Composition and nutritive value of raw and processed fruits. Commercial fruit processing. 2nd ed. Avi Publishing Co, Westport, CT, USA. p 531-564.
2. Uchida S, Nishioka I, Niwa M, Ozaki M. 1987. Condensed tannins scavenge active oxygen free radical. *Med Sci Res* 15: 831-835.
3. Kim JK, Kim KS. 1982. Studies on the chemical constituent of the persimmon leaf. *Thesis Collection* (Sangsu National Polytechnic Univ) 21: 95-97.
4. Lee SJ. 1983. *Illustrated botanical list*. Komunsa, Seoul, Korea. p 1016.
5. Choi C. 2000. Studies on investigation into biologically activated substances from Korean persimmon leaves and developing high function beverages. Report of ministry of agriculture and forestry. Gwacheon, Korea. p 149-150.
6. Kotani M, Matsumoto M, Fujita A, Higa S, Wang W, Suemura M, Kishimoto T, Tanaka T. 2000. Persimmon leaf extract and astragaloside inhibit development of dermatitis and IgE elevation in NC/Nga mice. *J Allergy Clin Immunol* 106: 159-166.
7. Funayama S, Hikino H. 1997. Hypotensive principles of *Diospyros kaki* leaves. *Chem Pharm Bull* 27: 2865-2868.
8. Song HS, Lee HK, Kang MH. 2000. Antimutagenic effects of persimmon leaf tea extract (PLTE) in mice using micronucleus induction (MN) test. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 881-887.
9. Gorinstein S, Zachwieja Z, Foltá M, Barton H, Piotrowicz J, Zemser M, Weisz M, Trakhtenberg S, Martin-Belloso O. 2001. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *J Agric Food Chem* 49: 952-957.
10. Moon KD, Kim JK, Kim JH, Oh SL. 1995. Studies on valuable components and processing of persimmon flesh and peel. *Korean J Dietary Culture* 10: 321-326.
11. Gorinstein S, Kulasek GW, Bartnikowska E, Leontowicz M, Zemser M, Morawies M, Trakhtenberg S. 1998. The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity of rat fed cholesterol. *J Nutr Biochem* 9: 223-227.
12. Kawase M, Motohashi N, Satoh K, Sakagami H, Nakashima H, Tani S, Shirataki Y, Kurihara T, Spengler G, Wolfard K, Molnar J. 2003. Biological activity of persimmon (*Diospyros kaki*) peel extracts. *Phytotherapy Res* 17: 495-500.

13. Kim YJ, Kim BK. 2005. Effect of dietary persimmon peel powder on physico-chemical properties of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 39-44.
14. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Patricia C, ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA. Vol 2, Chapter 26, p 36.
15. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
16. Moreno MIN, Isla MI, Sanpietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
17. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
18. Re R, Pellegrini N, Pannala A, Yang M, Rice EC. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
19. Song HS, Moon KY. 2006. *In vivo* antioxidant activity profiles of β -glucans isolated from yeast *Saccharomyces cerevisiae* and mutant *Saccharomyces cerevisiae* IS2. *Food Sci Biotechnol* 15: 437-440.
20. Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction: Antioxidant activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J Nutr* 44: 307-315.
21. Yagi A, Kanbara T, Morinobu N. 1986. The effect of tyrosinase inhibition for aloe. *Planta Med* 3981: 517-519.
22. Choe M, Kim DJ, Lee HJ, You JK, Seo DJ, Lee JH, Chung MJ. 2008. A study on the glucose regulating enzymes and antioxidant activities of water extracts from medicinal herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 542-547.
23. Choi JH, Lee EY, Kim GJ, Park IH, Kim JS, Choi GB, Jung SG, Ham YS. 2006. Physicochemical properties and physiological activities of Ulsan sweet persimmon peel · flesh according to cultivars. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 309-314.
24. Kim SK, Lim JH, Kim YC, Kim MY, Lee BW, Chung SK. 2005. Chemical composition and quality of persimmon peels according to cultivars. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 70-76.
25. Marlett JA. 1992. Content and composition of dietary fiber in 117 frequently consumed foods. *J Am Diet Assoc* 92: 175-186.
26. Im JS, Lee MH. 2007. Physicochemical compositions of raw and dried Wolha persimmons. *Korean J Food Preserv* 14: 611-616.
27. Hong JH, Kim HJ, Choi YH, Lee IS. 2008. Physiological activities of dried persimmon, fresh persimmon and persimmon leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 957-964.
28. Cho YS, Cha JY, Kwon OC, Ok M, Shin SR. 2003. Preparation of yogurt supplemented with sweet persimmon powder and quality characteristics. *Korean J Food Preserv* 10: 175-181.
29. Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723-727.
30. Sainani GS, Manika JS, Sainani RG. 1997. Oxidative stress: a key factor in pathogenesis of chronic disease. *Med Update* 1: 1.
31. Gardner PT, McPhail DB, Duthie GG. 1998. Electron spin resonance assessment of the antioxidant potential of teas in aqueous and organic media. *J Sci Food Agric* 76: 257-262.
32. Kumaran A, Karunakaran RJ. 2007. *In vitro* antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT* 40: 344-352.
33. Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne J, Dommes J. 2009. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chem* 113: 1126-1233.
34. Jeon TW, Jo C, Kim KH, Byun MW. 2002. Inhibitory effect on tyrosinase and xanthine oxidase and nitrite scavenging activities of *Schizandrae fructus* extract by gamma irradiation. *Korean J Food Preserv* 9: 369-374.
35. Choi SW, Kim HJ. 1998. Inhibition of tyrosinase activity by polyphenols of chestnut leaf. *HSJAS* 6: 321-327.
36. An BJ, Bae MJ, Choi HJ, Zhang YB, Sung TS, Choi C. 2002. Isolation of polyphenol compounds from the leaves of Korean persimmon (*Diospyrus kaki* L. Folium). *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 212-217.
37. Ando S, Ando O, Suemoto Y, Mishima Y. 1993. Tyrosinase gene transcription and its control by melanogenetic inhibitor. *J Invest Dermatol* 100: 150-155.
38. Cho YJ, Bang MA. 2004. Hypoglycemic and antioxidative effects of dietary sea-tangle extracts supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 37: 5-14.
39. Lee SJ, Seo JK, Shin JH, Lee HJ, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger) according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 605-611.
40. Zhang GF. 2008. Anti-diabetic potential of *Orostachys japonicus* in streptozotocin induced diabetes mellitus rats. *MS Thesis*. Gyeongsang National University, Korea.
41. Matsui T, Ueda T, Oki T, Sugita K, Terahara N, Matsumoto K. 2001. α -Glucosidase inhibitory action of natural acylated anthocyanins. 1. Survey of natural pigments with potent inhibitory activity. *J Agric Food Chem* 49: 1948-1951.
42. Hertog MGL, Feskens EJM, Hollman PCH, Katan MB, Kromhouy D. 1993. Dietary antioxidant flavonoid and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 343: 1007-1009.

(2010년 7월 5일 접수; 2010년 8월 3일 채택)