

추출 용매를 달리한 한국산 배(*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka) 과피의 생리 활성

박지수 · 한인화*

광주여자대학교 식품영양학과

Effect of Extraction Solvent on the Physiological Properties of Korean Pear Peel (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka)

Ji-Su Park and Inhwa Han*

Department of Food and Nutrition, Kwangju Women's University

Abstract The effect of the extraction solvent on the physiological properties of the peel of the Korean pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka) was evaluated. The total phenol content was highest in the 80%(wt) methanol extract, whereas flavonoid content was highest in the 80% ethanol extract. The antioxidant activities of the extracts were evaluated using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging abilities, and their reducing power. The water and 80% methanol extracts of the pear peel had highest DPPH and ABTS radical scavenging activities, and reducing power, respectively. The inhibition of α -glucosidase was highest in the 80% methanol extract, and alcohol dehydrogenase activity was highest in the water extract. All three extracts had similar antimicrobial activity. Because water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts exhibited high activities in different assays of physiological properties, each solvent could be used for specific purposes.

Keywords: pear peel, phenol compounds, antioxidant activity, α -glucosidase, alcohol dehydrogenase

서 론

최근 다양한 과일들의 과피에 풍부한 생리활성 물질이 함유되어 있다는 많은 연구결과가 발표되었고, 대표적으로 사과, 귤, 포도 등의 과피에 유용한 성분이 다량 함유되어 있다고 보고되었다(1-8). 또한 요즘 주요문제가 되고 있는 쟁점 중 하나가 음식물 쓰레기이기 때문에 쓰레기로 버려지는 과일 껍질의 활용을 증대시키는 하나의 방안으로써 과피를 이용한 스낵, 음료, 주류 등이 개발되고 있다(9,10). 실제로 10-32%를 차지하는 껍질부위에 각종 기능성 성분이 더 풍부하게 함유되어 있다는 연구결과가 계속해서 발표되고 있다(7,8,11-19).

과피에는 다양한 생리활성 물질이 다량 존재하는 것으로 알려져 있으며, 대표적으로 사과 과피에 포함된 기능성 성분 연구들이 많이 보고되었고(20-22), 그 외에도 머루 과피 추출물의 항산화 활성탐색(23), 포도, 키위, 오렌지 등 다양한 과일 껍질의 비타민 C, 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 항산화 활성(11)에 대한 연구가 보고되었다. 비타민함량과 갈변방지, 항산화효과와 관련 있는 polyphenol oxidase 활성도 과피에서 많은 함량을 보인 것으로 나타났다(24). 또한, 과피의 이러한 생리활성 물질은 천연항산화제로써 잠재적인 기능을 가지는 것으로 최근 주목받고 있으며(25,26) 주로 페놀 화합물을 함유하고 있다(27).

페놀 화합물은 암, 당뇨, 심혈관 질환, 신경변성 질환, 그 외에 다른 질병과 같은 다양한 질병을 예방하는데 유익한 효과를 주는 역할을 하며, 천연항산화제로써 중요한 인자가 된다(27). 천연 폴리페놀 화합물에는 flavonoid, chlorogenic acid, arbutin, lignan, lignin, tannin 등이 있고(28) 항암물질로써 만성질환을 예방하는데 도움을 주는 것으로 알려져 있다(29,30). 페놀 화합물과 더불어 플라보노이드는 다양한 식물, 채소, 과일 껍질 등 폭넓은 범위에 존재하는 황색 색소를 가지는 성분으로 페닐기 2개가 C₃ 사슬을 매개로 하여 탄소 골격구조를 갖는 페닐화합물을 말한다(31). 플라보노이드계 화합물은 항균작용, 항암작용, 항염증작용, 항알레르기 등 다양한 생리활성 기능이 인체 내에서 모든 질병의 원인이 되는 산화작용을 억제하는 효과를 가진 것으로 알려져 있다(32).

또한, 페놀 화합물과 함께 대표적으로 사용되는 항산화 물질에는 ascorbic acid, tocopherol, carotenoid, trolox 등이 있으며, 이러한 항산화 물질들은 산화를 감소시키거나 예방함으로써 생체기능의 악화를 지연시키고 방어하는 데 중요한 역할을 한다(33). 다양한 생체기능의 대사처리동안 생성되는 Reactive oxygen species (ROS)는 DNA 변이, 세포막 손상, 단백질 산화와 같은 생체기능을 악화시키고 free radical을 포함하는 모든 유기체에서 생성되는 유해물질로써, 다양한 성인병과 노화를 가속화시키는 원인이 되는데 페놀 화합물이 이러한 ROS 화합물을 제거하는 것으로 보고되었다(34). 따라서 암, 동맥경화증, 심장병 등의 만성질환으로부터 예방하는 효과를 가진다고 추정되어진다(25).

페놀 화합물은 항산화 작용 외에도 폴리페놀이 포도당을 소장으로 운반하여 α -glucosidase를 저해함으로써 상승하는 포도당을 지연시켜 제 2형 당뇨를 조절하도록 하며(35), 많은 연구에서 폴리페놀류가 항당뇨에 효과가 있다고 보고하였다(35-40).

배는 배나무과속(*pyrus*)에 속하며, 사과, 귤, 포도 다음으로 중

*Corresponding author: Inhwa Han, Department Food & Nutrition, Kwangju Women's University, Gwangju 506-713, Korea
Tel: 82-62-950-3718
Fax: 82-62-950-3958
E-mail: ihhan@kwu.ac.kr
Received November 7, 2014; revised February 2, 2015;
accepted February 9, 2015

요한 과일이다(8). 현재 국내에서 재배되고 있는 종을 포함해 30여 종이 분포되어 있지만, 주로 일본배(*P. pyrifolia* N.), 중국배(*P. ussuriensis* M.), 서양배(*P. communis* L.)로 크게 구별된다. 배 품종은 1970년대부터 신고배의 재배면적이 급증하기 시작하였고, 1997년에는 72%로 증가하였다(41). 배의 가식율은 80~82%이며, 비가식율은 18~20% 정도이다(42). 예로부터 배의 과육부위는 가래, 기침, 숙취, 해열, 배변 등에 쓰여졌고, 껍질은 부스럼이나 피부질환에 사용되어 왔다(42). 배는 당, 아미노산, 비타민 C가 풍부한 과일로 이러한 영양소의 좋은 공급원이며(43), 다양한 생리학적 효과와 페놀 화합물, 플라보노이드 등과 같은 유용한 화합물을 포함하고 있다(28).

배의 기능성에 대한 최근 연구들에 의하면 배의 총 페놀성 화합물 함량이 과피>과심>과육의 순으로 높았고(44), 배의 과육보다 과피에 약 2-9배 가량의 페놀이 포함되어 있다고 보고된 바 있다(45). 또한 배의 주요 페놀 화합물로는 chlorogenic acid가 잘 알려져 있으며(28), 이 외에도 Zhang 등(36)은 신고배에서 (+) 카테킨(catechin), (+) 갈로카테킨(gallocatechin), (-) 에피갈로카테킨(epigallocatechin), 프로시아니딘 B-3-3-O-갈레이트(procyanidin B-3-3-O-gallate)를 동정한 연구결과를 보고하였다. Park 등(46)은 5가지 품종(백운배, 충실배, 산돌배, 돌배, 추황배)을 ethanol로 추출하였을 때, 충실배에서 가장 높은 수치를 보였으며, 페놀은 항산화능을 가지고 있고, 암과 심혈관 질환으로부터 보호하는 역할을 한다고 보고하였다. Lee 등(47)은 신고배가 알코올 분해능 활성을 2-3배 증가시킨다는 연구결과를 발표하였다. Kim과 Na(48)는 Streptozotocin을 처리한 쥐에 배의 페놀성 물질이 혼합된 식이를 제공하였을 때, 고혈당이 억제되고, blood urea nitrogen과 Blood creatinine이 증가되는 것을 억제한다고 보고하였다.

이러한 기능성을 가진 배 과피에 대해 본 연구에서는 전남 나주 지역의 대표 과일인 신고배를 대상으로 배 과피를 분리해내어 건조시켜 분쇄한 후, 추출용매에 따른 배 과피의 생리 활성을 비교하기 위한 기본 연구로 물, 80% ethanol, 80% methanol로 추출하여 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 항산화 효과, α -glucosidase 저해효과, 알코올 분해능 활성, 항균 효과를 조사하여 배 껍질의 기능성을 규명하고 이용을 증대할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 배는 시중에 판매되고 있는 전남 나주 신고배(*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka)를 구입하여 사용하였다. 실험에 사용된 시약인 trolox, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), Tris solution, α -glucosidase (AGH), phosphate buffer solution (1.0 M), alcohol dehydrogenase (ADH)와 *p*-nitrophenyl α -D-glucopyranoside는 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다. Ethanol은 Fisher Scientific (St. Louis, MO, USA), methanol은 Burdick & Jackson (Honeywell International Inc., Muskegon, MI, USA), NaCl은 Amresco (Solon, OH, USA), tryptic soy broth (TSB)는 Difco Laboratories Inc. (Detroit, MI, USA), agar는 LAB M (Bury, Lancashire, UK)에서 구입하여 사용하였다. 10 mm filter paper는 Advantec (Tokyo, Japan), sodium pyrophosphate, phosphoric acid는 Samchun chemicals (Pyeongtaek, Korea)에서 구입하였고, β -nicotinamide adenine dinucleotide hydrate (β -NADH), bovine serum albumine (BSA)은 Acros organics (Geel, Belgium)에서 구입하여 사용하였다.

배 추출물 제조

배를 수세한 후 필러를 이용해 과피 1.5 mm의 일정한 두께로 잘라내고 두께가 얇은 가장자리는 절단한 후 시료로 사용하였다. 일정한 두께로 절단된 과피는 열풍건조기를 이용하여 6시간 동안 60°C에서 건조시켜 분쇄기(HMF-3010S, Hanil Corporation, Seoul, Korea)로 분쇄하였다. 분쇄된 시료는 물, 80% ethanol, 80% methanol로 3번 추출하여 진공농축기에서 농축시켜 수율을 산출하였다. 추출 시료는 -18°C에 저장하고 실험 시 각 추출 용매에 용해하여 실험에 사용하였다.

총 페놀 함량 측정

총 페놀함량은 Rhee 등(49)의 방법을 따랐으며, 시료 추출물은 10배 희석하여 실험에 사용하였다. 2% Na_2CO_3 20 mL에 시료 추출물 0.2 mL을 첨가하고 2분 후, 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL을 혼합하여 30분 동안 반응시킨 다음, 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 quercetin을 사용하였으며 총 플라보노이드 함량 측정과 같이 표준물질의 표준곡선으로부터 총 페놀 함량(mg QE/mL)을 계산하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 각각의 시료 0.2 mL, diethylene glycol 2 mL, 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하여 37°C에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 quercetin을 사용하였으며 표준물질의 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량(mg QE/mL)을 계산하였다(50).

DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능 활성은 Burits와 Bucar(51)에 의한 방법을 변형하여 측정하였고, 표준물질 trolox (10 mg/mL)를 이용하여 표준곡선을 구하였다. 시료추출물 0.5 mL과 DPPH 용액을 5 mL을 섞어 30분 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 이 과정을 3번 반복하였다.

ABTS radical 소거능 측정

ABTS radical 소거능은 Pellegrin 등(52)의 방법에 의해 측정하였다. 7 mM 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS)와 140 mM $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 을 5 mL:88 μL 로 섞어 암실에서 14-16시간 방치시켰다. 이를 absolute ethanol로 희석하여 734 nm에서 흡광도 값이 0.7 ± 0.002 가 되도록 조절한 ABTS solution을 제조하여 사용하였다. 시료용액 150 μL 와 ABTS solution 3 mL를 30초 동안 섞은 후 2분간 원심분리하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 DPPH radical 소거 활성과 같이 trolox를 사용하여 표준곡선을 구하였다.

환원력 측정

환원력 측정은 Oyaizu(53)의 방법을 수정하여 사용하였다. 시료 추출물 100 μL 에 0.2 M phosphate buffer 500 μL , 1% potassium ferricyanide 500 μL 를 첨가한 후, 50°C에서 20분간 반응시켰다. 10% trichloroacetic acid 2.5 mL을 혼합하고 650 rpm에서 10분 원심분리하였다. 상층액 500 μL 에 증류수 500 μL 와 1% ferric chloride 100 μL 를 가한 후, 700 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질은 quercetin을 사용하였다.

α -Glucosidase 저해효과

항당뇨 활성은 AGH 저해효과 측정법에 따라 측정하였다(54).

200 unit AGH를 100 mM NaCl를 포함한 50 mM phosphate buffer (pH 7.0)에 녹여 enzyme solution으로 사용하였다. 시료 10 μ L에 enzyme solution 40 μ L를 5분간 반응시킨 후 0.7 mM p-nitrophenyl α -D-glucopyranoside를 포함하는 50 mM phosphate buffer를 반응액에 950 μ L 첨가하여 다시 15분간 반응시켰다. 그 후, 0.5 M Tris 용액 1 mL를 첨가하고 400 nm에서 흡광도를 측정하였다. AGH 저해활성은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{AGH 저해활성(\%)} = \{1 - (A/B)\} \times 100$$

A: 시료의 흡광도

B: 대조구의 흡광도

알코올 분해능 활성

알코올 분해능 활성을 측정하기 위하여 50 mM sodium pyrophosphate buffer (pH 8.8) 1.3 mL과 15 mM β -NADH 1.5 mL을 혼합한 후 95% ethanol 0.1 mL을 첨가하였다. 여기에 시료 0.1 mL과 0.1% BSA에 녹인 0.75 unit/mL ADH 용액 0.1 mL을 첨가한 후 5분간 340 nm에서 흡광도를 측정하였고, 알코올 분해능 활성은 다음 식에 따라 계산하였다(55).

$$\text{ADH activity (\%)} = (B/A) \times 100$$

A: 대조구의 최대흡광도

B: 실험구의 최대흡광도

항균 활성 실험

신고배 껍질의 항균 활성을 측정하기 위하여 그람 양성균인 *Bacillus cereus*, 그람 음성균인 *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* 세 가지 균을 이용하였다. 먼저 사용할 균을 계대배양하여 활성화시킨 후 각 균주용 tryptic soy broth (TSB) 액체배지에 접종하여 24시간동안 배양시켰다. 멸균된 1차 고체배지를 15 mL씩 분주하여 응고시킨 후, 그 위에 균액을 섞은 2차 고체배지를 부여주었다. 2차 고체배지가 gel상태가 되면 그 위에 10 mm paper disc를 올려놓고 고체배지가 완전히 응고될 때까지 기다렸다. Paper disc에 시료 200 μ L씩 흡수시킨 다음 균주의 최적 배양온도에서 24시간 배양하여 disc 주변에 형성된 clean zone의 크기(mm)를 측정하였다. 이 때, control은 각각의 용매를 사용하여 항균활성을 비교하였다(56).

통계처리

본 연구의 실험결과는 3반복하여 얻은 값을 평균 \pm 표준편차로 나타냈으며, 각 시료의 추출물에 대한 유의성을 검사하기 위해 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 의 유의수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

용매를 적용한 배 과피 추출물의 추출수율

배 과피를 일정한 두께로 분리하여 열풍건조기에서 건조시킨 후, 분쇄기로 분쇄하여 물, 80% ethanol, 80% methanol로 추출하였다. 배 과피 추출물의 추출수율은 Table 1에 나타냈으며, 세 가지 용매 중 80% ethanol 추출물의 수율이 60%로 가장 높았고, 그 다음이 80% methanol 추출물로 50%, 물 추출물의 수율이 40%로 가장 낮게 나타났다. 80% ethanol 추출물이 배 과피의 경우 가장 높은 추출수율을 보이는 것으로 기대된다.

Table 1. Extraction yields of pear peel¹⁾

Sample	Extraction yields (%)
Water extract	40 \pm 0.00
80% Ethanol extract	60 \pm 0.00
80% Methanol extract	50 \pm 0.00

¹⁾All measurements were done triplicate, and values are average of three replication.

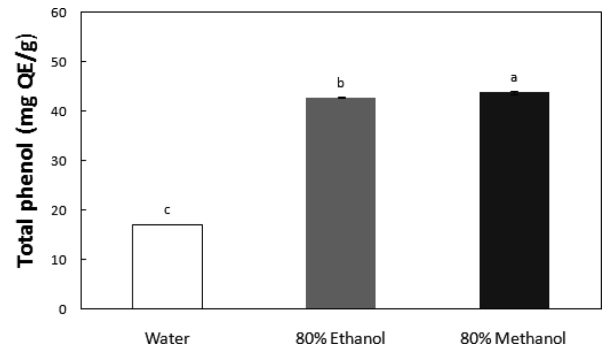


Fig. 1. Total phenol contents of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). All measurements were done in triplicate, and values are average of three replication. All measurements with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

총 페놀 함량

총 페놀에 대한 각 용매 추출물의 결과는 Fig. 1에 나타냈으며, 표준물질로 quercetin을 사용하여 표준검량선을 구하였다. 물, 80% ethanol, 80% methanol을 사용해 3회 반복 추출하여 얻은 추출물로 총 페놀 함량을 측정된 결과, 각각 17.10, 42.77, 43.76 mg QE/g의 값을 나타냈으며, 80% methanol 추출물과 80% ethanol 추출물에서 유의적인 차이를 보였다. 80% methanol 추출물과 80% ethanol 추출물은 물 추출물에 비해 약 3배 정도 높은 값이 나타나 물보다 80% ethanol과 80% methanol이 페놀 화합물 추출에 더 적합한 용매로 보였다. Koh 등(57)의 연구결과에서도 석류씨를 물과 80% ethanol로 추출하였을 때, 물 추출물보다 80% ethanol 추출물에서 더 높은 총 페놀 함량이 측정되어 본 실험결과와 일치하는 경향을 보였다.

총 플라보노이드 함량

플라보노이드 함량에 대한 각 용매 추출물의 결과는 Fig. 2와 같으며, 표준물질로 quercetin을 사용하여 표준검량선을 구하였다. 물, 80% ethanol, 80% methanol 추출물에서 각각 12.63, 28.51, 27.80 mg QE/g의 값을 나타냈으며, 80% ethanol 추출물과 80% methanol 추출물에서 유의적인 차이를 보였고, 물 추출물에 비해 약 2배 정도 높은 값을 나타냄을 확인할 수 있었다. 세 가지 용매에서 80% ethanol, 80% methanol, 물 순으로 높은 값을 나타내었다. Lee 등(11)은 11가지 과일(*Citrus sinensis*, *Actinidia chinensis*, *Actinidia chinensis*, *Citrus unshiu*, *Cucumis melo* L., *Musa sapientum* L., *Malus domestica*, *Vitis vinifera* L., *Pyrus pyrifolia*, *Prunus spp.*, *Prunus persica*)의 과피를 대상으로 80% ethanol로 추출하여 플라보노이드 함량을 측정하였다. 그 결과 11가지 과일 중 한국 배(*Pyrus pyrifolia*)의 과피에서 본 실험결과와 유사한 결과치(28.1 \pm 0.4 mg QE/g dw)를 확인할 수 있었고, 총 페놀 함량

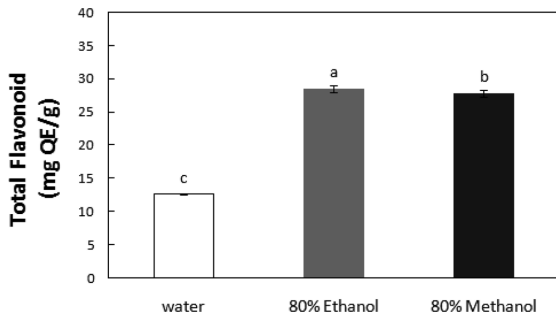


Fig. 2. Total flavonoid contents of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). All measurements were done in triplicate, and values are average of three replication. All measurements with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

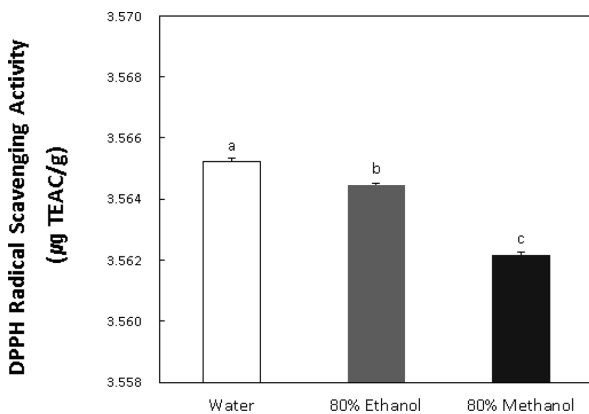


Fig. 3. DPPH radical scavenging activities of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). All measurements were done in triplicate, and values are average of three replication. All measurements with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

측정에서와 같이 물로 추출했을 때 보다, 80% ethanol, 80% methanol의 유기용매로 추출하였을 때, 더 높은 수치를 나타냈다.

DPPH와 ATBS Radical 소거능

3가지 용매를 사용해 배 과피를 추출하여 DPPH radical 소거능 활성을 측정한 결과는 Fig. 3에 제시한 바와 같으며, 표준물질은 trolox를 사용해 표준검량곡선을 구하였다. 항산화능의 주요 반응은 superoxide radical, hydroxyls, peroxides와 같은 ROS 반응으로 야기되는 손상을 예방하는 것이다(25). 이러한 반응을 확인하기 위해 DPPH radical 소거능 방법을 사용하였다. 이 방법은 페놀성 물질이 free radical을 제거하는 기능을 할 때의 지표를 측정하는 것으로 radical 소거 활성이 증가되면 항산화 효과가 좋은 것으로 판단하는 것이 특징이며, DPPH의 소거활성과 유의적인 상관관계를 보고 항산화 화합물의 free radical 소거 활성을 평가한다(11,58).

물, 80% ethanol, 80% methanol로 배 과피를 추출하여 DPPH radical 소거활성 결과를 보았을 때, 물, 80% ethanol, 80% methanol 추출물 순으로 각 3.565, 3.564, 3.562 Mg TEAC/g의 결과가 나타났으며, 각 용매사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. 이

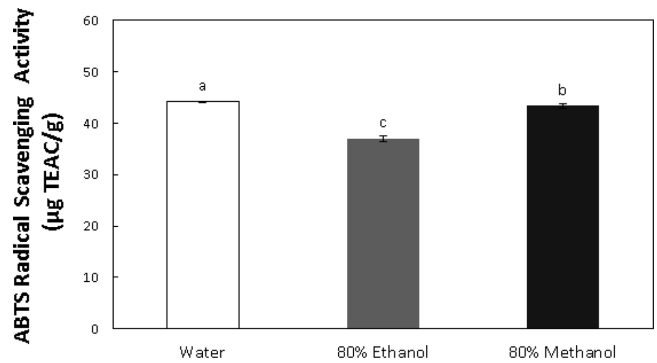


Fig. 4. ABTS radical scavenging activities of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). All measurements were done in triplicate, and values are average of three replication. All measurements with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

러한 결과에서 물 추출물이 가장 높은 항산화 활성을 나타냈고, 80% methanol 추출물이 가장 낮은 항산화 활성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

시료 추출물에 대한 ABTS radical 소거 활성에 대한 결과는 Fig. 4에 제시한 바와 같으며, DPPH radical 소거활성과 같이 표준물질은 trolox를 사용하여 표준검량곡선을 구하였다. ABTS radical 소거 활성에서 ABTS 용액은 peroxide radical을 생성하는 특징을 갖고, 시료 추출물의 항산화능에 의해 제거되어 radical의 청록색이 탈색되는 원리를 이용한 실험방법이다(2,31). 각 시료 추출물에 대해 ABTS radical 소거 활성실험을 한 결과, 물, 80% ethanol, 80% methanol 추출물에서 각 44.14, 36.94, 43.36 Mg TEAC/g의 값을 나타냈다. 3가지 용매 중 물 추출물에서 ABTS radical을 소거하는데 가장 높은 활성을 보였으며, 반면 80% ethanol 추출물에서 가장 낮은 radical 소거활성을 보였고, 물 추출물과 80% ethanol 추출물 사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다.

환원력

각 시료 추출물에 대해 환원력을 측정한 결과는 Fig. 5에 제시한 바와 같으며, 표준물질은 trolox를 사용하여 표준검량곡선을 구하였다. 환원력 측정은 Fe^{3+} 이 Fe^{2+} 로 환원되는 정도에 따라 항산화능력과 밀접한 관계를 가지며, 첨가되는 시료의 농도에 따라 값을 나타내고 흡광도의 값이 시료에 대한 환원력 값을 나타낸다(31). 따라서, 흡광도 값이 높을 수록 높은 환원력을 제시한다(11). 본 실험에서 물, 80% ethanol, 80% methanol 용매로 추출한 시료에 대한 환원력을 측정하여 trolox의 환원력과 비교하여 나타낸 결과 (trolox equivalent reducing power, TERP), 물, 80% ethanol, 80% methanol 추출물 순으로 79.62, 164.01, 197.46 Mg TERP/g의 값을 보였다. 3가지 용매를 사용하여 실험한 결과, 80% methanol 추출물에서 가장 높은 환원력을 나타냈고, 물 추출물에서 가장 낮은 환원력 수치를 나타냈으며, 각 용매사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. Park 등(46)의 연구에서 배의 환원력이 총 페놀 함량과 관련이 있다고 보고되었고, 이에 따라 본 연구에서 환원력과 총 페놀 함량의 관련성을 보았을 때, 모두 80% methanol로 추출한 시료 추출물에서 높은 수치가 나왔음을 확인할 수 있었다.

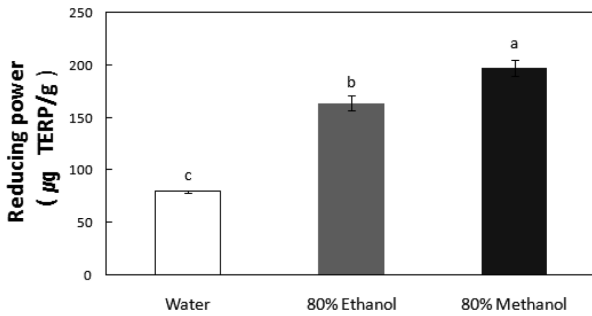


Fig. 5. Reducing powers of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). All measurements were done in triplicate, and values are average of three replication. All measurements with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

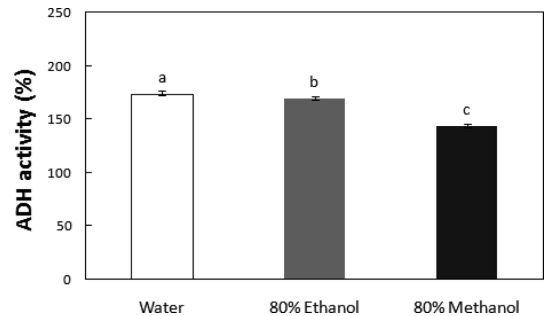


Fig. 7. Enhancing effect on alcohol dehydrogenase (ADH) of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). All measurements were done in triplicate, and values are average of three replication. All measurements with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

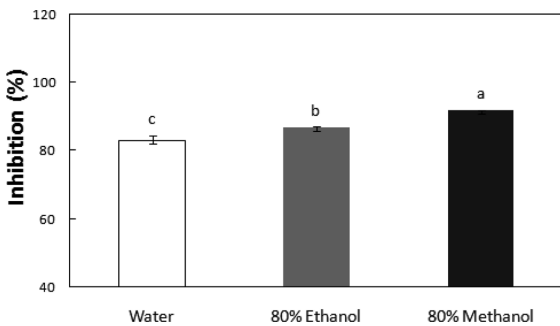


Fig. 6. α-Glucosidase inhibitory activities of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). All measurements were done in triplicate, and values are average of three replication. All measurements with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

α-Glucosidase 저해효과

시료의 각 추출용매에 대한 α-glucosidase의 저해효과 결과는 Fig. 6에 제시하였다. α-Glucosidase는 소장의 미세융모막에 존재하는 효소로, 다당류가 단당류로 분해되는 것을 촉매하여 glucose의 흡수를 용이하게 하는 역할을 한다. 그러므로 α-glucosidase에 대한 저해능은 탄수화물을 섭취한 후에 급격히 상승하는 혈당을 제한시켜 일종의 항당뇨 효과로 간주되고 있으며 α-glucosidase 저해효과 측정법은 항당뇨 효과를 측정하는데 사용되고 있다(59,60).

배 과피를 물, 80% ethanol, 80% methanol 용매로 추출하여 α-glucosidase의 저해효과를 측정 한 결과, 물, 80% ethanol, 80% methanol 추출물의 순으로 각 83.04, 86.83, 91.75% 수치를 보였다. 80% methanol로 추출하였을 때 가장 높은 수치를 보였으며,

물로 추출하였을 때 가장 낮은 저해효과를 보여, 두 용매사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타냈다. Lee 등(61)의 연구에서는 마전자(*Strychnos nux-vomica*)를 acetone, ethanol, methanol의 용매를 사용하여 추출하였을 때, methanol 추출물에서 가장 높은 α-glucosidase 저해효과를 보인다고 보고하였으며, 본 연구에서 80% methanol 추출물이 가장 높은 α-glucosidase 저해효과를 보인 결과와 일치하는 경향을 보였다.

알코올 분해능 활성

알코올 분해능 활성에 대한 결과는 Fig. 7에 제시된 바와 같다. 알코올 분해능은 섭취한 알코올이 대부분 체내의 위와 소장에서 흡수된 후 간으로 이동하여 대사과정을 거쳐 분해되는데(62) 이러한 과정에서 알코올이 얼마나 신속하고 효과적으로 분해되는가를 측정하고자 하는 실험법이며, 기능성 소재 중 알코올 분해능을 증가시키는 효과가 있는가를 확인하는 방법으로 사용되어지고 있다.

배 과피의 각 용매별 추출에 따라 알코올 분해능 활성을 보고자 β-NADH의 양을 측정하여 효소의 활성을 알아보았다. 3가지 용매를 사용하여 알코올 분해능 활성을 측정 한 결과, 물, 80% ethanol, 80% methanol 추출물 순으로 각 173.32, 169.93, 143.23%의 수치를 보였다. 용매 중 알코올 분해능 활성이 가장 높은 것은 물 추출물이었으며, 반면 가장 낮은 활성을 보인 것은 80% methanol 추출물임을 확인할 수 있었고, 물 추출물과 80% methanol 추출물 사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. 이 같은 결과는 Lee 등(47)이 보고한 바와 같이, 배가 대사자극에 의해 알코올 대사를 활성화시키고, 알코올 흡수를 방해하거나 알코올 제거에 가속도를 더하는 것임을 시사한다. 또한, Lee 등(62)의 연구 결과에 따르면, 한국배의 ADH와 ALDH 활성은 품종에 따라 달

Table 2. Antimicrobial activities of water, 80% ethanol, and 80% methanol extracts from the dried peel of pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka) on *B. cereus*, *E. coli*, and *P. aeruginosa*¹⁾

Microorganism	Water		80% Ethanol		80% Methanol	
	Control ²⁾	Extract	Control	Extract	Control	Extract
<i>Bacillus cereus</i> (+)	- ³⁾	+	-	+	-	+
<i>Escherichia coli</i> (-)	-	+	-	+	-	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (-)	-	+	-	+	-	+

¹⁾All measurements were done triplicate, and values are average of three replication.

²⁾Each solvent only

³⁾Diameter of clean zone: 1 cm < -, 1 cm ≥ +

랐으며, 물 추출물에서 다른 품종에 비해 alcohol을 제거하는 수치가 매우 높았다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

항균 활성

배 과피에 존재하는 항균성을 측정하기 위해 물, 80% ethanol, 80% methanol의 3가지 용매로 과피를 추출하여 그람 양성균인 *Bacillus cereus*, 그람 음성균인 *Escherichia coli*와 *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 항균력을 측정한 결과를 Table 2에 나타내었다.

신고배 과피 추출액은 항균검사에 사용된 3가지 유해 미생물, *B. cereus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*에 대해 모든 시료에서 항균성이 있는 것으로 나타났으며, 추출용매만을 이용한 대조구에서는 항균효과가 나타나지 않았다. 이는 과피 추출액이 항균효과를 가지고 있음을 보여준다. Clean zone의 크기는 각 시료에서 모두 1.1-1.5 mm 사이로 나타나 시료사이의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 신고배 과피가 유의적인 항균 효과를 나타낸다고 결론내릴 수 있다.

요 약

본 연구는 전라남도 대표 과일인 나주 신고배를 대상으로 배 과피를 분리 건조한 후 용매에 따른 배 과피의 생리 활성을 비교하고자 하였다. 시료는 과피를 1.5 mm의 일정한 두께로 분리해낸 후, 가장 일반적으로 사용되고 있고, 건조온도를 조절할 수 있는 열풍건조법을 이용하여 6시간 동안 60°C에서 건조시켰다. 열풍건조 시킨 시료를 분쇄기로 분쇄하였고, 3가지 용매인 물, 80% ethanol, 80% methanol로 추출하여 실험을 진행하였다.

총 페놀 함량측정에서는 물 추출물에 비해 80% ethanol과 80% methanol 추출물에서 유의적인 차이를 보였으며, 80% methanol 추출물이 43.76 mg QE/g으로 3가지 용매 중 가장 많은 양의 총 페놀 함량을 함유하고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 플라보노이드 함량측정에서는 80% ethanol 추출물이 28.51 mg QE/g으로 가장 높은 수치를 보였다. Radical 소거 활성에 대한 항산화실험은 DPPH radical scavenging, ABTS radical scavenging, 환원력 실험을 통해 이루어졌다. 먼저, DPPH와 ABTS에 대한 radical 소거 활성에서는 모두 물 추출물에서 높았으며, 각각 3.57, 44.14 Mg TEAC/g의 값을 보였고, DPPH radical 소거 활성실험에서는 각 용매사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. 반면, 환원력에서는 80% methanol 추출물에서 197.46 Mg TERP/g으로 가장 높았고, 물 추출물에서 79.62 Mg TERP/g으로 가장 낮은 결과를 보였으며, 각 용매사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. α -glucosidase 저해효과에서는 80% methanol 추출물이 91.75%로 가장 높은 수치를 보였고, 물 추출물에서 83.04%의 가장 낮은 저해효과를 보였으며, 두 용매 사이에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 확인할 수 있었다. 또한 알코올 분해능 활성은 전체적으로 좋은 편이었으나 그 중 물 추출물이 173.32%로 가장 높은 활성을 나타냈다. 그리고 항균실험에서는 *B. cereus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*에서 모두 항균성이 있는 것으로 나타났다.

결과적으로 본 실험에 사용된 3가지 용매 중 물 추출물은 DPPH radical 소거활성, ABTS radical 소거활성, 알코올 분해능에서 높은 효과를 보였으며, 80% ethanol 추출물은 플라보노이드 함량이 높게 나타났다. 80% methanol 추출물에서는 총 페놀 함량, 환원력, α -glucosidase에서 효과를 보였다. 따라서, 배 과피에서 활용하고자 하는 생리 활성에 따라 본 실험 결과를 응용하여 적합한 추출용매를 선택하면 목적하는 생리 활성의 효능을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

References

1. An BJ, Lee JT, Kwak JH, Park JM, Lee JY, Son JH, Bae JH, Choi C. Biological activity of polyphenol group fraction from Korean pear peel. *J. Korean Soc. Appl. Bi.* 47: 92-95 (2004)
2. Lee KH, Cho JY, Lee HJ, Park KY, Ma YK, Lee SH, Cho JA, Kim WS, Park KH, Moon JH. Isolation and identification of phenolic compounds from an asian pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruit peel. *Food Sci. Biotechnol.* 20: 1539-1545 (2011)
3. Lee YG, Cho JY, Lee HJ, Lee YH, Lee SH, Han TH, Kim WS, Park KH, Moon JH. Isolation and identification of a sterol and three glucosides from the peel of pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Chuhwangbae). *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 557-564 (2013)
4. Chen ML, Yang DJ, Liu SC. Effects of drying temperature on the flavonoid, phenolic acid and antioxidative capacities of the methanol extract of citrus fruit (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) peels. *Int. J. Food Sci. Tech.* 46: 1179-1185 (2011)
5. Veberic R, Trobec M, Herbingier K, Hofer M, Grill D, Stampar F. Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of agaric and integrated production. *J. Sci. Food Agr.* 85: 1687-1694 (2005)
6. Lin LZ, Harnly JM. Phenolic compounds and chromatographic profiles of pear skins (*Pyrus* spp.). *J. Agr. Food Chem.* 56: 9094-9101 (2008)
7. Wolfe K, Wu X, Lui RH. Antioxidant activity of apple peels. *J. Agr. Food Chem.* 51: 609-614 (2003)
8. Kim KS, Roh KS. Comparative study of antioxidant activity of apple and pear peel. *Korean J. Plant Res.* 26: 347-354 (2013)
9. Kang BS, Whang HJ. Quality characteristics of Cheonan Shingo pear and freeze-dried pear snack. *Korean J. Food Nutr.* 25: 324-329 (2012)
10. Park YO, Choi JH, Choi JJ, Yim SH, Lee HC, Yoo MJ. Physicochemical characteristics of Yanggaeng with pear juice and dried pear powder added. *Korean J. Food Preserv.* 18: 692-699 (2011)
11. Lee MY, Yoo MS, Whang YJ, Jin YJ, Hong MH, Pyo YH. Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 540-544 (2012)
12. Eun JB, Jung YM, Woo GJ. Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean Tangerine (*Citrus aurantium* var.). *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 371-377 (1996)
13. You KM, Park JB, Seoung KS, Kim DY, Hwang IK. Antioxidant activities and anticancer effects of Yuza (*Cirtus junos*). *Food Sci. Ind.* 38: 72-77 (2005)
14. Ahn MS, Kim HJ, Seo MS. A study on the antioxidative and antimicrobial activities of the *Citrus unshju* peel extracts. *J. Korean Soc. Food Cult.* 22: 454-461 (2007)
15. Shin YS, Lee YE, Yeon IK, Do HW, Do J, Kang CK, Choi SY, Youn SJ, Cho JG, Kwoen DJ. Antioxidant and antimicrobial effects of extract with water and ethanol of oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino). *J. Korean Soc. Appl. Bi.* 51: 194-199 (2008)
16. Jang SY, Choi HK, Ha NY, Kim OM, Jeong YJ. Study on the antimicrobial effects of citrus peel by different extract methods. *Korean J. Food Preserv.* 11: 319-324 (2004)
17. Jin YO, Song WS. Antioxidant activity of *Pyrus serotina* fruit in different cultivars and parts. *Korean J. Plant Res.* 25: 498-503 (2012)
18. Song YW, Moon KS, Kim SM. Antioxidant activity and nutrient content of ethanol and hot-water extracts of *Citrus unshiu* pomace. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 1345-1350 (2013)
19. Kim HN, Moon JY, Kim HJ, Lee DS, Cho MJ, Choi HK, Kim YS, Mosaddik A, Kim Cho S. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. *Food Chem.* 121: 429-436 (2010)
20. Boyer J, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr. J.* 3: 5 (2004)
21. Ceigh CI, Yoo SY, Chung MS. Efficient flavonoid extraction from apple peel by subcritical water and estimation of antioxidant activity. *Korean J. Food. Nutr.* 24: 458-463 (2011)
22. Lee JH, Kim YC, Kim MY, Chung HS, Chung SK. Antioxidative

- activity and related compounds of apple pomace. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 908-913 (2000)
23. Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ. Physico-chemical analysis and antioxidative effects of wild grape (*Vitis coignetiea*) juice and its wine. Korean J. Food Nutr. 19: 311-317 (2006)
 24. Heo BG, Park YS, Park YJ, Jung KJ, Cho JY, Oh KT, Chung US, Lee KD. Chemical composition and physiological activity of native pear c.v. 'Baekwoon'. Korean J. Community Living Sci. 20: 549-558 (2009)
 25. Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Lee JS, Jeong HS. Isolation and identification of the antioxidant DDMP from heated pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). Prev. Nutr. Food Sci. 18: 76-79 (2013)
 26. Kim MJ, Kim YG, Kim HS, Cheong C, Jang KH, Kang SA. Effects of antioxidant activities in ethanol extract of apple peel, grape peel, and sweet potato peel as natural antioxidant. J. Korea Acad. Ind. Coop. Soc. 15: 3766-3773 (2014)
 27. Sandra CRVLS, Raquel PFG, Ana B. Effect of drying temperatures on the phenolic composition and antioxidant activity of pears of Rocha variety (*Pyrus communis* L.). J. Food Measurement Charact. 8: 105-112 (2014)
 28. Min TS, Park MJ, Moon JH, Kim WS, Lee SH, Cho YD, Park SH. Bio-active substances and physiological activity of pears. J. Appl. Biol. Chem. 56: 83-87 (2013)
 29. Morton LW, Abu-Amsha Caccetta R, Puddey IB, Croft KD. Chemistry and biological effects of dietary phenolic compounds: relevance to cardiovascular disease. Clin. Exp. Pharmacol. P. 27: 152-159 (2000)
 30. Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkowski AE, Hilpert KF, Griel AE, Etherton TD. Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. Am. J. Med. 113: 71S-88S (2002)
 31. An ES. Isolation and identification of antioxidants from pear and antioxidant potential of peels and flesh of pear. PhD thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea (2012)
 32. Cha JY, Kim SY, Jeong SJ, Cho YS. Effects of hesperetin and naringenin on lipid concentration in orotic acid treated mice. J. Life Sci. 9: 389-394 (1999)
 33. Lim DK, Choi U, Shin DH. Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 83-89 (1996)
 34. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int. J. Biochem. Cell B. 39: 44-84 (2007)
 35. Puls W, Keup U, Krause HP, Thomas G, Hoffmeister F. Glucosidase inhibition: A new approach to the treatment of diabetes, obesity, and hyperlipoproteinemia. Naturwissenschaften 64: 536-537 (1977)
 36. Zhang YB, Bae MJ, An BJ, Choi HJ, Bae JH, Kim S, Choi C. 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 (2003)
 37. Wang SY, Camp MJ, Ehlenfeldt MK. Antioxidant capacity and α -glucosidase inhibitory activity in peel and flesh of blueberry (*Vaccinium* spp.) cultivars. Food Chem. 132: 1759-1768 (2012)
 38. Cheplick S, Kwon YI, Bhowmik P, Shetty K. Clonal variation in raspberry fruit phenolics and relevance for diabetes and hypertension management. J. Food Biochem. 31: 656-679 (2007)
 39. Kim JS, Kwon YS, Sa YJ, Kim MJ. Isolation and identification of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) phenolics with antioxidant activity and α -glucosidase inhibitory effect. J. Agr. Food Chem. 59: 138-144 (2011)
 40. McDougall GJ, Shpiro F, Dobson P, Smith P, Blake A, Stewart D. Different polyphenolic components of soft fruits inhibit α -amylase and α -glucosidase. J. Agr. Food Chem. 53: 2760-2766 (2005)
 41. RDA. Standard farming handbook-13 (Revisions) pear cultivation. Rural Development Administration, Jeonju, Korea. pp. 27 (2000)
 42. Kim JH. In Latest Cultivars of Pear. Osung Press, Seoul, Korea. pp. 11-29 (2001)
 43. Choi OJ, Park HR, Chough SH. Variation of free sugar and amino acid contents of pears during the ripening period. Korean J. Food Cook. Sci. 14: 250-254 (1998)
 44. Choi JH, Lee EY, Kim JS, Choi GB, Jung SG, Ham YS, Seo DC, Heo JS. Physiological activities according to cultivars and parts of Ulsan pear. J. Korean Soc. Appl. Bi. 49: 43-48 (2006)
 45. Tsao R, Yang R, Young JC, Zhu H. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). J. Agr. Food Chem. 51: 6347-6353 (2003)
 46. Park YK, Kim SH, Chung HG. Antioxidant potential in the fruits of *Pyrus* species (pear) in Korean. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15: 335-338 (2007)
 47. Lee HS, Isse T, Kawamoto T, Woo HS, Kim AK, Park JY, Yang MH. Effects and action mechanisms of Korean pear (*Pyrus Pyrifolia* cv. Shingo) on alcohol dextoxification. Phytother. Res. 26: 1753-1758 (2012)
 48. Kim JS, Na CS. Effects of pear phenolic compound on the STZ-treated mice for induction of diabetes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 1107-1111 (2002)
 49. Rhee KS, Ziprin YA, Rhee KC. Antioxidant activity of methanolic extracts of various oilseed protein ingredients. J. Food Sci. 46: 75-77 (1981)
 50. Seo EJ, Hong ES, Choi MH, Kim KS, Lee SJ. The antioxidant and skin whitening effect of *Artemisia iwayomogi* extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 89-93 (2012)
 51. Burits M, Bucar F. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytother. Res. 14: 323-328 (2000)
 52. Fellegrini N, Re R, Yang M, Rice-Evans C. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. Method. Enzymol. 299: 379-389 (1998)
 53. Oyaizu M. Studies on products of browning reactions. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn. J. Nutr. Diet. 44: 307-315 (1986)
 54. Matsui T, Yoshimoto C, Osajima K, Oki T, Osajima Y. *In vitro* survey of α -glucosidase inhibitory food components. Biosci. Biotech. Bioch. 60: 2019-2022 (1996)
 55. Jung MS, Lee GS, Chae HJ. *In vitro* biological activity assay of ethanol extract of radish. J. Korean Soc. Appl. Bi. 47: 67-71 (2004)
 56. Ko MS, Yang JB. Antimicrobial activities of extracts of *Prunus mume* by sugar. Korean J. Food Preserv. 16: 759-764 (2009)
 57. Koh JH, Hwang MO, Moon JS, Hwang SY, Son JY. Antioxidative and antimicrobial activities of pomegranate seed extracts. Korean J. Food Cook. Sci. 21: 171-179 (2005)
 58. Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim MY, Lee SH, Lee BH. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 337-342 (2012)
 59. Lee BB, Park SR, Han CS, Han DY, Park EJ, Park HR, Lee SC. Antioxidant activity and inhibition activity against α -amylase and α -glucosidase of *Viola mandshurica* extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 405-409 (2008)
 60. Kim HY, Cho EK, Kang SH, Bae JM, Choi YJ. α -Glucosidase, tyrosinase, and elastase inhibitory effects of enzymatic extracts from *Ecklonia cava* and its alcohol metabolizing activity. J. Life Sci. 22: 751-759 (2012)
 61. Lee JM, Park JH, Park HR, Park EJ. Antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory activity of *Strychnos nux-vomica* extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1243-1248 (2010)
 62. Lee HS. Effects of the pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai) on alcohol detoxification. PhD thesis, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea (2010)