

배의 기능성 성분 및 생리활성

Functional Compounds and Biological Activity of Asian Pear

은종방*¹, 어지현¹, 이병두^{1,2}
 Jong-Bang Eun¹, Ji-Hyun Eo, Byung-Doo Lee

¹전남대학교 식품공학과 및 기능성식품연구센터, ²미주리주립대학교 생물공학과
¹Department of Food Science and Technology and Functional Food Research Center,
 Chonnam National University

²Department of Biological Engineering, University of Missouri

1. 서론

배는 장미과 *Pyrus* 속으로 서늘한 온대지역에서 재배되며 인도 북서부, 아프카니스탄, 중국 서부, 남동 유럽이 원산지이며 동양계종 남방형인 일본대(*Pyrus pyrifolia* N.)와 북방형인 중국배(*Pyrus ussuriensis* M.) 그리고 유럽계인 서양배(*Pyrus communis* L.) 등이 있다(1). 우리나라에서 재배되고 있는 배는 동양배로서 육질이 연하고 과즙이 풍부할 뿐만 아니라 당도가 높고 향기 및 씹히는 맛 등 품질이 뛰어나다. 배는 꾸준한 재배면적이 감소하기는 하나 전국적으로 2010년도에 재배면적이 16,000천 ha이고 30만8천톤이 생산되었으며 금액으로는 7,403억의 생산량을 보였다(2).

배는 85~88%의 수분을 함유하고 있으며, 그 외 주성분으로 탄수화물이 7~10%, 단백질은 0.3% 내외이며 지방질은 0.2%, 섬유소 함량은 0.5%로 다른 과실에 비하여 다소 적은 편이다(3). 배의 기능성 성분으로 미백 효과가 있다는 arbutin 등 페놀성 성분을 들 수 있으며, 또한

과실류 중에서 식이섬유를 비교적 많이 함유하고 있으며 특히 과육보다 과피에 불용성 식이섬유가 많이 함유되어 있다(4-7).

한의학적인 배의 효능은 갈증을 해소하며, 열을 낮추어 주며, 담을 묽혀주는 효과가 있기 때문에 열병으로 진액이 손상된 소갈병 즉 당뇨병의 치료에 사용되어 왔다(8). 이와 같이 배에는 기능성이 우수한 성분들이 다량 존재하는데 최근 건강에 대한 관심이 커짐에 따라 이들 기능성 물질이나 이들을 함유한 식품에 대한 선호도가 증가하여 그 시장의 규모가 매년 급속도로 발전하고 있다. 이러한 추세에 맞춰 각종 농산물의 기능성에 대한 연구와 아울러 이들을 이용한 각종 기능성 식품의 개발이 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 보고에서는 현재 우리나라에서 전통적으로 많이 애용되어 오고 있고, 생산되고 있는 과일 중 많은 양을 차지하고 있는 배가 함유하고 있는 기능성 물질들을 알아보고 이들의 기능성, 즉 생리활성에 대하여 고찰해보고자 한다.

*Corresponding author: Jong-Bang Eun
 Department of Food Science & Technology, Chonnam National University,
 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, South Korea
 Tel: +82-62-530-2145
 Fax: +82-62-530-2149
 e-mail: jbeun@jnu.ac.kr

II. 본론

I. 배의 기능성

우리나라에서 자생하는 배는 품종별에 따라 또는 배의 부위별 페놀성 화합물질의 함량 차이가 있다. 배의 과피에서 조사된 페놀성 화합물은 Arbutin, catechin, epicatechin, chlorogenic acid, caffeic acid와 coumaric acid 뿐만 아니라 rutin 등의 화합물을 함유하고 있음을 확인되었고(9), 배의 기능적 성분을 효과적으로 이용하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

1) 배의 페놀성 물질

폴리페놀의 가장 잘 알려진 기능은 항산화 기능이며, 이 기능은 활성 산소가 인체에 미치는 유해한 작용을 억제한다고 알려져 있다. 그중 배의 과피에 많이 함유되어 있는 알부틴은 피부 미백제로 잘 알려져 있으며, 특히 안전성이 뛰어나고 공업적으로 합성이 가능하여 가장 많이 사용되는 원료이며 melanogenesis에서 tyrosinase의 활성을 저해하는 효능이 있다고 알려져 있다(10). 알부틴은 또 다른 tyrosinase 억제제인 hydroquinone (HQ)의 부작용인 자극유발이나, HQ의 장기 사용시에 나타날 수 있는 조직 갈변증(ochronosis)이 없으며, 멜라노사이트에 세포독성이 없는 비교적 안전한 약물로 일반의약품



Fig. 1. Structure of arbutin.

(OTC)으로 사용되고 있다(11). 알부틴의 화학구조식은 Fig. 1과 같다(12).

Zhang 등(6)은 신고 품종의 배 중에 함유되어 있는 폴리페놀성 물질에 대한 총 4종의 화합물을 분리 정제하였다. 그 화학구조를 결정한 결과 catechin, gallic acid, epigallocatechin, procyanidin B-3-3-o-gallate의 화합물로 밝혀냈다. 또한, 서 등(13)은 배의 중요한 폴리페놀 물질은 chlorogenic acid이고 다음은 epicatechin, 4-hydroxymethyl benzoic acid이며 신고배에서 흑변이 발생하는 시기에 chlorogenic acid의 함량이 급격히 감소하여 이는 배의 산화와 관련이 있을 것이라 하였다. 배의 숙성 정도 및 품종에 따라 phenolic compound를 조사한 Zhang 등(14)은 총페놀 함량은 유과 상태일 때 가장 높았으며 이후 성숙기간 동안 점차 감소한다고 보고했다 (Table 1). 또한 추황배 품종의 경우 핵심부위에서 가장

Table 1. Contents of total phenolic compounds in Asian pear fruit at different growth stages (mg/g fresh weight basis)

Cultivar	Stage	Peel	Flesh	Core
Hosui	Young fruit	22.66 ^a	0.87 ^a	6.39 ^a
	Unripe fruit	14.94 ^b	0.45 ^b	1.65 ^b
	Ripe fruit	2.96 ^c	0.46 ^b	1.42 ^b
Niitaka	Young fruit	22.98 ^a	0.98 ^a	24.61 ^a
	Unripe fruit	16.49 ^b	0.49 ^b	5.69 ^b
	Ripe fruit	2.21 ^c	0.30 ^c	1.78 ^c
Chuwangbae	Young fruit	20.61 ^a	1.23 ^a	37.96 ^a
	Unripe fruit	10.86 ^b	0.44 ^b	5.04 ^b
	Ripe fruit	1.52 ^c	0.32 ^c	1.43 ^c

Young fruit: 69 (Hosui) and 73 (Niitaka and Chuwangbae) days.

Unripe fruit: 115 (Hosui), 119 (Niitaka) and 134 (Chuwangbae) days.

Ripe fruit: 153 (Hosui), 179 (Niitaka) and 192 (Chuwangbae) days.

These days elapsed till harvest after full bloom.

Different letters within the same column indicate significantly different values (P<0.05).

(자료출처: Zhang 등, 2006)

높은 총페놀 함량을 나타내었으며 품종에 따라 일정한 차이를 나타내었을 뿐만 아니라 한 개체내에서도 부위에 따라 그 함량이 서로 달랐다.

또한 Zhang 등(15)은 HPLC를 이용하여 배의 품종별 및 각각의 부위별, 성장시기별로 페놀물질을 조사하였다. 초기 풍수 과피에서는 arbutin, chlorogenic acid, epicatechin이 주요한 물질로 검출되었고 그의 catechin과 caffeic acid가 미량으로 검출되었다(Table 2). 과육에서는 마찬가지로 arbutin, chlorogenic acid, epicatechin이 주요 물질로 검출되었고 caffeic acid와 sinapic acid가 미량으로 검출되었다. 이들은 과실의 생장이 진전됨에 따라 점차적으로 감소하여 미량으로 검출되었던 catechin, caffeic acid와 sinapic acid는 완전히 소실되었고 또한 과육의 epicatechin도 수확시기에는 검출되지 않았다. 이들의 함량변화는 총페놀성물질의 함량변화와 일치한 결과를 나타내었다. 성장 초기 신고 과피, 과육에서도 arbutin, chlorogenic acid, epicatechin이 주요한 물질로 검출되었고 그 외 과피에서는 catechin과 caffeic acid가 미량으로 검출되었으며 과육에서는 caffeic acid가 미량으로 검출되었다(Table 2). 과피에서 arbutin과 chlorogenic acid는 성장과정 중 감소하다가 총페놀성물질의 함량이 급격히 증가하는 시기에 증가를 했다가 다시 감소하였다.

과육에서는 arbutin의 함량이 과피에서와 달리 과실의 성장함에 따라 점차적으로 감소하다가 수확시기 약간의 증가를 보였고 epicatechin은 점차 감소하는 경향을 나타내었다(Table 2). 초기 추황 과피의 주요한 페놀물질은 arbutin, chlorogenic acid와 epicatechin이 검출되었고 과육에서는 다른 두 품종에서와 달리 epicatechin이 미량으로만 검출되었다. 과피의 epicatechin 함량은 전반적으로 성장 중에 지속적으로 감소하였고 과육의 chlorogenic acid는 다른 품종과는 달리 증가-감소-증가의 변화를 나타내었다.

또한 이들 각각의 성분함량은 과피와 과육에서 유의적인 차이를 보여 총페놀성물질의 함량과 마찬가지로 과육에 비하여 과피에 더 많은 양을 함유하고 있음을 나타내었다. 배 과실의 성장 초기에 많이 함유되어 있는 알부틴은 hydroquinone과 유사한 구조를 가지고 있으며 멜라닌 억제제의 유사 효능을 가지고 있어 피부의 미백효과를 나타낸다. 화장품 산업에서 알부틴은 피부 미백 제재로 다양하게 비싼 가격으로 판매되고 있는 실정이다. 이는 배의

성숙과실보다 미숙한 과실, 그리고 과육에 비하여 과피에 기능성 성분을 좀더 많이 함유하고 있다. Lee와 Eun은 이들을 이를 추출하여 이용하고자 용매추출에 대한 특허(16)를 출원하였으며 SFE(supercritical fluid extraction; 초임계유체추출)를 이용해 효율적으로 추출을 시도하였다(10). 앞으로 이들과 같은 여러 가지 방법들을 통해 효율적으로 대량 생산이 될 경우 기능성 식품이나 화장품 소재 개발로서의 활용이 가능하리라 생각된다.

2) 배의 식이섬유

식이섬유는 소화효소로 분해되기 어려운 난소화성 고분자 물질로 알려져 있으며 물에서의 용해성을 기준으로 수용성과 불용성으로 구분한다. 식생활의 서구화 및 다양화됨에 따라 생리적, 기능적 측면에서 식이섬유의 역할은 새롭게 평가받고 있으며 최근 기능성 식품에 대한 관심과 함께 식이섬유 또한 그 생리적 역할에 대하여 많은 관심을 가지고 있다.

배에도 과실 중 많은 식이섬유가 있는데 특히 어린 과실에 많이 존재하기 때문에 어린 과실이 성장 시 떨어지게 사용하지 못할 경우 이들을 식이섬유 원료로 이용 가능성을 조사하기 위해 Zhang 등(17)은 배의 품종별, 수확시기별에 따른 식이섬유 변화를 조사하여 보고한적이 있다. 이들 보고에서 조사한 세 품종 모두에서 성장기간이 길어질수록 총 식이섬유 함량은 감소하였다. 배의 과피에서 수확시기별 식이섬유 함량 변화를 조사한 것은 Table 3과 같았다. 세 품종 모두 과피의 불용성 식이섬유 함량은 배의 성장 기간에 따라 급격히 감소하였으나 이에 반하여 가용성 식이섬유의 함량은 여러 단계의 변화를 나타내었다. 수확시기에 따른 풍수의 가용성 식이섬유는 감소-증가-감소-증가의 변화를 보였고 신고와 추황의 가용성 식이섬유는 증가-감소-증가의 변화를 나타내었다.

배 과육의 식이섬유 함량(Table 3) 또한 과피와 거의 비슷한 변화를 나타내었는데 불용성 식이섬유는 성장과정 중 계속 감소하였고 가용성 식이섬유는 감소하다가 증가하는 추세를 보였으며 총 식이섬유의 함량도 감소하다가 수확시기가 가까워지면서 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 배 과실의 성장에 따라 불용성 식이섬유는 감소하였고 가용성 식이섬유는 증가하였으며 수확시기에 이르러 과피에는 불용성 식이섬유의 함량이 더 많지만 과육에는 불용성 보다 가용성 식이섬유가 더 많았다.

Table 2. Changes in phenolic compounds of parts of Hosui, Niitaka and Chuhwangbae pear fruit during growth (mg/g fresh weight basis)

Part after full bloom	Hosui						Niitaka						Chuhwangbae					
	Days after full bloom	Arbutin	Chlorogenic acid	Epicatechin	Days after full bloom	Arbutin	Chlorogenic acid	Epicatechin	Days after full bloom	Arbutin	Chlorogenic acid	Epicatechin	Days after full bloom	Arbutin	Chlorogenic acid	Epicatechin		
																	Chlorogenic acid	Arbutin
Peel	69	335.54±9.08 ^a	27.89±1.32 ^a	- ²⁾	73	502.48±16.28 ^a	49.10±3.46 ^a	65.62±1.50 ^{ab}	73	483.66±3.89 ^a	103.88±0.93 ^a	67.03±2.36 ^a						
	99	124.17±4.62 ^b	14.60±0.11 ^b	3.86±0.01 ^b	103	252.20±1.85 ^b	26.59±0.41 ^b	59.14±2.50 ^b	103	285.36±2.97 ^b	70.14±0.44 ^b	61.28±0.73 ^b						
	115	120.99±2.21 ^b	11.43±0.37 ^c	4.65±0.12 ^a	119	241.36±8.98 ^b	27.66±1.11 ^b	68.02±4.92 ^a	134	176.35±1.66 ^c	40.91±1.87 ^c	52.21±1.50 ^c						
	130	77.62±1.85 ^c	11.57±0.33 ^c	4.22±0.01 ^b	134	193.04±4.96 ^c	26.00±0.98 ^b	65.90±1.77 ^{ab}	150	113.50±2.23 ^d	15.72±0.13 ^e	20.47±1.23 ^d						
	146	66.05±0.91 ^c	7.28±0.02 ^d	3.12±0.05 ^c	150	155.27±1.54 ^d	14.95±0.44 ^c	33.97±0.61 ^c	163	108.26±1.45 ^d	19.79±0.63 ^d	16.90±0.44 ^d						
153	68.65±0.09 ^c	8.53±1.05 ^d	3.43±0.26 ^c	163	144.47±1.68 ^{de}	14.37±1.42 ^c	26.67±1.08 ^{cd}	179	90.26±0.02 ^e	14.00±0.50 ^e	13.12±0.02 ^e							
Flesh	69	11.41±0.71 ^a	3.91±0.04 ^a	0.14±0.00 ^a	73	16.55±0.10 ^a	6.22±0.29 ^a	4.04±0.08 ^a	73	17.97±0.07 ^a	5.26±0.23 ^b	3.90±0.17 ^a						
	99	8.01±1.54 ^b	3.27±0.22 ^b	-	103	6.86±0.22 ^b	2.32±0.25 ^b	1.43±0.05 ^b	103	7.19±0.50 ^b	7.00±0.23 ^a	2.47±0.11 ^b						
	115	1.96±0.02 ^c	1.31±0.15 ^c	-	119	3.52±0.06 ^c	2.48±0.04 ^b	1.28±0.05 ^c	134	2.12±0.00 ^c	1.17±0.01 ^{cd}	-						
	130	1.60±0.03 ^c	0.91±0.01 ^d	-	134	2.51±0.00 ^d	0.46±0.03 ^c	-	150	1.91±0.07 ^c	0.76±0.02 ^{de}	-						
	146	1.57±0.02 ^c	0.71±0.04 ^d	0.07±0.00 ^b	150	2.46±0.04 ^d	0.26±0.02 ^c	-	163	1.53±0.04 ^{cd}	1.36±0.17 ^c	-						
153	1.50±0.02 ^c	0.69±0.00 ^d	0.07±0.00 ^b	163	1.44±0.05 ^f	0.62±0.02 ^c	-	179	0.95±0.02 ^d	0.65±0.02 ^e	-							
Core	69	51.85±2.24 ^a	15.09±1.87 ^a	0.36±0.04 ^a	73	228.39±1.45 ^a	269.46±3.49 ^a	4.04±0.08 ^a	73	530.35±7.40 ^a	72.32±2.05 ^a	117.03±2.14 ^a						
	99	14.13±0.10 ^b	3.64±0.21 ^b	-	103	89.65±0.35 ^b	122.21±3.21 ^b	1.43±0.05 ^b	103	42.42±1.30 ^b	66.34±1.11 ^b	15.67±1.10 ^b						
	115	13.81±0.84 ^b	4.03±0.15 ^b	0.21±0.02 ^b	119	62.34±1.11 ^c	63.98±1.26 ^d	1.28±0.05 ^c	134	26.16±0.65 ^c	37.80±1.40 ^c	-						
	130	13.20±0.01 ^b	4.68±0.20 ^b	0.24±0.01 ^b	134	54.24±0.67 ^d	61.02±1.15 ^d	-	150	23.24±1.11 ^{cd}	27.33±2.21 ^d	4.83±0.19 ^c						
	146	13.02±0.09 ^b	4.21±0.29 ^b	2.02±0.08 ^c	150	49.71±2.46 ^c	51.10±1.78 ^e	-	163	17.99±0.13 ^{cd}	22.40±2.37 ^{de}	-						
153	9.17±0.42 ^c	2.34±0.14 ^b	0.83±0.03 ^d	163	59.20±0.32 ^c	72.01±2.40 ^c	-	179	16.62±0.03 ^d	17.63±0.85 ^{ef}	3.14±0.14 ^c							

Different letters within the same column indicate significantly different values (P<0.05).

(자료출처: Zhang 등, 2007)

Table 3. Seasonal change of dietary fiber content of peel and flesh in Asina pear cultivars

		Harvested date	TDF ¹⁾	IDF ²⁾	SDF ³⁾	SDF/IDF
Peel	Pungsu	06/20	26.57±2.22 ^a	24.20±1.90 ^a	2.37±0.32 ^{ab}	0.10
		07/20	22.06±1.40 ^b	20.11±1.28 ^b	1.95±0.12 ^b	0.10
		08/05	19.52±0.44 ^b	16.86±0.33 ^b	2.66±0.11 ^a	0.16
		08/20	12.80±0.29 ^c	110.99±0.23 ^c	1.81±0.06 ^b	0.16
		09/05	10.48±0.11 ^c	8.45±0.05 ^c	2.03±0.06 ^b	0.24
		09/12	10.53±0.07 ^c	8.27±0.03 ^c	2.26±0.04 ^{ab}	0.27
	Shingo	06/20	25.43±0.80 ^a	23.99±0.82 ^a	1.43±0.02 ^c	0.06
		07/20	16.56±0.66 ^b	15.14±0.71 ^b	1.42±0.04 ^c	0.09
		08/05	15.40±0.25 ^b	13.59±0.24 ^b	1.81±0.01 ^c	0.13
		08/20	12.17±0.30 ^c	10.58±0.23 ^c	1.58±0.06 ^c	0.15
		09/05	10.15±0.12 ^d	8.95±0.15 ^{cd}	1.20±0.03 ^c	0.13
		09/18	10.13±0.16 ^d	8.77±0.20 ^d	1.35±0.04 ^c	0.15
		10/04	10.66±0.43 ^{cd}	8.04±0.83 ^{de}	2.62±0.40 ^b	0.32
	10/12	10.68±0.67 ^{cd}	6.96±0.40 ^e	3.72±0.27 ^a	0.53	
	Chuhwang	06/20	27.70±0.10 ^a	26.05±0.25 ^a	1.65±0.15 ^{bc}	0.06
		07/20	24.10±0.59 ^b	22.03±0.43 ^b	2.07±0.16 ^b	0.09
		08/20	16.83±0.60 ^c	15.14±0.48 ^c	1.68±0.11 ^{bc}	0.11
		09/05	14.69±0.13 ^d	13.36±0.13 ^d	1.33±0.00 ^c	0.10
		09/18	13.94±0.21 ^{de}	12.44±0.23 ^d	1.50±0.01 ^{bc}	0.12
		10/04	13.07±0.06 ^{ef}	10.34±0.22 ^e	2.73±0.28 ^a	0.26
		10/12	11.78±0.54 ^f	9.06±0.28 ^f	2.72±0.26 ^a	0.30
10/18		11.86±0.29 ^f	8.67±0.11 ^f	3.18±0.17 ^a	0.37	
Flesh	Pungsu	06/20	4.76±0.00 ^a	4.38±0.15 ^a	0.38±0.15 ^b	0.09
		07/20	3.69±0.51 ^b	2.34±0.20 ^b	1.35±0.31 ^a	0.58
		08/05	3.05±0.24 ^{bc}	2.15±0.20 ^b	0.90±0.04 ^{ab}	0.42
		08/20	1.92±0.15 ^d	1.24±0.10 ^c	0.67±0.04 ^b	0.54
		09/05	2.64±0.15 ^{cd}	1.24±0.05 ^c	1.40±0.20 ^a	1.13
		09/12	2.64±0.17 ^{cd}	1.18±0.03 ^c	1.46±0.20 ^a	1.24
	Shingo	06/20	8.28±0.10 ^a	6.76±0.08 ^a	1.51±0.01 ^a	0.22
		07/20	2.94±0.09 ^b	2.06±0.12 ^b	0.88±0.03 ^d	0.43
		08/05	1.69±0.09 ^{cd}	1.05±0.13 ^c	0.64±0.03 ^f	0.61
		08/20	1.43±0.05 ^{de}	0.85±0.04 ^{cd}	0.58±0.01 ^f	0.68
		09/05	1.31±0.02 ^e	0.63±0.01 ^{de}	0.68±0.01 ^{ef}	1.08
		09/18	1.43±0.05 ^{de}	0.60±0.01 ^e	0.83±0.04 ^{de}	1.38
		10/04	1.82±0.03 ^c	0.67±0.02 ^{de}	1.15±0.06 ^c	1.72
		10/12	1.89±0.13 ^c	0.57±0.02 ^e	1.32±0.11 ^b	2.31
	Pungsu	06/20	8.40±0.45 ^a	6.77±0.27 ^a	1.63±0.18 ^c	0.24
07/20		6.28±0.61 ^b	4.40±0.41 ^b	1.88±0.20 ^e	0.43	
08/20		3.88±0.46 ^c	2.50±0.28 ^c	1.38±0.18 ^c	0.55	
09/05		4.22±0.01 ^{de}	1.65±0.08 ^d	2.57±0.09 ^d	1.56	
09/18		4.60±0.16 ^{cde}	1.29±0.08 ^{de}	3.31±0.08 ^c	2.56	
10/04		4.91±0.11 ^{cde}	0.87±0.05 ^c	4.04±0.17 ^c	4.64	
10/12		5.24±0.25 ^{bcd}	1.00±0.02 ^{de}	4.24±0.27 ^{ab}	4.24	
10/18	5.45±0.05 ^{bc}	0.80±0.01 ^e	4.65±0.06 ^a	5.81		

¹⁾ Total dietary fiber. ²⁾ Total dietary fiber. ³⁾ Total dietary fiber.

Menas ± standard deviations followed by different letters within same column are significantly different (p<0.05)

(자료출처: Zhang 등, 2003)

3) 배의 식이섬유 성분조성

또한, Zhang 등(18)은 배의 생육단계에 따라 배 과피로부터 식이섬유원을 분리하여 이들이 성분조성에 대하여 조사한 결과, 품종의 lignin은 풍수 품종에서 가장 높게 나타났으며 배의 성숙정도에 따라 유의적으로 감소하였었다. 그러나 신고와 추황배 품종은 성숙정도에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았었다($p < 0.05$). Hemicellulose와 cellulose는 세 품종 모두 배의 성숙정도에 따라 유의적으로 감소하였으며 uronic acid는 증가하는 것으로 조사되었다(Table 4). 이와같은 식이섬유의 성분조성 변화는 과실의 성장과 함께 과피 중의 불용성 및 가용성 식이섬유의 차이에 따라 나타난 것으로 판단되며 과실의 식이섬유는 가용성 식이섬유의 비율이 높고 또한 생물활성과 관련된 성분으로 곡류나 다른 식이섬유원에 비하여 좋은 품질을 갖고 있다고 판단된다.

3. 배의 생리활성

배에 많이 함유되어 있는 폴리페놀 및 펙틴과 같은 성분은 혈중 콜레스테롤의 저하와 같은 심혈관계 질환에 영향을 미치거나 항당뇨의 효과 등 사람들의 건강에 유익한 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 따라서, 배의 기능성 성분인 이들 폴리페놀과 펙틴의 기능성에 관한 연구 보고를 조사하여 보았다.

1) 배의 포도당 흡수 저해 효과

수용성 식이섬유는 수분 보유력이 커 gel 형성으로 음식물의 점성을 높이고 음식물이 위에 머무르는 시간을 증가시키며 포만감을 제공하고 영양소의 소화 및 흡수를 지연시켜 당뇨병 환자의 혈액내 glucose tolerance를 증진시키는 효과를 가지는 것으로 보고되고 있다(19). 이에 관하여 Zhang 등(20)은 배의 품종별 생육단계에 따른 포도당 흡수 지연 효과에 대하여 연구하였다. 모든 실험군에서 포도당 흡수 지연효과가 있는 것으로 나타났으며, 시간이 경과함에 따라 포도당 흡수 지연 지수에는 다소 변화가 있지만 신고 품종의 유과의 펙틴이 23.99%로 가장 낮았고 그 외의 펙틴은 거의 약 30% 혹은 그 이상으로 비교적 높은 효과를 보였다(Table 5). Gum과 같은 점성 다당류는 젤 매트릭스를 형성하여 포도당 등을 젤 매트릭스에 가두고 장내에서의 혼합과 확산을 늦추는 것으로 포도당 등의 흡수를 늦추는 작용을 한다. 따라서 배 과육에서 추출한 펙틴은 in vitro 실험에서 초기 비교적 높은 포도당 흡수 지연 효과를 나타내어 기능성식품 개발 등에 좋은 수용성 식이섬유로 이용될 것으로 생각된다.

2) 배의 고혈당 억제 효과

최근 연구로는 Trejo-Gonzalez 등(21)은 배의 식이섬유 등이 혈당과 glycated 헤모글로빈 수치를 인슐린과 배 추출물의 복합 작용에 의해 정상적인 값으로 감소시킨다

Table 4. Chemical compositions of dietary fibers extracts from peel of Asian pear fruit at different growth stages (%)

Cultivars	Stages	NDF ¹	ADF ²	Lingin	Hemicellulose	Cellulose	Uronic acid
Hosui	Young fruit	90.29 ^{al}	65.50 ^a	26.21 ^a	24.79 ^b	39.28 ^a	3.54 ^c
	Unripe fruit	89.78 ^a	57.00 ^b	24.50 ^{ab}	32.78 ^a	32.50 ^b	6.49 ^b
	Ripe fruit	73.50 ^b	54.00 ^b	22.55 ^b	19.50 ^c	31.45 ^b	6.80 ^a
Niitaka	Young fruit	90.00 ^a	66.50 ^a	22.06	23.50 ^b	44.43 ^a	3.16 ^c
	Unripe fruit	83.65 ^b	51.50 ^c	21.29	32.15 ^a	30.20 ^c	8.16 ^b
	Ripe fruit	74.13 ^c	56.00 ^b	22.00	18.13 ^c	34.00 ^b	8.89 ^a
Chuwangbae	Young fruit	88.90 ^a	60.00 ^a	24.62	28.90 ^a	35.38 ^a	2.98 ^c
	Unripe fruit	81.06 ^b	55.50 ^b	24.50	25.56 ^b	31.00 ^b	7.45 ^b
	Ripe fruit	71.49 ^c	55.00 ^b	24.50	16.49 ^c	30.50 ^b	9.46 ^a

NDF:neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber.

Young fruit: 69 (Hosui) and 73 (Niitaka and Chuwangbae) days.

Unripe fruit: 115 (Hosui), 119 (Niitaka) and 134 (Chuwangbae) days.

Ripe fruit: 153 (Hosui), 179 (Niitaka) and 192 (Chuwangbae) days.

^{a-c} Different letters These days elapsed till harvest after full bloom.

Different letters within the same column indicate significantly different values ($p < 0.05$).

(자료출처: Zhang 등, 2005)

Table 5. Retarding effect of pectin extracted from flesh of Asian pear fruit on glucose movement

Cultivar	Stage	Dialysis for 30 min		Dialysis for 60 min		Dialysis for 120 min	
		Glucose in dialyzate (mg/100 mL)	Glucose retardation index (%)	Glucose in dialyzate (mg/100 mL)	Glucose retardation index (%)	Glucose in dialyzate (mg/100 mL)	Glucose retardation index (%)
Control		10.46±0.02 ^{aAx}	0	14.74±0.27 ^{aAx}	0	22.76±1.25 ^{aAx}	0
Citrus pectin		6.06±0.35 ^{bCz}	42.06	10.11±0.23 ^{bCy}	31.34	13.26±0.37 ^{cCy}	41.74
	Young fruit	6.45±0.18 ^b	38.33	9.65±0.34 ^{bc}	34.06	14.99±1.40 ^{bc}	34.14
Hosui	Unripe fruit	6.25±0.07 ^b	40.24	9.72±0.46 ^{bc}	30.06	16.14±0.28 ^b	29.09
	Ripe fruit	4.71±0.17 ^c	54.97	8.57±0.35 ^c	41.86	12.65±0.18 ^c	44.42
	Young fruit	8.76±0.11 ^B	16.25	11.94±0.15 ^B	18.99	17.30±1.53 ^B	23.99
Niitaka	Unripe fruit	6.46±0.00 ^C	38.24	10.92±0.34 ^C	25.91	15.76±0.46 ^{B^C}	30.75
	Ripe fruit	5.49±0.13 ^D	47.51	8.89±0.13 ^D	39.69	13.43±1.31 ^C	40.99
	Young fruit	6.25±0.43 ^z	40.25	9.51±0.12 ^y	35.48	13.35±0.86 ^y	41.34
Chuwangbae	Unripe fruit	7.44±0.29 ^y	28.87	9.27±0.36 ^y	37.11	15.31±0.85 ^y	32.73
	Ripe fruit	5.65±0.29 ^z	45.98	10.21±0.45 ^y	30.73	14.16±1.05 ^y	37.78

Young fruit: 69(Hosui) and 73(Niitaka and Chuwangbae) days.

Unripe fruit: 115(Hosui), 119(Niitaka) and 134(Chuwangbae) days.

Ripe fruit: 153(Hosui), 179(Niitaka) and 192(Chuwangbae) days.

These days elapsed till harvest after full bloom.

Different letters within the same column indicate significantly different values (p < 0.05)

(자료출처: Zhang 등, 2008)

고 하였다. 또한, 배 추출물이 당뇨를 유발시킨 쥐의 glucose 함량을 조절한다고 보고하였으며, 배에서 추출한 폴리페놀 화합물 및 펙틴의 생리활성에 관한 연구로, Kim 과 Na(22)는 배에서 추출한 phenolic compound 화합물에 대하여 streptozotocin(STZ)을 투여하여 고혈당을 유발시킨 생쥐에 미치는 영향을 밝히고자, 생쥐의 혈당, 혈중 creatinine, blood urea nitrogen(BUN)의 변화에 대하여 연구하였다. 대조군의 혈당 농도는 4 주부터 높게 나타났으며, phenolic compound 화합물을 하루 15 mg 섭취한 실험군의 혈당은 대조군에 비하여 유의성(p < 0.05) 있게 감소하였으며, 특히 phenolic compound 화합물을 하루 90 mg 섭취한 실험군에서는 4주부터 감소하기 시

작하여 6주까지 유의성(p < 0.05)있게 감소하였다(Table 6). 이와 같이 감소하는 경향은 배의 phenolic compound 가 췌장섬에 작용하여 인슐린 분비에 관여하였음을 암시한다고 하였다.

3) 배의 고혈압 억제 효과

Fernandez 등(23)은 배의 pectin이 hypercholesterolemic diet한 동물에 대하여 plasma LDL 콜레스테롤의 농도를 낮춤과 동시에 hepatic cholesterol의 homeostasis에도 영향을 미치는 것으로 보고하였으며 Na 등(24)은 고혈압 유발 흰쥐에 배로부터 추출된 pectin을 섭취하였을시 혈압에 미치는 영향에 대하여 배 추출 pectin

Table 6. The changes of bolld glucose levels according to th feeding of pear phenolic compound to the mice for 6 weeks following treatment with STZ

Weeks	1		2		3		4		5		6	
	Mean±SD	Prob > [T]	Mean±SD	Prob > [T]	Mean±SD	Prob > [T]	Mean±SD	Prob > [T]	Mean±SD	Prob > [T]	Mean±SD	Prob > [T]
Con	123±9.5		183±13.4		190±30.6		203±34.5		205±15.1		210±18.5	
PA	122±5.8	0.00	119±12.0	0.00	127±14.0	0.19	130±28.1	0.81	133±18.3	0.00	164±15.3	0.06
PB	122±10.3	0.00	129±10.7	0.00	123±24.5	0.26	100±25.6	0.35	97±20.4	0.00	95±14.6	0.00

(Control, group of treated with STZ 자료출처: Kim and Na, 2002)

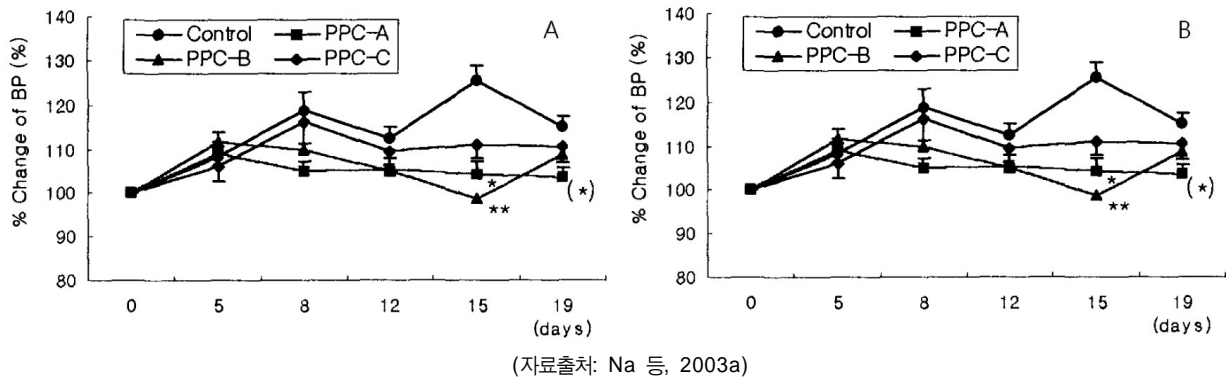


Fig. 2. Effect of administration according to the pear phenolic compound on indirect blood pressure (A) and plasma renin (B) in rats.
PP-A, PP-B, PP-C present administration of pear pectin 5, 10, 15 g/kg for 3 weeks.

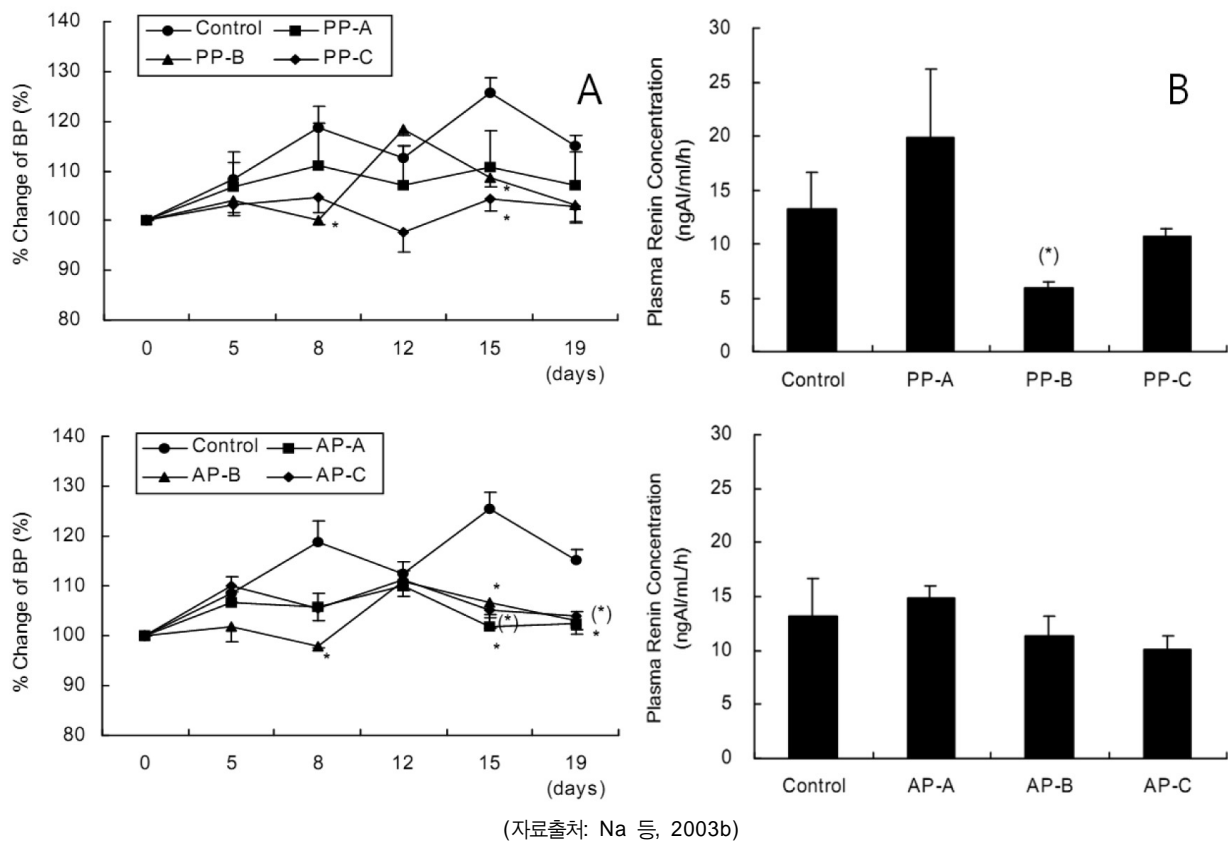


Fig. 3. Effect of administration according to the apple pectin, pear pectin on indirect blood pressure (A) and plasma renin (B) in rats.
Upper, lower figure present th administration of pear pectin, apple pectin respectively.
PP-A, PP-B, PP-C present administration of pear pectin 5, 10, 15 g/kg for 3 weeks.
AP-A, AP-B, AP-C present administration of apple pectin 5, 10, 15 g/kg for 3 weeks.

을 3주간 투여하였을 때 two-kidney, one clip(2K1C) 고혈압 흰쥐의 일간 혈압 변화, 혈장 renin 변화에 대하여 조사하였다. 일간 혈압변화에서 대조군에 비하여 pectin 5 mg/kg 투여한 실험군의 15일째에 유의한 감소를 보였고 19일째에 한계적으로 유의한 감소를 나타내었으며, pectin 10 mg/kg 투여한 실험군의 15일째에 유의적인 감소를 나타내었으며, pectin 15 mg/kg 투여한 실험군의 모든 기간 동안 감소의 경향을 보였으나 유의성은 나타내지 않았다($p < 0.05$). 혈장 renin 변화에 있어서 대조군에 비하여 pectin 15 mg/kg 투여한 실험군에서 한계적으로 유의한 감소를 보였다(Fig. 2).

또한, 배에서 추출된 pectin의 고혈압 억제 효과에 대하여 2K1C 유발된 고혈압 흰쥐의 일간 혈압 변화, 혈장 renin 대하여 조사한 결과(25), 혈압변화에서 대조군에 비하여 pear pectin 5 mg/kg 실험군은 모든 기간 동안 유의성을 나타내지 않았으며, pear pectin 10 mg/kg 실험군의 8일째와 15일째에 유의한 감소를 나타내었으며, pear pectin 15 mg/kg 실험군은 15일째에 유의한 감소를 나타내었다. 혈장 renin 변화에 있어서 대조군에 비하여 apple pectin이 투여된 군에서는 모두 유의한 변화가 없었으며, pear pectin이 투여된 10 mg/kg 실험군에서 한계적으로 유의한 감소를 나타내었다(Fig 3).

결론적으로, 배에서 추출된 phenolic compound는 혈장 renin과 혈압에 영향을 미치어 혈압 강화조절에 효과가 있으며 혈압의 상승과 함께 혈류의 증가에 대하여 배 추출 pectin이 효과적이어서 이를 이용한 건강 보조 식품의 이용이 가능하리라 생각된다.

III. 결론

우리나라 주요 과일 중 하나인 배가 함유하고 있는 기능성물질들을 알아보기 위해 품종별 부위별에 따라 그 기능성 물질들을 알아보고 이들의 기능성인 생리활성에 대하여 조사하였다. 총 페놀성 물질의 함량은 배의 품종 및 부위에 따라 그 함량이 서로 달랐다. 과피의 페놀성 물질의 함량은 과육에 비하여 현저하게 많았고 그 차이가 가장 큰 품종은 신고였다. 과피 중의 arbutin 함량은 품종간에 유의적인 차이를 나타내어 신고의 함량이 가장 많이 조사되었고, 페놀물질을 검출 정량한 결과 과피 및 과육에서 arbutin, chlorogenic acid, epicatechin이 주요한 물

질을 알 수 있었다.

배에서 추출한 phenolic compound 화합물이 고혈당 생쥐의 혈당, 혈중 creatinine, blood urea nitrogen(BUN)의 변화는 90mg 섭취한 실험군에서 4주부터 감소하기 시작하여 6주까지 유의성($p < 0.05$)있게 감소하였다. 또한 일간 혈장 renin 변화에 있어서 배 펙틴 15mg 섭취한 실험군에서 유의한 감소를 나타내었다. 배에서 추출된 pectin은 고혈압 유발 흰쥐의 혈압 변화, 혈장 renin 변화를 억제하는데 유의적인 효과가 있었다. 배의 phenolic compound는 혈압과 관련하여 발현되는 rCBF, MAP, Cardiac contractile force에서 대조군과 비교하여 유의적으로 효과가 있는 것으로 조사되었다. 이상의 결과에서 알 수 있듯이 배에 함유되어 있는 주요 기능성물질은 식이섬유와 페놀성 물질인데 식이섬유의 하나인 pectin과 페놀성 물질들이 in vitro 실험이나 in vivo 실험에서 혈압 저하나 및 혈당 저하에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서, 배가 혈압이나 혈당의 이상으로 발생하는 질병들의 억제에 영향을 미쳐 배의 섭취가 혈압과 혈당에 관계되는 질병의 예방에 효과가 있을 것이라는 것을 확실히 확인하기 위해서는 이들을 이용한 임상 실험이 행하여져서 입증되어야 하며, 이를 통해 우리 전통적으로 섭취해온 과일 중 하나인 배의 소비 촉진에 기여하여 배 재배 농가에 도움이 되기를 기대해 본다.

참고문헌

1. Feron, G. Bonnarne, P. Durand A. Prospects for the microbial production of food flavours. Trends Food Sci. Technol. 7: 285-293 (1996)
2. 농림수산식품부. 과수실태조사. 각 연도별 통계자료 (2011)
3. Lee JW, Kim SH, Hong SI, Jeong MC, Park HW, Kim DM. Quality distribution of Korean Shingo pears. Korean J. Food Preserv. 10: 162-168 (2003)
4. Leontowicz M, Gorinstein S, Leontowicz H, Drzeminski R, Lofek A, Katrich E, Ciz M, Martin-Belloso O, soliva-Fortuny R, Harunkit R, Trakhtenberg S. Apple and pear peel and pulp and their influence on plasma lipids and antioxidant potentials in rats fed cholesterol-containing diets. J. Agric. Food Chem. 51: 5780-5785 (2003)
5. Zheng W, Wang SY. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. J. Agric. Food Chem. 51: 502-509 (2003)
6. Zhang YB, Choi HJ, Han HS, Park JH, Son JH, Bae JH, Seung TS, An BJ, Kim HG, Choi C. Chemical structure of polyphenol

- isolated from Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). Korean J. Food Sci. Technol. 35(5): 959-967 (2003)
7. Hwang, I. G., Woo, K. S., Kim, T. M., Kim, D., Yang, M. H. and Jeong, H. S. (2006) Change of physiochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment condition. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 342-347.
 8. Blankenship SM, Richardson DG. Changes in phenolic acids and internal ethylene during long-term cold storage of pears. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(3): 336-339 (1985)
 9. 연귀정. 본초강목통석. 일지사, 서울, 한국. pp 1449-1450 (1993)
 10. Lee BD, Eun JB. Optimum extraction conditions for arbutin from Asian pear peel by supercritical fluid extraction (SFE) using Box-Behnken design. J. Med. Plants. Res. (In Press). (2012)
 11. Han TY, Son IP, Jang WS, Chang HS, Kim JH, YH Sim, Kim DH, Kim BJ, Kim MN, Lee HK, Son SJ, Choi BS. Efficacy of hydrogel mask with 2% arbutin for melasma. Korean J Dermatol. 49: 210-216 (2011)
 12. Sugimoto K, Nomura K, Nishimura T, Kiso T, Sugimoto K, Kuri-ki T. Syntheses of α -arbutin- α -glycosides and their inhibitory effects on human tyrosinase. J. Biosci. Bioeng. 99: 272-276 (2005)
 13. Seo JH, Hwnag YS, Chun JP, Lee JC. Changes of phenolic compounds and occurrence of skin browning and characterization of partially purified polyphenol oxidases in oriental pear fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42: 184-188 (2001)
 14. Zhang X, Koo JH, Eun JB. Antioxidant activities of methanol extracts and phenolic compounds in Asian pear at different stages of maturity. Food Sci. Biotechnol. 15:44-50 (2006)
 15. Zhang X, Lee FZ, Eun JB. Changes of phenolic compounds and pectin in Asian pear fruit during growth. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 7-13 (2007)
 16. 이병두, 은종방. 용매시스템을 이용한 신고배 과피로부터 알부틴 추출 및 정제. 대한민국특허청. 출원번호: 10-2009-0069114 (2009)
 17. Zhang X, Na CS, Kim JS, Lee FZ, Eun JB. Changes in dietary fiber content of flesh and peel in three cultivars of Asian pears during growth. Food Sci. Biotechnol. 12: 358-364 (2003)
 18. Zhang X, Lee FZ, Eun JB. Physical properties of dietary fiber sources from peel of Asian pear fruit at different growth stages. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 905-911 (2005)
 19. Torsdottir I, Alpsten M, Holm G, Sandberg AS. A small dose of soluble alginate-fiber affects postprandial glycemia and gastric emptying in humans with diabetes. J Nutr 121: 795-799 (1991)
 20. Zhang X, Lee FZ, Eun JB. Physicochemical properties and glucose transport retarding effect of pectin from flesh of Asian pear at different growth stages. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 491-496 (2008)
 21. Trejo GA, G OG, P PA, Huizar MD, Munguia MR, Mejia S, Calva E. A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. J Ethnopharmacol. 55: 27-33 (1996)
 22. Kim JS, Ns 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)
 23. Fernandez ML, Lin EC, Trejo A, Mcnamara DJ. Prickly pear (*Opuntia* sp.) pectin alters hepatic cholesterol metabolism without affecting cholesterol absorption in guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. J Nutr. 124: 817-824 (1994)
 24. Na CS, Yun DH, Choi DH, Jeong JG, Eun JB, Kim JS. The effect of pear pectin and phenolic compounds on regional cerebral blood flow, mean arterial blood pressure, heart rate and cardiac contractile force in hypertensive rat induced by 2K1C. Kor. J. Herbolology 18: 101-108 (2003a)
 25. Na CS, Yun DH, Choi DH, Kim JS, Cao CH, Eun JB. Effects of pear phenolic compound on blood pressure, plasma renin, ANP and cardiac hypertrophy in hypertensive RAT induced by 2K1C. Korean J. Oriental physiology and pathology 17: 363-367 (2003b)