

## 배의 기능성 물질 탐색 및 생리활성

은종방 · 나창수<sup>1</sup> · 김정삼<sup>1</sup>

전남대학교 응용생물공학부 · <sup>1</sup>동신대학교 한의학과

### 1. 서론

우리 나라에서 재배되고 있는 배는 동양배로서 육질이 연하고 과즙이 풍부할 뿐만 아니라 당도가 높고 향기 및 씹히는 맛 등 품질이 뛰어나다. 국민생활 수준의 향상과 더불어 배는 꾸준한 생산 증가추세를 보이고 있어 전국적으로 2000년도 배 재배면적이 2만 6900ha에 달하였고, 앞으로 2010년까지 계속 증가하여 약 3만 ha에 이르고 생산은 43만 8천톤에 달할 것으로 전망된다.

배는 수분함량이 85~88%이고 그 외 주성분은 탄수화물이며 당분은 7~10%, 단백질은 0.3%내외이며 지방질은 0.2%, 섬유소 함량은 0.5%로 다른 과실에 비하여 다소 적은 편이다. 민간요법으로 당뇨병 환자의 치료에 사용되어 온 배는 맛이 달고 성질은 조금 차갑다. 열을 내리고 화를 내리는 효능이 있어서 열병을 치료할 수 있다고 보았다. 한의학에서는 인체를 경락체계로 보는데, 배는 경락 중 폐·위경으로 들어가서 진액을 만들어 주고, 갈증을 해소하며, 열을 맑혀주며, 담을 묽혀주는 효과가 있기 때문에 열병으로 진액이 손상된 소갈병 즉 당뇨병의 치료에 사용되어 왔다.

배는 梨라고 하며 異名으로는 快果, 果宗, 玉乳, 蜜父라고도 하며, 맛은甘하고 성질은 조금 차갑다. 梨果는生津, 潤燥, 清熱, 化痰 작용이 있기 때문에 열병으로 진액을 손상되거나, 번조감과 갈증이 있는 경우에 유효한 효과가 있다, 또한 熱性 咳嗽와, 痰熱로 인한 가슴이 답답하게 막힌 증상인 噎膈에 활용할 수 있다고 하였는데, 이러한 효능에 대하여 《東醫寶鑑》에서는 “客熱, 心煩, 風熱, 胸中熱結, 霍亂吐利不止, 瘡癬疥癩, 消渴, 心熱渴, 熱嗽, 咳嗽胸痞, 酒渴, 中風失音不語, 喉痺熱痛, 卒患赤目, 生努肉”이라고 하였다.

배는 梨라 하여 한의학에서는 그 과육을 열병으로 진액을 손상되거나, 번조감과 갈증이 있는 경우에 응용하였다. 이에 근거하여 임상에서 배가 심혈관계 및 순환기에 다용되고 있으며, 최근 연구로는 Fernandez 등은 배의 pectin은 hypercholesterolemic diet한 동물에 대하여 plasma LDL concentration을 낮춤과 동시에 hepatic cholesterol의 homeostasis에도 영향을 미침을 보고하였고, Trejo-Gonzalez 등은 당뇨병에 배의 dietary fiber 등을 함유한 제제가 glucose를 control함을 보고하였으며, Lifschitz 은 배, 포도 주스를 소아에 먹었을 시에 잘 흡수되었고, gastrointestinal symptoms은 일어나지 않았으며, 또한 stool water content에는 어떠한 영향을 나타내지 않았음을 보고하였으며, Moukarzel 등은 배를 포함한 과일 주스는 gastric myoelectric activity를 활성화시키고 있음을 보고하기도 하였다.

최근 건강에 대한 관심이 커짐에 따라 기능성 물질이나 이들을 함유한 식품에 대한 선호도가 증가하여 그 시장의 규모가 매년 급속도로 발전하고 있다. 이러한 추세에 맞춰 각종 농산물의 기능

성에 대한 연구와 아울러 이들을 이용한 각종 기능성 식품의 개발이 활발히 진행되고 있다. 따라서, 현재 우리나라에서 생산되고 있는 과일 중 많은 양을 차지하고 있는 배에 있어서 그 기능성 물질들을 탐색하고 이들의 생리활성을 조사하여 보고하고자 한다.

## 2. 배 기능성 물질

### 가. 배의 품종별, 부위별 기능성 물질

#### 1) 품종별, 부위별 페놀성 물질의 함량

총 페놀성 물질의 함량은 품종에 따라 일정한 차이를 나타내었을 뿐만 아니라 한 개체내에서도 부위에 따라 그 함량이 서로 달랐다. 과피의 페놀성 물질의 함량은 과육에 비하여 현저하게 많았고 신선시료에서 그 차이가 가장 큰 품종은 만삼길이었다. 신선시료에서 과피의 페놀성 물질의 함량은 0.702~1.907%였고 그중 만삼길의 함량이 가장 높았고 다음이 신고, 장십랑, 추황, 금촌추의 순이었으며 과육에서의 함량은 0.083~0.208%로서 장십랑의 함량이 가장 낮았고 금촌추의 함량이 가장 높았다(Table 1). 건조시료에서 품종간의 수분함량이 조금 차이가 있기는 하지만 측정결과 과피의 전체 페놀성 물질 함량은 만삼길과 신고가 약 3.7%로 거의 같은 수준을 나타내었고 다음은 장십랑이 2.6%를, 금촌추와 추황이 약 2%의 비슷한 수준을 나타내어 신선 과피의 함량과 거의 같은 추세를 보였다. 건조 과육에서 만삼길, 신고, 금촌추가 1%내외의 비슷한 함량을 보였고 장십랑의 함량이 가장 낮게 나타났다.

**Table 1. Content of total phenolic compound in rind and pulp of Asian pears** unit: %

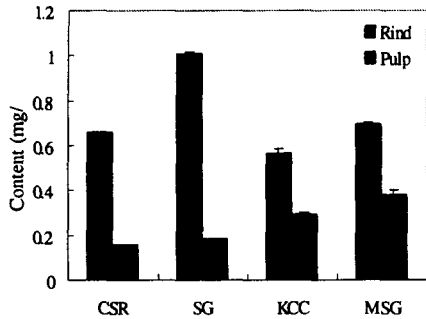
		Changsibrang	Shingo	Kumchonchu	Chuhwang	Mansamgil
F1	Rind	1.095±0.490	1.274±0.045	0.702±0.097	0.779±0.158	1.907±0.750
	Pulp	0.083±0.015	0.173±0.043	0.208±0.002	0.129±0.030	0.163±0.028
D2	Rind	2.607±0.893	3.738±0.357	2.190±0.595	2.011±0.297	3.798±1.250
	Pulp	0.531±0.079	1.087±0.476	0.928±0.357	0.651±0.119	1.127±0.119

1: Wet weight basis

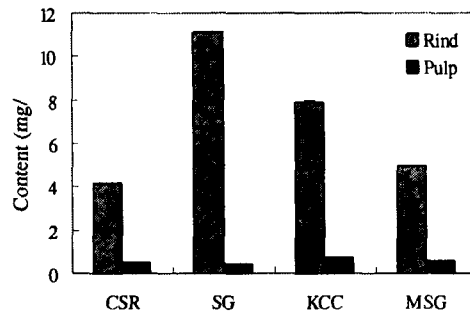
2: Dry weight basis

각각의 페놀성 물질을 HPLC에 의하여 분석한 결과 배 과피에서는 arbutin, chlorogenic acid와 epicatechin이 검출되었고 catechin, caffeic acid, p-coumaric acid, sinapic acid와 ferulic acid 등 물질은 검출되지 않았다. 과육에서는 arbutin과 chlorogenic acid가 검출되었다. 동결건조 시료의 과피중의 arbutin 함량은 품종간에 유의적인 차이를 나타내어 신고의 함량이 11.11 mg/g으로 가장 많았고 장십랑의 함량이 4.18 mg/g으로 가장 낮았다. 과육중의 함량은 금촌추의 함량이 0.73 mg/g으로 유의적으로 가장 높았고 신고의 함량이 가장 낮았다(Fig. 1). Chlorogenic acid의 함량 또한 품종간에 유의적인 차이를 나타내었다. 과피에서 신고의 함량이 1.01 mg/g으로 가장 높았고 다음 만삼길, 장십랑, 금촌추의 순이었으며 과육에서는 0.3833 mg/g의 수준으로 만삼길의 함량이 가장 높았다(Fig. 2). Epicatechin은 과피에서만 검출되었는데 그 함량은 신고에서 1.06 mg/g으로 유의적으로 가장 높았고 장십랑에서 0.30 mg/g으로 가장 낮았다(Fig 3). 또한 이들 각각의 성분함량은 과피와 과육에서 유의

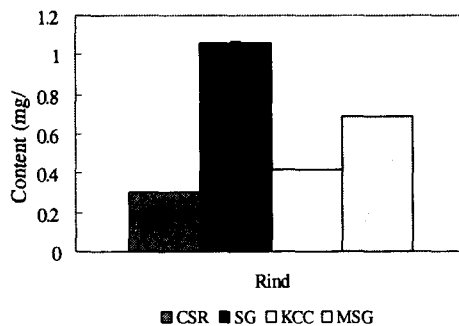
적인 차이를 보여 총페놀성물질의 함량과 마찬가지로 과육에 비하여 과피에 더 많은 양을 함유하고 있음을 나타내었다.



**Fig 1. Content of arbutin in rind and pulp of Asian pear cultivas**  
(CSR: changsibrang, SG: shingo, KCC: kumchonchu, MSG: mansamgil)



**Fig 2. Content of chlorogenic acid in rind and pulp of Asian pear cultivas**  
(CSR: changsibrang, SG: shingo, KCC: kumchonchu, MSG: mansamgil)



**Fig 3. Content of epicatechin in rind of Asian pear cultivas**  
(CSR: changsibrang, SG: shingo, KCC: kumchonchu, MSG: mansamgil)

## 2) 식이섬유 정량

IDF, SDF, TDF의 정량: 신고배의 건조 과피와 신선 과육의 IDF, SDF와 TDF의 함량을 측정된 결과 건조 과피(수분함량이 12.39%)의 IDF와 SDF의 함량은 각각 11.1%, 0.9%였고 이로부터 TDF의 함량은 12%임을 알 수 있다. 신선 과육의 IDF 함량은 0.9%이고 SDF의 함량은 0.4%였으며 TDF의 함량은 1.3%였다.

NDF, ADF, Lignin, Cellulose, Hemicellulose의 정량: 품종별 부위에 따라 신선시료의 NDF, ADF, lignin, cellulose와 hemicellulose의 함량을 측정하였다. 품종에 따라 배 껍질의 NDF의 함량은 4.75~9.96%였고 그중 금춘추의 함량이 가장 높았으며 다음은 장십랑, 만삼길, 추황, 신고의 순 이었다. 배 껍질의 ADF의 함량은 3.81~7.83%였고 lignin의 함량은 1.47~4.53 %였으며 NDF의 함량에서와 마찬가지로 신고의 함량이 가장 낮았다. 껍질의 cellulose와 hemicellulose의 함량은 각각 0.84~4.27%, 0.76~4.59%로 측정되었고 cellulose는 장십랑에서 hemicellulose는 금춘추에서 가장 높게 나타났다.

과육에서 NDF 함량은 2.35~3.29%로 정량되어 껍질에서의 품종에 따른 함량보다 그 차이가 크지 않았고 장식량의 함량이 가장 높고 신고의 함량이 가장 낮다. ADF와 lignin은 1.13~1.80%, 0.59~1.02%로 품종에 따라 그 함량차이가 크지 않았다. Cellulose 함량은 0.38~1.17%로 만삼길의 함량이 가장 많았고 금촌추의 함량이 가장 적었다. Hemicellulose는 금촌추가 2.11%로 가장 높고 다음은 장식량, 추황, 만삼길, 신고의 순으로 낮았다.

과속에서 NDF의 함량은 껍질이나 과육에서와 반대로 신고의 함량이 5.08%로 가장 높게 나타났다. ADF는 2.39~3.96%로 정량되었으며 lignin의 함량은 1.56~3.34%로 측정되었다. 품종에 따른 cellulose의 함량은 0.42%에서 1.94%였으며 장식량의 함량이 가장 높았다. Hemicellulose는 신고에 1.71%로 가장 많았고 다음은 금촌추에 1.01%로 많았으며 만삼길, 추황, 장식량은 각각 0.79, 0.38, 0.13% 함유되어 있었다.

품종내 부위에 따른 식이섬유의 변화를 보면 Fig 4에서 보는바와 같이 NDF는 신고에서 과속의 함량이 껍질의 함량보다 조금 높게 나타난 외에 다른 품종에서는 그 함량의 크기가 껍질, 과속, 다음은 과육의 순이었다. ADF는 모든 품종에서 껍질에의 함량이 가장 많았고 다음은 과속, 과육에서의 함량이 가장 적었다. Lignin의 함량 또한 NDF의 함량과 같은 양상을 나타내었다. 장식량과 신고에서 cellulose의 함량은 껍질에 많았고 과육에 적었다. 금촌추에서는 과육과 과속의 cellulose 함량이 비슷하였고 추황과 만삼길에서는 껍질속의 함량이 가장 많았고 과속에의 함량이 과육에의 함량보다 적었다. Hemicellulose 함량은 품종내의 부위에 따른 함량 변화가 다양하여 부위에 따른 일정한 양상을 찾아볼 수 없었다.

결과적으로 배에서 페놀성 물질, 식이섬유 등 기능성 물질을 추출하여 이용할 경우 가식부인 과육보다 껍질을 사용하는 것이 더 효과적일 것으로 사료된다.

## 나. 배 품종별, 성장시기별 기능성물질의 함량 변화

### 1) 배의 총페놀성 물질 함량 및 페놀 물질 함량 변화

배 총페놀성물질 함량의 변화는 품종에 따라 서로 다른 경향을 보였다(Fig 5). 풍수에서 과피의 총페놀성물질 함량은 약간의 증가를 보이다가 수확기에 이르기까지 지속적으로 감소하였고 과육에서는 급격한 감소를 보이다가 그 이후 아주 완만하게 감소하였다. 신고와 추황에서의 변화는 거의 비슷한 양상을 나타냈는데 과피에서의 함량은 증가-감소-급격한 증가-급격한 감소를 보였고 과육에서의 함량은 초기 급격하게 감소한 이후 서서히 감소하다가 과피에서와 같은 시기 즉 과실의 성장이 거의 멈춘 시기에 약간의 증가를 보이다가 다시 감소하였다. 수확시기 신고 과피의 총페놀성물질 함량이 0.91%로 가장 높았고 과육에서는 풍수의 함량이 0.14%로 가장 높았다. 또한 세 품종 모두에서 과피의 총페놀성물질의 함량이 과육의 함량보다 현저하게 높게 측정되었다.

HPLC로 각각의 페놀물질을 검출 정량한 결과는 Table 2-4과 같다. 초기 풍수 과피에서는 arbutin, chlorogenic acid, epicatechin이 주요한 물질로 검출되었고 그외 catechin과 caffeic acid가 미량으로 검출되었다. 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. 초기 신고 과피, 과육에서도 arbutin, chlorogenic acid, epicatechin이 주요한

물질로 검출되었고 그 외 과피에서는 catechin과 caffeic acid가 미량으로 검출되었으며 과육에서는 caffeic acid가 미량으로 검출되었다. 과피에서 arbutin과 chlorogenic acid는 생장과정 중 감소하다가 총페놀성물질의 함량이 급격히 증가하는 시기에 증가를 했다가 다시 감소하였다.

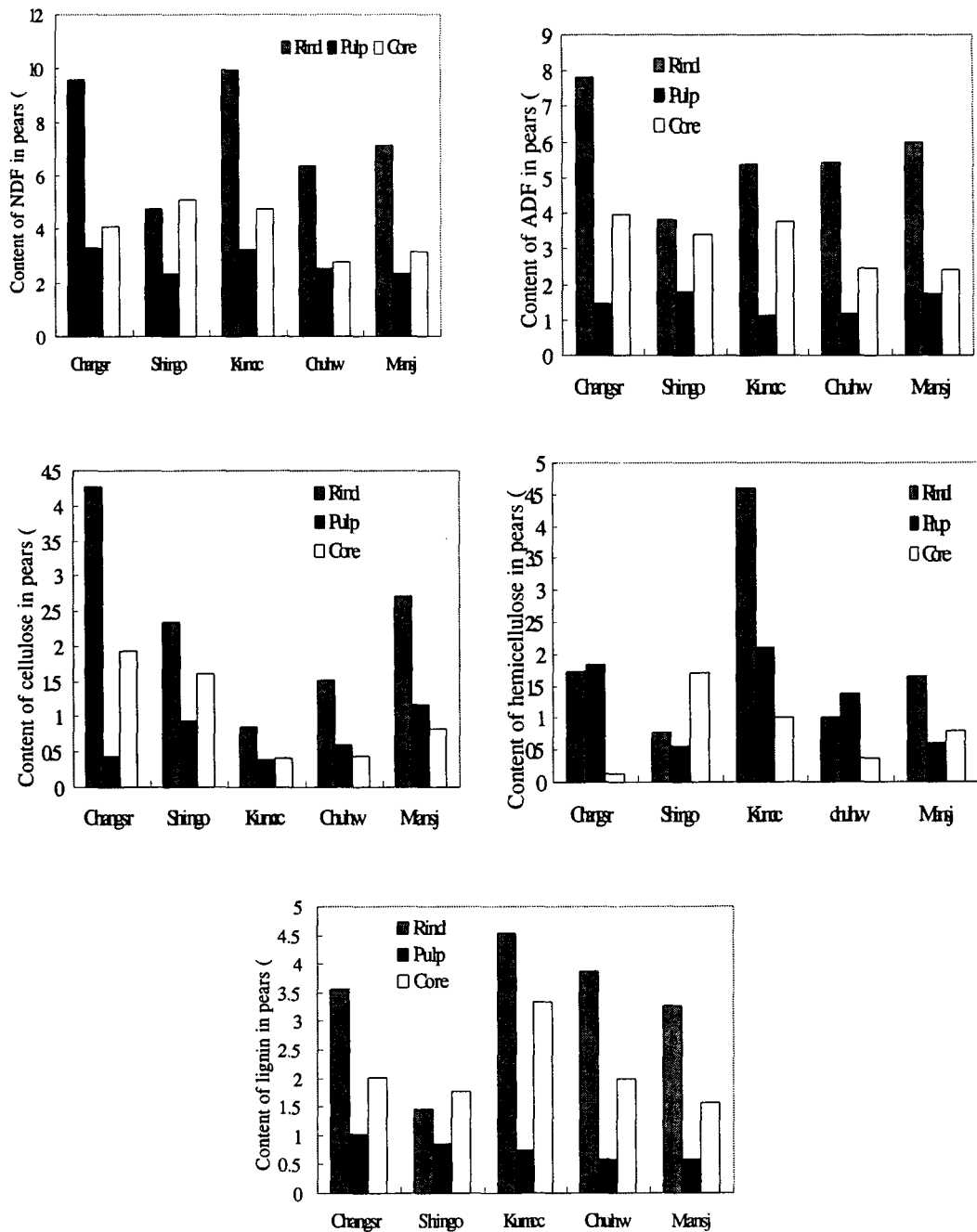
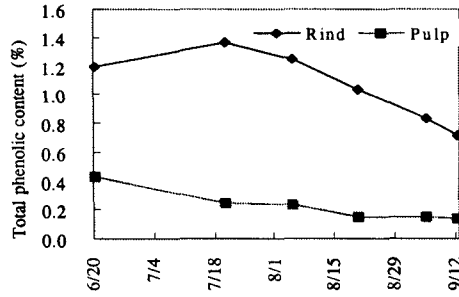
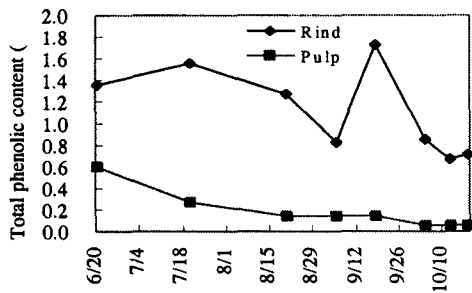


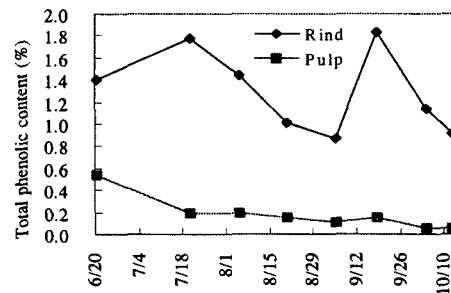
Fig. 4. Content of dietary fiber in rind, pulp and core of Asian pears



(a)



(b)



(c)

**Fig. 5. Seasonal changes of total phenolic compound content of pear cultivars (%)**  
(a: Pungsu b: Shingo c: Chuhwang)

Epicatechin은 총합량 변화와 같이 증가-감소-증가-감소의 양상을 보였다. 과육에서는 arbutin의 함량이 과피에서와 달리 과실의 생장이 진전됨에 따라 점차적으로 감소하다가 수확시기 약간의 증가를 보였고 epicatechin은 점차 감소하다가 9월초에 이르러 소실되었다.

초기 추황 과피의 주요한 페놀물질은 arbutin, chlorogenic acid와 epicatechin이었고 과육에서는 다른 두 품종에서와 달리 epicatechin이 미량으로만 검출되었다. 과피의 epicatechin 함량은 전반 성장 중에 지속적으로 감소하였고 과육의 chlorogenic acid는 다른 품종과는 달리 증가-감소-증가의 변화를 나타내었다.

세 품종 모두 과피에서는 과육에서 검출되지 않은 catechin이 미량이나마 검출되었고 또풍수와 신고의 과육에서는 과피에서 검출되지 않은 sinapic acid가 미량으로 검출되었거나 혹은 그 흔적을 볼 수 있었다. 그리고 세 품종 모두에서 p-coumaric acid와 ferulic acid가 검출되지 않았다.

## 2) 배 품종별, 성장 시기별 식이섬유 함량 변화

효소적 중량법으로 불용성 식이섬유와 가용성 식이섬유를 측정하였다. 세 품종 모두에서 성장시기의 진전에 따라 과피의 불용성 식이섬유는 계속 감소하였고 가용성 식이섬유의 함량은 여러단계의 변화를 나타내었다. 풍수의 가용성 식이섬유는 감소-증가-감소-증가의 변화를 보였고 신고와 추황의 가용성 식이섬유는 증가-감소-증가의 변화를 나타내었다. 총식이섬유의 함량은 풍수와 추황에서는 생장이 진행됨에 따라 불용성 식이섬유와 같이 지속적으로 감소하였고 신고에서는 감소하다가 약간의 증가를 보이는 양상을 나타내었다. 이는 불용성 식이섬유의 감소보다 가용성 식이섬유의 증가폭이 더 크기 때문이라고 생각된다.

**Table 2. Seasonal change of phenolic compounds of pear pungsu cultivars** (mg/100g)

	Date	Arbutin	Chlorogenic acid	Catechin	Epicatechin	Caffeic acid	p-Coumaric acid	Ssinapic acid	Ferulic acid
Rind	06/20	504.21±0.02	61.72±0.03	Small	72.49±0.08	Small	-	-	-
	07/20	261.52±0.09	25.46±0.04	-	46.39±0.04	-	-	-	-
	08/05	197.86±0.20	19.96±0.00	-	23.32±0.01	-	-	-	-
	08/20	149.82±0.03	16.96±0.00	-	23.45±0.00	-	-	-	-
	09/05	165.58±0.18	16.90±0.01	-	17.14±0.01	-	-	-	-
	09/12	94.71±0.00	10.49±0.00	-	8.85±0.00	-	-	-	-
Pulp	06/20	53.79±0.06	13.33±0.03	-	1.97±0.02	Small	-	Small	-
	07/20	11.7±0.11	7.39±0.00	-	0.95±0.00	-	-	-	-
	08/05	7.41±0.00	4.60±0.00	-	Small	-	-	-	-
	08/20	2.83±0.00	2.20±0.00	-	Small	-	-	-	-
	09/05	3.65±0.01	2.27±0.00	-	-	-	-	-	-
	09/12	2.88±0.00	1.61±0.00	-	-	-	-	-	-

-: Not detected

**Table 3. Seasonal change of phenolic compounds of pear shingo cultivars** (mg/100g)

	Date	arbutin	chlorogenic acid	catechin	epicatechin	caffeic acid	p-coumaric acid	sinapic acid	ferulic acid
Rind	06/20	764.85±17.80	84.30±2.21	Small	55.73±3.24	Small	-	-	-
	07/20	673.59±62.33	57.09±3.86	Small	91.11±6.20	Small	-	-	-
	08/05	419.70±32.32	33.56±2.79	-	42.92±6.90	Small	-	-	-
	08/20	319.16±5.36	17.06±1.52	-	21.44±3.71	-	-	-	-
	09/05	283.27±27.41	17.83±2.71	-	16.32±4.88	-	-	-	-
	09/18	402.75±56.18	30.84±1.82	-	24.96±1.91	-	-	-	-
	10/04	414.80±29.21	25.49±1.03	-	12.43±0.17	-	-	-	-
	10/12	331.35±20.01	23.15±0.97	-	18.22±2.70	-	-	-	-
Pulp	06/20	65.68±3.28	19.93±0.56	-	-	Small	-	trace	-
	07/20	19.51±4.68	8.73±0.42	-	0.58±0.32	Small	-	-	-
	08/05	11.11±0.93	5.02±0.49	-	0.23±0.17	-	-	-	-
	08/20	8.17±1.38	2.40±0.15	-	0.09±0.05	-	-	-	-
	09/05	4.93±0.11	2.04±0.28	-	-	-	-	-	-
	09/18	6.82±0.76	3.15±0.16	-	-	-	-	-	-
	10/04	9.61±0.73	1.57±0.24	-	-	-	-	-	-
	10/12	9.78±0.22	2.20±0.12	-	-	-	-	-	-

-: Not detected

**Table 4. Seasonal change of phenolic compounds of pear chuhwang cultivars** (mg/100g)

	Date	Arbutin	Chlorogenic acid	Catechin	Epicatechin	Caffeic acid	p-Coumaric acid	Sinapic acid	Ferulic acid
Rind	06/20	700.68±14.52	45.41±2.35	Small	63.01±1.45	Small	-	-	-
	07/20	547.77±23.79	74.32±6.33	Small	58.16±2.59	-	-	-	-
	08/20	335.93±23.27	31.59±1.16	-	39.69±4.16	-	-	-	-
	09/05	233.20±25.33	25.76±1.74	-	24.43±3.00	-	-	-	-
	09/18	337.95±21.71	39.06±1.86	-	23.12±1.32	-	-	-	-
	10/04	186.09±61.28	30.65±1.64	-	15.85±3.60	-	-	-	-
	10/12	214.17±13.11	32.45±0.28	-	18.85±1.99	-	-	-	-
	10/18	249.35±8.00	30.14±0.98	-	17.98±0.77	-	-	-	-
Pulp	06/20	60.63±5.34	17.82±0.57	-	-	Small	-	-	-
	07/20	18.72±6.54	17.12±1.61	-	Small	Small	-	-	-
	08/20	3.87±0.65	2.16±0.07	-	-	-	-	-	-
	09/05	6.66±0.29	2.62±0.03	-	-	-	-	-	-
	09/18	3.98±0.69	2.41±0.03	-	-	-	-	-	-
	10/04	2.85±0.22	1.53±0.06	-	-	-	-	-	-
	10/12	10.17±0.01	1.75±0.19	-	-	-	-	-	-
	10/18	3.81±1.01	3.05±0.19	-	-	-	-	-	-

-: Not detected

배 과육의 식이섬유 함량 또한 과피와 거의 비슷한 변화를 나타내었는데 불용성 식이섬유는 생장과정 중 계속 감소하였고 가용성 식이섬유는 감소하다가 증가하는 추세를 보였으며 총식이섬유의 함량도 감소하다가 수확시기가 가까워지면서 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 성숙된 풍수, 신고, 추황 세 품종의 불용성 식이섬유는 1.18%, 0.57%와 0.80%였고 가용성 식이섬유는 각각 1.46%, 1.32%와 4.65%였다.

결과적으로 배 과실의 생장에 따라 불용성 식이섬유는 감소하였고 가용성 식이섬유는 증가하였으며 수확시기에 이르러 과피에는 불용성 식이섬유의 함량이 더 많지만 과육에는 불용성 보다 가용성 식이섬유가 더 많았다.

배의 NDF, ADF와 lignin의 함량 변화에서 과피의 NDF함량은 생장이 진전됨에 따라 감소하는 추세를 나타내어 풍수는 생장초기 29.80%에서 성숙기에는 8.03%로 감소하였고 신고는 29.35%에서 6.62%로, 추황은 29.40%에서 7.20%로 감소하였다. 과육의 NDF함량도 마찬가지로 생장발육에 따라 감소하였는데 풍수와 추황은 8월 중순 이후로 그리고 신고는 8월 초순 이후로 약간의 감소를 보였지만 유의적인 함량 변화는 나타내지 않았다. 배의 ADF함량은 생장과정 중 계속 감소하는 추세를 나타내었다. 신고와 추황에서 과피의 ADF함량은 단계적인 변화를 나타내었고 마지막으로 채취한 시료 중의 함량은 풍수, 신고, 추황 과피에서 각각 6.75%, 5.47%, 5.45%이었다. 과육중의 함량 또한 성숙기에 신고와 추황이 비슷한 수준으로 0.68%와 0.64%이었으며 풍수의 함량은 0.56%이었다. 배의 lignin 함량은 전반 생장과정에 있어서 품종과 부위에 따라 모두 지속적으로 감소하여 과피중의 함량이 생장초기 8~9% 범위에서 4% 내외로 감소하였고 과육중의 함량은 생장초기 4%에 가까운



함량으로부터 감소하여 최종적으로 풍수는 0.47%로 신고와 추황은 거의 같은 수준으로 0.25%와 0.28%로 측정되었다.

NDF, ADF와 lignin으로부터 산출한 cellulose와 hemicellulose의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 풍수의 경우 과피의 cellulose 함량은 생장에 따라 감소하다가 성숙에 가까워지면서 증가하였고 hemicellulose 함량은 계속적으로 감소하여 그 함량이 11.25%에서 1.27%(5.71%)까지 감소하였다. 과육의 cellulose 함량은 1.31~0.09%(0.71%)의 범위에서, hemicellulose 함량은 6월 20일의 함량을 제외하고 3.71~0.39%(3.10%)의 범위에서 과실의 성장에 따라 감소하는 추세를 나타내었지만 8월 20일 이후 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 신고의 경우 과피의 cellulose 함량은 9월 5일 이후 유의적으로 지속적인 감소를 보였고 hemicellulose 함량은 생장초기 16.45%에서 1.15%(6.37%)로 감소하였다. 과육의 cellulose 함량은 감소하다가 증가하는 경향을 보였고 hemicellulose 함량은 7월 20일 이후 약간의 감소 추세를 나타내었지만 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 추황의 경우 과피의 cellulose와 hemicellulose의 함량은 감소-증가-감소의 경향을 나타내었고 과육의 cellulose 함량은 6월 20일의 함량을 제외하고 그 이후로 성숙기까지 약간의 변화는 있지만 유의적인 차이를 보이지 않았으며 hemicellulose 함량은 9월 5일까지 유의적으로 감소하다가 그 뒤로는 유의적인 변화를 나타내지 않았다.

### 3. 배의 생리활성

가. 배에서 추출한 phenolic compound가 STZ로 유발된 고혈당 생쥐에 미치는 영향

#### 1) 혈당량의 변화

대부분의 당뇨병은 자가면역 질환으로  $\beta$ -세포들이 심하게 손상된 후에 나타나게 된다(22). 본 실험에서 6주 동안 매주 1회 채혈하여 혈당을 측정된 결과, STZ를 투여하여 고혈당을 유발시킨 대조군의 혈당은 3주( $190 \pm 30.6$  mg/dL)부터 급격히 증가하여 4주( $203 \pm 34.5$  mg/dL)이후 높은 혈당수준이 유지되었다. 이와 같은 결과는 Murali 와 Goyal 의 결과(23)와 일치하였다.

STZ를 투여하여 고혈당을 유발시킨 생쥐에 사료와 phenolic compound를 혼합하여 6주 동안 식이하도록 한 결과 PA군(15 mg/kg/day)의 혈당량은 대조군에 비하여 유의성( $p < 0.05$ )있게 감소하였으나 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. PB군(90 mg/kg/day)의 혈당량은 전반적으로 대조군에 비하여 낮았으며, 특히 4주( $100 \pm 25.6$  mg/dL)부터 대조군이나 PA군에 비하여 현저히 감소하기 시작하여, 그 이후 유의성( $p < 0.05$ )있게 낮은 혈당량이 6주( $95 \pm 14.6$  mg/dL)까지 유지되었다. 이와 같은 결과는 배의 phenolic compound가 췌장섬에 작용하여 인슐린 분비에 관여하였음을 암시한 것으로 사료된다.

#### 2) 혈중 BUN과 creatinine의 변화

BUN의 변화는 실험개시 6주 후에 생쥐의 심장으로 부터 채혈하여 측정된 결과 대조군( $34.18 \pm 5.83$  mg/dL)에 비하여 PA군( $29.48 \pm 8.00$  mg/dL)과 PB군( $32.59 \pm 6.92$  mg/dL)에서 다소 낮게 관찰되었으나 유의성은 없었다. 혈중 creatinine의 농도 변화 또한 6주 후에 생쥐의 심장으로 부터 채혈하여 측정된 결과 대조군( $0.54 \pm 0.06$  mg/dL)에 비하여 PA군( $0.51 \pm 0.06$  mg/dL)과 PB군( $0.50 \pm 0.05$  mg/dL)에서 다소 낮게 관찰되었다.

STZ 투여로 유발된 당뇨병 흰쥐는 신장 질환이 동반되어 blood urea nitrogen(BUN)과 blood creatinine은 증가한다(23). 본 연구에서 phenolic compound 투여한 6 주 후에 채혈하여 BUN과 creatinine의 농도를 측정된 결과 대조군에 비하여 PA군과 PB군에서 약간 감소한 것으로 보아 신장의 기능에 효과가 있을 것으로 사료되었다.

### 3) insulin-면역조직화학적 및 전자현미경관찰

$\beta$ -세포의 파괴와 인슐린 분비상태를 구명하기 위하여 6주 후 대조군 췌장 조직을 절취하여 insulin-면역조직화학적 검색하였다. 대조군에서는 전반적으로 췌장섬(Langerhans islets)이 거의 관찰되지 않았을 뿐만 아니라 극소수 관찰되는 췌장섬에서는 insulin-positive  $\beta$ -세포들이 소수 존재하였으며, 면역반응성 또한 매우 미약하였다. 전자현미경 관찰 결과에서도 췌장섬의  $\beta$ -세포들은 인슐린 함유과립들이 매우 드물게 관찰되었을 뿐만 아니라 세포소기관의 발달이 미약하였다. 이와 같은 결과는 STZ로 고혈당이 유발된 당뇨 생쥐는  $\beta$ -세포가 파괴되어 인슐린의 분비가 극히 저조하여 그 결과 혈당량의 증가 한 것으로 보인다.

PB군의  $\beta$ -세포들에서는 인슐린 함유과립들이 대조군에 비하여 다수 관찰되었을 뿐만 아니라 전자밀도가 높은 것과 낮은 과립들이 다수 관찰되었다. 과립형질세망과 골지체의 발달이 대조군에 비하여 현저히 발달해 있었다. 이와 같은 결과는 인슐린의 합성과 분비가 활발한  $\beta$ -세포들은 전자밀도가 높은 인슐린 함유과립들과 인슐린이 분비되고 있는 것으로 사료되는 밝은 과립들이 다수 존재한다는 Gisela 등(24)의 견해와 일치하였다.

정상 생쥐의 췌장에서는 소량의 IGF-I mRNA를 발현되는데(25), STZ 투여로  $\beta$ -세포를 파괴시킨 in vitro 실험에서 IGF-I을 처리하면  $\beta$ -세포의 복제가 증가된다(26). 자가면역 질환인 당뇨병은  $\beta$ -세포들이 심하게 손상되거나 파괴되면, 췌장섬에서는  $\beta$ -세포의 복제와 신생을 유도하는 주요 인자가 발현되어 면역반응에 대응하며,  $\beta$ -세포에서 IGF-I이 발현되어  $\beta$ -세포 집단을 복원하고 정상적인 혈당을 유지한다(27). 포도당 또한  $\beta$ -세포의 증식을 자극하는 주요 자극제라고 하였다(28,29). 10% sucrose를 물에 혼합하여 공급한 hamster의  $\beta$ -세포는 전자밀도가 높은 분비과립들의 수는 감소한 반면, 인슐린을 분비하여 전자밀도가 낮은 과립들의 수는 증가하였다. 또한 혈청내 인슐린의 농도도 수돗물을 공급한 대조군에 비하여 높아졌다(29). 정상적인 흰쥐에 sucrose 식이를 한 결과 췌장섬의 숫자가 약 6.8배 증가하였다고 하였다(30).

본 연구의 PB군에서는 4주부터 혈당량이 감소하기 시작하였으며, 그 이후 대조군에 비하여 낮은 혈당량이 6주까지 유지되었다. 또한 인슐린 면역조직화학적 검색결과, STZ를 투여하고 보통 식이를 한 대조군에서는 거의 관찰되지 않았던 췌장섬들이 다수 관찰되었을 뿐만 아니라 모든 췌장섬들은 인슐린에 대하여 강한 면역반응성을 보여주어  $\beta$ -세포의 인슐린 합성과 분비가 대조군에 비하여 현저함을 알 수 있었다. 전자현미경을 통한  $\beta$ -세포의 미세구조 관찰 결과 인슐린 함유과립들이 대조군에 비하여 다수 관찰되었을 뿐만 아니라 전자밀도가 높았으며, 과립형질세망과 골지체들이 대조군에 비하여 현저히 발달해 있었다. 이와 같은 결과로 보아 본 연구에서 투여한 배 추출 phenolic compound가  $\beta$ -세포의 복제 또는 신생에 관여하였을 것으로 보인다. 앞으로 phenolic compound의 분석을 통하여 phenolic compound가 IGF-I와 유사한 효능 갖고 있는 물질이나, IGF-I의 효능을 활성화시키는 물질을 포함하고 있는지가 밝혀져야 할 것으로 사료된다.

나. 배에서 추출된 Phenolic compound의 구강투여가 흰쥐의 혈압 변화, 혈장 Renin, 혈장 ANP 및 Cardiac hypertrophy에 미치는 영향

#### 1) BP 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 pear phenolic compound를 2일에 1회씩 3주간 투여하여 일간 혈압변화에 미치는 영향을 각각 알아보았다. 2K1C 고혈압 흰쥐에게 아무런 처치를 하지 않은 대조군에 있어서 일간 혈압변화를 관찰한 결과, 5일, 8일, 12일, 15일, 19일째에 0일째에 비하여  $108.4 \pm 3.40\%$ ,  $118.7 \pm 4.23\%$ ,  $112.5 \pm 2.50\%$ ,  $125.6 \pm 3.29\%$ ,  $115.1 \pm 2.16\%$ 를 각각 보여 혈압 상승이 지속됨을 나타내었다. 2K1C 고혈압 흰쥐에게 pear phenolic compound를 투여하고 일간 혈압변화를 관찰한 결과, 5일, 8일, 12일, 15일, 19일째에 0일째에 비하여 PPC-A군은  $109.1 \pm 4.65\%$ ,  $104.8 \pm 2.44\%$ ,  $105.2 \pm 2.87\%$ ,  $104.3 \pm 2.99\%$ ,  $103.4 \pm 2.26\%$ , PPC-B군은  $111.6 \pm 3.41\%$ ,  $109.7 \pm 1.94\%$ ,  $105.1 \pm 1.87\%$ ,  $98.7 \pm 0.79\%$ ,  $108.6 \pm 3.17\%$ , PPC-C군은  $106.0 \pm 3.33\%$ ,  $116.1 \pm 4.87\%$ ,  $109.5 \pm 4.37\%$ ,  $111.1 \pm 3.23\%$ ,  $110.5 \pm 3.69\%$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여 phenolic compound가 투여된 PPC-A군의 15일째에 유의한 감소 ( $P < 0.05$ )를 보였고 19일째에 한계적으로 유의한 감소 ( $P < 0.07$ )를 나타내었으며, PPC-B군의 15일째에 유의한 감소 ( $P < 0.01$ )를 나타내었으며, PPC-C군의 모든 기간 동안 감소의 경향을 보였으나 유의성은 나타내지 않았다.

#### 2) Plasma renin 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 pear phenolic compound를 2일에 1회씩 3주간 투여가 혈장 renin 변화에 미치는 영향을 각각 알아보았다. 대조군이  $13.20 \pm 3.40 \text{ ng/ml/h}$ 인 것에 비하여 PPC-A군은  $11.70 \pm 3.92 \text{ ng/ml/h}$ , PPC-B군은  $18.63 \pm 3.80 \text{ ng/ml/h}$ , PPC-C군은  $7.68 \pm 0.43 \text{ ng/ml/h}$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여 pear phenolic compound가 투여된 PPC-C군에서 한계적으로 유의한 감소 ( $P < 0.06$ )를 나타내었다.

#### 3) Plasma ANP 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 pear phenolic compound를 2일에 1회씩 3주간 투여가 혈장 ANP 변화에 미치는 영향을 각각 알아보았다. 대조군이  $29.70 \pm 8.96 \text{ pg/ml}$ 인 것에 비하여, PPC-A군은  $92.89 \pm 16.64 \text{ pg/ml}$ , PPC-B군은  $73.77 \pm 22.67 \text{ pg/ml}$ , PPC-C군은  $89.04 \pm 6.75 \text{ pg/ml}$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여 pear phenolic compound가 투여된 PPC-A와 PPC-C군에서 유의한 증가 ( $P < 0.01$ )를 보였고, PPC-B군에서 한계적으로 유의한 감소 ( $P < 0.08$ )를 나타내었다.

#### 4) Cardiac hypertrophy 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 pear phenolic compound를 2일에 1회씩 3주간 투여가 cardiac hypertrophy에 미치는 영향을 각각 알아보았다. 대조군이  $4.03 \pm 0.11$ 인 것에 비하여 PPC-A군은  $3.73 \pm 0.32$ , PPC-B군은  $3.62 \pm 0.14$ , PPC-C군은  $3.35 \pm 0.03$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여, pear phenolic compound가 투여된 PPC-C군에서 유의한 감소 ( $P < 0.05$ )를 나타내었다.

다. 배 추출 펙틴이 흰쥐의 혈압 변화, 혈장 Renin, 혈장 ANP 및 Cardiac hypertrophy에 미치는 영향

#### 1) BP 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 아무런 처치를 하지 않은 대조군에 있어서 일간 혈압변화를 관찰한 결과, 5일, 8일 12일, 15일, 19일째에 0일째에 비하여  $108.4 \pm 3.40\%$ ,  $118.7 \pm 4.23\%$ ,  $112.5 \pm 2.50\%$ ,  $125.6 \pm 3.29\%$ ,  $115.1 \pm 2.16\%$ 를 각각 보여 혈압 상승이 지속됨을 나타내었다. 2K1C 고혈압 흰쥐에게 apple pectin을 투여하고 일간 혈압변화를 관찰한 결과, 5일, 8일 12일, 15일, 19일째에 0일째에 비하여 AP-A군은  $106.6 \pm 2.14\%$ ,  $105.7 \pm 2.72\%$ ,  $110.1 \pm 2.80\%$ ,  $101.8 \pm 2.48\%$ ,  $102.5 \pm 2.25\%$ , AP-B군은  $102.0 \pm 3.17\%$ ,  $97.9 \pm 0.25\%$ ,  $110.9 \pm 1.87\%$ ,  $106.7 \pm 3.18\%$ ,  $103.1 \pm 2.97\%$ , AP-C군은  $109.9 \pm 3.35\%$ ,  $105.5 \pm 2.35\%$ ,  $111.1 \pm 3.16\%$ ,  $105.3 \pm 3.62\%$ ,  $104.0 \pm 2.97\%$ 을 각각 나타내었다.

2K1C 고혈압 흰쥐에게 pear pectin을 투여하고 일간 혈압변화를 관찰한 결과, 5일, 8일 12일, 15일, 19일째에 0일째에 비하여 PP-A군은  $106.8 \pm 7.06\%$ ,  $111.0 \pm 8.58\%$ ,  $107.0 \pm 7.93\%$ ,  $110.7 \pm 7.36\%$ ,  $107.1 \pm 6.67\%$ , PP-B군은  $104.0 \pm 2.32\%$ ,  $100.1 \pm 0.97\%$ ,  $118.4 \pm 1.12\%$ ,  $108.7 \pm 1.97\%$ ,  $103.2 \pm 3.49\%$ , PP-C군은  $103.2 \pm 2.21\%$ ,  $104.5 \pm 2.77\%$ ,  $97.7 \pm 3.96\%$ ,  $104.4 \pm 2.47\%$ ,  $102.7 \pm 3.31\%$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여 apple pectin이 투여된 AP-A군의 15일째에 유의한 감소( $P < 0.05$ )를 보였고, 19일째에 한계적으로 유의한 감소( $P < 0.06$ )를 나타내었으며, AP-B군의 8일째와 15일째에 유의한 감소를 나타내었으며, AP-C군의 15일째에 한계적으로 유의한 감소( $P < 0.06$ )를 나타내었다. 또한 대조군에 비하여 pear pectin이 투여된 PP-A군은 모든 기간 동안 유의성을 나타내지 않았으며, PP-B군의 8일째와 15일째에 유의한 감소( $P < 0.05$ )를 나타내었으며, PP-C군의 15일째에 유의한 감소( $P < 0.05$ )를 나타내었다.

#### 2) Plasma renin 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 apple pectin, pear pectin을 2일에 1회씩 3주간 투여가 혈장 renin 변화에 미치는 영향을 각각 알아보았다. 대조군이  $13.20 \pm 3.40 \text{ ng/ml/h}$ 인 것에 비하여 AP-A군은  $14.90 \pm 1.11 \text{ ng/ml/h}$ , AP-B군은  $11.29 \pm 1.90 \text{ ng/ml/h}$ , AP-C군은  $10.11 \pm 1.24 \text{ ng/ml/h}$ 를 각각 나타내었으며, PP-A군은  $19.93 \pm 6.31 \text{ ng/ml/h}$ , PP-B군은  $5.95 \pm 0.49 \text{ ng/ml/h}$ , PP-C군은  $10.68 \pm 0.77 \text{ ng/ml/h}$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여 apple pectin이 투여된 군에서는 모두 유의한 변화가 없었으며, pear pectin이 투여된 PP-B군에서 한계적으로 유의한 감소( $P < 0.09$ )를 나타내었다.

#### 3) Plasma ANP 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 apple pectin, pear pectin을 2일에 1회씩 3주간 투여가 혈장 ANP 변화에 미치는 영향을 각각 알아보았다. 대조군이  $29.70 \pm 8.96 \text{ pg/ml}$ 인 것에 비하여 AP-A군은  $22.13 \pm 7.50 \text{ pg/ml}$ , AP-B군은  $19.11 \pm 5.67 \text{ pg/ml}$ , AP-C군은  $33.26 \pm 6.41 \text{ pg/ml}$ 를 각각 나타내었으며, PP-A군은  $29.66 \pm 11.20 \text{ pg/ml}$ , PP-B군은  $62.44 \pm 10.93 \text{ pg/ml}$ , PP-C군은  $18.16 \pm 7.66 \text{ pg/ml}$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여 apple pectin이 투여된 군에서는 모두 유의한 변화가 없었으며, pear pectin이 투여된 PP-B군에서 유의한 증가( $P < 0.05$ )를 나타내었다.

#### 4) Cardiac hypertrophy 변화

2K1C 고혈압 흰쥐에게 apple pectin, pear pectin을 2일에 1회씩 3주간 투여가 cardiac hypertrophy에 미치는 영향을 각각 알아보았다. 대조군이  $4.03 \pm 0.11$ 인 것에 비하여 AP-A군은  $3.69 \pm 0.14$ , AP-B군은  $3.95 \pm 0.11$ , AP-C군은  $3.90 \pm 0.09$ 를 각각 나타내었으며, PP-A군은  $3.58 \pm 0.15$ , PP-B군은  $3.94 \pm 0.15$ , PP-C군은  $3.43 \pm 0.08$ 를 각각 나타내었다. 즉 대조군에 비하여 apple pectin이 투여된 군에서는 모두 유의한 변화가 없었으며, pear pectin이 투여된 PP-C군에서 유의한 감소( $P < 0.05$ )를 나타내었다.

라. 배 추출 Pectin과 Phenolic compound 구강투여가 흰쥐의 국소뇌혈류 및 혈압에 미치는 영향

#### 1) rCBF 변화

Apple pectin, pear pectin, pear phenolic compound 투여가 뇌혈류 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 농도별로  $1\mu\text{g}$ ,  $10\mu\text{g}$ ,  $100\mu\text{g}$ ,  $1\text{mg}$ 씩 투여한 결과, AP군은 투여전 100%에 비하여  $110 \pm 8.00\%$ ,  $100 \pm 14.80\%$ ,  $85.8 \pm 10.13\%$ ,  $91.1 \pm 8.91\%$ 를 각각 나타내었고, PP군은 투여전 100%에 비하여  $109 \pm 13.29\%$ ,  $94.5 \pm 10.49\%$ ,  $88.3 \pm 9.94\%$ ,  $93.9 \pm 12.35\%$ 를 각각 나타내었으며, PPC군은 투여전 100%에 비하여  $106.1 \pm 5.22\%$ ,  $105.0 \pm 7.76\%$ ,  $118.9 \pm 10.44\%$ ,  $145.6 \pm 18.19\%$ 를 각각 나타내었다. 즉 pear phenolic compound 투여군 중 투여전에 비하여  $100\mu\text{g}$  투여에서 한계적으로 유의한 증가를 보였고,  $1\text{mg}$  투여에서 유의한 증가를 나타내었으나, apple pectin과 pear pectin 투여군 모든 농도에서 투여전에 비하여 유의한 변화를 나타내지 않았다.

#### 2) MAP 변화

Pear pectin과 pear phenolic compound 투여가 평균동맥압 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 농도별로  $1\mu\text{g}$ ,  $10\mu\text{g}$ ,  $100\mu\text{g}$ ,  $1\text{mg}$ 씩 투여한 결과, PP군은 투여전 100%에 비하여  $96.3 \pm 2.43\%$ ,  $92.3 \pm 2.42\%$ ,  $89.5 \pm 2.81\%$ ,  $93.6 \pm 5.81\%$ 를 각각 나타내었으며, PPC군은 투여전 100%에 비하여  $101.7 \pm 4.21\%$ ,  $102.9 \pm 5.39\%$ ,  $110.7 \pm 5.27\%$ ,  $112.8 \pm 12.51\%$ 를 각각 나타내었다. 즉, pear pectin  $10\mu\text{g}$ ,  $100\mu\text{g}$  투여군에서 투여전에 비하여 유의한 감소를 보였으나, pear phenolic compound  $100\mu\text{g}$  투여군에서는 투여전에 비하여 유의한 증가를 나타내었다.

#### 3) Heart rate 변화

Pear pectin, pear phenolic compound 투여가 심박수 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 농도별로  $1\mu\text{g}$ ,  $10\mu\text{g}$ ,  $100\mu\text{g}$ ,  $1\text{mg}$ 씩 투여한 결과, PP군은 투여전 100%에 비하여  $100.3 \pm 9.77\%$ ,  $110.4 \pm 11.10\%$ ,  $116.9 \pm 12.95\%$ ,  $112.4 \pm 9.82\%$ 를 각각 나타내었으며, PPC군은 투여전 100%에 비하여  $102.6 \pm 9.74\%$ ,  $117.5 \pm 21.01\%$ ,  $118.5 \pm 25.48\%$ ,  $98.3 \pm 19.16\%$ 를 각각 나타내었다. 즉, pear pectin, pear phenolic compound 투여군 모두에서 투여전에 비하여 유의한 차이를 나타내지 않았다.

#### 4) Cardiac contractile force 변화

Pear pectin과 pear phenolic compound 투여가 심근수축력 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 농도별로  $1\mu\text{g}$ ,  $10\mu\text{g}$ ,  $100\mu\text{g}$ ,  $1\text{mg}$ 씩 투여한 결과, PP군은 투여전 100%에 비하여  $99.5 \pm 2.09\%$ ,  $101.0 \pm 3.07$ ,  $100.8 \pm 3.65\%$ ,  $102.8 \pm 5.35\%$ 를 각각 나타내었으며, PPC군은 투여전 100%에 비하여

104.1±2.98%, 110.1±3.08 113.4±4.28%, 119.3±7.83%를 각각 나타내었다.

즉, pear pectin 투여군 모두에서 투여 전에 비하여 증가의 경향을 보였으나 유의한 차이는 나타나지 않았으며, pear phenolic compound 1 $\mu$ g, 10 $\mu$ g, 100 $\mu$ g, 1mg 투여 군에서 투여 전에 비하여 유의한 증가를 나타내었다.

#### 4. 참고문헌

1. 최정선, 조용진: 추출방법에 따른 사과 펙틴의 특성 비교. 산업식품공학, 4(3), 70-75(2000)
2. 문수재, 손경희, 윤선, 이명해, 이명희: 한국산 감귤류 껍질 내의 페틴함량과 펙틴의 특성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14(1), 63-66(1982)
3. 조용진, 김종태, 김철진, 황재관: 사과박의 펙틴 추출을 위한 압출공정 모형화. 한국식품과학회지, 31(4), 1011-1016(1999)
4. 황재관, 전향숙: 펙틴 다당류의 구조 및 기능. 농업생명과학, 3(2), 85-96(1996)
5. 서정학, 황용수, 천종필, 이재창: 동양배 과피흑변현상과 페놀 변화 및 polyphenol oxidase의 부분 정제. 한국원예학회지, 42(2), 184-188(2001)
6. 김현구, 권영주, 김공환, 정윤화: 마이크로웨이브 추출조건에 따른 섬썩부쟁이 추출물의 총 폴리페놀 함량 및 전자공여 작용 변화. 한국식품과학회지, 32(5), 1022-1028(2000)
7. 이정희, 이서래: 국내산 식물성 식품중 페놀성 물질의 함량 분석. 한국식품과학회지, 26(3), 310-316(1994)
8. 박정희, 김상교, 권영주, 김성환: 계절에 따른 참죽나무잎 플라보노이드 화합물의 변화분석. 경상북도 보건환경연구원보, 20-27
9. 최진호, 김기열, 이진철: 착즙전처리가 배 과즙의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 30(4), 827-831(1998)
10. 홍세진, 김명수, 박세원, 신일섭: 조생종 배 과실의 성숙중 당과 산의 함량 및 식미의 변화. 한국원예학회지, 39(4), 408-411(1998)
11. 이경숙, 이서래: 과일 채소중 식이섬유의 분석법 검토 및 함량 분석. 한국식품과학회지, 19(4), 317-323(1987)
12. 황선희, 김정인, 승정자: 한국인 남자대학생의 주요 상용식품의 불용성 및 수용성 식이섬유 함량 분석. 한국영양학회지, 29(3) 278-285(1996)
13. Yoo. Y. K., Kim. K. S., : Seasonal Variation Ability, Plant Hormones, Carbohydrate, Nitrogen, Starch, and Soluble Sugar Contents in Cuttings of White Forsythia (*Abeliophyllum distichum* Nakai). J. Kor. Soc. Hort. Sci., 37(4) 554-560 (1996)
14. 오성도, 장준택, 최동근: 왜성 사과나무의 조피증상 발현요인에 관한 연구. 한국원예학회지, 31(1), 42-50 (1990)
15. Hwang, B. K. and Lee, Y. S. : Biochemical Characteristics of Apple Rot Caused by *Macrophoma* SP. (I). Kor. J. Mycol. 10(4), 181-185 (1982)
16. 이경숙 이서래: 국내산 식물성 식품중 식이섬유 함량의 분석. 한국식품과학회지, 25(3), 225-231

(1993)

17. Sylvia M. Blankenship and Daryl G. Richardson : Changes in Phenolic acids and internal ethylene during long-term cold storage of pears. *J. AMER. Soc. HORT. Sci.* 110(3), 336~339(1985)
18. Masatsune Murata, Mie Tsurutani, Masami Tomita, Seiichi Homma, and Katsuyoshi Kaneko : Relationship between apple ripening and browning: Changes in polyphenol content and polyphenol oxidase. *J. Agric. Food Chem*, 43, 1115~1121(1995)
19. B. M. Silva, P. B. Andrade, G. C. Mendes, P. Valentao, R. M. Seabra, and M. A. Ferreira : Analysis of phenolic compounds in the evaluation of commercial quince jam authenticity. *J. Agric. Food Chem*, 48, 2853~2857(2000)
20. George A. Spanos and Ronald E. Wrolstad: Influence of variety, maturity, processing, and storage on the phenolic composition of pear juice. *J. Agric. Food Chem*, 38, 817~824(1990)
21. Yasuko Sannomaru, Osamu Katayama, Yoshiki Kashimura and katsuyoshi kaneko : Changes in Polyphenol Content and polyphenoloxidase Activity of Apple Fruits during Ripening Process. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 45(1), 37-43 (1998)
22. Pickup JC, Williams G. 1994. Chronic complications of diabetes. Blackwell Scientific Publications. Oxford, United Kingdom. p 313.
23. Murali B, Goyal RK. 2001. Effect of chronic treatment with losartan on streptozotocin induced diabetic nephropathy. *Clin Exp Hypertens* 23: 513-520.
24. Gisela C, Hector DZ, Cesar LA, Gomez D, Juan JG. 2000. Quantitative ultrastructural changes induced by sucrose administration in the pancreatic B cells of normal hamster. *Biocell* 24: 31-37.
25. Calbo EL, Bernatchez G, Pelletier G, Iovanna JL, Morisset J. 1997. Down regulation of IGF-I mRNA expression during postnatal pancreatic development and overexpression after subtotal pancreatectomy and acute pancreatitis in the rat pancreas. *J Mol Endocrinol* 18: 233-242.
26. Hugl SR, White MF, Rhodes CJ. 1998. Insulin-like growth factor I (IGF-I)-stimulated pancreatic  $\beta$ -cell growth is glucose-dependent: synergistic activation of insulin receptor substrate-mediated signal transduction pathway by glucose and IGF-I in Ins-1 cells. *J Biol Chem* 269: 28783-28789.
27. George M, Eduard A, Alba C, Cristina C, Jean CD, Bosh F. 2002.  $\beta$ -cell expression of IGF- I leads to recovery from type 1 diabetes. *J Clin Invest* 109: 1153-1163.
28. Bonner-Weir S, Deery D, Leahy JL, Weir GC. 1989. Compensatory growth of pancreatic  $\beta$ -cells in adult rats after short- term glucose infusion. *Diabetes* 38: 49-53.
29. Bonner-Weir S, Smith FE. 1994. Islet growth and the growth factors involved. *Trends in Endocrinology and metabolism* 5: 5137-5140.
30. Del Zotto H, Gomez Dumm CL, Drago S, Fortion A, Luna GC, Gagliardino JJ. 2002. Mechanism involved in the beta-cell mass increase induced by chronic sucrose feeding to normal rats. *J Endocrinol* 174: 225-231.
31. Bederson J.B., et al : Rat middle cerebral artery occlusion ; Evaluation of the model and development of a neurologic examination, *Stroke*, 17 : 472~476, 1986.
32. Chen S.T., Hsu C.Y., Hogan E.L., Maricque H., Balentine J.D. : A model of focal ischemic stroke in the rat ; reproducible extension cortical infarction, *Stroke*, 17 : 738~743, 1986.