

## 생장단계별 배 과육에서 추출된 펙틴의 이화학 특성 및 포도당 흡수 저해 효과

장 선 · 이범수 · 은종방<sup>1,\*</sup>

연변대학교 농학원 식품과학계 · 식품과학연구소, <sup>1</sup>전남대학교 식품공학과 · 농업과학기술연구소

### Physicochemical Properties and Glucose Transport Retarding Effect of Pectin from Flesh of Asian Pear at Different Growth Stages

Xian Zhang, Fan-Zhu Lee, and Jong-Bang Eun<sup>1,\*</sup>

Department of Food Science and Institute of Food Science, Yanbian National University

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology and Institute of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University

**Abstract** Properties of pectin extracted from flesh of Asian pear in 3 cultivars were investigated at different growth stages. The extraction yields of pectin by the acidic treatment decreased during the growth. The L\* value of young fruit was lower than unripe and ripe fruit, and a\* and b\* value were higher in the same cultivars. The degree of esterification (DE) and intrinsic viscosity of pectin were 21.1-41.3% and 1.90-3.81 dL/g, respectively. The pectin extracted from flesh of pear showed about 30% glucose retarding effect. The DE value had a high correlation with retarding effect on glucose transport and intrinsic viscosity ( $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ ). The intrinsic viscosity of the pectin seems to affect the retardation of glucose transport in blood. Pectin extracted from flesh of Asian pear by acidic treatment could be a good source to develop low calorie and functional food.

**Key words:** Asian pear, pectin, flesh, properties, growth stages

## 서 론

펙틴은 주로 과채류의 중엽과 1차 세포벽에 존재하며 수용성 하이드로콜로이드 물질로서 작용하여 식품에서 점결제, 겔화제, 안정제로서 사용된다. 또한 펙틴은 젤 매트릭스를 형성하여 체내에서 영양소의 이동을 늦추고 당질의 흡수를 저해하여 식후 혈중 포도당 농도의 상승을 억제하는 등의 기능이 있다(1,2). 펙틴의 젤 형성 성질은 펙틴의 구조나 성분, 메톡실 함량, 분자량 등의 영향을 받으며(3) 이러한 펙틴의 자체 성질은 과실의 성숙도에 따라 좌우된다(4). 한편 국내 배 재배생산도 자연재해, 재배기술 등의 영향으로 신선과일로 소비하기엔 상품성이 낮은 과실의 발생량도 늘고 있는 실정이다. 배 펙틴에 대한 연구는 전보(5)에 소개한 바와 같이 주로 성숙과정 중, 수확 후 저장중의 조성 성분의 변화에 대하여 수행되었고 또 배 가공부산물의 부가가치 제고를 위한 목적으로 배박으로부터 효소적 방법으로 펙틴을 추출하여 특성을 측정(6)하는 등 연구가 이루어져 있을 뿐 서로 다른 성장단계의 배 펙틴을 추출하여 이화학적 및 생리적 특성에 대한 연구는 거의 보도되지 않은 상황이다. 따라서 본 연구에서는

서로 다른 성장시기에 발생하는 상품성이 낮은 배의 기능성소재로서의 활용방안을 모색하고자 전보(7)의 배 과피에서 분리한 식이섬유원의 물리적 특성에 대한 연구에 이어서 배 펙틴의 효과적인 이용을 위한 기초연구로 성장단계별로 배 과육에서 펙틴을 추출하여 이화학적 특성과 포도당 흡수 저해 효과를 조사하여 이를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 재료

사용한 재료는 전보(7)와 같이 2003년도 나주 배 재배 농가에서 생산한 배 풍수(Hosui), 신고(Niitaka)와 추황배(Chuwangbae)를 구입하여 시료로 사용하였다. 배 과실의 성숙도는 만개 후 일수로 계산하여 풍수는 69일(유과), 115일(미숙과), 153일(성숙과), 신고는 73일(유과), 119일(미숙과), 179일(성숙과) 그리고 추황배는 73일(유과), 134일(미숙과), 192일(성숙과)로 3단계로 나누어 표준으로 삼고자 하는 나무에 선정 표시한 배와 비슷한 크기의 과실을 채취하여 실험에 사용하였다.

### 펙틴의 추출

산처리법(8,9)에 의하여 다음과 같이 펙틴을 추출하였다. 배 과육에 1% 아황산나트륨 용액을 가한 다음 blender(Hanil Electric, Seoul, Korea)로 마쇄하고 시료 무게와 같은 양의 물을 첨가한 후 1 N의 질산용액으로 pH 2.0으로 조절하고 90°C에서 60분간 환류 추출하였다. 냉각 후 여과하여 그 여액의 2배에 해당하는 isopropanol을 서서히 첨가하면서 펙틴을 침전시키고 5시간 방치 후 여

\*Corresponding author: Jong-Bang Eun, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea  
Tel: 82-62-530-2145  
Fax: 82-62-530-2149  
E-mail: jbeun@jnu.ac.kr  
Received April 1, 2008; revised August 4, 2008  
accepted August 7, 2008

과하여 침전물을 얻었다. 당을 제거하기 위하여 Molisch반응으로 당이 검출되지 않을 때까지 침전물을 에탄올로 반복 세척하였다. 이렇게 얻어진 침전물을 40°C에서 건조한 후 분쇄하여 120 mesh를 통과하여 시료로 사용하였다. 수율은 건조된 펙틴을 시료 무게에 대한 백분율로 나타내었다.

### 색도

색도는 색차계(Spectrophotometer, Minolta CM-3500, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고 hunter L\*, a\*, b\*값으로 나타내었다.

### 순도

순도는 m-hydroxydiphenyl 방법(10,11)으로 추출한 펙틴중의 galacturonic acid 함량을 측정하여 시료량에 대한 퍼센트로 나타내었다.

### 메톡실 함량과 메틸에스테르화도(DE)

Owens(12)의 방법에 따라 추출한 펙틴 0.5 g을 칭량하여 5 mL의 에탄올로 적신 후 1.0 g의 NaCl를 넣고 증류수 100 mL를 첨가하였다. 0.1 N의 NaOH로 pH 7.5가 되도록 적정하고 이 중성 용액에 0.25 N의 NaOH 25 mL를 가하여 실온에서 30분간 방치하였다. 다시 0.25 N의 HCl 25 mL를 가한 후 0.1 N의 NaOH로 pH 7.5가 될 때까지 적정하였다. 이 적정값으로부터 다음 식에 의하여 메톡실 함량과 에스테르화도를 계산하였다.

$$\text{Methoxyl content (\%)} = 0.1 \times \text{volume of alkali (mL)} \times 3.1 / 0.5$$

$$\text{Degree of esterification (\%)} = \% \text{ methoxyl} \times 100 / 16.32$$

### 고유점도와 평균분자량

펙틴을 50 mM의 citrate phosphate buffe(pH 4.5)에 넣고 상온에서 12시간 교반하면서 녹인 후 일정 농도로 희석하였다. 이것을 0.45 μm membrane filter에서 여과한 후 각각 10 mL씩 취하여 Cannon-Fenske 모세 점도관(size 50)(50Z326, Cannon Inst., State College, PA, USA)에 넣고 25±0.1°C에서 점도를 측정하였다(13). 비점도(specific viscosity,  $\eta_{sp}$ )와 고유점도(intrinsic viscosity,  $[\eta]$ )는 각각 다음 식을 이용하여 결정하였다.

$$\eta_{sp} = (\eta - \eta_s) / \eta_s$$

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \eta_{sp} / C$$

여기서  $\eta$ 는 용액의 점도,  $\eta_s$ 는 용매의 점도, C는 용액의 농도이다.

평균분자량은 0.1 g의 펙틴을 1% sodium hexametaphosphate 용액 100 mL에 용해시킨 후 Cannon-Fenske 모세 점도관(size 50)을 이용하여 20°C에서 점도를 측정하고 상대점도를 구하여 아래의 식으로 계산하였다(14).

$$\text{평균분자량} = \frac{(\eta_r^{1/p} - 1)P}{C \cdot K}$$

여기서  $\eta_r$ 은 상대점도, P=6, C는 100 mL 중의 galacturonic acid 양(g), K=4.7×10<sup>-5</sup>이다.

### 포도당 흡수 지연 효과

투석의 원리를 이용하여 *in vitro*상에서 식이섬유의 장관 내에서 포도당 흡수 지연 효과를 측정하였다(15). 즉 저분자의 유리된 포도당은 투석막을 자유롭게 통과하지만 식이섬유에 흡착된

포도당은 투석막을 통과하지 못할 것이라는 가정 아래 투석 외액을 취하여 포도당 농도를 측정하였다. 사용한 투석막(Sigma D7884, 32 mm, Mw cut-off>1200, St. Louis, MO, USA)은 생체 내 장막의 투과 조건과 유사한 것으로 10 cm 길이로 자른 후 0.1% sodium azide 용액에 24시간 평형화시킨 다음 사용하였다. 투석막의 한쪽 끝을 면실로 단단히 묶은 다음 투석막 내에 0.1% sodium azide 용액 6 mL를 넣고 시료 0.2 g과 포도당 36 mg을 넣어 다른 한쪽도 묶은 후 뚜껑이 있는 실린더(직경 4.0×길이 15 cm)에 넣어 14시간 수화시켰다. 대조구는 포도당만 넣었다. 이 실린더에 0.1% sodium azide 용액 100 mL를 첨가한 후 37°C의 shaking incubator에서 100 rpm으로 24시간 교반하면서 일정 시간 간격으로 투석 외액을 취하여 포도당 함량을 측정하였다. 포도당 함량은 Somogyi-Nelson법(16)에 의하여 측정하였고 이때 포도당 흡수 지연 지수는 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{Glucose retardation index (\%)} =$$

$$100 - \frac{\text{Total glucose diffused from sack containing fiber}}{\text{Total glucose diffused from sack without fiber}} \times 100$$

### 통계분석

실험 결과는 3회 반복 측정된 평균치로 나타내었고 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 분산 분석과 상관 분석을 실시하였으며 시료간의 유의성 검정은  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 펙틴의 추출 수율

배 성장단계별 과육의 펙틴 추출 수율은 풍수의 유과, 미숙과, 성숙과에서 각각 1.08, 0.50, 0.16%이었고 신고에서는 1.10, 0.45, 0.20%이었으며 추황배에서는 각각 0.86, 0.46, 0.22%이었다. 성장 단계에 따른 펙틴의 추출 수율의 감소는 배 과실의 성장과정 중 성숙이 진행됨에 따라 펙틴 함량이 감소하였기 때문이라고 생각된다.

### 색도와 순도

추출된 펙틴의 색도는 Table 1과 같았다. 3품종 모두 동일한 품종 내에서 유과로부터 추출한 펙틴의 L\*값은 69.67-75.95로 미숙과나 성숙과에서 추출한 펙틴의 L\*값에 비하여 낮았고 a\*값은 5.32-5.95로, b\*값은 13.59-14.69로 더 높았다. 본 실험에서 추출된 펙틴의 색도는 Park 등(9)이 유자박으로부터 산처리법에 의하여 추출한 펙틴의 색도와 비슷하였다. 추출된 펙틴의 색도는 추출과정 중 시료의 갈변 여부에도 관련이 있을 것으로 생각된다. 일반적으로 과실의 갈변 현상이 일어나는 원인은 과실 내에 함유되어 있는 polyphenol이 polyphenol oxidase(PPO)의 작용에 의하여 quinone의 형태로 변화하기 때문이다. PPO의 활성은 갈변 현상을 일으킬 수 있는 환경일수록 그 활성도 강하고 따라서 polyphenol의 함량이 많을수록 갈변발현율이 높다(17). 전보(5)에서 보고한 바와 같이 배 과실의 과육 중 polyphenol 함량은 과실의 성장발육에 따라 감소하였고 또 펙틴 추출 시 미숙과나 성숙과에 비하여 유과에서 더 민감하게 과실의 과피를 제거함과 동시에 바로 갈변이 일어나고 그 정도가 더 심하다는 것을 육안으로 확인할 수 있었다. 따라서 유과로부터 추출한 펙틴의 L\*이 낮고 a\*값과 b\*값이 높은 원인은 과실의 갈변반응에 의한 영향이라고 생각된다.

**Table 1. Color of pectin extracted from flesh of Asian pear at different growth stages**

Cultivar	Stage	Hunter value		
		L*	a*	b*
Hosui	Young fruit <sup>1)</sup>	69.67±0.11 <sup>c4)</sup>	5.32±0.05 <sup>a</sup>	14.69±0.18 <sup>a</sup>
	Unripe fruit <sup>2)</sup>	88.41±0.01 <sup>a</sup>	0.85±0.02 <sup>c</sup>	6.81±0.03 <sup>c</sup>
	Ripe fruit <sup>3)</sup>	80.72±0.25 <sup>b</sup>	2.82±0.23 <sup>b</sup>	12.87±0.19 <sup>b</sup>
Niitaka	Young fruit	75.95±0.15 <sup>c</sup>	5.74±0.04 <sup>a</sup>	14.34±0.09 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	83.90±0.07 <sup>a</sup>	2.91±0.01 <sup>b</sup>	12.29±0.01 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	81.89±0.19 <sup>b</sup>	1.77±0.02 <sup>c</sup>	11.12±0.05 <sup>c</sup>
Chuwangbae	Young fruit	75.04±0.20 <sup>b</sup>	5.95±0.02 <sup>a</sup>	13.59±0.02 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	80.37±0.16 <sup>a</sup>	3.77±0.01 <sup>b</sup>	13.54±0.01 <sup>a</sup>
	Ripe fruit	80.69±0.08 <sup>a</sup>	3.30±0.03 <sup>c</sup>	12.36±0.09 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Young fruit, 69 (Hosui) and 73 (Niitaka and Chuwangbae) days; <sup>2)</sup>unripe fruit, 115 (Hosui), 119 (Niitaka) and 134 (Chuwangbae) days; <sup>3)</sup>ripe fruit, 153 (Hosui), 179 (Niitaka) and 192 (Chuwangbae) days.

These days elapsed till harvest after full bloom.

<sup>4)</sup>Different letters within the same column indicate significantly different values ( $p < 0.05$ ).

추출한 펙틴의 galacturonic acid 함량을 측정하여 순도를 나타내었는데 풍수에서는 26.34-37.55%, 신고에서는 24.45-37.24%, 추황배에서는 22.77-43.07%로 비교적 낮은 값을 나타내었다. 펙틴은 galacturonic acid 외에도 중성당이 함유되어 있고 또한 펙틴 추출 시 산성 용액에 의하여 세포벽으로부터 분해된 cellulose도 약간 함유하고 있다(18). 뿐만 아니라 고온 산추출에 의한 펙틴 수용화 과정에서 상당량의 hemicellulose 중성 다당류가 펙틴과 함께 추출된다(19). 그러므로, 본 실험에서 추출한 펙틴의 순도가 낮은 원인은 여지로 분리하기 어려운 미세 과육 입자의 존재, 그리고 고온, 산성 용액에 의하여 펙틴 추출 시 cellulose, hemicellulose가 분해되어 함께 추출되었기 때문이라고 생각된다. Park 등(9)이 유자로부터 추출한 펙틴의 순도는 무기산을 이용한 경우 64.24%이었고 유기산을 이용한 경우 약 48%이었으며 껍 과피에서 추출한 펙틴은 증류수로 추출했을 경우 76.4-79.8%이었고 유기산 용액으로 추출했을 경우 71.5-73.8%이었으며(18) 사과박에서 산 처리법에 의하여 추출한 펙틴의 순도는 65.8%(20)라고 보고하였다. 그러므로 펙틴 추출 원료, 펙틴 추출 시 추출 조건과 추출 방법도 추출된 펙틴의 순도에 영향을 미칠 것으로 생각되며 이로부터 배 과육에서 펙틴 추출 시 추출된 펙틴의 순도를 높이기 위한 연구가 더 이루어져야 할 것으로 생각된다.

**메톡실 함량과 메틸에스테르화도**

생장단계별 추출한 펙틴의 메톡실 함량은 3.44-6.73%이었고 이로부터 계산된 펙틴의 DE값은 21.08-41.25%로 저메톡실 펙틴으로 나타났다(Table 2). 풍수, 신고, 추황배 3품종의 성숙과에서 추출한 펙틴의 메톡실 함량은 각각 5.80, 6.37, 5.75%로 유과나 미숙과에서 추출한 펙틴의 메톡실 함량보다 높아 이는 Moon 등(4)과 Kim 등(21)이 과일이 성숙됨에 따라 펙틴의 메톡실 함량이 증가하였다는 결과와 일치하였다. 본 실험의 배 과육에서 추출한 펙틴의 메톡실 함량은 Yuk 등(22)이 배박에서 산처리법으로 추출한 펙틴의 메톡실 함량과 Park 등(9)이 유자로부터 무기산, 유기산으로 추출한 펙틴의 메톡실 함량과 비슷한 수준이었고, 사과박에서 산 추출한 펙틴(20)의 메톡실 함량 9.37%와 껍 과피에서 증류수로 추출한 펙틴(18) 7%보다 낮은 값이었다. 저메톡실 펙틴은 당이 존재하지 않아도 2가 이상의 금속이 존재하면 펙틴 분자의 carboxyl기 사이에 이온결합을 일으켜 젤의 망상구조를 형성하므로 저 칼로리 식품으로서도 이용된다(3). 따라서, 배 과육

**Table 2. Methoxyl contents and degree of esterification of pectin extracted from flesh of Asian pear**

Cultivar	Stage	Methoxyl content (%)	Degree of esterification (%)
Hosui	Young fruit <sup>1)</sup>	4.88±0.02 <sup>b2)</sup>	29.90±0.16 <sup>b</sup>
	Unripe fruit	3.44±0.02 <sup>c</sup>	21.08±0.16 <sup>c</sup>
	Ripe fruit	5.80±0.24 <sup>a</sup>	35.55±1.50 <sup>a</sup>
Niitaka	Young fruit	3.88±0.04 <sup>c</sup>	23.76±0.24 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	4.46±0.14 <sup>b</sup>	27.39±0.91 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	6.73±0.15 <sup>a</sup>	41.25±0.96 <sup>a</sup>
Chuwangbae	Young fruit	5.69±0.02 <sup>a</sup>	34.89±0.13 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	4.81±0.06 <sup>b</sup>	29.51±0.37 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	5.75±0.02 <sup>a</sup>	35.25±0.10 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Young fruit, unripe fruit, and ripe fruit are same meaning in Table 1.

<sup>2)</sup>Different letters within the same column indicate significantly different values ( $p < 0.05$ ).

에서 추출한 펙틴은 저메톡실 펙틴으로 젤리 등 저 칼로리 식품에의 이용도 기대해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

**고유점도와 평균분자량**

산처리법에 의하여 배 과육에서 추출한 펙틴의 고유점도와 분자량을 측정하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 풍수와 추황배에서 유과로부터 추출한 펙틴의 고유점도가 각각 2.71 dL/g와 3.45 dL/g으로 미숙과와 성숙과에서 추출한 펙틴의 고유점도보다 높았고 신고에서는 성숙과에서 추출한 펙틴의 고유점도가 3.81 dL/g로 가장 높았다. 품종간의 결과를 비교해 보면 신고의 미숙과와 성숙과에서 추출한 펙틴의 고유점도가 풍수와 추황배의 미숙과와 성숙과에서 추출한 펙틴의 고유점도보다 높았다. 배에서 추출한 펙틴의 고유점도의 크기는 1.90-3.81 dL/g으로 Choi 등(20)이 사과박에서 산처리와 효소처리로 추출한 펙틴, Park 등(9)이 유자로부터 염산용액으로 추출한 펙틴의 고유점도와 감귤 과피에서 추출한 펙틴(8)의 고유점도에 비하여 높은 값을 나타내었고 Park 등(9)이 유자에서 유기산으로 추출한 펙틴의 고유점도와 비슷하였다.

상대점도로부터 산출한 배 과육 펙틴의 평균분자량은  $121 \times 10^3$ - $238 \times 10^3$  범위로 생장단계별로 차이를 보였고, 이는 배박의 산 및

**Table 3. Intrinsic viscosity and molecular weight of pectin extracted from flesh of Asian pear**

Cultivar	Stage	Intrinsic viscosity (dL/g)	Average molecular weight ( $\times 1000$ )
Hosui	Young fruit <sup>1)</sup>	2.71 $\pm$ 0.01 <sup>a2)</sup>	184 $\pm$ 6 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	2.12 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	148 $\pm$ 9 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	2.24 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	172 $\pm$ 2 <sup>a</sup>
Niitaka	Young fruit	1.90 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	162 $\pm$ 1 <sup>b</sup>
	Unripe fruit	2.89 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	236 $\pm$ 15 <sup>a</sup>
	Ripe fruit	3.81 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	121 $\pm$ 8 <sup>c</sup>
Chuwangbae	Young fruit	3.45 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	154 $\pm$ 3 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	2.73 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	238 $\pm$ 8 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	3.16 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	188 $\pm$ 5 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Young fruit, unripe fruit, and ripe fruit are same meaning in Table 1.  
<sup>2)</sup>Different letters within the same column indicate significantly different values ( $p < 0.05$ ).

효소 추출한 펙틴(22)의 평균분자량보다 컸고 껍질 과피에서 물 추출한 펙틴(18)의 평균분자량과 온주 밀감의 각 부위에서 추출한 펙틴(14)의 평균분자량과 비슷하였다. 본 실험에서 추출한 배 펙틴의 평균분자량이 다른 연구자들이 측정한 여러 과실들의 평균분자량과 차이가 있는 것은 펙틴 추출 원료에 기인할 뿐만 아니라 펙틴의 추출 조건 그리고 평균분자량 측정 방법에 따라 나타났을 것으로 생각된다.

#### 포도당 흡수 지연 효과

풍수, 신고, 추황배의 3품종에서 생장 단계에 따라 과육에서 추출한 펙틴의 포도당 흡수 지연효과를 투석막을 이용한 *in vitro* 실험을 통하여 살펴보았다. 모든 시료구에서 시료를 첨가하지 않은 control과 비교하여 포도당 흡수 지연효과가 있는 것으로 나타났다. 투석 초기의 glucose retardation index는 포도당 흡수 지연효과를 판단하는 지표로 될 수 있으므로(23,24) 초기 2시간내에 투석하는 포도당의 양을 측정하고 control을 기준으로 하는 포도당 흡수 지연지수를 구하여 Table 4에 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 포도당 흡수 지연 지수에는 다소 변화가 있지만 2

시간 경과했을 때의 효과를 비교해보면 신고 유과의 펙틴이 23.99%로 가장 낮았고 그 외의 펙틴은 거의 약 30% 혹은 그 이상으로 비교적 높은 효과를 보였다. 그 중 3품종의 성숙과에서 추출한 펙틴과 추황배 유과의 펙틴이 대조구로 사용한 citrus 펙틴과 비슷한 수준의 효과를 나타내었고 Adiotomre 등(15)이 시판용 펙틴을 이용하여 측정한 효과와 비슷하거나 조금 높았으며 Kim 등(25)이 감귤과피에서 추출한 수용성 식이섬유, Lee 등(23)이 감과피와 대추에서 분리한 수용성 식이섬유의 포도당 투과 억제효과보다 높았다. Gum과 같은 점성 다당류는 젤 매트릭스를 형성하여 포도당 등을 젤 매트릭스에 가두고 장내에서의 혼합과 확산을 늦추는 것으로 포도당 등의 흡수를 늦추는 작용을 한다(26).

한편 포도당 투석과정을 24시간까지 연장시켜 본 결과 Fig. 1과 같이 투석막을 통한 포도당은 6시간 경과 시 약 86% 투석이 이루어졌고 8시간 경과 시에는 약 90%, 24시간에는 약 95% 투석이 이루어졌다. 배 과육에서 추출한 펙틴을 첨가한 경우 투석 8시간까지 모든 시료구에서 계속 투과 억제 효과가 유지되는 것을 볼 수 있었고 24시간 경과 시에는 포도당 투과율이 90% 이상에 도달하여 시료구에 따라 control과 비슷한 수준이나 혹은 약간의 차이를 나타내었다. Adiotomre 등(15)은 guar gum이나 펙틴 등 점성을 갖는 수용성 식이섬유의 포도당 투과억제에 대한 *in vitro* 실험은 이들의 *in vivo* 실험과 비교하여 일치한 결과를 보여주었다고 하였다. 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.

#### 상관관계

생장 단계별 배 과육에서 추출한 펙틴의 이화학적 특성과 생리적 특성인 포도당 흡수 지연효과와의 상관관계를 분석하여 Table 5에 나타내었다. 메틸실릴랑과 메틸에스테르화도는 고유점도와 각각 0.75, 0.78의 상관계수로 5%수준에서 비교적 높은 상관관계를 나타내었고 포도당 흡수 지연효과와는 0.90, 0.88로 1%수준에서 아주 높은 상관관계가 인정되었다. 따라서 메틸에스테르화도는 펙틴의 리올로지 특성에 영향을 미치는 중요 인자(13)라는 것을 보여주었고 고유점도는 포도당 흡수 지연 효과에 영

**Table 4. Retarding effect of pectin extracted from flesh of Asian pear 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 $\pm$ 0.02 <sup>aAx2)</sup>	0	14.74 $\pm$ 0.27 <sup>aAx</sup>	0	22.76 $\pm$ 1.25 <sup>aAx</sup>	0
Citrus pectin		6.06 $\pm$ 0.35 <sup>bCz</sup>	42.06	10.11 $\pm$ 0.23 <sup>bCy</sup>	31.34	13.26 $\pm$ 0.37 <sup>cCy</sup>	41.74
Hosui	Young fruit <sup>1)</sup>	6.45 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>	38.33	9.65 $\pm$ 0.34 <sup>bc</sup>	34.06	14.99 $\pm$ 1.40 <sup>bc</sup>	34.14
	Unripe fruit	6.25 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	40.24	9.72 $\pm$ 0.46 <sup>bc</sup>	30.06	16.14 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>	29.09
	Ripe fruit	4.71 $\pm$ 0.17 <sup>c</sup>	54.97	8.57 $\pm$ 0.35 <sup>c</sup>	41.86	12.65 $\pm$ 0.18 <sup>c</sup>	44.42
Niitaka	Young fruit	8.76 $\pm$ 0.11 <sup>B</sup>	16.25	11.94 $\pm$ 0.15 <sup>B</sup>	18.99	17.30 $\pm$ 1.53 <sup>B</sup>	23.99
	Unripe fruit	6.46 $\pm$ 0.00 <sup>C</sup>	38.24	10.92 $\pm$ 0.34 <sup>C</sup>	25.91	15.76 $\pm$ 0.46 <sup>BC</sup>	30.75
	Ripe fruit	5.49 $\pm$ 0.13 <sup>D</sup>	47.51	8.89 $\pm$ 0.13 <sup>D</sup>	39.69	13.43 $\pm$ 1.31 <sup>C</sup>	40.99
Chuwangbae	Young fruit	6.25 $\pm$ 0.43 <sup>c</sup>	40.25	9.51 $\pm$ 0.12 <sup>y</sup>	35.48	13.35 $\pm$ 0.86 <sup>c</sup>	41.34
	Unripe fruit	7.44 $\pm$ 0.29 <sup>y</sup>	28.87	9.27 $\pm$ 0.36 <sup>y</sup>	37.11	15.31 $\pm$ 0.85 <sup>y</sup>	32.73
	Ripe fruit	5.65 $\pm$ 0.29 <sup>c</sup>	45.98	10.21 $\pm$ 0.45 <sup>y</sup>	30.73	14.16 $\pm$ 1.05 <sup>y</sup>	37.78

<sup>1)</sup>Young fruit, unripe fruit, and ripe fruit are same meaning in Table 1.

<sup>2)</sup>Different letters within the same column indicate significantly different values ( $p < 0.05$ ).

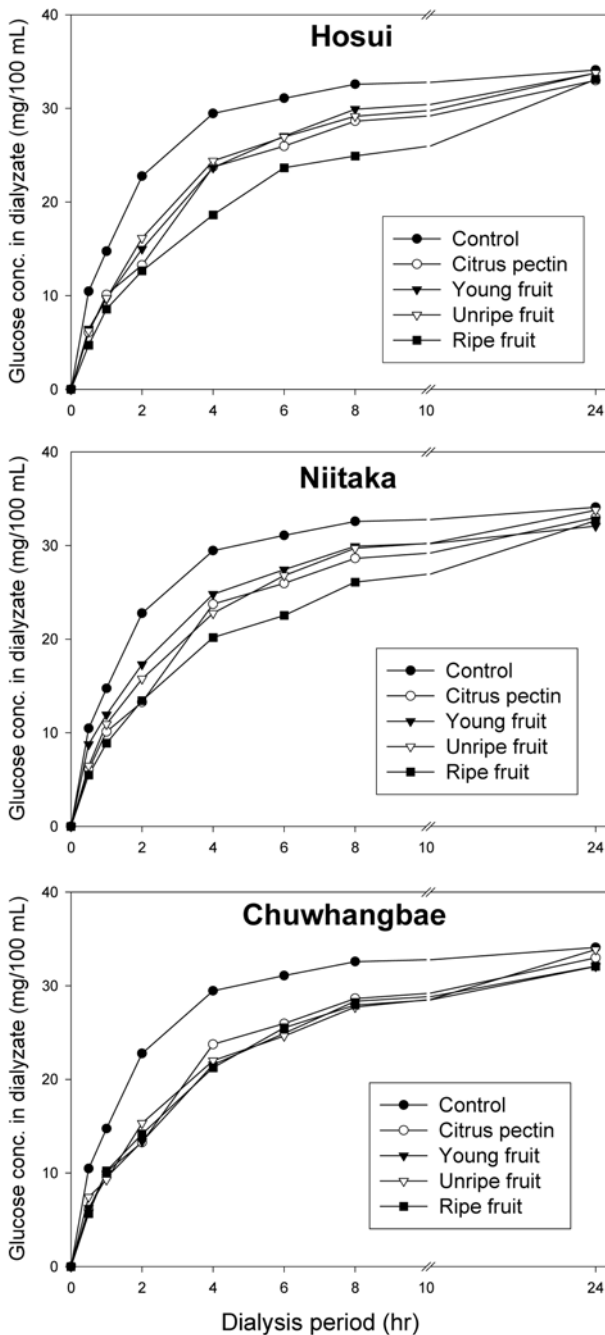


Fig. 1. Passive transport of glucose *in vitro* in the presence of pectin from flesh of Asian pear (Young fruit, unripe fruit, and ripe fruit are same meaning in table 1).

향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 분자량은 고유점도 및 포도당 흡수 지연효과와 상관관계를 나타내지 않아 이는 분자량 측정 방법에 따른 차이에 의해 초래된 결과라고 생각된다.

### 요 약

상품성이 낮은 배의 부가가치 증대와 배 펙틴의 산업적 이용을 위한 목적으로 생장시기에 따라 배 과육에서 펙틴을 추출하여 그 특성을 조사하였다. 산처리법에 의한 펙틴의 추출수율은 배 과실이 성숙됨에 따라 감소하였고 유과로부터 추출한 펙틴의 L\*값은 미숙과나 성숙과에서 추출한 펙틴의 L\*값에 비하여 낮았고 a\*값과 b\*값은 더 높았다. 순도는 22.77-43.07%로 비교적 낮았고 메톡실함량은 3.44-6.73%, DE값은 21.08-41.25%로 저메톡실 펙틴이었으며 품종내 성숙과에서 추출한 펙틴의 메톡실함량이 가장 높았다. 고유점도는 1.90-3.81 dL/g이었고 포도당 흡수 지연효과는 약 30% 혹은 그 이상으로 비교적 높은 효과를 보였다. 메톡실함량과 DE값은 고유점도와 5% 수준에서, 포도당 흡수 지연효과와는 1% 수준에서 높은 상관을 보였고 고유점도는 포도당 흡수 지연효과에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 결론적으로 배 과육에서 산처리법으로 추출한 펙틴은 저칼로리 식품 생산에 그리고 기능성 식품 개발에서 좋은 수용성 식이섬유로 이용 가능할 것으로 생각되며 펙틴 추출 시 순도를 높이기 위한 연구가 더 이루어져야 할 것으로 생각된다.

### 문 헌

1. IFT's Expert Panel on Food Safety & Nutrition. Dietary fiber. Food Technol.-Chicago 43: 133-139 (1989)
2. Tsuji K. Nutritional role of dietary fiber. J. Food Hyg. Saf. 7: 261-264 (1992)
3. Kwon YJ, Kwon JH, Park KH, Park YK, Yang HC. Food Chemistry. Youngchi Press, Seoul, Korea. pp. 77-85 (1998)
4. Moon SJ, Sohn KH, Yoon S, Lee MH. Chemical and gelation characteristics of pectins obtained from ripened and unripened crabapples. J. Korean Home Econ. Assoc. 19: 33-39 (1981)
5. 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)
6. Lee SC, Yuk HG. Enzymatic study for the value increase of the pear pomace. Daesan Foundation for Rural Culture and Society, Korea. 7: 165-173 (1999)
7. 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)
8. Moon SJ, Sohn KH, Lee MH, Lee MH. The content and chemical and physical properties of the pectin in tangerine peel. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 63-66 (1982)
9. Park SM, Lee HH, Chang HC, Kim IC. Extraction and physico-

Table 5. Correlation coefficients between physicochemical properties and glucose retardation index of pectin extracted from flesh of Asian pear

	Methoxyl content	Degree of esterification	Molecular weight	Intrinsic viscosity
Degree of esterification	0.99***			
Molecular weight	-0.23	-0.28		
Intrinsic viscosity	0.75**	0.77**	-0.15	
Glucose retardation index	0.90***	0.88***	-0.27	0.59*

\* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$

- chemical properties of the pectin in citron peel. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 567-573 (2001)
10. Blumenkrantz N, Asboe-Illansen G. New method for quantitative determination of uronic acids. Anal. Biochem. 54: 484-489 (1973)
  11. Kintner PK, Van Buren JP. Carbohydrate interference and its correction in pectin analysis using the m-hydroxydiphenyl method. J. Food Sci. 47: 756-759 (1982)
  12. Owens HS, mcCready RM, Shepherd AD, Schultz TH, Pipen EL, Swenson NA, Miers JC, Erlander FR, Maclay WD. Methods used at western regional research laboratory for extraction and analysis of pectic materials. AIC Report 340, Western Regional Research, Albany, CA, USA (1952)
  13. Hwang JK. Rheological properties of citrus pectin solutions. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 799-806 (1995)
  14. Manabe M, Naohara J. Properties of pectin in Satsuma mandarin fruits (*Citrus unshiu* Marc.) J. Jpn. Food Ind. 33: 602-608 (1986)
  15. Adiotomre J, Eastwood MA, Edwards CA, Brydon WG. Dietary fiber: *In vitro* methods that anticipate nutrition and metabolic activity in humans. Am. J. Clin. Nutr. 52: 128-134 (1990)
  16. Joo HK, Cho HY, Park CK, Cho KS, Chai JK, Ma SJ. Food Analysis. Hakmun Press, Seoul, Korea. pp. 288-289 (2000)
  17. Kim JH. Studies on the factors of skin browning during storage and its control method in 'Imamura-aki' pear (*Pyrus serotina* Rehder). J. Korean Soc. Hort. Sci. 16: 1-25 (1975)
  18. Kim DH, Kim DG, Lee DY, Kim KE, Kim CW. Physicochemical characterization of pectin extracted from Cheju mandarin (*Citrus unshiu*) peels with citric acid. Food Sci. Biotechnol. 9: 95-98 (2000)
  19. Hwang JK. Physicochemical properties of dietary fibers. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 715-719 (1996)
  20. Choi JS, Cho YJ. Characteristics of apple pectins extracted with different extraction methods. Food Eng. Prog. 4: 70-75 (2000)
  21. Kim YJ, Kim CS. Changes in the pectic substance during maturity of apple. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 17: 63-68 (1988)
  22. Yuk HG, Choi JH, Cho YJ, Ha JU, Hwang YI, Lee SC. Investigation of reactive conditions to extract pectin with exo-polygalacturonase from pear pomace. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 971-976 (1999)
  23. Lee HJ, Kim MK. Retarding effect of dietary fibers isolated from persimmon peels and jujubes on *in vitro* glucose, bile acid, and cadmium transport. Korean J. Nutr. 31: 809-822 (1998)
  24. Lee KS, Lee SR. Retarding effect of dietary fibers on the glucose and bile acid movement across a dialysis membrane *in vitro*. Korean J. Nutr. 29: 738-746 (1996)
  25. Kim MK, Yang YJ. Retarding effect of dietary fibers isolated from tangerine peels on glucose, bile acid, cadmium transport *in vitro*. Korean J. Nutr. 30: 210-219 (1997)
  26. Schneeman BO. Soluble vs. insoluble fiber-different physiological responses. Food Technol. 41: 81-82 (1987)