

## 생육단계별 배 과피에서 분리한 식이섬유원의 물리적 특성

장 선<sup>1</sup> · 이범수<sup>1</sup> · 은종방<sup>\*</sup>

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

### Physical Properties of Dietary Fiber Sources from Peel of Asian Pear Fruit at Different Growth Stages

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

<sup>1</sup>Department of Food Science, Yanbian National University, Yanji, jilinsheng, China  
Department of Food Science and Technology and Functional Food Research Center,  
Chonnam National University

Physical properties and compositions of dietary fiber sources (DFS) from peels of Asian pear fruit, Hosui, Niitaka and Chuwhangbae, were examined at different growth stages, young, unripe, and ripe fruits, to investigate their use as functional ingredients. Total dietary fiber (TDF) contents of DFS prepared from peels of three cultivars at three stages were high, 74.00-88.38%, with most being insoluble dietary fiber. Total phenolic compound contents of DFS were 1.64-4.46 mg/g, with those of Niitaka and Chuwhangbae increasing with growth stages. Density of DFS from young fruit was significantly lower than those from unripe and ripe fruits ( $p < 0.05$ ), because particle size of DFS increased with growth stages within cultivars. Water-holding capacity (WHC) and oil absorption were 3.11-6.03 g water/g solid and 1.98-2.57 g oil/g sample, respectively. Young fruits, which showed lowest WHC value, had highest oil absorption value. Particle size of DFS had significant correlation with density, WHC, and oil absorption ( $p < 0.05$ ). Physical properties of DFS were mainly influenced by cellulose and uronic acid.

**Key words:** pear, peel, dietary fiber source, physical property, growth stages

## 서 론

최근 경제성장에 따라 생활수준이 향상되고 핵가족화의 소비경향과 복잡한 사회에서의 간편화 경향이 원인으로 작용하여 가공식품화, 인스턴트화가 자연스럽게 발생하였고 육류의 섭취가 증가하였다. 이러한 인스턴트 가공식품의 출현으로 비타민, 무기질의 결핍, 식이섬유의 결핍, 식품첨가물에 의한 영양의 불균형 등 문제점들이 발생되고 있으며(1) 따라서 질병예방, 건강증진, 건강한 삶을 위하여 사람들의 천연물에 대한 선호도가 증대하고 있다. 이러한 문제점들을 인지하고 극복하고 보완하기 위한 목적으로 생리활성기능이 있는 천연물을 이용한 기능성식품이 개발되고 출시되고 있다. 기능성식품의 개발과 생산에 따라서 그 소재의 개발과 이용 연구가 중요하며, 이러한 소재를 공업적으로 생산하고자 할 때 원료원의 탐색과 확보로서 미이용 식용자원, 식품가공폐기물 등의 이용가능성에 대해 적극적인 검토가 요구된다(2).

국내 배 재배면적과 생산량의 증가에 따라 자연재해, 재배기술 부족 등의 영향으로 상품성이 낮은 품질이 저조한 과실의 발생률도 결실율의 약 15%로 상당히 많고(3) 또한 가공부산물의 하나인 배 과피는 전혀 이용되지 못하고 폐기되고 있는 실정이다. 한편 배는 석세포를 함유하고 있어 과실류 중에서 식이섬유가 비교적 많은 편이고 특히 과육에 비하여 과피 중의 함량이 높고 가용성보다 불용성 식이섬유가 더 많이 함유되어 있다(4,5). 최근 소개되고 있는 항산화 식이섬유의 주요한 특성은 식이섬유와 폴리페놀 성분이 풍부한 것으로(6) 생리활성 성분과 함께 식이섬유의 새로운 급원을 찾는 관심이 증가하여 과실의 껍질(6-8), 착즙박(9) 등 부산물을 이용한 식이섬유의 개발 연구가 이루어 지고 있다. 지금까지 배의 식이섬유에 대하여 성숙과정 중 식이섬유의 함량 변화(5,10), 배 착즙박의 식이섬유 함량(11)과 배박에서 펙틴을 추출(12)하는 등의 연구가 수행되어져 있다. 하지만 배 또는 배 가공부산물로부터 식이섬유를 추출 또는 분리하여 이들의 특성에 대한 특히 불용성 식이섬유의 특성에 대한 연구는 거의 이루어 지지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 상품성이 낮은 배나 가공 부산물인 배 과피, 또한 서로 다른 단계에서 발생할 수 있는 미숙과를 식이섬유 소재로서의 활용방안으로 모색하고자 생육단계에 따라 배 과피로부터 식이섬유원을 분리하여 이들의 성분조성과 물리적 특성을 측정하고 상호 연관성을 알아보았다.

\*Corresponding author: Jong-Bang Eun, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, 300 Yongbong-dong, Buk-gu, Kwangju 500-757, Korea  
Tel: 82-62-530-2145  
Fax: 82-62-530-2149  
E-mail: jbeun@chonnam.ac.kr

## 재료 및 방법

### 재료

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 10개 채취하여 실험에 사용하였다.

### 식이섬유원의 분리

생육단계별 수확한 과실로부터 McConnell 등(13)과 Hong 등(14)의 방법으로 다음과 같이 식이섬유원을 분리하였다. 각각의 과실의 과피를 칼로 제거한 후 실험에 사용되는 과피의 두께를 micrometer(Mitutoyo 330476 Japan)를 사용하여 반복 측정하였다(5). 이때 발생하는 과피의 수율은 약 10% 정도였다. 채취한 배 과피를 세척한 후 증류수를 가하여 blender로 마쇄하고 세포벽 파괴를 위하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동결시키고 해동 후 가용성물질을 씻어내기 위하여  $40^{\circ}\text{C}$ 의 온수로 3번 세척하고  $60^{\circ}\text{C}$  오븐(IB-600M Jeio Tech, Seoul, Korea)에서 건조하였다. 건조된 시료를 n-hexane으로 처리하여 chlorophyll과 같은 지용성물질을 제거한 후 건조 시키고 다시 한번 증류수로 세척하여  $60^{\circ}\text{C}$ 에서 열풍 건조한 다음 35 mesh체를 통과시켜 식이섬유원으로 하였다. 분리 수율은 신선시료에 대한 백분율로 나타내었다.

### 색도

분리된 식이섬유원의 색도는 색차계(Spectrophotometer, Minolta CM-3500, Japan)를 사용하여 측정하였고 Hunter L, a, b값으로 나타내었다.

### 식이섬유원의 성분조성 분석

분리된 식이섬유원의 불용성(IDF) 및 가용성 식이섬유(SDF) 함량은 Prosky 등(15)의 효소적 중량법으로 측정하였고 IDF와 SDF를 더한 값을 TDF로 하였다.

Neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Van soest(16,17)의 방법에 따라, lignin의 함량은 TAPPI(18)의 방법으로 측정하였고 이로부터 cellulose와 hemicellulose의 함량을 구하였다.

Uronic acid의 함량은 McCready 등(19)의 방법에 의하여 시료를 효소로 처리한 후 m-hydroxydiphenyl법(20)으로 측정하였고 이때 표준물질로 galacturonic acid monohydrate를 사용하였다.

식이섬유원에 함유된 총페놀성물질의 함량은 시료를 메탄올로 반복 추출하여 추출물을 Folin-Denis법(21)으로 측정하였고 표준곡선은 tannic acid를 표준물질로 하여 작성하였다.

### 입자의 분포 및 형태

체분석을 진행하여 입자의 크기에 따른 분포를 알아보았고(22) 평균 입자의 크기는 체눈의 크기에 대한 작은 입자의 누적 퍼센트 curve로부터 50% 시료를 통과한 체눈의 크기로 나타내었으며(23) 입자의 형태는 실체현미경(CCD micro scope, Moritex Inf-500, Japan)을 이용하여 살펴보았다.

### 밀도

Parrott 등(24)의 방법에 따라 direct density(non-packed)는 일정량의 시료를 cylinder에 완전히 충전되게 한 후 부피를 재어 mg/mL로 표시하였고 bulk density(packed)는 한쪽 끝을 막은 주사기에 일정량의 시료를 넣고 압축하여 부피가 더 이상 감소하지 않을 때의 부피를 측정하여 mg/mL로 표시하였다.

### 보수력(WHC)과 oil 흡착력

Chen 등(25)이 사용한 방법으로 시료 0.5 g을 미리 항량을 구한 원심분리관에 취하고 증류수 10 mL를 가하여 Vortex mixer로 잘 혼합한 다음 상온에서 1시간 방치하였다가  $12,000 \times g$ 에서 15분간 원심분리하여 상층액을 버리고 흡수종이에 원심분리관을 거꾸로 세워서 15분 동안 물기를 제거한 후 무게를 측정하였다. 이것을 다시 건조하여 수분을 흡수한 상태의 중량과 건조 중량과의 차이를 보수력으로 하여 g water/g solid로 나타내었다.

Oil 흡착력은 대두유를 사용하여 측정하였다. 보수력과 같은 방법으로 시료 처리를 한 후(단 건조과정 제외) 중량을 측정하여 g oil/g sample로 표시하였다.

### 통계분석

모든 실험은 2회 반복 실험하고 매 실험마다 3회 반복 측정하여 수행하였다. 실험결과는 평균치로 나타내었고 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램(26)을 이용하여 분산분석과 상관분석을 실시하였으며 시료간의 유의성 검정은  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 분리수율 및 색도

배 과실의 생장과정 중 과피와 과육의 식이섬유 함량변화에 대한 조사로부터(5) 과피에 식이섬유가 많이 함유되어 있다는 것을 알 수 있었다. 그리하여 생육단계별 배 식이섬유의 특성을 알아보고자 유과, 미숙과, 성숙과의 단계별로 과피로부터 식이섬유원을 분리하여 그 수율을 조사하였는데(Table 1) 풍수, 신고, 추황배 3품종의 유과 분리 수율이 21.78-26.42%로 가장 높았고 다음은 미숙과(11.18-12.93%), 성숙과(7.23-8.20%)의 순이었다. 이는 과실의 생장발육에 따라 과피의 식이섬유 함량이 감소하는 현상과 같았고 과실이 성숙될수록 불용성 식이섬유

**Table 1. Yields of dietary fiber extracted from peel of Asian pear fruit in three cultivars (%)**

Stages	Hosui	Niitaka	Chuwangbae
Young fruit	21.78 <sup>a1)</sup>	24.47 <sup>a</sup>	26.42 <sup>a</sup>
Unripe fruit	12.93 <sup>b</sup>	11.18 <sup>b</sup>	11.75 <sup>b</sup>
Ripe fruit	8.20 <sup>c</sup>	8.12 <sup>c</sup>	7.23 <sup>c</sup>

Young fruit: harvested at 69 (Hosui) and 73 (Niitaka and Chuwangbae) days after full blooming.

Unripe fruit: harvested at 115 (Hosui), 119 (Niitaka) and 134 (Chuwangbae) days after full blooming.

Ripe fruit: harvested at 153 (Hosui), 179 (Niitaka) and 192 (Chuwangbae) days after full blooming.

These days elapsed till harvest after full bloom.

<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

**Table 2. Hunter values of dietary fiber extracts prepared from peel of Asian pear fruit in three cultivars at different growth stages**

Cultivars	Stages	Hunter values		
		L	a	b
Hosui	Young fruit	56.68 <sup>a1)</sup>	7.08 <sup>c</sup>	24.87 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	54.39 <sup>b</sup>	9.35 <sup>b</sup>	23.11 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	56.44 <sup>a</sup>	10.86 <sup>a</sup>	24.79 <sup>a</sup>
Niitaka	Young fruit	56.27 <sup>a</sup>	7.54 <sup>c</sup>	24.66
	Unripe fruit	50.55 <sup>b</sup>	9.81 <sup>b</sup>	25.09
	Ripe fruit	48.74 <sup>b</sup>	10.34 <sup>a</sup>	24.07
Chuwangbae	Young fruit	49.92	7.66 <sup>c</sup>	23.68
	Unripe fruit	49.47	9.41 <sup>b</sup>	24.00
	Ripe fruit	48.62	12.10 <sup>a</sup>	24.44

Young fruit, unripe fruit and ripe fruit are indicated in Table 1.

<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

**Table 3. Dietary fiber contents of dietary fibers extracts prepared from peel of Asian pear in three cultivars at different growth stages**

(%)

Cultivars	Stages	IDF <sup>1</sup>	SDF <sup>2</sup>	TDF <sup>3</sup>
Hosui	Young fruit	82.35 <sup>a1)</sup>	5.65	88.00 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	80.01 <sup>b</sup>	5.95	85.96 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	76.87 <sup>c</sup>	6.24	83.11 <sup>c</sup>
Niitaka	Young fruit	80.06 <sup>a</sup>	4.94 <sup>b</sup>	85.00 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	74.40 <sup>b</sup>	4.86 <sup>b</sup>	79.29 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	72.53 <sup>c</sup>	7.00 <sup>a</sup>	79.53 <sup>b</sup>
Chuwangbae	Young fruit	82.34 <sup>a</sup>	6.03 <sup>a</sup>	88.38 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	75.38 <sup>b</sup>	3.89 <sup>b</sup>	79.27 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	68.15 <sup>c</sup>	5.85 <sup>a</sup>	74.00 <sup>c</sup>

IDF: insoluble dietary fiber, SDF: soluble dietary fiber, TDF: total dietary fiber.

Young fruit, unripe fruit and ripe fruit are same meaning in Table 1.

<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significantly different values ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

의 함량이 감소하였기 때문이라고 생각한다(5).

배 과피로부터 분리한 식이섬유원의 색도를 측정된 결과는 Table 2와 같았다. 3품종의 3단계에서 a값은 7.08-12.10로 변화가 가장 컸고 유과에서 성숙과까지 유의적으로 증가하였는데 신선한 배 과피에서 과실의 성숙에 따라 과실 표면색의 a값이 증가(27)한 경향과 같은 결과를 보였다. b값은 약 24로 측정되어 거의 모두 신선한 과실의 과피색의 b값에 비하여 감소하였고 이에 따라 L값도 감소하였다. 배는 코르크의 발달에 의하여 갈색을 나타내는데 배 과피의 색에 영향을 미치는 코르크는 슈베린이 세포벽의 주성분이고 왁스와 탄닌 그 밖의 페놀성물질을 포함한 알코올과 물 추출성분 및 리그닌과 다당류 등으로 구성되어 있으며 그 중 추출물의 함량과 슈베린 함량 비율이 과피색에 영향을 줄 것이라고 Han(27)은 보고하였다. 따라서 본 실험에서 과피에서 분리한 식이섬유원의 b값이 신선 시료 과피의 b값에 비하여 낮아진 것은 식이섬유원 제조 시 페놀성화합물을 포함하는 물 추출물의 제거에 의하여 초래된 것이고 b값의 감소와 함께 L값도 감소되었을 것으로 생각한다.

**성분조성**

분리한 식이섬유원의 IDF, SDF와 TDF 함량을 측정하여 Table 3에 나타내었다. IDF 함량은 3품종에서 모두 과실의 성숙에 따

라 유의적으로 감소하였고 SDF 함량은 일정한 추세를 찾을 수 없었으며 유과에서 분리한 식이섬유원의 TDF가 풍수, 신고, 추황배에서 각각 88.00, 85.00, 88.38%으로 미숙과와 성숙과에서 분리한 식이섬유원의 TDF에 비하여 현저하게 많이 함유되어 있음을 알 수 있었다. 본 실험에서 분리한 식이섬유원의 TDF 중 IDF의 함량 비율은 92-94%로 Larrauri 등(6)이 파인애플 껍질로부터 분리한 식이섬유원의 TDF 중 IDF 함량 99%와 guava 과피로부터 얻은 식이섬유원의 TDF 중 IDF 함량 96%(8)에 비하여 낮은 비율을 보였다. 그러나 본 실험의 배 과피로부터 얻은 식이섬유원의 TDF 함량은 74.00-88.38%, IDF 함량은 68.15-82.34%로 포도 과피로부터 얻은 포도 식이섬유원의 TDF 함량 64.6%(7), 사과 식이섬유원의 TDF와 IDF 함량 61.6%와 49.6%, 오렌지 식이섬유원의 TDF, IDF 함량 63.3%와 34.9%(28)에 비하여 높은 함량을 나타내었다.

분리된 식이섬유원의 성분조성을 분석한 결과(Table 4) 풍수에서 lignin과 cellulose는 비슷한 변화 양상을 보여 미숙과와 성숙과에서 분리한 식이섬유원 중 이들의 함량은 현저한 차이가 없었고 유과로부터 분리한 식이섬유원의 함량보다 적었다. 신고에서는 ADF와 cellulose의 함량이 유과, 성숙과 그리고 미숙과의 순으로 감소하였고 lignin은 3단계에서 모두 약 22.0% 함유하고 있어 유의적인 차이를 확인할 수 없었다. 추황배에서도

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

Cultivars	Stages	NDF <sup>1</sup>	ADF <sup>2</sup>	Lingin	Hemicellulose	Cellulose	Uronic acid
Hosui	Young fruit	90.29 <sup>a1)</sup>	65.50 <sup>a</sup>	26.21 <sup>a</sup>	24.79 <sup>b</sup>	39.28 <sup>a</sup>	3.54 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	89.78 <sup>a</sup>	57.00 <sup>b</sup>	24.50 <sup>ab</sup>	32.78 <sup>a</sup>	32.50 <sup>b</sup>	6.49 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	73.50 <sup>b</sup>	54.00 <sup>b</sup>	22.55 <sup>b</sup>	19.50 <sup>c</sup>	31.45 <sup>b</sup>	6.80 <sup>a</sup>
Niitaka	Young fruit	90.00 <sup>a</sup>	66.50 <sup>a</sup>	22.06	23.50 <sup>b</sup>	44.43 <sup>a</sup>	3.16 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	83.65 <sup>b</sup>	51.50 <sup>c</sup>	21.29	32.15 <sup>a</sup>	30.20 <sup>c</sup>	8.16 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	74.13 <sup>c</sup>	56.00 <sup>b</sup>	22.00	18.13 <sup>c</sup>	34.00 <sup>b</sup>	8.89 <sup>a</sup>
Chuwangbae	Young fruit	88.90 <sup>a</sup>	60.00 <sup>a</sup>	24.62	28.90 <sup>a</sup>	35.38 <sup>a</sup>	2.98 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	81.06 <sup>b</sup>	55.50 <sup>b</sup>	24.50	25.56 <sup>b</sup>	31.00 <sup>b</sup>	7.45 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	71.49 <sup>c</sup>	55.00 <sup>b</sup>	24.50	16.49 <sup>c</sup>	30.50 <sup>b</sup>	9.46 <sup>a</sup>

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

young fruit, unripe fruit and ripe fruit are indicated in Table 1.

<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

**Table 5. Contents of total phenolic compounds in dietary fibers extracts from peel of Asian pear fruit in three cultivars at different growth stages (mg/g)**

Stages	Hosui	Niitaka	Chuwangbae
Young fruit	1.64 <sup>c1)</sup>	1.65 <sup>c</sup>	2.02 <sup>c</sup>
Unripe fruit	4.59 <sup>a</sup>	2.73 <sup>b</sup>	2.44 <sup>bc</sup>
Ripe fruit	3.69 <sup>b</sup>	2.93 <sup>a</sup>	4.46 <sup>a</sup>

young fruit, unripe fruit and ripe fruit are same meaning in Table 1.

<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

3단계에서 모두 lignin을 약 24.5% 함유하고 있었고 ADF와 cellulose는 미숙과와 성숙과의 식이섬유원 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면에 uronic acid는 과실의 성숙도에 따라 그 함량이 현저하게 증가하여 유과에서 분리한 식이섬유원의 약 3.0%에서 증가하여 성숙과에서 분리한 식이섬유원에는 풍수, 신고, 추황배가 각각 6.80, 8.89, 9.46% 함유하고 있었다. 이와 같은 식이섬유원의 성분조성 변화는 과실의 성장과 함께 과피 중 불용성 식이섬유의 감소, 가용성 식이섬유의 증가에 의하여 나타난 결과라고 생각된다(5).

과실의 식이섬유는 가용성 식이섬유의 비율이 높고 또한 생물활성과 관련된 성분으로 인하여 곡류의 식이섬유에 비하여 더 좋은 품질을 갖고 있다(29). 식이섬유의 함량이 높고 또 생물활성과 관련된 성분인 페놀성화합물의 함량이 높은 과피로부터 분리한 식이섬유원에 잔존하는 페놀성물질의 함량을 측정하여 보았다(Table 5). 풍수에서 미숙과로 분리한 식이섬유원의 총페놀성물질의 함량은 4.59 mg/g으로 가장 높았고 신고와 추황배에서는 과실의 성숙도에 따라 잔존하는 총페놀성물질의 함량이 증가하여 신고의 유과 미숙과와 성숙과 각 단계의 함량은 1.65, 2.73, 2.93 mg/g이었고 추황배에서는 각각 2.02, 2.44, 4.46 mg/g이었다. 따라서 본 실험에서 측정된 식이섬유원의 총페놀성물질의 함량은 파인애플 껍질로 분리한 식이섬유원(6)에 함유된 페놀성물질의 함량 2.67 mg/g과 비슷한 수준이었고 적포도 과피로부터 얻은 포도 식이섬유(7)의 페놀성물질의 함량 2.0%보다는 낮은 수준이었다. 또한 guava 과피로부터 얻은 식이섬유원의 총페놀성물질의 함량 58.7 g/kg과 과육에서 얻은 식이섬유원의 26.3 g/kg에 비해서도 낮은 함량을 보였다. 서로 다른 식이섬유원 중 총페놀성물질의 함량 차이는 과실의 종류에

**Table 6. Mean particle size of dietary fibers extracts from peel of Asian pear fruit in three cultivars ( $\mu\text{m}$ )**

Stages	Hosui	Niitaka	Chuwangbae
Young fruit	255 <sup>b1)</sup>	297 <sup>b</sup>	303 <sup>c</sup>
Unripe fruit	308 <sup>a</sup>	332 <sup>a</sup>	362 <sup>b</sup>
Ripe fruit	314 <sup>a</sup>	345 <sup>a</sup>	381 <sup>a</sup>

young fruit, unripe fruit and ripe fruit are indicated in Table 1.

<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

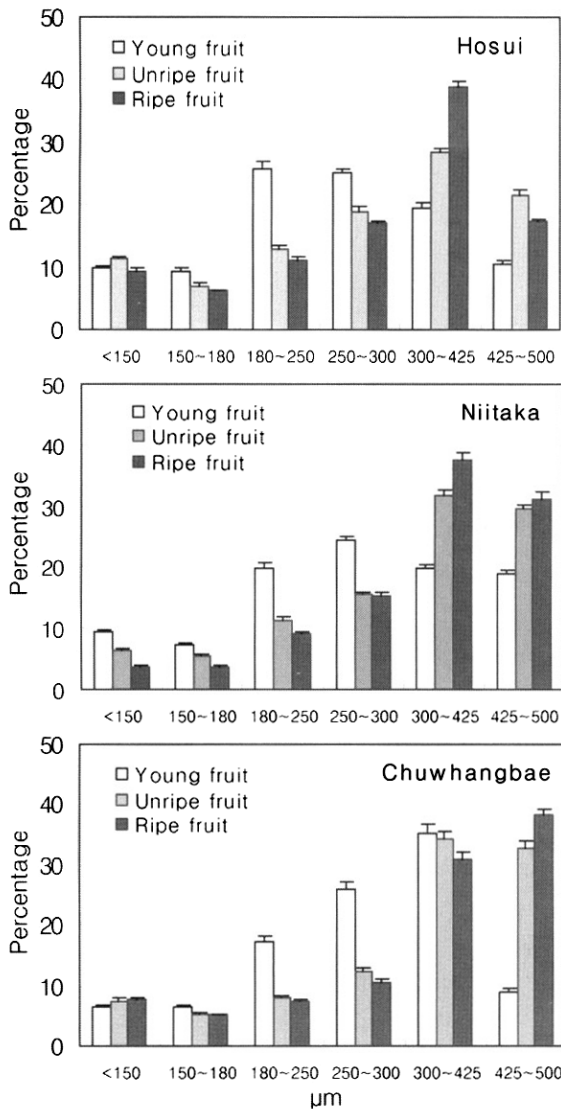
<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

의해 기인될 뿐만 아니라 식이섬유원의 분리방법이 다른 점으로 미루어 보아 분리방법에 의한 차이도 있을 것으로 생각된다. 또한 식이섬유원에 잔존하는 총페놀성물질의 함량은 신선한 과피중의 함량에 비하여 감소하였는데 이는 식이섬유원 분리과정 중 수용성 페놀물질이 제거되었기 때문이라고 생각된다. 따라서 식이섬유원 제조 시 각 단계에서 페놀성물질이 제거되는 정도에 대한 조사, 이에 근거한 적절한 분리방법에 대한 연구가 앞으로 필요할 것으로 생각된다.

#### 입자 크기 및 형태

식이섬유 입자의 크기나 형태는 그들의 물리적, 생리적 특성에 영향을 줄 뿐만 아니라 관능적인 특성에도 영향을 준다(30). 본 실험에서 사용한 방법에 의하여 분리한 3품종과 각 단계 식이섬유원의 입자 크기의 분포를 살펴본 결과 Fig. 1과 같았다. 풍수의 경우 유과의 식이섬유원은 180-300  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 약 50% 차지하였고 미숙과의 식이섬유원은 300-500  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 역시 50%를 차지하였다. 그러나 성숙과의 식이섬유원은 250-500  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 73.2% 차지하였고 그 중 300-425  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 38.8%로 가장 많았다. 신고의 경우 유과의 식이섬유원은 입자의 크기가 180  $\mu\text{m}$ 에서 500  $\mu\text{m}$  사이에 고루 분포되어 있었고 미숙과와 성숙과의 식이섬유원은 300-500  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 60-70%이었으며 그 중 300-425  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 각각 31.8, 37.4% 차지하였다. 추황배의 경우 유과의 식이섬유원은 250-425  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 약 60%를 차지하였고 미숙과와 성숙과의 식이섬유원은 비슷한 입자 크기의 분포를 보여 300-500  $\mu\text{m}$  크기의 입자가 각각 67.2%와 69.2%이었다.

50% 시료를 통과하는 체눈의 크기를 측정하여 식이섬유원간의 평균 입자의 크기를 비교하였다(Table 6). 그 결과 위에서



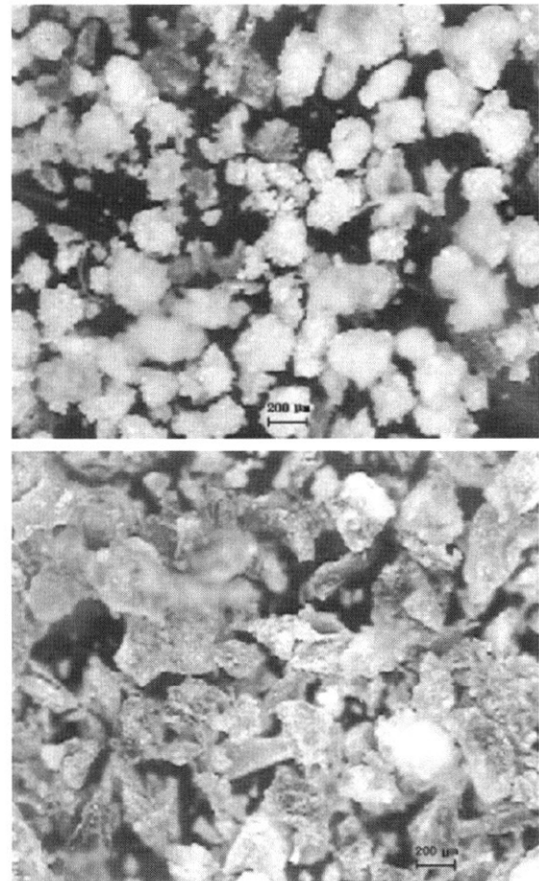
**Fig. 1. Particle size distribution of dietary fibers extracts from peel of Asian pear fruit in three cultivars.**

Young fruit, unripe fruit and ripe fruit are indicated in Table 1.

설명된 입자의 분포형태와 마찬가지로 동일한 품종 내에서 과실이 성숙됨에 따라 분리된 식이섬유원의 입자는 더 컸고 품종간에는 풍수의 식이섬유원 입자가 가장 작았으며 추황배 식이섬유원 입자가 가장 컸다. 이러한 입자의 크기 차이는 과실의 생장에 따라 과피를 구성하는 아표피, 피층세포의 증대(27)와 관련이 있을 것으로 생각된다. 분리된 식이섬유원 입자는 알맹이 형태와 파편 모양으로 되어 있었고(Fig. 2) 아주 드물게 막대기나 실오리 모양의 형태를 볼 수 있었다.

**밀도**

생육단계별 배 과피로부터 분리한 식이섬유원의 밀도를 측정된 결과는 Table 7과 같았다. 풍수에서 유과 식이섬유원의 direct density(non-packed)는 322 mg/mL로 가장 작은 값을 나타내었고 성숙과의 식이섬유원은 400 mg/mL로 가장 큰 값을 나타내었으며 각 단계 사이에 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 신고에서는 약 380 mg/mL의 수준으로 미숙과와 성숙과의 식이섬유원 사이에는 현저한 차이를 보이지 않았고 유과의



**Fig. 2. Particle shape of dietary fibers extracts from peel of Asian pear fruit in three cultivars.**

a: From young fruit of Niitaka pear; magnified 100 times. b: From ripe fruit of Chuwhangbae pear; magnified 100 times. Young fruit, unripe fruit and ripe fruit are indicated in Table 1.

식이섬유원보다 현저하게 높았다( $p < 0.05$ ). 추황배에서도 유과에서 분리한 식이섬유원의 direct density가 380 mg/mL로 가장 낮았고 다음은 성숙과 미숙과의 순으로 5% 수준에서 유의적으로 증가하였다. 본 실험에서 배 과피로부터 분리한 식이섬유원의 direct density는 Kahng 등(31)이 측정된 야채류의 direct density보다는 컸고 Kim 등(32)이 측정된 해조 가공품보다는 낮은 값이었다. 품종간의 direct density를 비교할 때 유과와 미숙과의 식이섬유원에서는 풍수의 밀도가 가장 작았고 추황배의 밀도가 가장 컸다. Bulk density(packed)는 direct density와 상응하는 경향을 나타내어 풍수에서 유과의 식이섬유원의 bulk density가 357 mg/mL로 가장 낮았고 신고에서는 미숙과와 성숙과의 식이섬유원의 bulk density가 454 mg/mL이었으며 추황배에서는 미숙과 식이섬유원이 493 mg/mL로 가장 높은 값을 보였으나 Kim 등(32)이 보고한 해조 가공품의 bulk density보다는 낮은 값이었다.

**보수력과 oil 흡착력**

보수력은 식이섬유의 생리적 특성에 영향을 미치는 가장 중요한 요소로 작용한다. 배 과실의 과피에서 분리한 식이섬유원의 보수력은 각 단계별 유의적인 차이( $p < 0.05$ )를 나타내어 (Table 8) 풍수에서는 미숙과의 식이섬유원이 5.09 g water/g solid로 5% 유의수준에서 유의적으로 높았고 신고와 추황배는

**Table 7. Density of dietary fibers extracts from peel of Asian pear fruit in three cultivars at different growth stages (mg/mL)**

Cultivars	Stages	Direct density (non-packed)	Bulk density (packed)
Hosui	Young fruit	322 <sup>c1)</sup>	357 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	357 <sup>b</sup>	416 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	400 <sup>a</sup>	449 <sup>a</sup>
Niitaka	Young fruit	357 <sup>b</sup>	400 <sup>b</sup>
	Unripe fruit	384 <sup>a</sup>	454 <sup>a</sup>
	Ripe fruit	380 <sup>a</sup>	454 <sup>a</sup>
Chuwangbae	Young fruit	380 <sup>b</sup>	416 <sup>c</sup>
	Unripe fruit	412 <sup>a</sup>	493 <sup>a</sup>
	Ripe fruit	400 <sup>a</sup>	476 <sup>b</sup>

Young fruit, unripe fruit and ripe fruit are indicated in Table 1.  
<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).  
<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

유과로부터 미숙과, 성숙과의 순으로 점차 증가하였다. 신고 식이섬유원의 보수력은 3.50-6.03 g water/g solid이었고 추황배는 3.11-5.96 g water/g solid이었는데 이는 McConnell 등(13)이 측정한 배의 보수력 7.4 g water/g acetone dried powder보다 조금 낮은 값이었으나 Holloway 등(33)이 보고한 동결건조 한 배 (whole food)의 보수력 16.4 g water/g dry matter과 배에서 추출한 hemicellulose의 보수력 10.1 g water/g dry matter 보다 훨씬 낮은 값이었다. Weber 등(28)은 사과 식이섬유의 보수력은 5.38 g water/g dry sample로 가용성 식이섬유 함량이 높음에도 불구하고 중간정도의 보수력을 보였고 오랜지 식이섬유는 7.67 g water/g dry sample로 높은 보수력을 나타낸 것은 가용성 식이섬유 함량이 높기 때문이라고 보고하여 식이섬유의 보수력은 식이섬유를 구성하고 있는 성분과 그 비율(34)에 따라 영향을 받는다는 것을 제시하였다. 또한 불용성 식이섬유에서 보수력은 분자의 미세구조가 얼마나 물을 잘 보유할 수 있는냐에 따라 결정되며 이때 입자의 크기와 팽윤도가 중요한 요인으로 작용한다(35). 본 실험에서 사용한 배 과피 식이섬유원은 90% 이상이 불용성 성분이므로 보수력은 주로 식이섬유원의 입자에 영향을 받을 것으로 추측된다. 일반적으로 식이섬유는 자기무게 4배의 물을 흡착한다고 하며(36) 본 실험의 미숙과, 성숙과 배 과피에서 분리한 식이섬유원은 4배 이상의 물을 흡착하여 식품소재로 이용 가능성이 있을 것으로 생각된다. Oil 흡착력은 보수력과 서로 다른 결과를 나타내었다(Table 8). 보수력이 가장 낮은 것이 oil 흡착력은 가장 높았고 oil 흡착력은 1.98-

**Table 8. Water holding capacity (WHC) and oil absorption of dietary fibers extracts from peel of Asian pear fruit in three cultivars at different growth stages**

Cultivars	Stages	WHC (g water/g solid)	Oil absorption (g oil/g sample)
Hosui	Young fruit	3.86 <sup>c1)</sup>	2.57 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	5.09 <sup>a</sup>	2.16 <sup>b</sup>
	Ripe fruit	4.64 <sup>b</sup>	2.01 <sup>c</sup>
Niitaka	Young fruit	3.50 <sup>c</sup>	2.35 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	5.33 <sup>b</sup>	2.01 <sup>c</sup>
	Ripe fruit	6.03 <sup>a</sup>	2.07 <sup>b</sup>
Chuwangbae	Young fruit	3.11 <sup>c</sup>	2.12 <sup>a</sup>
	Unripe fruit	4.47 <sup>b</sup>	1.98 <sup>c</sup>
	Ripe fruit	5.96 <sup>a</sup>	2.08 <sup>b</sup>

Young fruit, unripe fruit and ripe fruit are indicated in Table 1.  
<sup>a-c</sup>different letters within the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).  
<sup>1)</sup>means of values at 3 measurements at 2 experiments.

2.57 g oil/g sample의 수준으로 보수력보다 낮은 값을 보였다. 3품종 모두에서 3단계 oil 흡착력 사이에는 5% 수준에서 유의적인 차이를 보였고 식이섬유원의 밀도와 반대로 풍수의 유과와 미숙과로부터 얻은 식이섬유원의 oil 흡착력은 2.57, 2.16 g oil/g sample로 신고와 추황배의 유과와 미숙과 식이섬유원보다 높은 값을 나타내었다.

**상관관계**

생장단계별로 배 과피에서 분리한 식이섬유원의 조성성분과 물리적 특성, 그리고 물리적 특성 사이의 상관관계를 분석하여 이들의 상호작용과 연관성을 알아 보았다(Table 9). 식이섬유원의 입자의 크기는 5% 수준에서 cellulose 함량과 부(負)의 상관관계를 나타내었고 uronic acid와 1% 수준에서 정(正)의 상관관계를 나타내었지만 lignin, hemicellulose와의 상관성은 인정되지 않았다. 입자의 크기는 식이섬유원의 물리적 특성인 밀도, 보수력, oil 흡착력과 모두 현저한 상관관계를 나타내었고 그 중 oil 흡착력과는 부(負)의 상관관계를 보여 입자가 클수록 oil 흡착력은 낮은 것으로 나타났다. Uronic acid와 보수력의 상관계수는 0.95, cellulose와 oil 흡착력의 상관계수는 0.80으로 아주 높은 상관성을 나타내었고 lignin, hemicellulose는 보수력, oil 흡착력과 상관관계가 인정되지 않았다. 따라서 본 실험에서는 식이섬유원의 물리적 특성에 영향을 주는 주요성분은 cellulose와 uronic acid 인 것으로 나타났고 입자의 크기는 식이섬유원의 물리적 특성

**Table 9. Correlation coefficients between composition and physical properties of dietary fibers extracts of Asian pear fruit in three cultivars**

	MPS <sup>1</sup>	Direct density	Bulk density	WHC <sup>2</sup>	Oil absorption
Direct density	0.85***				
Bulk density	0.95***	0.95***			
WHC	0.68**	0.37	0.59*		
Oil absorption	-0.78**	-0.92***	-0.90***	-0.48	
Lignin	-0.26	-0.33	-0.34	-0.31	0.45
Hemicellulose	-0.37	-0.29	-0.27	-0.34	0.04
Cellulose	-0.67**	-0.69**	-0.75**	-0.64*	0.80***
Uronic acid	0.83***	0.62*	0.80***	0.95***	-0.68**

<sup>1</sup>mean particle size. <sup>2</sup>water holding capacity. \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ .

에 영향을 미치는 중요한 요인라는 것을 알 수 있었다.

## 요 약

상품성이 낮은 배 그리고 가공 부산물의 하나인 과피의 기능성식품 소재로서의 이용가능성을 검토하고자 생육단계별 풍수, 신고, 추황배의 과피로부터 식이섬유원을 분리하여 이들의 성분을 분석하고 물리적 특성을 측정하였다. 3 품종의 3 생육 단계에서 과피로부터 분리한 식이섬유원의 총식이섬유 함량은 74.00-88.38%로 비교적 높은 수준이었고 그 중 92-94%가 불용성 성분이었다. 분리된 식이섬유원에 잔존하는 총폐놀성물질의 함량은 1.64-4.46 mg/g이었고 신고와 추황배에서는 과실의 성숙도에 따라 잔존하는 총폐놀성물질의 함량이 증가하였다. 평균 입자의 크기는 255-381  $\mu\text{m}$ 이었고 동일한 품종내에서 성숙된 과실일수록 분리된 식이섬유원의 입자는 증대하였으며 이에 따라 유과에서 분리한 식이섬유원의 밀도가 유의적으로 작았다. 보수력은 3.11-6.03 g water/g solid이었고 신고와 추황배에서는 유과, 미숙과, 성숙과의 순으로 점차 증가하였으며 oil 흡착력은 1.98-2.57 g oil/g sample로 보수력보다 낮은 값을 보였고 보수력이 낮은 유과의 식이섬유원이 oil 흡착력은 컸다. 식이섬유원의 입자의 크기는 밀도, 보수력, oil 흡착력과 높은 상관관계를 나타내었고 물리적 특성에 영향을 주는 주요성분은 cellulose와 uronic acid로 나타났다. 결론적으로 배 과피에서 분리한 식이섬유원은 총 식이섬유 함량이 높고 생리활성 물질인 폐놀성 물질을 함유하고 있으며 미숙과, 성숙과 식이섬유원은 비교적 높은 보수력을 갖고 있어 새로운 식이섬유원 소재로 이용이 가능할 것으로 생각된다.

## 문 헌

1. Noh WS, Heo SH. Health Supplement Food and Functional Food. Hyoil Co. Seoul, Korea. pp. 29-35 (2000)
2. Jo HY. Functional foods. Bioindustry 8: 44-51 (1995)
3. Cho HM. The perspectives of pear industry for 21C in Korea. Korean J. Hort. Sci. Technol. 18: 444-452 (2000)
4. Leontowicz M, Gorinstein S, Leontowicz H, Krzeminski R, Lojek A, Katrich E, Ciz M, Martin-Belloso O, Soliva-Fortuny R, Haruenkit 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. 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)
6. Larrauri JA, Ruperez P, Saura-Calixto F. Pineapple shell as a source of dietary fiber with associated polyphenols. J. Agric. Food Chem. 45: 4028-4031 (1997)
7. Saura-Calixto F. Antioxidant dietary fiber product: A new concept and potential food ingredient. J. Agric. Food Chem. 46: 4303-4306 (1998)
8. Jimenez-Escrig A, Rincon M, Pulido R, Saura-Calixto F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. J. Agric. Food Chem. 49: 5489-5493 (2001)
9. Hong JS, Kim MK, Yoon S, Ryu NS. Preparation of dietary fiber sources using apple pomace and soymilk residue. J. Korean Agric. Chem. Soc. 36: 73-79 (1993)
10. Ben-Arie R, Sonego L. Changes in pectic substances in ripening pears. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 500-505 (1979)
11. Martin-Cabrejas MA, Esteban RM, Lopez-Andreu FJ, Waldron K, Selvendran RR. Dietary fiber content of pear and kiwi pomaces. J. Agric. Food Chem. 43: 662-666 (1995)
12. Yuk HG, Choi JH, Cho YJ, Ha JU, Hwang YI, Lee SC. Investi-

- gation of reactive conditions to extract pectin with Exo-polygalacturonase from pear pomace. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 971-976 (1999)
13. McConnell AA, Eastwood MA, Mitchell WD. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. J. Sci. Food Agric. 25: 1457-1464 (1974)
14. Hong JS, Kim MK, Yoon S, Ryu NS. Preparation of dietary fiber sources using apple pomace and soymilk residue. J. Korean Agric. Chem. Soc. 36: 73-79 (1993)
15. Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I. Determination of insoluble soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 71: 1017-1022 (1988)
16. Van Soest PJ, Wine RH. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 50: 50-55 (1967)
17. Van Soest PJ. Collaborative study of Acid-detergent fiber and lignin. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 56: 781-784 (1973)
18. TAPPI Test methods: Acid-insoluble lignin in wood and pulp. T 222 om-88. TAPPI (1989)
19. McCready RM, McComb EA. Extraction and determination of total pectic materials fruits. Anal. Chem. 24: 1986-1988 (1952)
20. 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)
21. A.O.A.C. Official methods of analysis. 13th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA (1980)
22. Heller SN, Rivers JM, Hackler LR. Dietary fiber: The effect of particle size and pH on its measurement. J. Food Sci. 42: 436-439 (1977)
23. Lapple CE. Particle-size analysis and analyzers. Chem. Eng. 75: 149-156 (1968)
24. Parrott ME, Thrall BE. Functional properties of various fibers: Physical properties. J. Food Sci. 43: 759-765 (1978)
25. Chen H, Rubenthaler GL, Schanus EG. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. J. Food Sci. 53: 304-305 (1988)
26. SAS Institute, Inc. SAA User's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2000)
27. Han JW. Factors influencing color appearance and fruit skin development in *pyrus pyrifolia* nakai. PhD thesis, Chonnam National University, Kwangju, Korea (2000)
28. Weber CW, Kohlhepp EA, Idouraine A, Ochoa LJ. Binding capacity of 18 fiber sources for calcium. J. Agric. Food Chem. 41: 1931-1935 (1993)
29. Spiller GA. Suggestions for a basis on which to determine a desirable intake of dietary fiber. pp. 351-353. In: Handbook of dietary fiber in human nutrition. Spiller GA, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA (1993)
30. Sosulski Fw, Cadden AM. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. J. Food Sci. 47: 1472-1477 (1982)
31. Kahng TS, Yoon HS. Determination and physical properties of dietary fiber in vegetables. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 16: 49-54 (1987)
32. Kim SH, Park HY, Park WK. Determination and physical properties of dietary fiber seaweed products. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 17: 320-325 (1988)
33. Holloway WD, Greig RI. Water holding capacity of hemicelluloses from fruits, vegetables and wheat bran. J. Food Sci. 49: 1632-1633 (1984)
34. Kye SK. Water binding capacity of vegetable fiber. Korean J. Food Sci. Nutr. 9: 231-235 (1996)
35. Hwang JK. Physicochemical properties of dietary fibers. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 715-719 (1996)
36. Noriaki K. Application of fiber of potato form *Sazumaa* to fish meat paste product. Shokuhin to Kagaku (Food & Science) 34: 104-110 (1992)