

# 여러 가지 조리방법에 따른 펙틴 함량의 변화

## Effect of Various Cooking Method on Pectin in Vegetables

계 수 경\*

### 【목 차】

I. 서 론  
II. 본 론  
III. 결 론

Abstract  
참고문헌

## I. 서 론

식이섬유의 섭취가 악성종양을 비롯한 장관질환, 동맥경화증, 심장병 등을 비롯한 여러 가지 퇴행성 질환들을 억제한다는 것을 잘 알려진 사실이며 식이 섬유 중 펙틴은 체내에서 포도당의 흡수를 지연시키며 혈청 콜레스테롤을 저하 시키는 등 여러 가지 중요한 생리기능을 지니는 것으로 알려져 있다.<sup>1-3)</sup>본 연구에서는 섬유소의 주급원이 되는 야채를 대상으로 펙틴의 함량을 조사하였으며 야채는 조리하여 섭취하는 경우가 많으므로 여러 가지 조리방법에 따른 펙틴 함량의 변화를 조사하였다.

\*경민대학 호텔조리과 교수(muffin123@hanmail.net)

## II. 본 론

### 1. 실험재료 및 방법

#### 1) 실험재료 및 시료의 조제

##### ① 실험재료

본 실험에서 사용한 채소는 한국인이 상용하는 야채(근채류 3종, 과채류 3종, 경채류 2종, 엽채류 7종) 15종으로, 가락동 농수산물 시장에서 신선한 것을 구입하였으며, 붉은 고추는 건조된 상태로 구입하였다. 그 내용은 <표 1>과 같다.

<표 1> Korean vegetables used in this study.

Korean name	English name
풋고추	Green pepper
고추잎	Green pepper leaf
짜리고추	Kwari pepper
대 파	Welsh onion(large)
마 늘	Garlic
무	Radish
무 청	Radish leaves
미나리	Water dropwort
배 추	Chinese cabbage
부 추	Chives
상 치	Leaf lettuce
실 파	Welsh onion(small)
양배추	Cabbage
우 엉	Edible burdock
붉은 고추, 건	Red pepper, dried

② 조리방법

조리방법에 따른 식이섬유의 함량을 알아보기 위하여, 일반적으로 날 것으로 섭취되기 보다는 다양한 조리과정을 거치는 채소들을 대상으로 다음과 같은 처리를 하였다. 구입한 채소들은 비가식부를 제거하고 물로 깨끗이 씻은 다음 가정에서 행하는 조리방법에 준하여 <표 2>와 같은 조건으로 끓이기(boiling), 데치기(blanching), 찌기(steaming), 볶기(stir-frying), 굽기(baking)하였다. 조리시간은 예비실험을 통해 섭취하기 적절한 상태로 되었을 때로 정하였으며 조리 기구는 끓이기, 데치기, 찌기는 propane gas 를 사용하였고 볶기와 굽기는 electric frying pan을 사용하였다.

<표 2> Cooking conditions of vegetables in this study.

Vegetbles	Cooking methods	Cooking time	Weight(g)	Heat mediator	Cooking sample form
Chives	stir-frying	2min	80	oil 4ml	2cm segment
Cabbage	boiling	20min	150	water 1L	cut into a half and shred
	blanching	5min	150	water 1L	
	stir-frying	2min	80	oil 5mL	cut into a half and shred
Water dropwort	boiling	5min	100	water 1L	
	blanching	1min 30sec	100	water 1L	
Pepper leaf	stir-frying (after blanching)	1min 2min 30sec	70	oil 5ml	
	blanching	1min 30sec	70	water 1L	
Kwari pepper	stir-frying	4min	90	oil 10ml	
	boiling(from cold water)	8min	90	water 200ml	
Radish	stir-frying (after boiling)	boiling 4min frying 1min	200	water 50ml oil 3ml	shredding
	boiling	10min	200	water 1L	dice
	steaming	5min	200	water 1L	shredding
Garlic	stir-frying	4min	100	oil 3ml	cut into
	boiling	5min	130	water 500ml	three parts
	baking	4min	100		
Edible burdock	stir-frying	6min	100	oil 6ml	cut into 5cm segment and shred

#### 4 · 관광식음료경영연구

##### ③ 분석을 위한 시료의 조제

위와 같이 준비된 생채소, 조리된 채소들을 각각 상온에서 1일 air drying시킨 후 열풍 건조기에서(70°C) 1시간 건조시켰다. 건조된 채소를 분쇄기(Janke&Kunkel GmbH u. CoKG IKA-Weak, Germany)를 이용하여 45mesh로 간 후 polyethylene병에 담아 desiccator에 보관하면서 실험에 사용하였다.

## 2) 실험방법

### ① 펙틴질 분석을 위한 시료 전처리 (Alcohol Insoluble Solids, AIS 제조)

펙틴질의 분석에 앞서 건조시료로부터 불순물과 당질을 제거하기 위해 AOAC 공정법<sup>4)</sup>을 사용하여 알코올 불용성물질(Alcohol Insoluble Solid, AIS)을 추출하였으며 그 방법은 다음과 같다.

건조시료 2g에 80% ethanol 300ml를 첨가하고 magnetic stirrer를 이용하여 30분간 저어준 후 Buchner funnel을 통해 흡인여과하고 잔여물에 80% ethanol과 acetone 30ml를 가하여 세척하였다. 이렇게 하여 얻은 AIS를 airdrying시킨 후 70°C 건조기에서 1시간동안 건조시켜 펙틴질의 분획을 위한 시료로 사용하였다.

한편, starch가 많은 마을의 경우, 펙틴질 분획에 앞서 Samuel<sup>5)</sup>의 방법에 따라 AIS에  $\alpha$ -amylase처리를 해 주었으며, stir-frying한 야채의 경우에는 불용성식이섬유추출에 앞서 행한 방법과 같이 Saunder<sup>6)</sup>등의 방법에 따라 지질을 제거하였다.

### ② 펙틴질 분획의 추출 방법

다음과 같이 펙틴질을 그들의 용해특성에 따라 세 그룹으로 나누어 분획<sup>7)</sup>하였다.

#### ㉠ 열수 가용성 펙틴 (Hot Water Soluble Pectin, HWSP)

AIS 0.5g을 비이커에 취하고 여기에100ml의 증류수를 넣고 끓는 수조에서 1시간 방치 시킨후 냉각 시켰다. 이 현탁액을 185 X g에서 1시간동안 원심분리 시킨 후 상등액을 취하여, methoxy group이 비교적 높은 열수 가용성 펙틴질 (HWSP)로 분획하였다.

#### ㉡ 인산 가용성 펙틴질 (Sodium Hexametaphosphate Soluble Pectin, HWSP)

HWSP를 취하고 남은 침전물을 비이커에 옮기고 여기에 0.4% sodium hexametaphosphate 용액을 100ml를 첨가한 후 현탁액을 실온에서 4시간 방치 시킨 후 785 X g에서 1시간동안 원심 분리하고 상등액을 취하여 비교적 낮은 methoxy group을 가진 염류 결합형 펙틴인 HXSP를 분획하였다.

#### ㉢ 염산 가용성 펙틴질 (HCl Soluble Pectins, HCISP)

HXSP를 취하고 남은 침전물을 비이커에 옮긴 후, 여기에 0.05 N HCl 100ml를 첨가하여 끓는 수조에서 1시간 방치 하였다. 냉각 후 785 X g에서 1시간동안 원심 분리 시킨 후 상등액을 취하여, 이 용액을 protopectin인 HCISP로 분획하였다.

③ 펙틴질 분획의 정량 분석

McComb과 McCready<sup>8)</sup>의 방법에 따라 펙틴질을 다음과 같이 정량하였다.

앞의 각 방법으로 얻은 HWSP, HXSP, HCISP의 분획물을 각각 1ml씩 취하여 15ml 용량의 시험관에 넣었다. 여기에 95% 황산을 6ml씩 첨가하여 뚜껑을 꼭 닫고 흔든 후 끓는 수조에서 15분간 가열하였다. 냉각 후 각 시험관에 carbazole reagent(0.15g의 carbazole을 100ml의 absolute ethanol에 녹인 것)을 0.5ml씩 첨가하였다. carbazole reagent를 첨가한 각 펙틴 용액을 실온에서 25분간 방치시킨 후 spectrophotometer (Phy Unican SP 6-400 Uv)를 사용하여 525nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 blank는 시료대신 1ml의 absolute ethanol을 사용하여 펙틴과 동일조건으로 하였다. 표준곡선은 monohydrogalacturonic acid 0.001% (10ug)~0.035% (350ug) 용액을 위와 같은 방법으로 처리하여, 동일조건에서 spectrophotometer에서 흡광도를 측정하여 작성하였다. 이 표준곡선을 이용하여 각 시료의 펙틴 분획물 함량을 계산 하였다.

## 2. 통계처리 (Statistical analysis)

본 연구에서 모든 실험결과는 One way analysis of variance에 의해 분산 분석되었으며 통계처리는 Statisticgraphics program을 사용하였다. 각 평균 간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의해 실시되었으며 모든 유의성은 P<0.05수준에서 비교되었다. Pearson's correlation coefficient를 구하여 상관관계를 조사하였다.

# Ⅲ. 결 론

## 1. 펙틴성분의 함량

본 연구에서 펙틴성분은 3가지 분획으로 나누어 분석하였는데 뜨거운 물에서 추출되는

high methoxy pectate로 구성되는 hot water soluble fraction(열수가용성펙틴 = HWSP)과 Ca과 Mg의 pectate salt로 구성되며 0.4% sodium hexametaphosphate로 추출되는 hexametaphosphatesoluble fraction(인산가용성펙틴 = HXSP)과 protopectin으로 구성되어있으며 0.05 N HCl 용액으로 추출되는 HCL soluble fraction(염산가용성펙틴= HCLSP)의 3분획으로 분리 전량 하였다<sup>7)</sup>.

원료채소의 건조물기준 시 총 펙틴 함량 및 성분별 함량은 <표 3>과 같다. 각종 채소의 총 펙틴 함량은 0.89-2.75g/100g의 범위로 채소종류에 따라 함량에 차이가 있었으나 대부분 1-2g/100g 수준이었다. 실험의 총 펙틴 함량은 0.89g으로 가장 낮은 값을 나타내었고, 배추잎은

<표 3> Contents of pectic substances of vegetables in dry weight (g/100)

	HWSP <sup>1)</sup>	HXSP <sup>2)</sup>	HCLSP <sup>3)</sup>	Total pectin <sup>4)</sup>
Chives	0.48±0.02 <sup>5)</sup>	0.42±0.05	0.37±0.01	1.27±0.02
Cabbage	0.43±0.07	0.29±0.01	0.48±0.04	1.20±0.05
Red pepper	0.48±0.06	0.42±0.02	0.33±0.03	1.23±0.04
Leaf lettuce	0.33±0.03	0.40±0.01	0.36±0.05	1.09±0.02
Water dropwort	0.40±0.01	0.35±0.02	0.49±0.01	1.24±0.01
Pepper leaf	0.55±0.02	0.49±0.04	0.36±0.02	1.40±0.03
Kwari pepper	0.55±0.02	0.60±0.01	0.42±0.04	1.57±0.02
Green pepper	0.63±0.05	0.55±0.03	0.40±0.01	1.58±0.01
Welsh onion, small	0.33±0.03	0.26±0.01	1.30±0.02	0.89±0.01
Radish	0.49±0.02	0.41±0.02	0.40±0.04	2.30±0.04
Radish leaf	0.51±0.01	0.35±0.01	0.40±0.06	1.26±0.03
Garlic	0.89±0.01	0.37±0.01	0.35±0.02	1.61±0.01
Welsh onion, large	0.45±0.03	0.37±0.02	0.43±0.02	1.25±0.02
Edible burdock	0.65±0.01	0.37±0.05	0.40±0.03	1.42±0.04
Chinese stalk	0.98±0.02	0.81±0.02	0.68±0.04	2.47±0.02
cabbage leaf	0.81±0.04	0.70±0.01	1.24±0.01	2.75±0.01
average	0.90±0.10	0.78±0.09	0.96±0.05	2.64±0.02

1) HWSP: Hot water soluble pectin

2) HXSP: 0.4% sodium hexametaphosphate soluble pectin

3) HCLSP: 0.05 N HCL soluble pectin

4) Total pectin = HWSP + HXSP + HCLSP

5) Mean±S.D

2.75g의 가장 높은 값을 나타내었다. 무, 배추잎과 배추줄기의 총 펙틴 함량(2.30g, 2.75g, 2.47g)은 다른 채소들과 비교하여 현저하게 높은 것으로 나타났다.

고추 류 간의 총 펙틴 함량은 붉은 고추에서 가장 낮았고 파리고추와 풋고추의 함량은 비슷했으며, 파 류 에서는 대파의 펙틴함량이 실파의 것보다 높게 나타났다.

세 가지 펙틴분획의 비율은 각 채소에서 대략 비슷한 수준을 보여주었다. 그러나 마늘에서 열수가용성 펙틴함량이 인산가용성 펙틴이나 염산가용성 펙틴함량보다 현저하게 높았으며, 배추 잎과 무에서는 염산가용성 펙틴함량이 열수가용성 펙틴함량이나 인산가용성 펙틴함량보다 현저하게 높게 나타났다. 배추의 경우, 줄기에서는 열수가용성 펙틴함량이, 잎에서는 염산가용성 펙틴함량이 각각 높게 나타났으므로 이러한 결과로부터 배추 줄기와 잎에 존재하는 펙틴의 특성이 다름을 알 수가 있다.

〈표 4〉 Contents of pectic substances of vegetables in fresh weight (mg/100g)

	HWSP <sup>1)</sup>	HXSP <sup>2)</sup>	HCLSP <sup>3)</sup>	Total pectin <sup>4)</sup>
Chives	53.8±1.5 <sup>5)</sup>	47.0±0.2	41.4±0.2	142.2±0.9
Cabbage	31.8±0.1	21.2±0.5	35.0±0.1	87.6±0.6
Red pepper	388.8±2.9	340.2±2.7	267.3±1.9	996.3±2.4
Leaf lettuce	20.8±2.9	25.2±0.3	22.7±0.2	68.7±0.2
Water dropwort	30.8±0.1	27.0±0.1	37.7±0.1	95.5±0.1
Pepper leaf	121.0±0.8	107.8±2.4	79.2±0.9	308.0±1.9
Kwari pepper	76.5±1.1	83.4±1.3	58.3±0.3	218.2±1.2
Green pepper	98.3±1.5	85.8±0.2	62.4±0.6	246.5±1.4
Welsh onion, small	28.4±0.1	22.3±0.4	25.8±0.2	76.5±0.4
Radish	49.0±0.2	41.0±0.3	140.0±0.2	230.0±0.3
Radish leaf	86.7±0.7	59.5±1.4	68.0±2.8	214.2±2.0
Garlic	336.4±3.4	139.9±0.3	132.3±2.2	608.6±1.9
Welsh onion, large	45.0±0.3	37.0±0.6	43.0±2.0	125.0±1.5
Edible burdock	148.9±0.5	84.7±0.2	91.6±1.1	325.2±0.9
Chinese stalk	88.2±1.0	72.9±0.3	61.2±0.2	222.3±1.0
cabbage leaf	42.1±0.3	36.4±0.5	64.5±0.6	143.0±0.9
average	65.2±1.7	54.7±1.3	62.9±1.5	182.8±1.1

1) HWSP: Hot water soluble pectin

2) HXSP: 0.4% sodium hexametaphosphate soluble pectin

3) HCLSP: 0.05N HCL soluble pectin

4) Total pectin = HWSP + HXSP + HCLSP

5) Mean ± S.D.

각종 채소의 열수가용성 펙틴함량은 0.33-0.98g/100g의 범위로 배추줄기에서 가장 높게 나타났으며 상치과 실과에서 가장 낮은 것으로 나타났다. 인산가용성 펙틴함량은 0.29-0.81g/100g의 범위로 배추줄기에서 가장 높게 나타났으며 양배추에서 가장 낮게 나타났다. 염산가용성 펙틴함량은 0.30-1.40g/100g의 범위로 무에서 가장 높았으며 실과에서 가장 낮았는데, 세 가지 펙틴분획 중에서 염산가용성 펙틴이 채소 종류에 따라 가장 큰 차이를 보여주었다.

각 채소의 신선물 기준 시 펙틴함량은 <표 4>와 같은데, 총 펙틴 함량은 마늘, 우엉, 고추 잎 등에서 높게 나타났으며, 상치, 실과, 양배추, 미나리 등에서 낮게 나타났다. 붉은 고추의 총 펙틴함량이 다른 채소에 비해 현저히 높은 것은 건조된 상태로 구입했기 때문에 극히 낮은 수분함량에 기인한 현상이다. 이상과 같이 펙틴 함량이 건조물 기준 시와 다른 양상을 나타낸 이유는 각 채소의 수분 함량에 기인한 것으로 특히 마늘의 경우 매우 낮은 수분 함량으로 인해 다른 채소들에 비해 현저히 높은 펙틴 함량을 나타내었음을 볼 수 있다.

Key<sup>9)</sup>과 Jenkins<sup>10)</sup> 등은 식이 섬유 중 펙틴성분이 혈청 콜레스테롤의 농도를 감소시켜 준다고 보고 하였는데 이와 같이 영양 생리적으로 중요한 기능을 가지고 있음에도 불구하고 우리나라에서는 식품군의 펙틴함량측정에 고나한 연구가 거의 되어있지 않다. 그러나 점차 식이 섬유가 건강에 미치는 영향에 대한 관심이 높아지고 있으므로 여러 식품의 펙틴함량에 관한 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

## 2. 조리방법에 따른 펙틴성분 함량의 변화

Boiling, blanching, steaming, stir-frying 및 baking과 같은 여러 조리 방법에 따른 펙틴성분 함량의 변화는 <표 5>와 같다. 모든 시료에 있어서 시료 내에 존재하는 총 펙틴의 양은 원료시료에 비해 조리時 감소하였으며, 조리방법에 따라서도 차이가 있는데 boiling의 경우 가장 큰 감소 현상을 나타내었다. 그러나 이상과 같은 결과는 무와 양배추만 유의적이었다. 펙틴의 분획별 변화를 살펴보면, 세 가지 분획 중 열수가용성 펙틴은 증가하였으나 인산가용성 펙틴과 염산가용성 펙틴은 감소하였다.

Kertesz<sup>11)</sup>는 열처리에 의해 일부 비수용성 펙틴이 수용성 펙틴으로 변화한다고 보고 했는데, 본 실험에서 인산가용성과 염산가용성 펙틴은 비수용성 펙틴이므로 위의 보고에 근거를 두고 생각해 볼 때 펙틴 분획의 변화는 두 가지 비수용성 펙틴 분획이 조리 시 열에 의해 열수가용성 펙틴으로 변화하였기 때문인 것으로 사료된다. 이와 같은 이유로 증가된 열수 가용성 펙틴은 물에 용해될 것이므로 조리 시에 의해 손실되어 시료내의 함량이



〈표 5〉 Effect of cooking methods on fractional contents of pectic substances of vegetables(mg/0.5g AIS)

	HWSP <sup>1)</sup>	HXSP <sup>2)</sup>	HCLSP <sup>3)</sup>	Total pectin <sup>4)</sup>
<b>Chives</b>				
raw	3.01±0.02 <sup>5)</sup>	2.61±0.04	2.34±0.01	8.02
stir-frying	3.29±0.03	2.50±0.01	1.92±0.02	7.71
<b>Cabbage</b>				
raw	3.55±0.01	2.49±0.04	3.97±0.01	10.01
stir-frying	4.11±0.02	2.32±0.01	3.10±0.04	9.53
blanching	3.85±0.05	2.13±0.02	3.22±0.02	9.20
boiling	3.80±0.1	1.62±0.01	2.56±0.01	7.98
<b>Water drop wort</b>				
raw	2.46±0.05	2.15±0.02	2.96±0.02	7.57
blanching	2.85±0.03	1.77±0.03	2.58±0.01	7.20
boiling	3.01±0.01	1.91±0.02	2.06±0.01	6.98
<b>Pepper leaf</b>				
raw	3.90±0.05	3.44±0.02	2.96±0.02	9.90
stir-frying	4.51±0.03	2.42±0.02	2.58±0.01	9.21
blanching	4.50±0.04	2.73±0.02	2.27±0.01	
<b>Kwari pepper</b>				
raw	3.29±0.02	3.59±0.01	2.52±0.06	9.40
stir-frying	3.65±0.02	3.40±0.01	2.04±0.02	0.09
boiling	3.71±0.01	3.22±0.1	1.98±0.01	8.91
<b>Radish</b>				
raw	3.81±0.02	3.22±0.04	10.96±0.02	17.99
stir-frying	4.98±0.02	3.96±0.01	9.12±0.01	17.06
boiling	4.40±0.01	2.72±0.02	9.08±0.02	16.20
steaming	4.86±0.03	3.01±0.01	9.63±0.01	17.50
<b>Garlic</b>				
raw	7.92±0.04	2.30±0.01	3.08±0.02	14.30
stir-frying	8.75±0.01	2.97±0.02	2.29±0.01	14.01
boiling	8.40±0.01	2.66±0.02	2.49±0.02	13.55
baking	8.86±0.02	2.70±0.01	2.16±0.01	13.72
<b>Edible burdock</b>				
raw	5.83±0.04	3.27±0.02	3.61±0.03	12.71
stir-frying	6.43±0.02	2.56±0.01	2.72±0.01	11.71

\*Means followed by same letter are not significantly different at the level using Duncan's multiple range test.

- 1) HWSP: Hot water soluble pectin
- 2) HXSP: 0.4% sodium hexametaphosphate soluble pectin
- 3) HCLSP: 0.05N HCL soluble pectin
- 4) Total pectin = HWSP + HXSP + HCLSP
- 5) Mean ± S.D.

감소되어야 할 것으로 생각되나 본 실험에서 그와 같은 현상을 나타내지 않은 이유는 규명하지 못하였다.

Simpson<sup>12)</sup>등도 조리된 시료의 경우 원료시료에 비해 Protopectin은 감소하였고 열수 가용성 펙틴의 함량이 증가했다고 보고하였다. 한번 펙틴은 온도가 높아질수록 더욱 빨리 분해된다고 보고되고 있는데<sup>13)</sup>Johnston<sup>14)</sup>등은 적절한 조리 상태가 될 때까지 조리할 경우에 필요한 시간과 온도와의 조화된 효과는 펙틴의 함량에 별 차이를 초래하지 않는다고 보고하였으며, 이런 조건下에서는 조리 시 시료의 펙틴손실에 영향을 미치는 주요인자가 조리수와의 접촉이라고 하였다.

본 실험에서무의 경우 boiling했을 경우 steaming보다 펙틴의 감소가 현저했는데 ( $P<0.05$ ), 그 이유는 steaming한 시료의 경우에는 조리 수에 의해 시료內의 펙틴이 직접 용출되지 않고 단지 시료를 둘러싸고 있는 얇은 수증기층에 의해서만 영향을 받게 되어 펙틴의 손실이 적었던 것으로 생각되며, boiling의 경우에는 시료가 다량의 조리 수에 완전히 잠겨 있기 때문에 조리 열에 의해 분해된 펙틴이 조리 수에 용출되어 펙틴의 손실이 컸던 것으로 사료된다. 파리 고추나 미나리의 경우, 파리 고추는 조리시간도 길고 찬물에서 boiling했기 때문에 미나리보다 펙틴의 손실이 클 것으로 생각했으나 비슷한 감소현상을 나타내었다. 그 이유는 미나리의 조리수가 파리고추의 5배나 되었기 때문이라고 생각된다.

## Abstract

The contents and physicochemical properties of fiber in 15 kinds of vegetables being consumed commoly in Korea were investigated, and the effects of various cooking and Kimchi fermentation) on fiber were studied. Contents of total pechin in raw vegetables were 0.89-2.75g/100g, and most were 1-2g/100g, on dry weight basis. Considering each fraction of pectic substances, the content of HWSP of vegetables ranged in 0.33-0.98g/100g, HXSP, 0.29-0.81g/100g and HCLSP, 0.30-1.40g/100g. HCLSP of three pectic fractions showed the greatest variation according to the kinds of vegetables. Every vegetables showed similar contents of three pectic fraction. Cooking decreased total pectin content in all vegetables regardless of cooking methods and the greatest reduction was

observed in boiling. Among three pectic fractions, hot water soluble pectin(HWSP) increased, and sodium hexamphosphate soluble pectin(HXSP) and HCL soluble pectin(HCLSP) decreased.

**Key words:** *pectin, vegetables, HWSP, HXSP, HCLSP*

## 참고문헌

- Schneeman.B.O.(1986): Physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. Food Technol., 40(2):104.
- Vahouny,G.V.(1982): Dietary fiber, lipid metabolism, and atherosclerosis. Federation Proc., 41:2801.
- Heaton,K.W.,Haber,G.B. and Burroughs,L.(1978): How fiber may prevent obesity:promotion of satiety and prevention of rebound hypoglycemia. Am.J.Clin.Nutr., 31:S280.
- AOAC,Official methods of analysis. 15ed.(1990): Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Samuel Kon.(1968): Pectic substances of dry beans and their technique on dietary fiber of boiled potato. J.Food Technol., 17:99.
- Saunders,R.M. and Hautala, E.(1979): IN "Dietary Fiber: Chemistry and Nutrition.". Inglett, G.E., Falkehag, S.I., Eds., Academic Press. New York. p79.
- 정귀화.(1989): 숙성기간에 따른 무김치의 Texture와 Dietary fiber의 함량변화. 서울대학교 대학원 석사학위논문
- McComb,E.A. and McCready,R.M.(1952): Colorimetric determination of pectic substances. Analytical Chemistry., 24(10):1630
- Key,A.,Grande,F. and Anderson, J.T.(1961): Fiber and pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man. Proc. Soc. Exp. Biol Med., 106:555.
- Jenkins, D.J.A., Leeds, A.R., Newton, C. and Cuning, J.H.(1975): Effect of pectin, guar gum and wheat fibers on serum cholesterol. Lancet., 1:1116.
- Kertesz, L.I.(1951): "The pectic substances," Interscience Publishers, Inc., New York.

Simpon, J.I. and Halliday, E.G.(1941): Chemical and histological studies of the disintegration of cell-membrance materials in vegetables during cooking. Food Research. 6:189.

Albersheim, P. Neucom, H. and Deuel, H.(1960): Splitting of pectin chain molecules in neutral solution. Arch. Biochem. Biophys., 90:46.

Johnston, D.E., Kelly, D. and Dorrian, P.P.(1983): Losses of pectic substances during cooking and the effect of water hardness. J.Sci.Food Agric., 34:733