

## 과일·채소중 식이섬유의 분석법 검토 및 함량 분석

李炘淑·李瑞來

이화여자대학교 식품영양학과

### Determination of Dietary Fiber Content in Some Fruits and Vegetables

Kyung-Sook Lee and Su-Rae Lee

Department of Food & Nutrition, Ewha Woman's University, Seoul

#### Abstract

This study was undertaken to examine the applicability of domestic enzymes in the quantitative determination of dietary fibers according to the official enzymatic-gravimetric method of AOAC and to apply it to 4 kinds of fruits (apple, pear, peach and persimmon) and 4 kinds of vegetables (Korean radish, lettuce, Korean cabbage and cabbage Kimchi). With domestic enzymes, an optimum condition was selected to use 1/10 units of enzyme activity and to extent the reaction time two-fold as compared with the recommended method, in the case of fruits and vegetables. On a dry matter basis, fiber contents of fruits were in the range of 9.4–28.8% total dietary fiber, 1.8–7.8% non-cellulosic polysaccharides, 3.7–5.8% cellulose and 1.3–21.3% lignin. Fiber contents of vegetables were 26.0–35.7% total dietary fiber, 11.3–14.4% non-cellulosic polysaccharides, 12.3–19.7% cellulose and 1.4–7.4% lignin. On a dry matter basis, crude fiber contents were 3.5–6.7% in fruits and 9.1–13.8% in vegetables. Therefore, crude fiber contents of fruits and vegetables accounted for only 12–50% of total dietary fibers.

#### 서 론

식이섬유(dietary fiber)의 중요성은 1970년대 영국의 Burkitt<sup>(1,2)</sup>에 의하여 아프리카에 사는 사람들이 구미의 선진국에 사는 사람들보다 성인병의 발생율이 낮다고 하는 연구결과가 발표되면서 시작되었다. 그 후 많은 연구에 의해 diabetes, hypercholesterolemia, heart disease, diverticular disease, colon cancer 등의 여러 질병들이 식이섬유의 결핍문제와 관련이 있는 것으로 알려지게 되었다.<sup>(3)</sup>

식이섬유란 Southgate 등<sup>(4)</sup>의 정의에 따르면 “인간의 소화관에서 분비되는 효소에 의하여 소화되지 않는 식물성 다당류와 lignin의 합계치”로 정의된다. 이때 소화되지 않는 다당류는 cellulose와 non-cellulosic polysaccharide인 hemicellulose, pectin질, gum질, mucilage 등의 합계치라고 할 수 있다. 섬유유의 분석방법으로 오래전에 공인된 조섬유(crude fiber)방법은 단지 대략적인 것으로 Schaller<sup>(5)</sup>에 의하면 산과 알칼리의 처리과정중 cellulose는 50~90%, hemicellulose는 20%, lignin은 10~40%만이 정량되어 식이섬유의 함량을 예상하는데 사용하기에는 큰 제한점을 가진다.

Van Soest<sup>(6)</sup>에 의해 제안된 neutral detergent fiber

(NDF)방법은 중성에서 sodium lauryl sulfate를 처리하는 방법으로 cellulose, hemicellulose, lignin 등의 water-insoluble한 식이섬유의 정량에는 편리한 방법이지만 pectin질, gum질, mucilage, 일부 hemicellulose 등의 water-soluble한 성분들이 분석과정중에 상당량 손실되는 단점을 지니고 있다. 또한 Marlett 등<sup>(7)</sup>은 전분이 많은 식품의 경우 전분의 용해도가 떨어져서 전분이 식이섬유로 잘못 정량되어 지나치게 높은 함량을 보이는 단점을 지적하였다. Robertson 등<sup>(8)</sup>, Heckman 등<sup>(9)</sup>, Schaller<sup>(10)</sup> 등은 NDF 방법의 경우 전분이 오염되는 단점을 보완하기 위하여 amylase를 같이 처리하는 enzymatic NDF procedure를 제안하였다. 그 중 Schaller<sup>(10)</sup>의 방법은 American Association of Cereal Chemists<sup>(11)</sup>의 공인된 방법으로 1983년에 채택되어 곡류식품에서 널리 사용되고 있으나, 이러한 방법도 water-soluble한 식이섬유의 성분들이 상당량 손실되는 단점을 지니고 있는 것이다.

한편 Van Soest<sup>(12)</sup>는 acid detergent fiber(ADF)방법을 개발하여 acid-insoluble한 성분인 cellulose와 lignin의 합계치를 정량한 다음 진한 황산을 처리하여 강산에 녹지 않는 lignin함량을 측정함으로써 cellulose와 lignin을 각각 정량할 수 있게 되어 Association of

Official Analytical Chemists(AOAC)에서 final action으로 공인된 식이섬유의 성분별 정량방법으로 채택되었다.

Hellendoorn 등,<sup>(13)</sup> Schweizer 등,<sup>(14)</sup> Furda<sup>(15)</sup> 등은 인체내의 소화관 조건과 동일하게 하기 위하여 효소제를 처리하는 enzymatic-gravimetric방법을 제안하였다. 그러나 이러한 방법들은 Dovell 등<sup>(16)</sup>이 지적한 바와 같이 실험방법이 복잡하고 시간이 너무 소요되는 단점을 지니게 된다. 그러므로 미국의 Food & Drug Administration에서는 식이섬유의 분석방법에 대하여 Prosky등<sup>(17,18)</sup>에게 공동연구를 시킨 결과 enzymatic-gravimetric 방법을 개선한 분석 방법이 AOAC에서 first action방법으로 1985년에 채택되었다.

그러나 국내에서는 식이섬유의 정량을 위한 시도가 아직 계획되지 못하고 있다. 더우기 국내에서는 정제된 효소제가 생산되지 않고 있으며 외국의 비싼 효소제를 수입해서 분석해야 한다면 식이섬유의 분석방법이 보편화되는데 어려움을 지니게 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 한국실정에 맞는 식이섬유의 분석방법을 설정하기 위하여 국내의 공업적 등급의 시판용 효소제를 AOAC에서 공인된 enzymatic-gravimetric방법에 적용시켜 보았으며 설정된 조건에 따라 식이섬유의 주요 급원인 몇가지 과일·채소중의 식이섬유 함량을 측정하였다. 이에 그 결과를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 시료는 과일 4종류(사과, 배, 복숭아, 감)와 채소 4종류(무우, 상추, 배추, 배추김치)이었다. 과일의 품종은 사과(아오리), 배(조숙종), 복숭아(백도), 감(연시)이었으며, 배추김치는 송산종합식품의 제품으로서 원료구성(%)은 배추 79, 무우 9, 식염 2, 마늘 2, 젓갈 2, 고추가루 5이었다. 이들 시료는 신선시장 및 롯데백화점에서 구입하였다.

효소제는 태평양화학주식회사에서 생산되는 3종의 시판용 제제로 bacterial  $\alpha$ -amylase(*Bacillus subtilis*), bacterial protease (*Bacillus subtilis*), fungal amyloglucosidase(*Aspergillus usarii*)를 사용하였다.

### 시료의 전처리

시료의 전처리 과정은 Table 1에서와 같다. 시료들 약 2kg정도 구입하여 신선한 상태에서 무게를 재었으며 비가식부위는 제거하고 가식부위만 무게를 다시 재

Table 1. Preparation of fruits & vegetables for analysis

Fruits & vegetables	Edible portion as purchased (%)	Moisture (%)	Lipid (%)
Apple	81	85.9	0.06
Pear	80	88.1	0.09
Peach	83	89.3	0.03
Persimmon	84	84.4	0.09
Korean radish	92	95.0	0.07
Lettuce	91	94.2	0.44
Korean cabbage	75	96.5	0.15
Cabbage kimchi	97	90.5	0.38

었다. 그 후 시료를 분쇄기에서 마쇄하여 미리 칭량해 둔 대형 증발접시에 일정량 취하고 105~110°C의 전기 오븐에서 2단계로 건조시킨 후 수분함량을 정량하였다. 수분정량이 끝난 시료는 ethyl ether를 용매로 하여 16시간동안 추출과정을 거쳐 지방함량을 정량하였다. 시료들은 수분정량, 지방추출 과정을 거쳐 건조물 상태로 만든 후 silica gel이 들어있는 폴리에틸렌병에 각각 넣어 건조상태로 보관하였다.

### 효소제의 효소역가 측정방법

$\alpha$ -Amylase 역가는 Wohlgemuth 법<sup>(19,20)</sup>을 이용한 액화력 측정방법을 사용하였다. 효소단위는 30분 동안에 전분의 요오드반응이 청색을 잃고 완전히 보라색을 띄운 관을 취해서 여기에 첨가한 1ml 효소용액에 의해 분해된 1% 가용성 전분용액의 ml수로 표현하였다.

Protease 역가는 Folin and Ciocalteu 법<sup>(19,21)</sup>을 사용하였다. 효소단위는 AOAC가 추천하는 Sigma회사의 protease 역가와 비교하기 위하여 1분간에 1micromole의 L-tyrosine을 생성할 수 있는 효소량을 protease 1 unit으로 규정하였다.

Amyloglucosidase 역가 측정은 Fehling-Lehman-Schoorl 법<sup>(19,22)</sup>을 사용하였다. 효소단위는 AOAC가 추천하는 Sigma회사의 amyloglucosidase 역가와 비교하기 위하여 3분 동안에 전분으로부터 1.0mg의 glucose를 생성할 수 있는 효소량을 amyloglucosidase 1 unit으로 규정하였다.

### 식이섬유의 정량방법

식이섬유의 성분별 성분별 분석과정은 Fig. 1과 같이 Prosky등<sup>(17)</sup>의 방법과 Van Soest 방법<sup>(12)</sup>을 이용해서 도형화하였다. 조섬유 함량은 공정법<sup>(23)</sup>에 준하여 정량

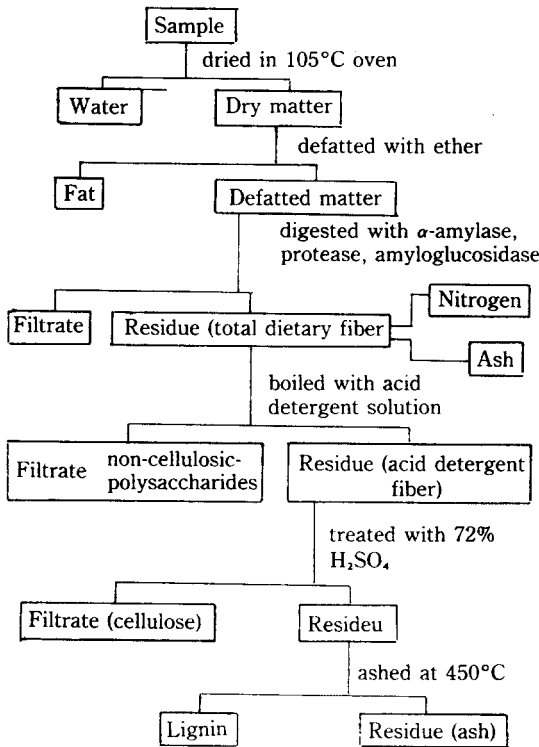


Fig. 1. Analytical scheme for the fractionation and determination of dietary fibers

하였다.

1) Total dietary fiber(TDF) 정량방법<sup>(17)</sup>

수분정량, 지방정량이 끝난 시료에 대하여 한 시료 당 두개씩 1g의 무게를 정확히 재어서 500ml 코니칼 비커에 넣었다. 여기에 0.05M phosphate buffer (PH 6.0) 50ml와 1% α-amylase용액 0.1ml을 넣고 알루미늄호일로 비커를 덮어 끓는 water bath 위에서 60분간 반응시켰다.

실온에서 용액을 냉각시킨 다음 0.171N NaOH용액 10ml을 넣어 pH 7.5±0.1로 조정하고 protease 30mg을 더하였다. 알루미늄호일로 비커를 다시 덮고 60°C에서 60분간 반응시켰다.

실온에서 용액을 냉각시킨 다음 0.205M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 용액 0.5ml을 더하였다. 알루미늄호일로 덮은 후 계속 움직여주면서 60°C에서 60분간 반응시켰다. 그 후 95% ethanol 280ml을 더한 다음 실온에서 침전물이 형성되도록 60분이상 방치하여 두었다.

Celite 0.1g을 무게를 재어둔 1G3여과용 유리도가니에 넣고 78% ethanol을 흘려보내어 도가니안의 celite를 적서 가라앉게 하였다. 여기에 효소에 의해 분해시킨 후 남은 침전물을 옮겨 흡인, 여과하고 78%

ethanol 20ml씩으로 3번, 95% ethanol 10ml씩으로 2번, acetone 10ml씩으로 2번 씻어내렸다. 그 다음 침전물이 들어있는 도가니를 105°C 전기오븐에서 하룻밤 건조시키고 desiccator에 옮겨서 1시간 냉각시킨 후 0.1mg까지 무게를 재었다. 침전물의 함량을 얻기 위하여 도가니와 celite의 무게를 빼어 계산하였다.

두개의 시료중 1개는 단백질함량을 측정하기 위해 micro-kjeldahl방법<sup>(20)</sup>을 사용해서 분석하였으며 질소계수는 6.25를 사용하였다. 나머지 1개의 시료는 450°C에서 30분간 회화시킨 다음 회화로를 끄고 200°C까지 냉각되면 꺼내어 desiccator에서 1시간 냉각시킨 후 0.1mg까지 무게를 측정하였다. 무기질(ash)의 함량을 측정하기 위하여 도가니와 celite의 무게를 빼어 계산하였다. 상기 조작과정을 거쳐 TDF의 함량을 다음과 같이 계산하였다.

2) Acid detergent fiber(ADF) 정량방법<sup>(23)</sup>

수분정량, 지방정량이 끝난 시료 1g을 500ml 플라스크에 넣은 다음 여기에 acid-detergent 용액(IN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1l에 20g의 acetyl trimethyl ammonium bromide를 녹인 용액) 100ml을 실온에서 더하고 역류냉각기를 달아 가열장치에 연결시켰다. 5~10분 사이에 끓도록 열을 가하고 끓기 시작하면 거품이 생기는 것을 방지하기 위하여 열을 줄여서 끓기 시작한 후부터 60분간 가열하였다.

무게를 재어둔 (W<sub>1</sub>) 1G3여과용 유리도가니에 가열시킨 용액을 흡인 여과하고 뜨거운(90~100°C) 증류수를 사용해서 계속적으로 도가니안의 침전물을 씻어내린 후 acetone으로 더 이상 용액이 색깔을 띠지 않을 때까지 씻어낸 다음 남은 acetone을 제거하였다. 도가니안에 남은 물질은 130°C 전기오븐에서 3시간동안 건조시키거나 또는 105°C 전기오븐에서 하룻밤 건조시킨 다음 무게를 재었다. (W<sub>2</sub>)

상기조작과정을 거쳐 ADF의 함량을 다음과 같이 계산하였다.

3) Lignin 정량방법<sup>(23)</sup>

앞에서 구한 acid detergent fiber가 들어 있는 1G3 여과용 유리도가니안에 1g의 석면을 더한 다음 도가니를 100ml 비커에 넣어서 도가니들이 쓰러지지 않도록 하였다. 도가니의 내용물에 냉각시켜둔 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣은 다음 도가니안의 내용물을 빈번하게 저어주었다. 3시간이상 지난 후에 감압하에서 가능하면 완전하게 여과하여 pH paper에 산이 없는 것으로 나타날 때까지 뜨거운 증류수로 씻어낸 후, 도가니의 가장자리를 행구어 내고 젖은 유리막대를 제거하였다. 이것을 105°C 전기오븐에서 하룻밤 건조시키고 desiccator에

옮겨서 1시간 동안 냉각시킨 다음 무게를 측정하였다. ( $W_3$ )

그 후 450°C의 회화로에서 30분간 도가니를 회화한 다음 회화로를 끄고 200°C로 냉각되면 desiccator에 옮겨서 1시간 냉각시킨 후 무게를 측정하였다. ( $W_4$ )

석면 blank는 무게를 재어준 1G3여과용 유리도가니에 1g의 석면을 더한 다음 똑같은 처리과정을 거친 후 회화과정에서 잃어버린 무게를 측정하였다. ( $W_5$ ) 상기 조작과정을 거쳐 lignin 함량을 다음과 같이 계산하였다.

### 결과 및 고찰

#### 효소제의 사용수준 설정

AOAC가 추천하는 정제된 효소제들과 국내의 공업적 등급의 시판용 효소제들의 효소역가는 Table 2에서와 같다. 본 실험에 사용한 국내의 시판용 효소제들은 AOAC가 추천하는 효소제들에 비하여 효소역가가 10-120분의 1에 불과한 것으로 나타났다. 그러나 과일·채소와 같이 전분질과 단백질의 함량이 낮은 시료는 역가가 낮은 효소제를 사용해도 큰 문제가 없을 것이다. 더우기 단백질의 경우는 효소분해 후 질소를 정량하여 잔존하는 단백질 함량을 공제하게 되므로 오차가 더욱 적어질 것이다.

AOAC에서는 식이섬유의 총합량을 측정하기 위하여 정제된 효소제의 경우  $\alpha$ -amylase 0.1ml, protease 5mg, amyloglucosidase 0.3ml를 첨가하여 30분씩 반응시키도록 되어 있다. 그런데 국내의 공업적 등급의 시판용 효소제를 사용할 경우 정제된 효소제와 동일한

효소역가로 첨가하게 되면 시료에 대하여 효소의 양이 너무 많아지게 되어 효소자체의 불순물에 의한 오차도 증가하게 되고 효소제의 낭비도 크게 된다. 그러므로 효소역가를 낮추어 효소제의 양을 줄이면서도 식이섬유 이외의 성분들은 완전히 분해시킬 수 있는 수준을 설정하고자 하였다.

따라서 사과, 무우, 김치의 3가지 시료를 대상으로 하여 국내의 시판용 효소제를 AOAC가 추천하는 효소제에 대하여 효소역가 1/10(1%  $\alpha$ -amylase 0.1ml, protease 30ml, 1% amyloglucosidase 0.5ml), 1/5(1%  $\alpha$ -amylase 0.2ml, protease 60mg, amyloglucosidase 10mg), 1(1%  $\alpha$ -amylase 1.0ml, protease 300mg, amyloglucosidase 50mg)의 3가지 조건과 효소반응시간 1배(30분), 2배(60분)의 2가지 조건을 적용시켜 분해되고 남은 잔사의 함량을 비교한 결과는 Table 3과 같다.

그 결과 효소역가 1/10units 이상, 반응시간 1배이상 조건에서 유의수준  $\alpha=0.05$ 에서 효소역가, 반응시간 사이에 유의적인 차이를 보여주지 않아서 이미 식이섬유이외의 물질은 분해된 것으로 생각된다. 그러므로 효소역가 1/10units, 반응시간 2배의 조건을 채택하여 식이섬유의 총합량을 측정할 수 있었다.

#### 과일·채소중 식이섬유의 함량 비교

##### 1) 건조물중 함량

건조물 기준시 과일·채소중 식이섬유의 총합량 및 성분별 함량은 Table 4와 같다. 과일의 경우 식이섬유의 총합량은 9.40-28.84%의 비교적 넓은 범위로 나

Table 2. Comparison of commercial enzymes with recommended enzymes by AOAC

	Supplier of enzymes	Enzyme	Microbial source	Enzyme activity
Recommended	Novo Laboratory Inc.	$\alpha$ -Amylase units/g solid	<i>Bacillus Subtilis</i>	120,000
	Sigma Chemical Co.	Protease	<i>Bacillus subtilis</i> units/g solid	7,000-15,000
	Sigma Chemical Co.	Amyloglucosidase	<i>Aspergillus oryzae</i>	1,200-3,000 units/ml
Testead	Domestic Company	$\alpha$ -Amylase	<i>Bacillus subtilis</i>	12,000 units/g solid
	Domestic Company	Protease	<i>Bacillus subtilis</i>	136 units/g solid
	Domestic company	Amyloglucosidase	<i>Aspergillus usarii</i>	8,800 units/g solid

**Table 3. Establishment of conditions for the enzyme quantity and reaction time in the determination of total dietary fibr**

Fod sample	Rection time (min.)	Total dietary fiber (%) of dry matter edible portion		
		Tested enzyme activity as compared with the recommended		
		1/10	1/5	1/1
Apple	1×(30)	10.66*	10.27	8.75
	2×(60)	9.40	10.18	8.39
Korean radish	1×(30)	25.44	26.27	26.03
	2×(60)	24.89	26.12	26.61
Kimchi	1×(30)	31.55	31.37	30.81
	2×(60)	31.21	30.40	29.86

\* Each total dietary fiber content of the same food samples is not significantly different at  $\alpha = 0.05$  level in regard to the enzyme activity and reaction time tested.

**Table 4. Dietary fiber content in various fruits & vegetables**

(% of dry matter edible portion)\*

Fruits & vegetables	Total dietary fiber	Acid detergent fiber	Non-cellulosic polysaccharides	Cellulose	Lignin
Apple	9.40 ± 0.11	5.31 ± 0.28	4.09 ± 0.19	4.03 ± 0.31	1.29 ± 0.25
Pear	13.38 ± 0.44	8.05 ± 0.52	5.14 ± 0.94	5.52 ± 0.54	2.53 ± 0.26
Peach	16.40 ± 0.54	8.59 ± 0.17	7.82 ± 0.70	3.65 ± 0.07	4.93 ± 0.24
Persimmon	28.84 ± 0.25	27.07 ± 1.41	1.77 ± 1.60	5.76 ± 0.48	21.31 ± 1.07
Korean radish	25.97 ± 0.96	13.70 ± 0.35	12.28 ± 0.93	12.26 ± 0.22	1.44 ± 0.20
Lettuce	32.84 ± 0.54	18.82 ± 0.83	14.02 ± 1.35	12.85 ± 0.65	5.97 ± 0.18
Korean cabbage	35.67 ± 0.27	21.24 ± 0.19	14.43 ± 0.39	19.71 ± 0.33	1.53 ± 0.29
Kimchi	31.21 ± 0.57	19.82 ± 0.42	12.40 ± 1.34	12.39 ± 0.31	7.43 ± 0.61

\* Mean value of three determinations ± standard deviation

나 과일 종류에 따라 함량에 큰 차이가 있음을 보여 주었다. 사과는 9.4%를 함유함으로써 가장 적은 값을 나타내었고, 감은 28.84%의 높은 값을 나타내었다.

채소의 경우 식이섬유의 총함량은 25.97-35.67%의 범위로 나타나 채소의 종류에 따른 함량에는 큰 차이를 보이지 않았다. 무우는 25.97%의 비교적 적은 값을 나타내었고, 배추는 35.67%로서 가장 높은 값을 나타내었다.

또한 과일과 채소의 식이섬유의 총함량을 비교하여 보면 채소가 과일보다 대체적으로 더 많이 함유하고 있음을 보여주었다.

식이섬유의 성분별 함량을 보면 과일의 경우 non-cellulosic polysaccharide 함량은 1.77-7.82%, cellulose 함량은 3.65-5.76%, lignin 함량은 1.29-21.31%의 범위에서 분석되었다. Cellulose 함량은 과일의 종류에 따라 비슷한 함량을 보였으나 non-

cellulosic polysaccharide 함량, lignin 함량은 비교적 넓은 범위에서 분석되어져 과일의 종류에 따라 함량에 차이가 있음을 나타내었다. 특히 감의 경우 lignin 함량이 21.31%의 높은 값을 나타내어 식이섬유의 총함량중 70% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 이것은 감의 탄닌 성분이 아닌가 생각된다.

채소의 경우 non-cellulosic polysaccharide 함량은 12.28-14.43%, cellulose 함량은 12.26-19.71%, lignin 함량은 1.44-7.43%의 범위에서 분석되었다. Non-cellulosic polysaccharide 함량, cellulose 함량은 채소의 종류에 따라 비슷한 함량을 나타내었으나 lignin 함량은 비교적 넓은 범위에서 분석되어져 상치의 경우 5.97%, 김치의 경우 7.43%로써 높은 값을 나타내었다.

## 2) 신선물중 함량

신선물 기준시 과일·채소중 식이섬유의 총함량 및 성분별 함량은 Table 5와 같다. 과일의 경우 식이섬유

의 총합량은 1.32~4.47%의 비교적 넓은 범위에서 분석되었다. 특히 감의 경우 4.47%를 함유함으로써 가장 높은 값을 나타내었다.

채소의 경우 식이섬유의 총합량은 1.18~2.87%의 범위에서 분석되었다. 그중 김치는 2.87%를 함유함으로써 높은 값을 나타내었다. 이것은 우리나라의 고유한 음식인 김치가 식이섬유의 중요한 공급원을 보인 것이다.

또한 신선물 기준시 과일·채소의 식이섬유 함량을 비교해 보면 건조물 기준시와는 달리 거의 비슷한 함량을 나타내었다. 이것은 과일 보다 채소중에 수분함량이 90~95%의 높은 부분을 차지함에 기인된 것이다. 따라서 신선한 상태에서는 과일·채소가 모두 식이섬유의 중요한 공급식품이라고 생각된다.

식이섬유의 성분별 함량을 보면 과일의 경우 non-

cellulosic polysaccharide 함량은 0.27~0.84%, cellulose 함량은 0.39~0.89%의 범위에서 분석되었다. 그리고 lignin 함량은 0.18~3.30%의 넓은 범위에서 분석되었는데 이것은 건조물 기준시에서 언급한 바와 같이 감의 경우 lignin 함량이 다른 과일에 비해 매우 높는데 기인된 것이다.

채소의 경우 non-cellulosic polysaccharide 함량은 0.48~1.14%, cellulose 함량은 0.60~1.14%의 범위에서 분석되었다. 그리고 lignin 함량은 0.05~0.70%의 범위에서 분석되었는데 배추의 경우 0.05%의 낮은 값을 나타내었다.

과일·채소중 조섬유와 식이섬유의 함량 비교

과일·채소중 관례적으로 식품분석표에 나타나 있는 조섬유의 함량을 구하여 식이섬유의 함량과 비교하여

Table 5. Dietary fiber content in various fruits & vegetables

(% of fresh matter edible portion)<sup>a</sup>

Fruits & vegetables	Total dietary fiber	Acid detergent fiber	Non-cellulosic polysaccharides	Cellulose	Lignin	Water
Apple	1.32 ± 0.02	0.75 ± 0.04	0.58 ± 0.03	0.57 ± 0.04	0.18 ± 0.04	85.9
Pear	1.56 ± 0.05	0.95 ± 0.06	0.61 ± 0.11	0.65 ± 0.06	0.30 ± 0.03	88.1
Peach	1.75 ± 0.06	0.92 ± 0.02	0.84 ± 0.07	0.39 ± 0.01	0.53 ± 0.03	89.3
Persimmon	4.47 ± 0.04	4.20 ± 0.22	0.27 ± 0.25	0.89 ± 0.07	3.30 ± 0.17	84.4
Korean radish	1.27 ± 0.05	0.67 ± 0.02	0.60 ± 0.05	0.60 ± 0.01	0.70 ± 0.01	95.0
Lettuce	1.74 ± 0.03	1.00 ± 0.04	0.74 ± 0.07	0.68 ± 0.03	0.32 ± 0.01	94.2
Korean cabbage	1.18 ± 0.01	0.70 ± 0.01	0.48 ± 0.01	0.65 ± 0.01	0.05 ± 0.01	96.5
Kimchi	2.87 ± 0.05	1.82 ± 0.04	1.14 ± 0.12	1.14 ± 0.03	0.68 ± 0.06	90.5

<sup>a</sup> Mean value of three determinations ± standard deviation

Table 6. Comparison of crude fiber content and dietary fiber content of fruits & vegetables

Fruits & vegetables	% of dry matter edible portion <sup>a</sup>		
	Crude fiber (A)	Dietary fiber (B)	A/B × 100
Apple	3.52 ± 0.10	9.40 ± 0.11	37.5
Pear	6.68 ± 0.17	13.18 ± 0.44	50.8
Peach	3.75 ± 0.31	16.40 ± 0.54	22.9
Persimmon	3.50 ± 0.46	28.84 ± 0.25	12.1
Korean radish	9.22 ± 0.10	25.97 ± 0.96	35.3
Lettuce	9.32 ± 0.03	32.84 ± 0.54	28.4
Korean cabbage	13.80 ± 0.17	35.67 ± 0.27	38.8
Kimchi	9.10 ± 0.45	31.21 ± 0.57	29.2

<sup>a</sup> Mean value of three determinations ± standard deviation

보았다. (Table 6) 과일의 경우 조섬유함량은 건조물 기준시 3.50~6.68%, 신선물 기준시 0.40~0.78%의 범위에서 분석되었다. 채소의 경우 조섬유함량은 건조물 기준시 9.10~13.80%, 신선물 기준시 0.45~0.83%의 범위에서 분석되었다.

이와 같은 값을 식이섬유의 함량과 비교하면 조섬유의 함량은 식이섬유의 함량에서 12~50%만이 정량되고 있음을 보여 주었다. 특히 감의 경우는 12%만이 조섬유로 정량됨으로써 가장 많이 함유되어 있는 lignin 함량이 섬유로 분석되지 않고 있는 것으로 생각된다.

인체내의 생리적 작용에 중요한 역할을 하는 것은 식이섬유로서 조섬유의 함량을 사용해서 식이섬유의 함량을 예측하는 것은 부적당하다고 생각된다. 또한 식품분석표는 조섬유함량에 근거하고 있어 식이섬유가 제대로 정량이 되지 않는 결과 당질로 표현되고 있으므로 계산된 열량은 실제적인 칼로리 이상으로 평가되고 있다. 그러므로 섬유질함량이 많은 식품에 대해서는 식이섬유에 대한 분석이 따로 이루어져 영양가계산에도 활용되어야 할 것이다.

앞으로 식이섬유에 대한 분석방법의 검토, 급원식품중의 함량 및 조리과정중의 변화, 한국인의 1일 섭취량 및 권장량 설정 등 더욱 많은 연구가 계속되어야 할 것이다.

## 요 약

국내의 공업적 등급의 시판용 효소제를 사용하여 AOAC에서 공인된 enzymatic-gravimetric 방법에 따라 과일 4종류(사과, 배, 복숭아, 감)와 채소 4종류(무우, 상추, 배추, 배추김치)에 대한 식이섬유의 함량을 측정하였다. 국내의 시판용 효소제를 사용하였을 때 AOAC가 추천하는 정제된 효소제에 대하여 효소역가 1/10, 반응시간 2배의 조건을 채택하여 과일·채소중 식이섬유의 함량을 측정할 수 있었다.

과일, 채소의 건조물중 식이섬유의 함량은 과일의 경우 총함량은 9.4~28.8%, non-cellulosic polysaccharide 함량은 1.8~7.8%, cellulose 함량은 3.7~5.8%, lignin 함량은 1.3~11.3%의 범위이었다. 채소의 경우 총함량은 26.0~35.7%, non-cellulosic polysaccharide 함량은 12.3~14.4%, cellulose 함량은 12.3~19.7%, lignin 함량은 1.4~7.4%의 범위이었다. 과일, 채소의 건조물중 조섬유함량은 과일의 경우 3.5~6.7%, 채소의 경우 9.1~13.8%의 범위이었다. 따라서 과일, 채소중 조섬유함량은 식이섬유의 12~50%

만이 정량되는 것으로 나타났다.

## 문 헌

- Burkitt, D.P.: *Cancer*, **28**, 3 (1971)
- Burkitt, D.P.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**(Suppl.), 48 (1978)
- 이서래 : 식품과 영양(농촌영양개선연수원), **5**, 1(198)
- Southgate, D.A.T., Hudson, G.J. and Englyst, H.: *J. Sci. Food Agric.* **29**, 97 (1978)
- Schaller, D.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **31** (Suppl.), 99 (1978)
- Van Soest, P.J.: *J. Animal Sci.*, **26**, 119 (1967)
- Marlett, J.A. and Lee, J.C.: *J. Food Sci.*, **45**, 1688 (1980)
- Robertson, J.B. and Van Soest, P.J.: *J. Animal Sci.*, **45**(Suppl.), 254 (1977)
- Heckman, M.M. and Lane, S.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **64**, 1339 (1981)
- Schaller, D.: *Food Prod. Develop.*, **1**, 70 (1977)
- AACC: *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 8th ed., Vol. II (1983)
- Van Soest, P.J.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **56**, 781 (1973)
- Hellendoorn, E.W., Noordhoff, M.G. and Slagman, J.: *J. Sci. Food Agric.* **26**, 1461 (1975)
- Schweizer, T.F. and Würsh, P.: *J. Sci. Food Agric.*, **30**, 613 (1979)
- Furda, I.: *Cereal Foods World*, **22**, 252 (1977)
- Dovell, C.J. and Harris, N.D.: *J. Sci. Food Agric.*, **33**, 185 (1982)
- Prosky, L., Asp., L., Furda, J., Dervries, Schweizer, T. and Harland, B.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **67**, 1044 (1984)
- Prosky, L., Asp. L., Furda, J., Dervries, J., Schweizer, T. and Harland, B.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **68**, 677 (1985)
- Bergmeyer, H.U.: *Methods of Enzymatic Analysis*, 2nd ed., Academic Press, New York (1963)
- Wohlgemuth, J.: *J. Biochem.*, **41**, 583 (1954)
- Folin, O. and Ciocalteu, V.: *J. Biol. Chem.*, **73**, 627 (1927)
- Somogyi, M.: *J. Biol. Chem.*, **195**, 19 (1952)
- AOAC: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1984)