

## 一部 韓國產食品의 非澱粉多糖類 分析

김은희 · 맹영선\* · 우순자

고려대학교 자연자원대학 식품공학과, \*한림대학교 한국영양연구소

### Analysis of Nonstarch-polysaccharides in Some Korean Foods

Eun-Hee Kim, Young-Sun Maeng\* and Soon-Ja Woo

Department of Food Technology, Korea University

\*Korea Nutrition Institute, Hallym University

#### Abstract

Determination of dietary fiber contents in some Korean foods was attempted by Englyst's gas chromatographic and colorimetric methods which measure the nonstarch polysaccharide (NSP) contents. NSP values, except seaweeds, by gas chromatography (x) and colorimetry (y) were very closely correlated ( $y=1.01x-0.52$ ,  $r=0.997$ ,  $n=9$ ). NSP values by gas chromatography were lower than total dietary fiber (TDF) values by AOAC method. By adding lignin to NSP values, relation between the two methods was improved. But, TDF values (y) by adding lignin to NSP values and TDF values (x) by AOAC method were related as  $y=0.68x-0.64$  and  $r=0.903$ ( $n=12$ ), which was not closely related.

Key words: dietary fiber, nonstarch polysaccharide, gas chromatography, colorimetry, total dietary fiber, lignin

#### 서 론

최근 식이섬유의 영양적 및 생리적 중요성이 확인되면서<sup>(1-4)</sup>, 식품중의 식이섬유에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 이러한 관심이 증가하는 반면 식이섬유의 정의가 불완전하고 식이섬유 분석법이 표준화되지 못하여 각종 식품의 식이섬유 함량에 대한 정보는 부정확한 실정이다. 식이섬유 함량의 정확한 측정에는 식이섬유의 영양적 및 생리적 효과의 평가에 있어서 기본이다.

Trowell<sup>(5)</sup>과 Southgate 등<sup>(6)</sup>은 식이섬유를 인간의 장관내에서 분비되는 효소에 의하여 가수분해 되지 않는 세포벽 물질로서 식물성 다당류와 lignin의 함으로 정의하였다. 즉, 식이섬유는 cellulose, hemicellulose, lignin, pectin 및 mucilage와 gum과 같은 물질의 복합체로서 cellulose 및 일부 hemicellulose와 lignin은 불용성 식이섬유(insoluble dietary fiber, IDF)이고 일부 hemicellulose, pectin, gum, mucilage들은 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber, SDF)이다. 일반적으로 불용성 식이섬유는 변의 부피를 증가시키는 반면 수용성 식이섬유는 장관의 상부에서 여러가지의 생리적 변화를 일으킨다. 이와 같이 식이섬유는 한 가지 성분이 아닌 여러 성분의 복합체이므로 식품에서의 식이섬유 분석은 용이하지 않다.

식이섬유 분석법은 크게 중량법(gravimetric method)과 화학적 방법(chemical method)으로 분류된다<sup>(6)</sup>. 중량법<sup>(7-10)</sup>은 효소 또는 detergent를 사용하여 식품성분을 분해한 후 분해되지 않고 남아 있는 잔류물의 무게로부터 식이섬유의 함량을 측정하는 방법으로서 detergent를 사용하는 방법들<sup>(7-9)</sup>과 효소를 사용하는 방법<sup>(10-12)</sup>이 있으며, 이외에도 Mongeau 등<sup>(13,14)</sup>에 의해서 개발된 방법들이 있다.

화학적 방법<sup>(15-25)</sup>은 총 식이섬유 또는 수용성 및 불용성 식이섬유를 식품에서 분리하여 가수분해한 후 neutral sugar와 uronic acid와 같은 식이섬유의 구성성분들을 측정하는 방법으로서 불용성 식이섬유에 존재하는 cellulose는 glucose로, 수용성 및 불용성 식이섬유에 존재하는 hemicellulose는 다른 neutral sugar의 함으로, pectin질은 uronic acid로서 측정된다. 화학적 방법에 의하여 얻어진 결과들은 수용성 및 불용성 식이섬유의 구성성분의 차이와 총 neutral sugar와 uronic acid에 대한 정보를 제공한다.

화학적 방법은 Southgate<sup>(15,16)</sup>에 의해서 개발된 것으로 식이섬유를 cellulose, lignin, soluble 및 insoluble non-cellulosic polysaccharide(NCP)로 분리한 후 그 구성성분인 hexose, pentose 및 uronic acid의 함량을 측정하여 식이섬유 값을 구하는 방법이다. 이 방법은 복잡하고 시간이 많이 소요되므로 일상적인 식이섬유 분석법으로는 적당하지 않지만 식이섬유의 생리적 기능에 관하여는 성분당의 구성을 측정할 수 있다는 점에서 유용하며,

Corresponding author: Young-sun Maeng, Korea Nutrition Institute, Hallym University, 1 Ockchon-dong, Chunchon, Kangwon-do 200-702, Korea

식이섬유 분석법의 개선에 있어 선도적 역할을 하였다. Southgate 방법의 단점은 Theander와 Westerland<sup>17)</sup>에 의해서 개선되었다.

한편, Englyst 등<sup>18)</sup>은 강산으로 처리하여 구하는 lignin 값은 실제의 lignin 함량보다 높게 나오므로 Trowell<sup>11)</sup>과 Southgate 등<sup>12)</sup>의 식이섬유의 정의에서 lignin을 제외시킨 cellulose와 soluble 및 insoluble NCP를 포함하는 비전분다당류(nonstarch polysaccharides, NSP)를 식이섬유로 정의 하고 이들을 분리하여 효소로 가수분해한 후 비색법 및 gas chromatography에 의한 성분당 분석법<sup>19)</sup>을 사용하여 식이섬유 함량을 측정하는 방법을 제안하였다. 그 후, Englyst와 Cummings<sup>20)</sup>보다 개선된 gas chromatography에 의한 식이섬유 분석법을 보고하였다.

또한, Chen과 Anderson<sup>21)</sup>, Anderson과 Bridges<sup>22)</sup>도 간편한 gas chromatography에 의한 식이섬유 분석법을 보고하였으나, 그 정확도가 충분히 검토되지 않았으므로 아직까지는 식이섬유의 화학적 방법으로는 Englyst와 Cummings<sup>23)</sup>의 방법이 널리 사용되고 있다. Englyst와 Cummings<sup>23)</sup>의 방법은 유럽에서 널리 사용되고 있으나, Englyst 등의 식이섬유 값은 lignin 값이 제외된 비전분다당류의 값이므로 중량법에 의한 식이섬유 값과 차이가 있다. 그러나, lignin은 많은 식이섬유의 정의 및 방법들에 포함되어 있으며, 어떤 lignin은 항암물질로서 중요한 생리작용이 있다고 보고되고 있다<sup>24)</sup>.

본 연구에서는 Englyst와 Cummings의 비색법 및 gas chromatography 방법에 의하여 일부 한국산 식품의 비전분다당류를 분석하였다. 또한 Englyst 등이 제외시킨 lignin과 총 식이섬유 함량을 AOAC 공정법으로 측정하여, gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 값과 비전분다당류 함량에 lignin 함량을 더한 총 식이섬유 값을 AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 값과 비교 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

본 연구에서 시료로 사용한 식품들은 Table 1과 같았다. 곡류와 두류는 1991년 1월 롯데백화점 수퍼마켓(서울)에서 구입하였으며, 채소류와 해조류는 가락시장(서울)에서 구입하였다. 구입한 시료중 건조된 상태의 것, 즉, 곡류, 두류, 해조류는 이물질 제거 후 마른 수건으로 깨끗이 닦고, 채소류는 동결건조한 후, miller로 마쇄하고 20 mesh 체로 쳐서 polyethylene bottle에 담아 paraffin film으로 밀봉하여 냉동고에 보존하면서 시료로 사용하였다.

### 비전분다당류의 분리

Englyst와 Cummings<sup>23)</sup>의 방법에 의한 총 비전분다

당류(total nonstarch-polysaccharides, TNSP)의 분리 과정은 다음과 같았다.

즉, 50 ml centrifuge tube에 시료를 200 mg 정도 취하고 2 ml의 dimethylsulfoxide(DMSO)를 가하여 1시간 동안 교반한 후, 50°C의 0.1 M sodium acetate buffer(pH 5.2) 8 ml와  $\alpha$ -amylase(Sigma A-4268) 1000 unit와 pullulanase(Sigma A-5420) 0.1 unit를 혼합한 효소액 0.1 ml를 넣고 혼합하여 42°C에서 16시간 동안 incubation하였다. Incubation한 후, 40 ml ethanol을 넣어 잘 혼합한 후 실온에서 1시간 둔 다음 1500×g에서 10분간 원심분리하였다. 윗층을 버리고 85% ethanol 50 ml를 넣어 교반하여 씻어낸 다음 1500×g에서 10분간 원심분리하여 윗층을 버리고 시료를 건조시켰다.

불용성 비전분다당류(insoluble nonstarch polysaccharide, INSP)의 분리는 위의 과정 중에서  $\alpha$ -amylase와 pullulanase 처리 후 16시간 incubation한 다음, ethanol대신 40 ml의 0.2 M phosphate buffer(pH 7.0)를 넣어 1시간 동안 끓는 물이 들은 beaker에서 교반하고 원심분리하여 윗층을 따라내었다. 50 ml 0.2 M phosphate buffer를 넣어 씻어내고 원심분리한 후, 윗층을 버리고 50 ml 85% ethanol로 또 한번 씻어낸 후 위의 과정과 같이 하였다.

### 비전분다당류의 가수분해

Englyst와 Cummings<sup>23)</sup>의 방법에 의한 비전분다당류들의 가수분해과정은 다음과 같았다.

즉, 분리한 비전분다당류 시료에 12 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 ml를 넣고 35°C에서 교반하면서 1시간 방치한 후 22 ml의 증류수를 넣고 혼합하여 끓는 물에 2시간 둔 다음 원심분리하여 윗층만 취하여 gas chromatography에 의한 성분당 분석과 uronic acid 분석 및 비색법에 의한 비전분다당류의 분석에 사용하였다. 이 모든 과정을 각각의 당의 factor를 구하기 위하여 standard 당용액도 같이 진행시켰다.

### gel Gas chromatography에 의한 성분당 분석

Engly와 Cummings<sup>23)</sup>의 방법에 의한 비전분다당류의 성분당 분석을 위한 전처리 과정은 다음과 같았다.

즉, 3 ml의 가수분해 용액을 15 ml test tube에 취하고 internal standard(1 mg allose/ml) 0.4 ml와 octan-2-ol 0.005 ml를 넣고 혼합하여 40°C에서 1시간 둔 후 glacial acetic acid 0.3 ml를 넣고 다시 혼합하였다.

산성화된 용액을 0.5 ml 취하여 1-methylimidazole 0.5 ml와 acetic anhydride 5 ml를 넣어 10분간 방치한 후 ethanol 0.6 ml를 넣고 혼합하여 5분간 둔 후 5 ml의 물을 넣고 혼합하여 다시 5분간 방치하였다. 여기에 0.04% bromophenolblue 용액 0.5 ml를 넣고 완충에 넣어 식힌 다음, 5 ml의 7.5 M KOH를 넣고 2~3분 후에 다시 5 ml의 7.5 M KOH를 넣어 잘 혼합한 후 두 층으로 분리되면 윗층만 취하여 gas chromatography로 성분당을

**Table 1. Some Korean foods used in this study**

Food Group	Food(Korean and English name)	Scientific name
Cereals(곡류)	보리(Barley, milled)	<i>Hordeum vulgare</i>
	수수(Sorghum, whole grain)	<i>Sorghum vulgare</i>
	메밀(Buckwheat, groats)	<i>Fagopyrum esculentum</i>
Pulses(두류)	대두(Soybean)	<i>Glycine max</i>
	팥(Small red bean)	<i>Phaseolus angularis</i>
	콩(Bean)	<i>Phaseolus aureus</i>
Vegetables(채소류)	갯(Mustard leaf, fresh)	<i>Brassica juncea</i>
	취(Chwi, fresh)	<i>Aster scabar</i>
	망(Shepherd's purse, fresh)	<i>Capsella bursapastoris</i>
Seaweeds(해조류)	미역(Tangle, dried)	<i>Undaria pinnatifida</i>
	김(Laver, dried)	<i>Porphra spp</i>
	다시마(Dashima, dried)	<i>Laminaria japonica</i>

분석하였다. 성분당 분석을 위한 gas chromatograph의 조건은 Table 2와 같았으며, 성분당의 percent 함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Individual sugars(\%)} = \frac{\text{AT} \times \text{WI} \times \text{RF} \times 0.89 \times 8}{\text{AI} \times \text{WI}} \times 100$$

여기에서 AT와 AI는 각각 시료와 internal standard의 peak area이고, WT와 WI는 시료와 internal standard의 무게(mg)이며, RE는 각 당의 response factor는 rhamnose : 1.06, arabinose : 1.12, xylose : 1.32, mannose : 1.09, galactose : 1.05 및 glucose : 1.00이었다.

**Uronic acid의 분석**

Englyst와 Coummings<sup>(23)</sup>의 방법에 의한 uronic acid의 분석법은 다음과 같았다.

즉, 0.3 ml의 가수분해액에 NaCl-boric acid 용액(2 g NaCl, 3 g boric acid/100 ml) 0.3 ml와 진한 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 ml를 넣고 혼합하여 70°C에서 40분간 둔 다음 실온으로 냉각하였다. 여기에 dimethylphenol 용액(0.01 g dimethylphenol/100 ml of glacial acetic acid) 0.2 ml를 넣고 10~15분간 방치한 후 400 nm와 450 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Standard 용액은 0.025~0.125 mg의 glucuronic acid를 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액 1 ml에 용해시켜 450 nm와 400 nm에서의 흡광도의 차로 graph를 구하였다.

Uronic acid의 양은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Uronic acid(\%)} = \frac{\text{AT} \times \text{VT}}{\text{sample weight}} \times 100$$

여기서 AT는 1 ml 시료용액의 uronic acid의 양이고, VT는 시료용액의 부피(24 ml)이다.

**비색법에 의한 비전분다당류 분석**

Englyst와 Cummings<sup>(23)</sup>의 비색법에 의한 비전분다당

**Table 2. Specifications and operating conditions of gas chromatograph used in this study**

Instrument	: Hewlett 5890 Packard Series II
Detector	: Flame Ionization Detector
Column	: 3% SP 2330 on Supelcoport, 100~200 mesh 1/8" × 2.5 ft, SS
Column temp	: 235°C
Injection temp	: 275°C
Detector temp	: 275°C
Flow rate of carrier gas	: N <sub>2</sub> , 40 ml/min.

류의 분석법은 다음과 같았다.

즉, 각각 1 ml의 blank 용액(포화 benzoic acid : 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 1 : 1), standard 당용액 및 가수분해 용액을 30 ml test tube에 취하고 0.5 ml의 glucose 용액(0.5 mg glucose/ml)과 0.5 ml의 3.9 M NaOH를 넣고 혼합한 다음 2 ml의 dinitrosalicylate 용액(3,5-dinitrosalicylic acid 10 g, sodium hydroxide 16g, sodium potassium tartarate 300g/1000 ml)을 넣어 혼합하였다. 그리고, 바로 끓는 water bath에 10분간 둔 후 꺼내서 상온으로 식힌 다음 20 ml의 물을 넣어 잘 혼합한 후 530 nm에서 spectrophotometer로 흡광도를 측정하였다. 이때 reference로는 blank를 사용하였다.

Standard 용액은 1.0~4.0 mg의 당을 각각 1 ml의 포화 benzoic acid에 녹인 후 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 1 : 1로 희석하여 0.5~2.0 mg/ml로 조제한 다음 arabinose, xylose와 glucose 용액을 각각 3 : 4 : 3으로 혼합하여 standard 용액으로 하였다.

총 비전분다당류의 함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Total nonstarch polysaccharides(TNSP, \%)} = \frac{\text{AT} \times \text{VT} \times 0.89}{\text{AS} \times \text{WT}} \times 100$$

여기에서 AT는 시료용액의 흡광도, VT는 시료용액의 부피(24 ml) AS는 1 mg sugar/ml의 흡광도, WT는 시료의 무게(mg), 그리고 0.89는 다당류를 단당류로 변환시

**Table 3. Sugar composition of nonstarch polysaccharides(NSP) in some Korea foods by gas chromatography**

Sample	Sugar composition (g/100 g dry wt) <sup>1)</sup>								Total <sup>2)</sup>	
	Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glu	U. Ac		
Barley	Insoluble NSP	-	1.09	1.68	0.34	0.06	2.31	tr	5.48( 4.93)	
	Soluble NSP	-	0.42	0.28	0.12	0.06	5.43	tr	6.31( 5.68)	
	Total NSP	-	1.51	1.96	0.46	0.12	7.74	tr	11.79(10.61)	
Sorghum	Insoluble NSP	-	0.37	0.27	0.03	0.02	0.65	0.02	1.36( 1.22)	
	Soluble NSP	-	0.02	-	0.01	0.06	0.82	0.02	0.93( 0.83)	
	Total NSP	-	0.39	0.27	0.04	0.08	1.46	0.04	2.29( 2.05)	
Buckwheat	Insoluble NSP	-	0.29	0.02	0.01	0.09	0.53	tr	0.94( 0.81)	
	Soluble NSP	0.05	-	0.32	0.11	0.06	0.20	0.55	1.86( 1.58)	
	Total NSP	0.05	-	0.61	0.13	0.07	0.29	1.10	2.80( 2.39)	
Soybean	Insoluble NSP	0.14	0.21	2.24	1.14	0.70	3.31	5.27	0.85	13.86(12.44)
	Soluble NSP	0.09	0.08	0.48	0.24	0.32	0.86	0.31	1.06	3.44( 3.11)
	Total NSP	0.23	0.29	2.72	1.38	1.02	4.17	5.58	1.91	17.30(15.55)
Small red bean	Insoluble NSP	-	-	-	1.18	0.28	0.22	4.40	0.35	6.34( 5.50)
	Soluble NSP	0.07	0.02	2.99	0.69	0.14	0.31	0.34	0.81	5.37( 4.59)
	Total NSP	0.07	0.02	2.99	1.87	0.42	0.53	4.74	1.16	11.80(10.09)
Mungbean	Insoluble NSP	-	-	1.00	1.54	0.15	0.19	4.21	0.17	7.26( 6.41)
	Soluble NSP	0.07	0.02	1.42	0.28	0.22	0.38	0.79	1.22	4.40( 3.90)
	Total NSP	0.07	0.02	2.42	1.82	0.37	0.57	5.00	1.39	11.66(10.31)
Mustard leaf	Insoluble NSP	0.07	tr	0.46	1.46	0.53	0.79	9.07	0.66	13.04( 1.97)
	Soluble NSP	0.26	0.13	1.92	tr	0.13	1.13	0.33	8.61	12.51( 1.89)
	Total NSP	0.33	0.13	2.38	1.46	0.66	1.92	9.40	9.27	25.55( 3.86)
Chwi	Insoluble NSP	0.05	tr	1.67	1.10	0.48	0.77	7.08	0.57	11.72( 2.45)
	Soluble NSP	0.33	0.14	6.03	0.24	0.14	1.43	1.20	7.37	16.88( 3.53)
	Total NSP	0.38	0.14	7.70	1.34	0.62	2.20	8.28	7.94	28.60( 5.98)
Shepherd's purse	Insoluble NSP	0.04	tr	1.15	1.19	0.51	1.02	8.34	1.15	13.40( 3.15)
	Soluble NSP	0.34	0.21	3.53	0.38	0.13	1.53	0.34	10.47	16.93( 3.98)
	Total NSP	0.38	0.21	4.68	1.57	0.64	2.55	8.68	11.62	30.33( 7.13)
Tangle	Insoluble NSP	tr	0.17	tr	tr	0.03	0.18	3.44	0.36	4.18( 3.71)
	Soluble NSP	0.05	0.52	0.02	0.14	0.98	0.42	0.41	10.24	12.78(11.34)
	Total NSP	0.05	0.69	0.02	0.14	1.01	0.60	3.85	10.60	16.96(15.05)
Laver	Insoluble NSP	0.04	tr	0.03	1.64	5.79	9.44	tr	tr	16.94(15.74)
	Soluble NSP	0.08	tr	0.51	0.02	0.28	8.90	0.11	0.05	9.95( 9.24)
	Total NSP	0.12	tr	0.54	1.66	6.07	18.34	0.11	0.05	26.89(24.98)
Dashima	Insoluble NSP	tr	0.06	tr	tr	0.01	0.03	5.07	0.11	5.28( 4.80)
	Soluble NSP	tr	0.82	tr	tr	0.24	0.31	0.45	7.47	9.29( 8.46)
	Total NSP	tr	0.88	tr	tr	0.25	0.34	5.52	7.58	14.57(13.26)

1) Rha: rhamnose, Fuc: fucose, Ara: arabinose, Xyl: xylose, Man: mannose, Gal: galactose, Glu: glucose.

U. Ac: uronic acid

2) Values on dry basis (Values on dry basis)

키기 위한 상수이다.

#### Lignin의 분석

Lignin의 분석은 AOAC 공정법<sup>(27)</sup>에 의하여 행하였다.

#### 총 식이섬유의 분석

총 식이섬유의 분석은 AOAC 공정법<sup>(27)</sup>에 의하여 행하였다.

### 결과 및 고찰

일부 한국산 식품으로부터 분리한 비전분다당류의 성

분당을 분석한 결과는 Table 3과 같았으며, 해조류를 제외한 식품군의 구성당 경향은 Anderson 등<sup>(25)</sup>의 실험 결과와 유사하였다. 한편, 표준당과 대두 비전분다당류(nonstarch polysaccharide, NSP) 성분의 gas chromatogram은 Fig. 1과 같았다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 표준당은 rhamnose, fucose, arabinose, xylose, allose, mannose, galactose, 및 glucose 순으로 분리되었으며, 대두의 식이섬유를 구성하는 성분당들은 비교적 분리가 잘 되었다.

곡류의 비전분다당류는 arabinose, xylose, mannose, galactose, glucose 등의 당으로 구성되어 있었으며, 주요당은 glucose로서 전체의 39~91%를 구성하고 있었다. 또한, 5탄당인 arabinose와 xylose는 곡류 비전분다당류

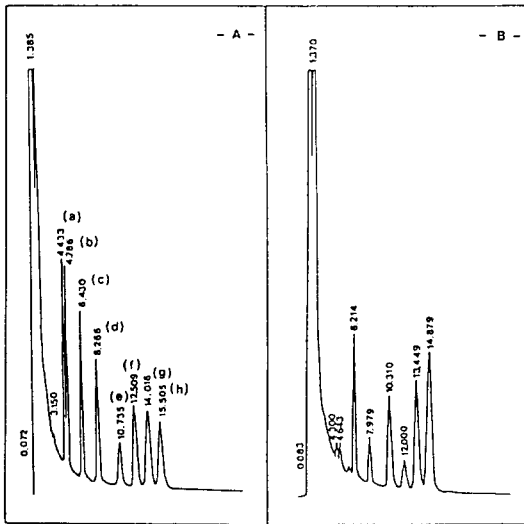


Fig. 1. Gas chromatogram for alditol acetates of neutralized, reduced and acetylated sugar mixture

A: standard sugar mixture

B: sugar mixture of dietary fiber in soybean

(a) rhamnose, (b) fucose, (c) arabinose, (d) xylose, (e) allose, (f) mannose, (g) galactose, (h) glucose

7~28%를 구성하고 있었으며, 메밀의 수용성 비전분다당류에는 rhamnose도 미량 들어 있었다. 수수와 메밀의 비전분다당류에는 pectin의 구성성분인 uronic acid가 각각 0.04%와 0.55%씩 함유되어 있었다.

두류의 비전분다당류에는 거의 함유되어 있지 않았던 rhamnose, fucose 및 uronic acid 등이 확인되었다. 두류의 불용성 비전분다당류의 주용당은 glucose로서 38~68%를 차지하였으며, arabinose와 xylose도 상당량 함유되어 있었다. 두류의 수용성 비전분다당류의 주요당은 arabinose로서 14~57%를 구성하고 있었으며, xylose와 uronic acid도 함유되어 있었다. 두류들은 모두 불용성 비전분다당류의 값이 수용성 비전분다당류의 값보다 높았다. 특히, 대두의 경우 galactose와 arabinose 함량이 높았으며, 이는 대두에 많이 함유된 pectin 물질인 arabinogalactan에 의한 것으로 여겨진다.

채소류의 불용성 비전분다당류는 cellulose의 구성인 glucose가 주용당으로 61~79%를 차지하였으며, 5탄당인 xylose와 arabinose도 함유되어 있었다. 채소류의 수용성 비전분다당류는 pectin인 구성 성분인 uronic acid가 44~80%로 대부분을 구성하고 있었으며, arabinose와 galactose도 함유되어 있었다. 취와 냉이는 수용성 비전분다당류 값이 불용성 비전분다당류 값보다 높았다.

해조류중 미역과 다시마의 불용성 비전분다당류에는 glucose가 61~96%로 가장 많았으며, 갈조류의 세포막 구성성분인 fucose도 상당량 함유되어 있었다. 미역과 다시마의 수용성 비전분다당류에는 uronic acid 75~80

Table 4. Nonstarch polysaccharides in some Korean foods by colorimetry and gas chromatography (% dry basis)

Sample		Colorimetry	Gas chromatography
Barley	Insoluble NSP	5.71	5.48
	Soluble NSP	6.86	6.31
	Total NSP	12.57	11.79
Sorghum	Insoluble NSP	1.92	1.36
	Soluble NSP	0.59	0.93
	Total NSP	2.51	2.29
Buckwheat	Insoluble NSP	2.03	0.94
	Soluble NSP	1.37	1.86
	Total NSP	3.40	2.80
Soybean	Insoluble NSP	14.72	13.86
	Soluble NSP	4.54	3.44
	Total NSP	19.26	17.30
Small red bean	Insoluble NSP	8.99	6.43
	Soluble NSP	2.47	5.37
	Total NSP	11.46	11.80
Mungbean	Insoluble NSP	8.34	7.26
	Soluble NSP	3.52	4.40
	Total NSP	11.85	11.66
Mustard leaf	Insoluble NSP	14.70	13.04
	Soluble NSP	11.59	12.51
	Total NSP	26.29	25.55
Chwi	Insoluble NSP	13.59	11.72
	Soluble NSP	14.69	16.88
	Total NSP	28.28	28.60
Shepherd's purs	Insoluble NSP	15.40	13.40
	Soluble NSP	14.72	16.93
	Total NSP	30.12	30.33
Tangle	Insoluble NSP	5.77	4.18
	Soluble NSP	27.53	12.78
	Total NSP	33.30	16.96
Laver	Insoluble NSP	19.51	16.94
	Soluble NSP	9.59	9.95
	Total NSP	29.10	26.89
Dashima	Insoluble NSP	6.20	5.28
	Soluble NSP	17.54	9.29
	Total NSP	23.74	14.57

%가 함유되어 있었으며, fucose가 주용당이였다. 김의 불용성 비전분다당류에는 galactose와 mannose가 각각 90%와 50% 함유되어 있었으며, 김의 수용성 비전분다당류에서도 galactose 함량이 가장 높았다. 해조류중 미역과 다시마의 수용성 비전분다당류 값은 불용성 비전분다당류 값보다 높았으며, 김은 불용성 비전분다당류 값이 더 높았다. 이러한 해조류의 특징은 갈조류와 홍조류에 들어 있는 gum 물질의 차이에서 오는 것으로 보여진다.

한편, 비색법으로 측정하는 비전분다당류 값을 gas chromatography 방법으로 측정된 값과 비교한 결과는 Table 4와 같았다.

비색법으로 측정된 대부분 식품의 비전분다당류 값은

**Table 5. Comparison of total dietary fiber values of AOAC method with Englyst's NSP and Englyst's NSP plus lignin** (% , dry basis)

Sample	Total dietary fiber		Englyst's NSP	Lignin
	AOAC method	Englyst's NSP + lignin		
Barley	11.22	12.37	11.79	0.58
Sorghum	5.29	3.02	2.29	0.73
Buckwheat	5.40	3.35	2.80	0.55
Soybean	22.86	18.00	17.30	0.07
Small red bean	25.65	12.36	11.80	0.56
Mungbean	24.04	12.61	11.66	0.95
Mustard leaf	33.97	26.48	25.55	0.93
Chwi	37.18	30.47	28.60	1.87
Shepherd's purse	37.73	32.29	30.33	1.96
Tangle	48.43	27.43	16.96	10.47
Laver	33.97	27.28	26.89	0.39
Dashima	31.43	17.36	14.57	2.79

gas chromatography 방법으로 측정된 값과 비슷하였으나, 곡류의 경우에는 비색법에 의한 총 비전분다당류 값이 gas chromatography 방법에 의한 값보다 약간씩 높았다. 두류의 경우, 비색법에 의한 대두의 총 비전분다당류 값이 gas chromatography 방법에 의한 값보다 높았던 경우를 제외하고는 두 방법에 의한 두류의 총 비전분다당류 값은 비슷하였다. 채소류의 경우에는 두 방법에 의한 비전분다당류 값은 비슷하였으며, 해조류중 미역과 다시마는 두 방법에 의한 차이가 각각 16.34% 및 9.17%로 비색법에 의한 비전분다당류 값이 상당히 높았다. 이와 같은 차이는 lignin에 기인하는 것으로 생각되었으며, 대체로 리그닌 함량이 높은 식품(Table 5)은 비색법에 의한 비전분 다당류의 값이 gas chromatography 방법에 의한 값보다 높았으나, 두 방법에 의한 측정치의 차이와 리그닌 함량 사이에 비례관계는 없었다.

해조류를 제외한 식품들, 즉 곡류, 두류 및 채소류의 비색법(x)과 gas chromatography 방법(y)에 의한 비전분다당류 값은 전반적으로 비색법이 약간씩 높은 값을 나타내었으나, 상관관계는  $y = 1.0x - 0.16$  ( $r = 0.997$ ,  $n = 9$ ) 로서 좋은 일치를 보여주었다. 즉, 비색법은 성분당의 조성은 알 수 없지만 gas chromatography 방법에 비하여 간편하며 비교적 정확한 불용성 및 수용성 비전분다당류의 함량을 측정할 수 있는 방법으로 사료되었다.

한편, Englyst와 Cummings의 방법에서 제외된 lignin 값은 비전분다당류 값과 AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 값의 차이를 더 크게하므로, Englyst와 Cummings의 gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 값에 lignin 함량을 더하여 총 식이섬유 함량을 구하고자 하였다. 따라서, AOAC 공정법에 의하여 총 식이섬유 함량과 lignin 함량을 구하였으며, gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 값에 lignin 값을 합하여 구한 총 식이섬유 함량과 AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 함량을 비교한 결과는 Table 5와 같았다.

Gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 함량

은 AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 함량보다 훨씬 적었다. Gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 함량을 AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 함량과 비교하여 보면, 곡류의 경우 보리는 비슷한 값을 나타내었으나, 수수와 메밀은 50% 정도 측정되었고, 두류는 50~80% 정도, 채소류는 80% 정도, 해조류는 40~80% 정도만이 측정되었다. AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 값(x)과 gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 값(y)의 상관관계는  $y = 0.055x + 2.14$  ( $r = 0.786$ ,  $n = 12$ )로 나타났다.

한편, AOAC 공정법에 의한 곡류와 두류의 lignin의 함량은 각각 0.55~0.73% 및 0.56~0.95%, 채소류와 해조류의 lignin 함량은 각각 0.93~1.96%와 0.39~10.47% 범위의 값을 나타내었다. 특히 미역의 lignin 함량은 10.47%로 상당히 높았으며, 그외의 식품은 다시마가 2.79%의 lignin을 함유한 것을 제외하고는 전체적으로 2% 이하의 함량을 나타내었다.

Gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 값에 lignin 함량을 더하여 주면(y) 그 값은 약간 증가하지만 AOAC 공정법의 총 식이섬유 함량(x)에는 훨씬 못미치는 값을 나타내었으며, 두 값의 상관관계는  $y = 0.68x + 0.64$  ( $r = 0.903$ ,  $n = 12$ )로 나타났다.

한편, Englyst<sup>(20)</sup>은 중량법에 의한 식이섬유 측정시에는 실험 과정에서 resistant starch가 생성되어 실제 식이섬유 함량보다 높게 측정된다고 보고하였다. 따라서, 중량법인 AOAC 공정법의 총 식이섬유 값과 Englyst와 Cummings의 gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류 값의 차이는 두 방법간의 근본적 차이에 의한 것으로 생각된다. 그러므로, AOAC 공정법과 gas chromatography에 의한 방법간의 차이에 대한 설명은 resistant starch를 식이섬유에 포함시킬 것인가 아닌가 하는 것이 먼저 결정되어야 하며 보다 더 많은 연구가 필요한 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 일부 한국산 식품의 식이섬유 함량을 Englyst 등의 비색법과 gas chromatography 방법에 의한 비전분 다당류 분석에 의하여 측정하였다. Gas chromatography 방법에 의한 비전분다당류의 측정 결과, 곡류와 두류의 비전분다당류에서는 glucose와 5탄당인 arabinose 및 xylose, 미역, 다시마와 채소류의 불용성 비전분 다당류에서는 glucose, 수용성 비전분 다당류에는 uronic acid가 주요당이였다. 또한, 김의 불용성 및 수용성 비전분 다당류에는 galactose가 상당량 함유되어 있었다. Englyst와 Cummings의 비색법(x)과 gas chromatography 방법(y)에 의한 비전분다당류 값의 상관관계는 곡류, 두류 및 채소류의 식품군에서  $y = 1.01x - 0.52 (r = 0.997, n = 9)$ 로 좋은 일치율을 보여주었다. 한편, AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 함량(x)과 Englyst와 Cummings의 gas chromatography 방법에 의한 비전분 다당류 함량(y)의 상관관계는  $y = 0.55x + 2.14 (r = 0.786, n = 12)$ 로서 상관관계가 낮았으나, AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 함량(x)과 비전분 다당류 함량에 lignin 함량을 합한 값(y)의 상관관계는  $y = 0.68x + 0.64 (r = 0.903, n = 12)$ 이었다.

감사의 글

본 연구는 1990년도 한림대학교 교비 연구비와 1991년도 (주)미원 한국음식문화연구원의 지원에 의하여 이루어진 것이므로 이 자리를 빌어 깊은 감사를 드립니다.

문 헌

1. Burkitt, D.P.: Ecidemiology of cancer of the colon and rectum. *Cancer*, **28**, 3(1971)
2. Burkitt, D.P.: Food fiber. *Cereal Foods World*, **22**, 6 (1977)
3. Trowell, H.: Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.*, **25**, 926(1972)
4. Trowell, H.: Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**, 417(1976)
5. Southgate, D.A.T., Hudson, G.J. and Englyst, H.: The analysis of dietary fiber-The choices for the analyst. *J. Sci. Food Agr.*, **29**, 979(1978)
6. Pilch, S.M.: Physiological effects and health consequences of dietary fiber. Faseb. Bethesda, Maryland(1987)
7. Van Soest, P.J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J.A.O.A.C.*, **46**, 829(1963)
8. Van Soest, P.J. and Wine, R.H.: Use of detergents in the analysis of fibrous foods. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J.A.O.A.C.*, **50**, 50(1967)
9. Robertson, J.B. and Van Soest, P.J.: The detergent system of analysis and its application to human foods. In *The Analysis of Dietary Fiber in Food*. James, W.P. T. and Theander, O.(ed) Marcel Dekker, Inc., New

- York, pp.123-158(1981)
10. Asp, N.G., Johansson, C.G., Hallmer, H. and Siljestrom, M.: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agr. Food Chem.*, **31**, 476(1983)
11. Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., DeVries, J.W. Schweizer, T.F. and Harland, B.F.: Determination of total dietary fiber in foods and food products: collaborative study. *J.A.O.A.C.*, **68**, 677(1985)
12. Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., Devries, J.W. and Furda, I.: Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *J.A.O.A.C.*, **71**, 1017(1988)
13. Mongeau, R. and Brassard, R.: A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber: Comparison with AOAC total dietary fiber procedure and Englyst's method. *J. Food Sci.*, **51**, 1333 (1986)
14. Mongeau, R. and Brassard, R.: Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber: Collaborative study of a rapid gravimetric method. *Cereal Foods World*, **35**, 319(1990)
15. Southgate, D.A.T.: Determination of carbohydrates in foods. II. Unavailable carbohydrates. *J. Sci. Food Agr.*, **20**, 331(1969)
16. Southgate, D.A.T.: Use of the Southgate method for unavailable carbohydrates in the measurement of dietary fiber. In *The Analysis of Dietary Fiber in Food*. James, W.P.T. and Theander, O.(ed) Marcel Dekker, Inc., New York, pp.1-9(1981)
17. Theander, O. and Aman, P.: Studies on dietary fibers. 1. Analysis and chemical characterization of water-soluble and water-insoluble dietary fibers. *Swed. J. Agr. Res.*, **9**, 97(1979)
18. Theander, O. and Westerland, E.A.: Studies on dietary fiber. 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. *J. Agr. Food Chem.*, **34**, 330(1986)
19. Englyst, H.N., Wiggins, H.S. and Cummings, J.H.: Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugar as alditol acetates. *Analysts*, **107**, 307(1982)
20. Sloneker, J.H.: Determination of cellulose and apparent hemicellulose in plant tissue by gas-liquid chromatography. *Anal. biochem.*, **43**, 539(1971)
21. Collings, G.F. and Yokoyama, M.T.: Analysis of fiber compoents in feeds and forages using gas-liquid chromatography. *J. Agr. Food Chem.*, **27**, 373(1979)
22. Anderson, N.E. and Clydesdale, F.M.: An analysis of the dietary fiber content of a standard wheat bran. *J. Food Sci.*, **45**, 336(1980)
23. Englyst, H.N. and Cummings, J.H.: Improved method for measurement of dietary fiber as non-starch polysaccharides in pland products. *J.A.O.A.C.*, **71**, 808 (1988)
24. Chem, W.J.L. and Anderson, J.W.: Soluble and insoluble plant fiber in selected cereals and vegetables. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1077(1981)
25. Anderson, J.W. and Bridges, S.R.: Dietary fiber content of selected foods. *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 440 (1988)
26. Newmark, H.L.: Plant phenolics as inhibitors of mutational and precarcinogenic events. *Can. J. Physiol.*

- Pharmacol.*, **65**, 461(1987)
27. AOAC: *Official method of analysis*. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Whashington, D.C.(1990)
28. Englyst, H.N.: Dietary fiber and resistant starch. *Am.*

*J. Clin. Nutr.*, **46**, 873(1987)

(1992년 8월 27일 접수)