

## Dietary Fiber의 분석방법에 관한 고찰

권혁희

국립보건연구원

### 서론

Dietary Fiber란 용어는 1953년 Hipsley<sup>1)</sup>에 의해 식물(植物)의 세포벽을 구성하는 cellulose, hemicellulose, lignin의 3성분을 포함하는 표현으로서 제창되어 졌으나 1972년 Trowell<sup>2)</sup>은 이의 내용에 생리적 의미를 포함시켜 종래의 영양소와는 질적으로 다른 생리작용을 갖는 식물인자(植物因子)라고 하여 영양학 영역에서 새로이 개념을 발표하였다.

그후 많은 연구가 진행되면서 식물(植物)의 세포내에 포함하는 난소화성 다당류도 같은 생리작용을 갖는다는 것이 밝혀져 1976년에 다시 Trowell등에 의해 이러한 성분도 포함시켰고, 더욱 연구가 진전되면서 동물성 기원의 난소화성 다당류와 화학적으로 수식 또는 합성된 다당류중에서도 같은 생리적 작용을 갖는 것이 있다고 밝혀지는 등, 이와 같이 많은 연구내용을 토대로 하여 종합 정리하여 본 현재로서의 dietary fiber의 정의는 이들 내용을 포함시킨 것으로서 즉, "dietary fiber란 인간의 소화효소로서 소화되지 않는 다당류를 주체로한 고분자성분의 총체"이다 라고 총괄적인 정의를 내리게 되었다.

이와 같이 정의를 내리기 어려운 원인의 하나로는 dietary fiber가 화학적으로 독립된 물질이 아니고 복잡한 혼합물이기 때문에 연구자에 따라서도 약간의 해석의 차이를 나타나게 되는 것이라고 볼 수 있다.

따라서 dietary fiber의 분석방법에 관하여도 현재로서도 이와 같이 dietary fiber의 정의와 성분이 확정되어 있지 않은 상태이기 때문에 국제적으로 명확하게 정립, 표준화된 방법은 따로 없는 상태이다.

그러나 dietary fiber에 대한 일반의 관심의 높아지고 또한 dietary fiber를 소재로한 가공식품의 급증과 그외 많은 영양활동을 함에 있어서도 식품중의 기본 성분으로서 dietary fiber의 정확한 함량을 파악키 위하여는 표준화된 분석방법이 반드시 필요하다고 보며, 현재 각국에서 활발히 연구검토가 진행중에 있으므로 머지않아 신뢰성 있는 표준화된 분석방법이 발표될 것으로 믿는다.

### 분석방법의 현황

현재까지 알려진 dietary fiber의 분석방법으로는 여러가지 방법이 시도되고 있으나 그 내용면에서 검토하여 보면 불소화성의 성분 전체라고 하는 Prosky 법과 불소화성 성분중의 난소화성 다당류라고 하는 Englyst법으로 좁혀지며 이들 방법을 구체적으로 나열해보면 다음과 같다.

Henneberg-Stohmann의 산, 알칼리에 의한 crude fiber의 분석법을 포함하여 Vansocst에 의한 acid detergent fiber 법<sup>3)</sup> (ADF 법)과 이 방법을 개량한 neutral detergent fiber 법(NDF 법), Southgate에 의한 다당류 분별정량법, Prosky에 의한 효소중량법, 그리고 Englyst에 의한 단당류 개별정량법등 많은 분석방법이 개발, 제안되고 있다.

그러나 현재로서는 그 어느 분석방법에서도 수용성 dietary fiber, 불용성 dietary fiber, 그리고 고분자 및 비교적 저분자의 dietary fiber등 dietary fiber 전체에 대한 각각의 개별 분석방법은 정확히 확립되어 있지 않은 상태이며, 또한 현재 발표된 방법들에 대해서도 여러가지 의견이 대두되고 있는 실정이다. 예를 들면 현재 유럽 특히 영국에서는 Englyst에 의한 분석법을 사용하고 있고, 한국, 미국,

## Dietary Fiber의 분석방법

일본들은 주로 Prosky에 의한 효소중량법을 받아들이고 있다. 이와 같이 국제적으로도 dietary fiber의 분석법은 각 나라마다 아직까지는 만족하게 확립되어 있는 상태라고는 볼 수 없다.

따라서 이와 같이 여러 방법중에서도 각국에서 흔히 이용되고 있는 몇가지 분석방법을 비교 고찰하여본 결과는 다음과 같다.

### 1. Henneberg-Stohmann에 의한 crude fiber의 분석법

Crude fiber의 주된 구성물질은 cellulose와 lignin이 주체이며, 이 분석방법은 묽은산, 묽은 알칼리로 처리하여 무기질을 제외한 유기성분을 중량법으로 구하는 방법이나 본 분석방법으로는 불용성 dietary fiber중에서도 hemicellulose의 약 80%, lig-

nin의 50~90% 정도를 잃게 되어 dietary fiber중 일부만이 측정된다. 따라서 crude fiber의 수치와 dietary fiber간에는 일정비례의 관계가 없다.

### 2. Van Soest에 의한 neutral detergent fiber 법<sup>4)</sup> (NDF 법)

이 분석법(Fig. 1)은 acid detergent fiber법을 개량하여 개발된 방법으로서 조작법이 비교적 간단하여 일반적으로 많이 사용되어 왔으나 이 분석법으로는 불용성 dietary fiber만 측정되고 수용성 dietary fiber는 측정할 수 없다는 결점이 있다.

### 3. Southgate에 의한 다당류 분별정량법<sup>5)</sup>

이 분석법(Fig. 2)은 식품중의 다당류와 리그닌을 계통적으로 분별하고 각부분의 구성당을 측정하여

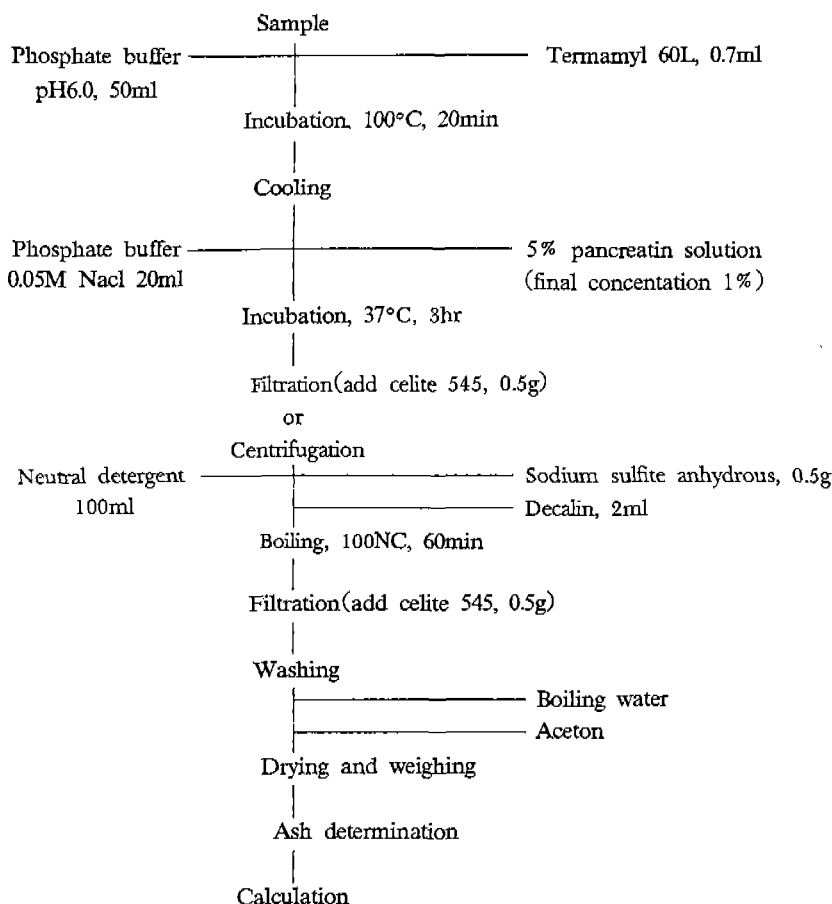


Fig. 1. Modified neutral detergent method by Van Soest.

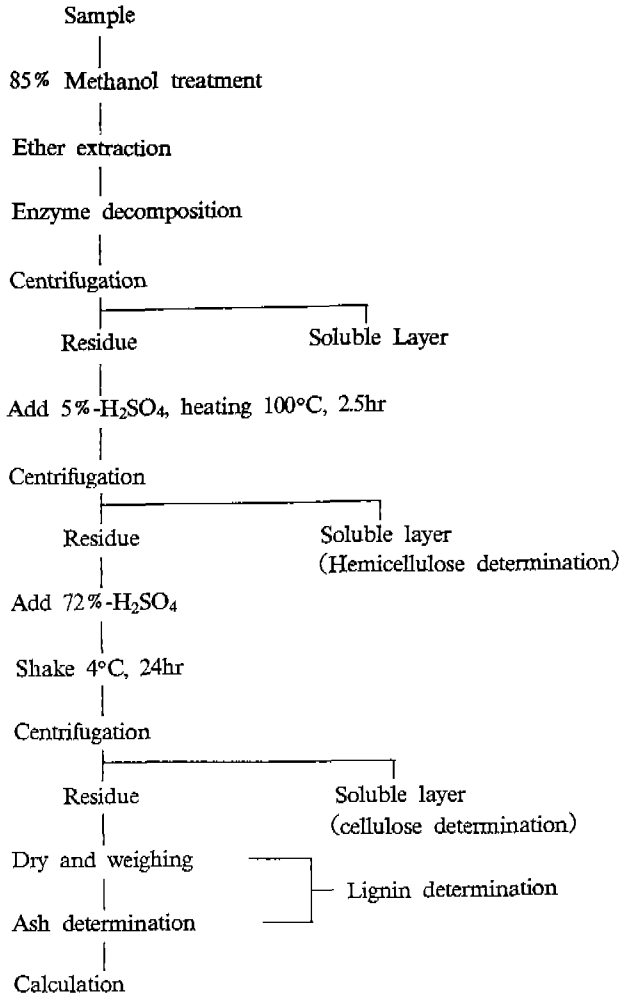


Fig. 2. Method of Southgate.

그 합계로부터 구하는 방법으로서 정밀도는 높으나 조작법이 너무 복잡하여 일반화되어 있지 않고 분석에 장시간을 요하는 등 문제점이 있다.

4. Prosky에 의한 효소중량법

이 분석법(Fig. 3)은 AOAC에 공정법으로 채용된 방법으로서 검체를 termamyl, protease등을 사용하여 단계적으로 처리하고, 에탄올에서 침전시켜 유기성 잔사를 중량법으로 측정하는 방법으로서 가장 많이 받아들여지고 있는 방법이다. 그러나 여기에서도 조작과정중 에탄올에 용해되는 수용성 dietary fiber인 고분자의 화합물인 polydextrose등의 검출이

불가능한 것등 몇가지 문제점이 지적되고 있다.

5. Prosky에 의한 효소중량법에 HPLC를 적용한 방법

이 분석법(Fig. 4)은 AOAC에 채용된 Prosky법에 문제점으로 지적되는 특히 수용성 Dietary fiber를 침전시키는데 사용되는 에탄올에 비교적 고분자의 당(예: polydextrose)까지도 용해된다는 것이 밝혀짐에 따라 별도로 에탄올 가용액에 HPLC를 적용한 Dr. Mori에 의해 제안된 방법으로서 매우 합리적이라 판단된다.

Dietary Fiber의 분석방법

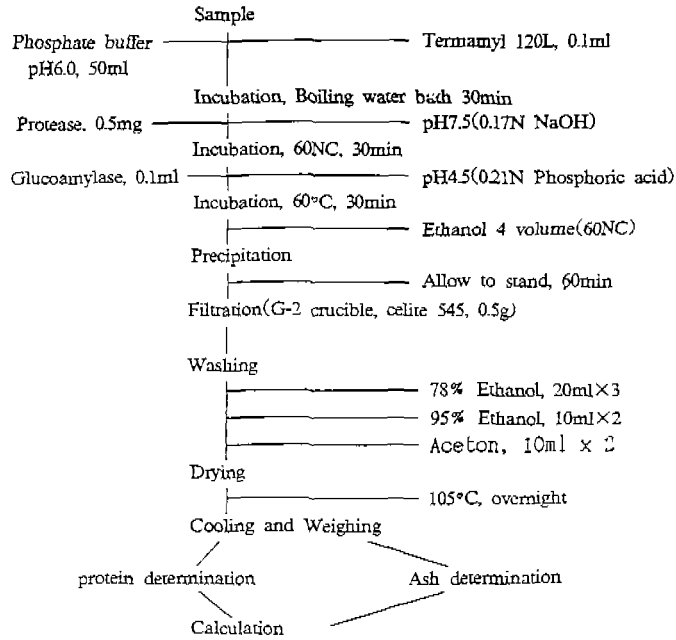


Fig. 3. Enzymic-Gravimetric method by Prosky.

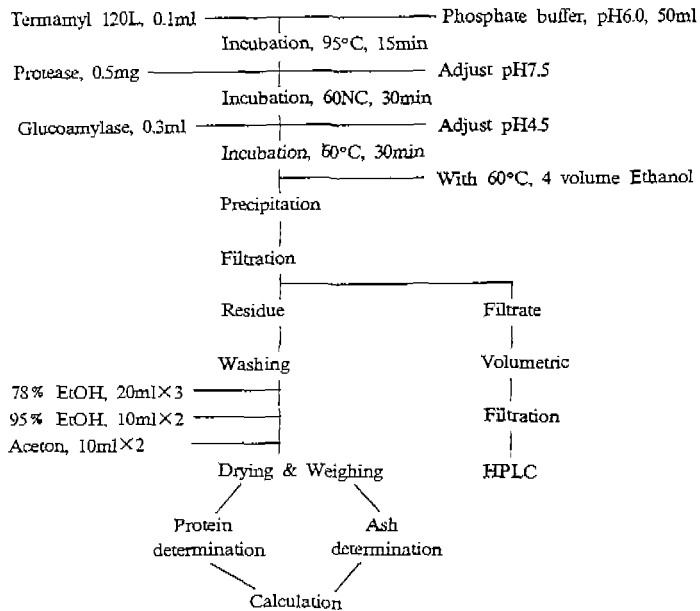


Fig. 4. Method of enzymic gravimetric and HPLC procedure by Mori.

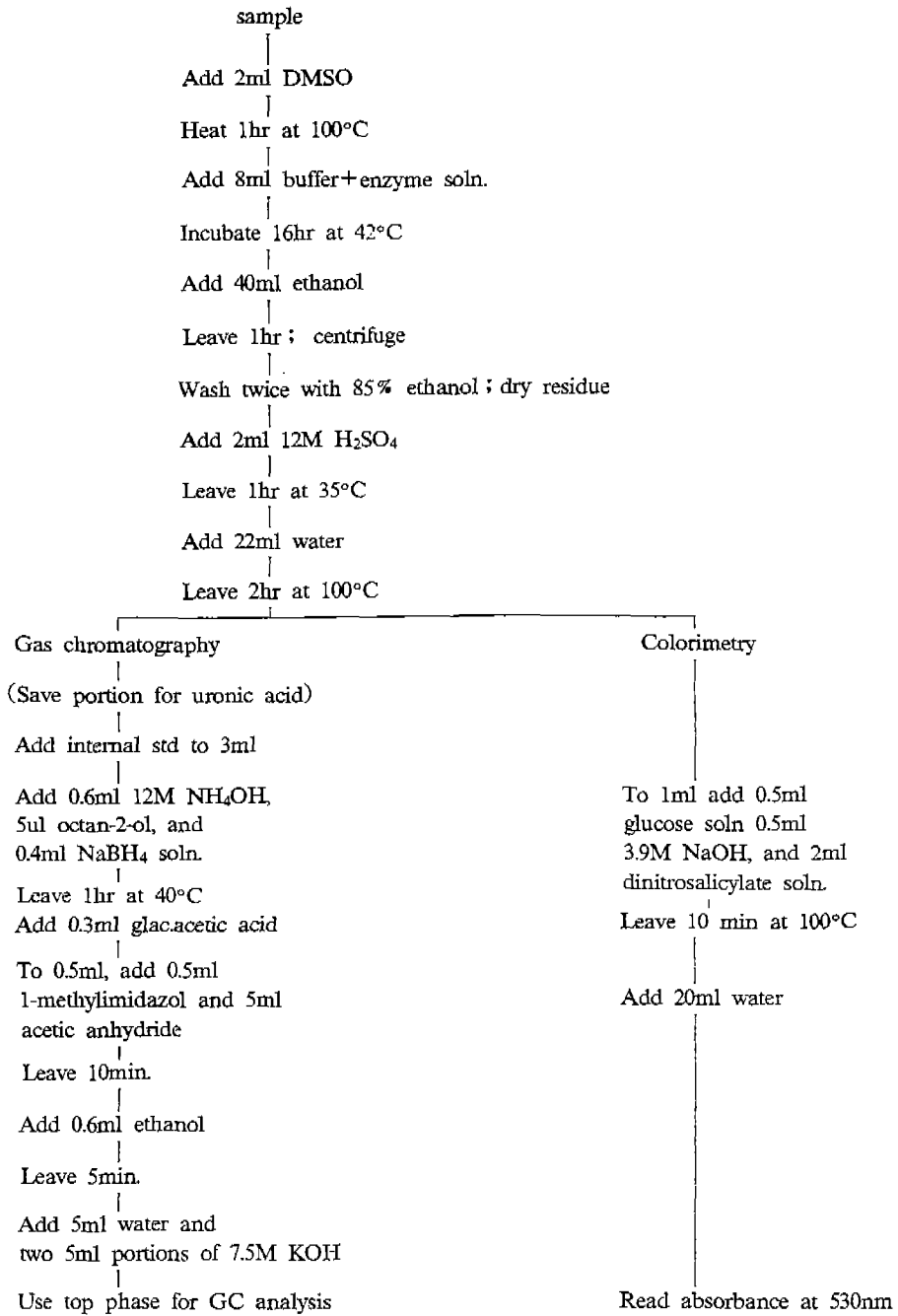


Fig. 5. Procedure for analysis of non-starch polysaccharide(NSP) by gas chromatography and colorimetry by Englyst.

Dietary Fiber의 분석방법

6. Englyst에 의한 법

이 분석법(Fig. 5)은 dietary fiber를 구성하는 당류를 GC 방법에 의해 개별정량하여 dietary fiber를 산출하는 방법으로서 단당류중 중성당은 당알코올로 환원하여 아세틸 유도체로 하여 GC로 정량하고 uronic acid는 디메틸 페놀-황산법에 의해 비색정량하는 방법으로서 dietary fiber를 엄밀하게 난소화성의 다당류도 한정하는 정의에 따른 분석방법이다.

분석결과

dietary fiber의 정의를 불소화성 성분전체라고 하는 Prosky법과 불소화성 성분중 난소화성 다당류라고 하는 Englyst법에 의해 식품중 dietary fiber의 함량을 분석한 결과(R. Mongeau등의 보고서 인용)를 비교하여 보면 Table 1과 같다.

끝으로 우리나라 주요식품 41종에 대하여 Prosky법을 적용하여 total dietary Fiber(TDF)를 분석한 결과는 Table 2~5와 같다.

Table 2. Total dietary fiber content in cereals potatoes and pulses

Food Description	TDF(%)	Sugar(%)	Water(%)
Brown rice	3.6	71.8	15.0
Rice, highly milled	1.1	77.5	14.1
Barley	8.9	74.8	9.9
Wheat flour	2.7	74.2	11.1
Sweet potatoes	2.2	31.7	64.6
Potatoes	1.6	14.2	82.0
Soybean, yellow	18.5	21.6	9.2
Soybean, black	17.8	18.8	12.9
Peas	5.6	25.2	70.4
Kidney bean	20.6	60.9	10.3
Small red bean	18.8	56.6	14.5

결론

dietary fiber에 대한 여러 분석방법을 비교 고찰하여 본 결과 분석하고자 하는 성분 및 그 범위(정의)와 분석방법과는 직접적인 관계가 있는 것

Table 1. Comparison of Prosky and Englyst methods

	Prosky Method		Englyst Method	
Wheat bran	45.48	45.45	34.79	35.66
Oat bran	17.09	17.09	14.71	14.63
Corn	63.81	63.22	55.52	57.41
Bran flake	16.27	15.52	14.36	13.30
Corn flake	3.50	3.46	1.13	0.87
Rice	1.02 ± 0.34(3~4)		0.47	0.40
Rice cereals	0.44	0.44	0.89	0.59
Wheat flour	3.14	2.86	2.55	2.59
Broccoli	3.13	3.18	2.79	2.70
Cabbage	2.27	2.29	2.01	2.00
Turnip	2.79	2.80	1.88	1.71
Carrot	2.05	2.10	1.50	1.72
Soybeans	17.84 ± 0.25(3~4)		15.64	15.39
Raisins	3.19 ± 0.27(3~4)		1.79 ± 0.08(3~4)	
Pectin powder	84.54 ± 0.26(3~4)		67.88	68.32

1) Prosky법은 1981년에 분석

2) Englyst법은 1982년에 분석

from report of R.Mongeau et al<sup>6)</sup>

권혁희

Table 3. Total dietary fiber content in vegetables

Food description	TDF(%)	Sugar(%)	Water(%)
Cabbage, Korean	1.3	2.7	94.7
Radish	1.6	5.6	93.3
Spinach	2.7	5.2	89.4
Carrot	2.9	6.7	90.3
Cucumber	1.1	3.4	95.5
Cabbage	1.6	4.4	94.3
Green onion, large	1.4	5.6	90.2
Ginger	1.9	12.9	81.7
Onion	1.3	10.8	84.9
Burdock	3.8	18.4	76.0
Eggplant	1.5	3.8	93.5
Leek	1.7	3.9	89.8

Table 4. Total dietary fiber content in fruits

Food description	TDF(%)	Sugar(%)	Water(%)
Apple	1.8	10.3	86.4
Pear	1.5	11.7	85.5
Strawberry	1.6	4.3	92.2
Plum	0.9	12.6	84.7
Grape	0.5	14.1	85.4
Banana	1.7	18.7	76.6
Water melon	0.2	4.7	94.5
Peach	1.4	8.9	89.4
Melon, musk	1.1	6.7	90.5
Orange	1.8	7.3	90.9
Sweet persimmon	1.7	14.1	84.3

이므로 국제적으로 표준화된 분석방법이 확립된다면 먼저 정의가 명확하게 정립되어야 할 것이다. 최근 dietary fiber가 성인병에 대해 예방효과를 갖는다고 하여 주목되고 있는 현시점에서, 우리가 일상섭취하고 있는 식품중 dietary fiber가 어느정도 함유되어 있고 또 우리의 식생활과 관련하여 얼마만큼을 섭취하여야 하는지 등을 확립하기 위하

Table 5. Total dietary fiber content in seaweeds and fungi

Food description	TDF(%)	Sugar(%)	Water(%)
Laver	35.5	52.6	9.5
Sea tangle	24.2	43.8	13.5
Sea mustard	23.6	34.5	12.9
Green laver	18.6	36.5	17.4
Lentinus edodes	2.5	8.0	87.2
Mushroom	1.6	3.6	91.0
Flammulina verutipes	2.0	6.4	87.8

여는 우선 우리의 상용식품중 dietary fiber의 함량 분석이 이어져야 할 것이며, 따라서 dietary fiber의 함량에 의해 현재 모든 영양활동에 사용되고 있는 식품성분표중 탄수화물의 수치와 에너지 환산값이 재검토 되어야 한다고 생각된다.

Literature cited

- 1) Hipsley EH. *Brit. Med J* 2 : 420, 1953
- 2) Trowell HC. *Am J Clin Nutr* 25 : 926, 1972
- 3) Van soest PJ and Wine RH. *J Assoc off Anal Chem* 50 : 50, 1967
- 4) Van soest PJ and Mc Queen K.W. *Proc Nutr Soc* 32 : 123, 1983
- 5) Southgate DAT. *J Agric Food chem* 20 : 331, 1969
- 6) R Mongeau, R Brassard. *J Food Sci* 51 : 1333, 1986
- 7) 池上幸江. *日本分析化學會誌* 5 : 337, 1990
- 8) 印南 敏, 池上幸江. *日本營養 食糧學會誌* 41 : 43, 1988
- 9) 池上幸江, 土橋文江. *日本營養 食糧學會誌* 41 : 239, 1988
- 10) 綾野雄幸. *ジャパンプードサイエンス* 27 : 27, 1988