

## 채소류의 식이섬유 함량 및 물리적 특성

박원기<sup>†</sup> · 김선희

조선대학교 식품영양학과

### Quantitative Analysis and Physical Properties of Dietary Fiber in Vegetables

Won-Ki Park<sup>†</sup> and Sun-Hee Kim

Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Kwangju 501-759, Korea

#### Abstract

The contents of dietary fiber and its physical properties of vegetables were determined. The samples selected in this study were soybean sprouts (*Glycine max* MERILL sprouts), butterber (*Petasites japonicus* MIQ), taro stem (*Colocasia antiquorum* SCHOTT stem), bracken (*Pteridium aquilinum* KUHN) and dried Korean cabbage leaves (*Brassica campestris* L. leaves). The contents of dietary fiber were 20.96-50.62% of neutral detergent fiber, 10.60-38.19% of acid detergent fiber, 1.74-10.88% of lignin, 5.79-35.89% of hemicellulose and 5.79-33.29% of cellulose. Butterber had the highest dietary fiber content. Mean waterholding capacity of samples was 5.65-12.26 g · water/g · acetone dried powder and butterber and dried Korean cabbage leaves had higher water holding capacity value than the others. Densities were 140-250mg/ml of direct density and 385-417 mg/ml of bulk density.

**Key words :** dietary fiber, water holding capacity

#### 서 론

섬유질은 식물의 세포벽 및 세포내에 함유된 성분으로서, 인간의 소화액으로는 소화되지 않은 잔사로 정의되고<sup>1,2)</sup> cellulose, hemicellulose, lignin, pectin, gums, mucilages 등의 polysaccharides로 구성된다. 식이섬유(dietary fiber)의 개념은 1972년 Trowell<sup>3)</sup>에 의해 pectin, cellulose, hemicellulose, lignin등으로 정의되었다. 이후로 Helliendroom<sup>4)</sup> 등은 cellulose, hemicellulose, lignin이라 정의하여 학자간의 다소의

차이를 나타낸다.

근래들어 우리나라는 경제수준이 향상됨에 따라 식생활에도 많은 변화를 가져왔고, 더불어 다양한 성인병 및 질환환자의 수가 증가하여 문제가 되고 있다<sup>5)</sup>. 식이섬유는 내당성을 향상시켜 당뇨병에 효과적이며<sup>7-9)</sup>, 지질대사에도 영향을 미치고<sup>10-11)</sup>, 고섬유식이 가 장내용물의 수송촉진<sup>12)</sup>, 발암물질을 생성하는 microflora와의 접촉감소를 통하여 결장암의 발생을 저지한다는 것이 밝혀진 바 있다<sup>13-14)</sup>. 반면 양이온 교환능력으로 인해 미량 무기질의 흡수이용성을 감소시키는 것으로 보고<sup>15)</sup> 되고 있지만 중금속의 흡수를 저지한다는 보고<sup>16)</sup>로 미루어 유익한 점이 많다고 사

<sup>†</sup> To whom all correspondence should be addressed

료된다. 이처럼 지금까지 비영양소로서 무시된 섬유질의 생리적 중요성이 밝혀짐에 따라 우리나라에서도 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 야채는 우리나라의 경우 곡류 다음으로 많이 섭취하는 식품이며, hyperlipidemia를 갖는 사람의 혈장지질을 낮추고<sup>12)</sup> 혈당을 조절하는데 중요한 역할을 하는 우수한 섬유질의 공급원으로서 앞서 설명한 바와 같이 연구가 진행되고 있다.

이에 본 실험에서는 우리나라에서 전통적으로 많이 식용되고 있는 채소류 중 아직까지 식이섬유에 관한 보고가 없는 콩나물, 머위, 고사리, 토란대, 배추시래기에 대하여 식이섬유의 함량 및 그 물리적 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

1990년 5월 광주시 양동시장에서 비교적 다량으로 시판되는 콩나물(*Glycine max* MERILL sprout), 머위(*Petasites japonicus* Miq), 토란대(*Colocasia antiquorum* SCHOTT stem), 고사리(*Pteridium aquilinum* KUHN),

배추시래기(*Brassica campestris* L. leaves)를 구입하여 가식부위를 정선[가식부율은 콩나물 98% (콩껍질 제거), 머위와 토란대 90% (껍질 제거), 고사리와 배추시래기 100%] 세척후, 60-70℃에서 열풍건조하고 30 mesh로 마쇄하여 1-4℃의 냉장고에 보관하면서 random sampling 하여 실험재료로 삼았다.

### 방 법

일반성분 중 수분, 지질, 단백질, 회분 및 섬유질의 백분율은 A. O. A. C.<sup>13)</sup> 법에 의했고 당질은 위의 값들을 100에서 뺀 나머지로 하였다.

식이섬유 함량 측정방법에는 비교적 식품에 대해 신속하고 재현성이 좋다는 Van Soest<sup>14)</sup>의 Neutral detergent fiber(N. D. F)법과 Acid detergent fiber(A. D. F)법을 사용하여 Fig. 1과 같이 정량하였다.

물리적 특성에서 보수력(water holding capacity : W. H. C.)을 조사하기 위해 acetone dried powder(A. D. P.)를 McConell등의 방법<sup>15)</sup>에 따라 Fig. 2와 같이 조제하고, Fig. 3과 같이 행하였다. 밀도는 Parrot등의 방법<sup>16)</sup>에 준하였다.

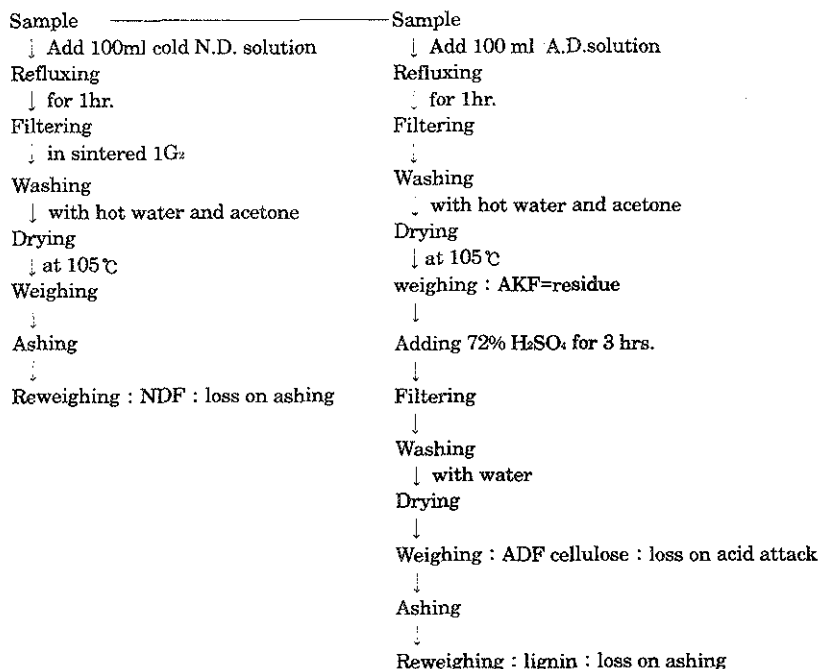


Fig. 1. Determination of dietary fiber by Van Soest procedure.

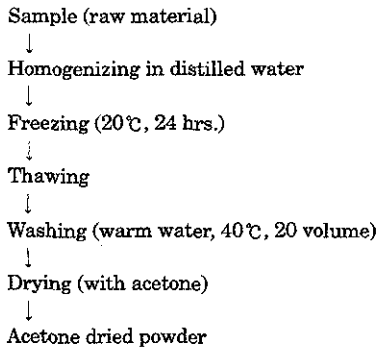


Fig. 2. Preparation of acetone dried powder for water holding capacity determination.

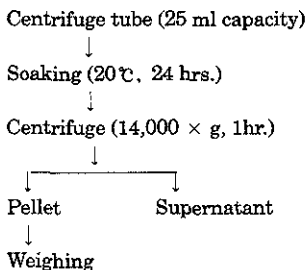


Fig. 3. Determination of water holding capacity.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

시료의 일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 식이섬유와 특히 유관된 수분과 조섬유의 함량에 있어서, 토란대와 고사리의 수분함량은 8.71%, 9.05%이고

섬유량은 각각 10.58%, 11.03%였다. 머위의 경우 섬유량에 비해 적은 수분을 보유하고 있었는데 이는 대변량을 증가시켜 주는데 도움이 된다는 사실이 밝혀진 바 있다<sup>29</sup>.

### 식이섬유의 함량

Van soest 방법에 의해서 얻어진 각 시료의 식이섬유의 함량은 Table 2에 나타난 바와 같이 N.D.F.의 양은 머위에서 50.62%로 가장 높았고 강<sup>28</sup>, 이<sup>29</sup>, 서<sup>29</sup>, 이<sup>30</sup> 등이 보고한 건조시료에 대한 값과 비교하면, 콩나물은 46.49%로 강<sup>28</sup>의 콩잎 41.90%에 비해 다소 높았으며, 고사리도 40%정도였다. 배추시래기의 경우 20.96%로 가장 낮았는데, 이<sup>30</sup>의 신선물로서 배추의 경우 28.40%보다 낮았다. 토란대도 28.09%로서 서<sup>29</sup>의 고구마줄기 24.31%와 유사한 값을 보였다. 따라서 강<sup>28</sup>등에 의해 무우잎, 시금치, 냉이, 양배추 등이 10-20% 범위에 속한 것에 비해 줄기만을 주로 식용으로 하는 식품들이 40%정도로 나타나 줄기 식품에 더욱 많은 식이섬유 함량을 보였다. A.D.F.의 양은 머위에서 38.19%로 가장 높았고, 토란대와 고사리는 20%정도였으며, 나머지 시료는 10%내외였다. 배추시래기의 경우 14.05%로 이<sup>30</sup>의 싱싱한 잎의 경우 21.00% 보다는 낮았다. 따라서 호박잎, 시금치, 쑥갓 등이 16%가량인 것<sup>28</sup>에 비해 A.D.F. 역시 줄기를 주로 먹는 채소에 더욱 많은 것으로 보인다.

Lignin 함량은 토란대가 10.88%로 가장 높았고, 배추시래기가 1.74%로 가장 낮았는데, 이는 이<sup>30</sup>의 무우, 상추, 배추, 배추김치에서의 1.44%-7.43%와

Table 1. Proximate components of vegetable samples

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate (%)	
					Glucose*	Crude fiber
Soybean sprouts	8.03	43.65	1.95	8.10	38.27	6.87
Butterber	7.45	8.13	0.75	7.52	50.90	25.25
Taro stem	8.71	7.21	0.89	6.92	65.69	10.58
Bracken	9.05	25.84	0.31	8.28	45.49	11.03
Dried Korean cabbage leaves	6.54	24.59	1.91	28.48	27.89	10.58

\* Nonfibrous

Table 2. Dietary fiber content of samples

(%)

Sample	N.D.F	A.D.F	Hemicellulose	Lignin	Cellulose
Soybean sprouts	46.49	10.60	35.89	5.41	5.19
Butterber	50.62	38.19	12.43	4.90	33.29
Taro stem	28.09	22.30	5.79	10.88	11.42
Bracken	41.50	24.20	17.30	7.24	16.96
Dried Korean cabbage leaves	20.96	14.05	6.91	1.74	12.31

Table 3. Variations of water holding capacity with differing temperature

Soaking temperature (°C)	Water holding capacity (g water/g A.D.P. *)				
	Soybean sprouts	Butterber	Taro stem	Bracken	Dried Korean cabbage leaves
2-4	5.55	10.37	7.25	5.53	11.51
25-30	5.65	12.26	7.40	6.01	11.77

\* acetone dried powder

Table 4. Variations of water holding capacity with differing soaking time

Soaking Time (hrs.)	Water holding capacity (g water/g A.D.P. *)				
	Soybean sprouts	Butterber	Taro stem	Bracken	Dried Korean cabbage leaves
4	2.77	9.88	5.05	4.08	9.99
16	4.89	10.75	5.60	5.08	10.89
24	5.65	12.26	7.40	6.01	11.77

\* acetone dried powder

비슷한 범위였다. 전보<sup>20)</sup>의 해조류의 경우 약 6%인 것에 비해서 대체로 낮은 값을 보였다.

Hemicellulose와 cellulose는 lignin, pectin과 함께 조직감에 영향을 주는 것으로 생각되며, hemicellulose는 콩나물이 35.89%로 강<sup>20)</sup>이 보고한 콩잎의 25.00%보다는 많고, 고사리와 머위는 10-20% 수준이었으며, 토란대와 시래기는 6% 정도로서, 콩나물에 원 등히 많은 것이 특이할 만하다. 한천을 제외한 해조류에는 20%가량 들어있는데<sup>20)</sup> 반해 채소류는 대체로 10%수준을 나타내었다. Cellulose는 머위가 33.29%로 가장 높았고, 콩나물이 5.19%로 가장 낮았으며, 콩잎의 경우<sup>20)</sup> 12.70%보다 낮았다. 이는 쑥갓, 미나리, 냉이, 양배추<sup>20)</sup>의 경우와 유사한 값이다.

전 시료중 머위의 식이 섬유함량이 비교적 높게 나타나 다른 채소에 비해 식이섬유식품으로 가치가 있

다고 본다. 또한 Prosky개량법에 따른 식이섬유함량은 일본의 후생성에서 발간된 표준 식품성분표<sup>28)</sup>에 대해 식물섬유 성분표에<sup>28)</sup> 나타난 마와 같이 식이섬유 함량이 섬유함량에 비해 2배 이상까지도 정량됨을 알 수 있었는데 이는 종래의 N.D.F. 법등이 불용성 섬유소를 주로 정량함에 따라, Prosky 개량법은 수용성 섬유소를 분리할 수 있어 더욱 많은 양이 정량된 것으로 보인다.

#### 물리적특성

시료별 보수력(W.H.C.)값은 Table 3과 같이 머위가 25-30°C에서 12.26%로 가장 높았으며 시래기와 토란대 순으로 나타났다. 특히 plant polysaccharide 보수력은 화학적 구조의 특성, 수용액의 pH와 삼투

압, 식물성 섬유 함량등에 의해 결정되는 것으로 Robertson<sup>30)</sup>에 의해 보고되었고, 침지 온도, 침지 시간, 입자 크기 등 다양한 조건의 변화에 의해 차이를 나타내게 된다. McConell의 보고<sup>30)</sup>에 의하면 6℃에서 보다 24-37.5℃일때 높은 증가를 보였고, 본 실험에서도 온도가 높을수록 증가하여 25-30℃에 비해 2-4℃에서 침지한 경우 낮은 값을 가져 Collins등<sup>31)</sup>의 결과와 유사하게 나타났다. 침지 시간을 달리 했을 때는 Table 4와 같이 시료에 따라 변화정도에 다소 차이는 있었으나 McConell 등<sup>30)</sup>의 보고와 같이 침지 시간이 길수록 증가하는 경향이었으며, 약 2 g water/g ADP의 범위내로 나타나 구분상 차이는 나타내지 않았는데 이는 Robertson<sup>30)</sup>의 보고와 같다. 입자 크기에 따른 W. H. C. 측정결과는 Table 5와 같이 35-60 mesh에서 10-20 mesh에서 보다 2%가량 감소했으며 이는 Sosulski<sup>32)</sup>, 강<sup>33)</sup> 등의 보고와 일치하였다.

밀도값은 Table 6에서와 같이, direct density는 Parrot<sup>21)</sup> 방법에 의하면 140-250mg/ml이고, 고사리가 250mg/ml로 가장 높았고, 콩나물이 140mg/ml로 가장 낮게 나타났다. Bulk density는 토란대가 417mg/ml, 고사리가 405mg/ml 순으로 나타나 Parrot 등의 보고<sup>21)</sup>와 같이 direct 값과 bulk 값은 비교적 비슷한 경향을 보였다.

## 요 약

우리나라의 식용 채소류인 콩나물, 머위, 토란대, 고사리, 배추시래기를 시료로하여 일반 성분과 식이 섬유함량을 분석하였다. 콩나물이 섬유량 6.87%에 비해 수분함량 8.03%로 가장 높은 비를 나타냈고, 머위가 섬유량 25.25%에 비해 7.45%로 가장 낮은 비를 나타냈다. 식이섬유 값으로 N. D. F., lignin, hemicellulose, cellulose의 함량을 조사한 결과 N. D. F.는 20.96-50.62%로 머위가 가장 높고, 다음으로는 콩나물, 고사리 순이었고, A. D. F.는 10.60-38.19%로 머위, 고사리, 토란대 순이었으며, lignin은 1.74-10.88%, hemicellulose는 5.79-35.89%, cellulose는 5.19-33.29% 정도로 나타났다. 물리적 특성에서는 dietary fiber의 water holding capacity (W. H. C.)와 밀도를 조사하였는데 시료의 acetone dried powder (A. D. P.)의 W. H. C.는 5.65-12.26(g water/g A. D. P.)였고, 머위와 배추시래기에서 높게 나타났고, 콩나물, 고사리에서는 다소 낮은 편이었다. 밀도는 대체로 direct값과 bulk density값이 상응하였다. 식이섬유 함량이 높을수록 보수력은 큰 것으로 나타났으나 식이섬유 함량과 밀도와는 상관관계를 나타내지 않았다.

## 문 헌

**Table 5. Variations of water holding capacity with differing particle size**

Particle size (sieve mesh)	Water holding capacity (g water/g A.D.P. *)
	Butterber
10-20	12.67
35-60	12.26

\* acetone dried powder

**Table 6. Density determination** (mg/ml)

Sample	Direct measure	Bulk density
Soybean sprouts	140	403
Butterber	150	388
Taro stem	170	417
Bracken	250	405
Dried Korean cabbage leaves	150	385

- Hipsley, E. H. : Dietary fiber. *Med. J.*, 1, 775 (1949)
- Vahouny, G. V. : Dietary fiber and intestinal adaptation, effects on lipid absorption and lymphatic transport in the rat. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 47, 201 (1988)
- Trowell, H. : Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective in certain disease. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 29, 417 (1976)
- Hellendroom, E. W., Maria, G. N. and Slagman, J. : Enzymatic determination of the indigestible residue content of human food. *J. Sci. Food. Agric.*, 26, 1461 (1975)
- Spiller, G. A. and Ronald, J. A. : Dietary fiber in human nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 7, 39 (1976)
- Joseph, N. W., Selma, P. W. and Philip, E. R. : Dietary fiber and lipoprotein metabolism in the genetically obese zucker rat. *Arteriosclerosis*, 4, 147 (1984)

7. Charlotte, N. : Effects of processed rye bran and raw rye bran on glucose metabolism in alloxan diabetic rats. *J. Nutr.*, **112**, 17 (1982)
8. Alan, C. T. : Effects of locust bean gum on glucose tolerance, sugar digestion and gastric motility in rats. *J. Nutr.*, **111**, 2152 (1981)
9. Kiehm, T. S. : Beneficial effects of a high carbohydrate, high fiber on hyperglycemic diabetic men. *Amer. J. Clin. Nutr.*, **29**, 895 (1976)
10. Bandaru, S. R. : Effect of dietary wheat bran, alfalfa, pectin and carrageenan on plasma cholesterol and fecal bile acid and neutral sterol excretion in rats. *J. Nutr.*, **109**, 1028 (1979)
11. 官田當弘, 海老原 清, 中島 昭 : 胃切除ラットの消化管機能ならびに形態に及ぼす食物繊維の影響. 日本栄養食糧學會誌, **40**, 199 (1987)
13. Takeda, H. : Correlation between the physical properties of dietary fibers and their protective activity against amaranth toxicity in rats. *J. Nutr.*, **109**, 388 (1979)
14. Kimura, T. : Ameliorating effect of dietary fiber on toxicities of chemicals added to a diet in the rat. *J. Nutr.*, **110**, 513 (1980)
15. Lee, K. and Garcia-Lopez, J. S. : Iron, zinc, copper and magnesium binding by cooked pinto bean neutral and acid detergent fiber. *J. Food Sci.*, **50**, 651 (1985)
16. 金榮壽 : 裸麥中の食餌纖維素가 원귀의 脂質代謝 및 腸 吸着에 미치는 影響. 中央大學校 大學院 論文集 (1983)
17. 菅原 園, 坂入廓久子, 山下龜次郎 : 高コレステロール食 飼育 糖尿病ラットの血清リポタンパク分 割コレステロールに 及ぼす高纖維食の影響. 日本營養食糧學會誌, **36**, 79 (1983)
18. A. O. A. C. : *Official Methods of Analysis*, 14th ed., p. 125 (1984)
19. Van Soest, P. J. and Wine, R. H. : Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituent. *J. A. O. A. C.* **50**, 50 (1967)
20. McConell, A. A. and Eastwood, M. A. and Mitchell, W. O. : Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *J. Sci. Food Agric.*, **25**, 1457 (1974)
21. Parrot, M. E. and Thrall, B. E. : Functional properties of various fibers. *J. Food Sci.*, **43**, 759 (1978)
22. Eastwood, M. A., Kirkpatrick, J. R., Mitchell, W. D., Bone, A. and Hamilton, T. : Effects of dietary supplement of wheat bran and cellulose on feces and bowel function. *Brit. Med. J.*, **4**, 392 (1973)
23. 강태순, 윤형식 : 채소류의 식이성 섬유소의 함량과 물리적 특성. 한국영양식량학회지, **16**, 49 (1987)
24. 이희섭 : 배추의 열장과정 중 dietary fiber 성분, 무기질함량 및 조직감의 변화에 관한 연구. 고려대학교 대학원 논문집 (1985)
25. 서효정, 윤형식 : 채소류의 식이성 섬유소의 함량과 이화학적 특성. 한국영양식량학회지, **18**, 403 (1989)
26. 이경숙, 이서래 : 과일, 채소중 식이섬유의 분석법 검토 및 함량 분석. 한국식품과학회지, **19**, 317 (1987)
27. 김선희, 박희연, 박원기 : 해조가공품의 Dietary fiber 함량과 물리적 특성. 한국영양식량학회지, **17**, 320 (1988)
28. 地方衛生研究所全國協議會 : 食物纖維成分表. 第一出版 日本 (1990)
29. 科學技術廳資源調査會 : 四訂日本食品標準成分表. 永岡書店 日本 (1985)
30. Robertson, J. A. and Eastwood, M. A. : An investigation of the experimental conditions which could affect water holding capacity of dietary fiber. *J. Sci. Food Agric.*, **32**, 819 (1981)
31. Collins, J. L. and Post, A. R. : Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber. *J. Food Sci.*, **46**, 455 (1981)
32. Sosulski, F. W. and Cadden, A. M. : Composition and Physiological properties of several sources of dietary fiber. *J. Food Sci.*, **47**, 1472 (1982)

(1990년 11월 20일 접수)