

## 채蔬類의 食餌性 纖維素의 含量과 物理的 特性

姜 泰 順 · 尹 衡 植

慶北大學校 食品加工學科  
(1987年 6月 10日 접수)

## Determination and Physical Properties of Dietary Fiber in Vegetables

Tae-Soon Kahng and Hyung-Sik Yoon

*Department of Food Science & Technology Graduate School,  
Kyungpook National University*

(Received. June. 10. 1987)

### Abstract

Procedures for Dietary Fiber(DF) determination were applied to some common vegetables. The samples selected in this study were: Radish(Leaf), Chinese cabbage, Spinach, Shepherd's purse, Red pepper(Leaf), Perilla(Leaf), Soybean(Leaf) and Cabbage.

DF was analyzed by the method of detergent fractionation. Values for NDF, ADF, Lignin, Hemicellulose, Cellulose were obtained. NDF for most samples was 12.9~27.4%, except Soybean(Leaf) (41.9%). ADP was 7.7%~16.9%. Lignin was around 1.0~2.1%; Red pepper (Leaf) (7.6%), Perilla(Leaf) (5.7%), Soybean(Leaf) (4.2%) were exceptions. Hemicellulose(NDF~ADF) was about 2.9~12.0%, except Soybean(Leaf) (25.0%). Cellulose(ADF~Lignin) was 6.3~13.0%.

This paper describes two properties of the fiber of commonly eaten vegetables; Water-Holding Capacity(WHC) and Density. The capacity of the ADP to hold water was estimated. The WHC measurements differed from 6.6g per g of ADP for Red pepper(Leaf) to 10.4g per g of ADP for Radish(Leaf). Radish(Leaf), Soybean(Leaf) had the greatest WHC whereas Red pepper(Leaf), Perilla(Leaf) had the least. Two types of density determinations are shown. Direct(non-packed) values largely correspond with bulk(packed) density.

### 서 론

식이성 섬유소(Dietary fiber: DF)는 세포벽의 구성성분이며 인체 내에서 소화되지 않는 cellulose, hemicellulose, lignin과 pectin, gum 등을 말한다.

지금까지는 비열량원으로서 영양적 효과는 거의 무시되어 왔으나, 최근 이의 생리작용에 많은

연구가 이루어지고 있으며 특히 Trowell의 질병과 섬유소가 관련있다고 생각되는 가설에 의하면 colonic group으로는 변비, 치질, 대장염, 장암, 게실염 등이고 metabolic group으로는 당뇨병, 비만, 담석증 등으로 구분하고 식이성 섬유소가 이들의 예방과 치료에 효과가 있다는 보고<sup>1,5~13)</sup>가 있다.

따라서 식이성 섬유소는 장의 정상작용과 노폐

물을 제거하는 작용을 하며 적당한 부피를 갖게 하고 대장의 정상적인 배설을 도와주는 것으로 알려져 있다.<sup>7,9)</sup>

본 실험에서는 우리나라에서 전통적인 식품으로 많이 이용되는 채소류의 식이성 섬유소의 함량을 측정, 비교하고 이들의 물리적 특성으로 in vitro에서의 보수력(Water-Holding Capacity: WHC)<sup>7,14,15,16)</sup>과 밀도를 검토한 바 그 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 재 료

실험에 사용한 재료는 무우잎, 배추, 시금치, 냉이, 고추잎, 들깨잎, 콩잎, 양배추로서 정선·세척하여 50~60℃에서 12시간 열풍건조·마쇄하여 사용하였다.

### 분석 방법

#### 일반성분

시료중의 수분, 조지방, 조단백질, 조회분 및 조섬유소의 함량은 AOAC방법<sup>17)</sup>에 따라 분석하였다.

#### 식이성 섬유소의 함량 측정

Mongeau 등의 방법<sup>18)</sup>에 따라 Neutral Detergent Fiber(NDF), Acid Detergent Fiber(ADF)와 Lignin의 정량은 Fig.1과 같다. 시료 1g을 100ml neutral detergent 용액<sup>19,20,21)</sup>에서 한 시간 환류 냉각시킨 후 여과장치에서 이미 함량을 구해둔 1G<sub>2</sub> Glass Filter에서 여과하고 남은 잔사를 뜨거운 증류수(90~100℃)와 아세톤으로 세척한 후 건조항량을 구하여 그 중량차를 NDF 값으로 하였고 NDF를 정량한 Glass Filter에 acid detergent용액 100ml를 가하여 한 시간 환류 냉각시킨 다음 뜨거운 증류수로 용기 내벽을 씻어내고 여과하여 증류수와 아세톤으로 세척한 후 건조하여 항량을 구해 ADF값으로 하였고 NDF와 ADF 값의 차를 Hemicellulose값으로 추정하였다. ADF를 정량한 잔사에 72% 황산용액으로 채운 후 유리막대로 교반하면서 매 시간마다 황산을 보충하고 세 시간 후 남아있는 황산을 흡입 제거하고 뜨

거운 증류수로 충분히 세척한 후 건조하여 항량을 구해 ADF에서의 손실량을 Cellulose로 계산하고 이 잔사를 525℃에서 4시간 회화시킨 후 그 손실량을 Lignin으로 하였다.

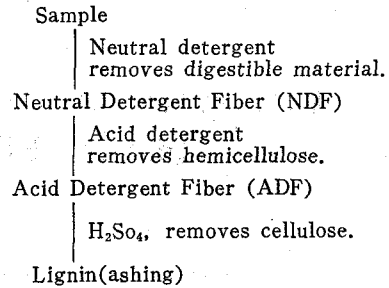


Fig. 1. Schematic summary of the procedures.

### 물리적 특성

물리적 특성으로 WHC와 밀도를 조사하기 위하여 McConnell등의 방법<sup>23,24)</sup>에 따라 Fig.2와 같이 Acetone Dried Powder(ADP)를 조제하였다. 즉 신선한 채소를 정선·세척하여 증류수를 첨가하여 마쇄하고 세포벽을 파괴하기 위하여 -20℃에서 동결하여 24시간 후 해동시켰다. 가용성 물질과 단백질 등을 씻어 내기 위하여 40℃ 온수 20배량으로 세척하고 아세톤으로 건조 후 마쇄하여 ADP시료로 하였다.

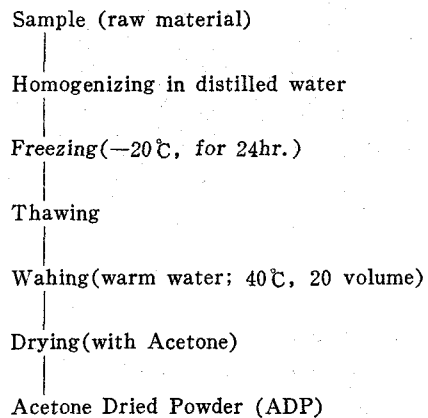
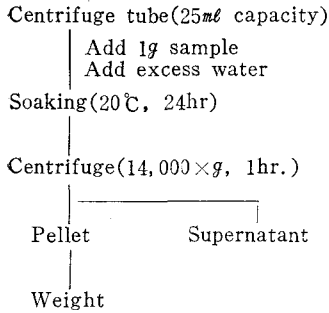


Fig. 2. Preparation of ADP

### WHC

WHC의 측정은 Fig.3과 같다. 시료 1g에 물을



**Fig. 3. Determination of Water-Holding Capacity(WHC)**

가한 뒤 실온에서 24시간 침지시키고 14,000×g에서 한 시간 원심분리하여 그 상등액을 버리고 pellet의 무게를 측정한다.<sup>23,25~28)</sup>

**밀 도**

Direct density는 Parrot 등의 방법<sup>29)</sup>에 따라서 일정량의 시료를 실린더에 완전히 충전되게 한 후 부피를 재어 mg/ml로 표시하였다.

Bulk density는 한 쪽 끝을 막은 주사기에 일정량의 시료를 넣고 압축하여 부피가 더이상 감소하지 않을 때의 부피를 측정하여 g/cc로 표시하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분**

시료의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

일반성분중 CF함량은 대체로 10% 내외였으나 그 중 콩잎은 13.3%로 높은 값을 나타내었고 시금치는 6.0%로 낮은 값을 나타내었다. 양배추의 경우 본 실험에서는 9.4%로서 Spillar등의 보고<sup>5)</sup>에서 8.4%보다 다소 높은 값을 나타내었다.

**식이성 섬유소의 함량**

각종 DF의 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다.

NDF의 함량은 콩잎이 41.9%로 가장 높으며 배추는 12.9%로 가장 낮았다. 또한 ADF는 콩잎이 16.9%로 가장 높았고 시금치는 7.7%로 가장 낮으며 그의 것은 비슷한 값을 나타내었다. Lignin에 있어서 고추잎이 7.6%로 가장 높고 다음으로 들깨잎, 콩잎의 순이며 그의 것은 비슷한 값을 나타 내었다. Hemicellulose는 콩잎이 25%의 높은 값을 보여 주며 Cellulose는 무우 12.5%, 냉이 10.4%, 콩잎 양배추 12.7%로 고른 분포를 보여 주고 있다.

**물리적 특성**

**WHC 측정**

시료별 WHC 측정결과는 Table 3과 같다.

표에서 보는 바와 같이 그 값이 6.6~10.4g water/g ADP였고 콩잎, 무우잎에서 높은 값을 나타내었으며 고추잎, 들깨잎에서는 다소 낮은 편이었다.

Plant polysaccharide의 WHC는 그의 화학적 구조적 특성에 의해 결정되며, 또한 수용액의 pH

**Table 1. Approximate composition of sample. (%)**

| Sample                 | Moisture | Crude Protein | Crude Fat | Crude Ash | Carbohydrate | Crude Fiber |
|------------------------|----------|---------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| Radish (Leaf)          | 6.7      | 23.9          | 3.3       | 14.6      | 40.6         | 10.9        |
| Chinese cabbage (Leaf) | 13.0     | 24.1          | 2.7       | 9.5       | 41.6         | 9.1         |
| Spinach                | 8.7      | 29.0          | 3.8       | 11.9      | 40.6         | 6.0         |
| Shepherd's purse       | 8.0      | 28.2          | 3.1       | 9.2       | 41.5         | 10.0        |
| Red pepper (Leaf)      | 11.9     | 29.3          | 4.1       | 12.2      | 34.9         | 7.6         |
| Perilla (Leaf)         | 13.0     | 30.0          | 3.5       | 18.9      | 24.7         | 10.9        |
| Soybean (Leaf)         | 9.7      | 25.8          | 4.1       | 5.9       | 41.2         | 13.3        |
| Cabbage                | 22.8     | 8.4           | 1.2       | 7.3       | 50.9         | 9.4         |

Table 2. Dietary fiber content. (%)

| Sample                 | NDF  | ADF  | Lignin | Hemicellulose | Cellulose |
|------------------------|------|------|--------|---------------|-----------|
| Radish (Leaf)          | 18.6 | 13.9 | 1.4    | 4.7           | 12.5      |
| Chinese cabbage (Leaf) | 12.9 | 10.0 | 1.4    | 2.9           | 8.6       |
| Spinach                | 18.9 | 7.7  | 1.4    | 11.2          | 6.3       |
| Shepherd's purse       | 17.7 | 12.5 | 2.1    | 5.2           | 10.4      |
| Red pepper (Leaf)      | 27.4 | 15.4 | 7.6    | 12.0          | 7.8       |
| Perilla (Leaf)         | 25.2 | 14.0 | 5.7    | 11.2          | 8.3       |
| Soybean (Leaf)         | 41.9 | 16.9 | 4.2    | 25.0          | 12.7      |
| Cabbage                | 16.9 | 13.7 | 1.0    | 3.2           | 12.7      |

Table 3. Water-Holding Capacity.

| Sample                 | WHC(g water/g ADP) |
|------------------------|--------------------|
| Radish (Leaf)          | 10.4               |
| Chinese cabbage (Leaf) | 9.2                |
| Red pepper (Leaf)      | 6.6                |
| Perilla (Leaf)         | 7.7                |
| Soybean (Leaf)         | 9.4                |
| Cabbage                | 8.9                |

와 삼투압에 의해서도 결정이 되고 식물성 섬유소 함량의 다양성으로 인해 순무의 경우 0.37g water의 적은 값을 나타내며 정제된 식물 섬유소인 Carragenan의 경우는 매우 친수성이 커서 99%의 물을 함유한 gel을 형성할 수 있다<sup>13)</sup>고 한다.

#### WHC에 미치는 온도의 영향

WHC 측정 기준조건에서 온도를 2~4℃, 20℃, 30℃ 구분으로 하여 들깨잎과 콩잎의 ADP의 WHC를 측정할 결과는 Table 4에 표시하였다.

McConnell등의 보고<sup>23)</sup>, Childs등의 보고<sup>26)</sup>에서와 유사하게 2~4℃와 20℃에서는 비슷한 값을

Table 4. Variations of water-holding capacity with differing temperature.

| Soaking Temp. (°C) | WHC(g water/g ADP) |               |
|--------------------|--------------------|---------------|
|                    | Perilla(Leaf)      | Soybean(Leaf) |
| 2~4                | 6.1                | 8.8           |
| 20                 | 6.0                | 8.5           |
| 30                 | 6.5                | 9.5           |

나타내었으며 30℃에서는 보다 증가하는 경향이 었다.

#### WHC에 미치는 침지시간의 영향

침지시간을 달리하였을 때 WHC에 미치는 영향을 살펴본 결과, McConnell등의 보고<sup>23)</sup>와 같이 각 구분에서 변화는 크게 나타나지 않았다. (Table 5)

Table 5. Variations of water-holding capacity with differing soaking time.

| Soaking Time(hr.) | WHC(g water/g ADP) |               |
|-------------------|--------------------|---------------|
|                   | Perilla(Leaf)      | Soybean(Leaf) |
| 4                 | 6.1                | 9.7           |
| 8                 | 6.7                | 9.5           |
| 12                | 6.7                | 9.6           |
| 16                | 6.3                | 9.4           |
| 24                | 7.2                | 9.6           |

#### WHC에 미치는 입자크기의 영향

Sosulski 등의 보고<sup>15)</sup>에서와 같이 입자크기가 큰 경우가 입자크기가 적은 상태보다 높은 값을 지녔다. 100이하에서는 35~60까지는 증가하였으나 그 이상에서는 더 이상의 큰 변화없이 유사한 값으로 다소 감소하는 경향이였다. (Table 6)

#### 밀도 측정

밀도를 측정할 결과는 Table 7과 같다.

Direct density는 고추잎은 360으로 최고값이 고 양배추, 시금치는 310으로 높은 수치를 나타

**Table 6. Variations of water-holding capacity with differing particle size.**

| Particle size<br>(sieve mesh) | WHC(g water/g ADP)<br>Soybean(Leaf) |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 10~20                         | 9.12                                |
| 20~35                         | 9.43                                |
| 35~60                         | 9.84                                |
| 60~100                        | 7.29                                |
| 100—                          | 5.66                                |

**Table 7. Density determination.**

| Sample(ADP)            | Direct<br>measure<br>(mg/ml) | Bulk density<br>(packed)<br>(g/cc) |
|------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Radish (Leaf)          | 160                          | 0.500                              |
| Chinese cabbage (Leaf) | 230                          | 0.769                              |
| Spinach                | 310                          | 0.408                              |
| Shepherd's purse       | 200                          | 0.308                              |
| Red pepper (Leaf)      | 360                          | 0.870                              |
| Perilla (Leaf)         | 240                          | 0.690                              |
| Soybean (Leaf)         | 170                          | 0.741                              |
| Cabbage                | 310                          | 0.833                              |

내었으며 콩잎과 무우잎은 가장 낮은 것으로 나타났다.

Bulk density는 고추잎 0.87로 가장 높은 수치를 나타내었고 병이가 가장 낮았다. Parrot 등의 보고<sup>29)</sup>와 같이 Direct(non-packeds) 값은 Bulk (packed) density와 상응하는 경향을 나타내었다.

## 요 약

일반적인 식용채소류인 무우잎, 배추, 시금치, 병이, 고추잎, 콩잎, 양배추를 시료로 하여 건물양에 대한 DF값으로 NDF, ADF, Lignin, Hemicellulose, Cellulose의 함량을 조사한 결과 NDF는 12.9%~41.9%, ADF는 7.7~16.9%, Lignin은 0.9~7.6%, Hemicellulose는 2.9~25.0%, Cellulose는 6.3~12.7%로서 고추잎, 들깨잎, 콩잎에서는 높은 수치를 나타내었다. 물성적 측면에서는 DF의 Water-Holding Capacity (WHC)와 밀도를 조사하였는데 시료의 Acetone

Dried Powder(ADP)의 WHC는 6.6~10.4(gwater/g ADP)였고 무우잎, 콩잎에서는 높은 값을 나타내었으며 고추잎, 들깨잎에서는 다소 낮은 편이었다.

밀도에서는 대체로 Direct(non-packed) 값은 Bulk(packed) density와 상응하였다.

## 참 고 문 헌

1. Trowell, H.: *The American Journal of Clinical Nutrition*, **29**, 417 (1976).
2. Trowell, H.: *The American Journal of Clinical Nutrition*, **25**, 926 (1972).
3. Institute of Food Technologists: *Food Technology*, **33**(1), 35 (1979).
4. Asp, Nils-Georg: *In Focus*, **6**(2), 4 (1983).
5. Spillar, Gene A. and Ronale J. Amen: *Critical Reviews in Food: Science and Nutrition*, **7**(1), 39 (1976).
6. Burkitt, Denis: *Cereal Foods World*, **22**(1), 6 (1977).
7. Eastwood, M.A., A.N. Smith, W.D. Mitchell and J.L. Princhard: *Cereal Foods World*, **22**(1), 10 (1977).
8. Anderson, J.W.: *Cereal Foods World*, **22**(1), 12 (1977).
9. Mecurio, Kenneth C. and Patricia A. Behm: *J. of Food Sci.*, **46**, 1462 (1981).
10. Scala, James: *Food Tech.*, **28**(1), 34 (1974).
11. 桐山修入: *化學と生物*, **18**(2), 95 (1980).
12. 川村信一郎: *日本食品工業學會誌*, **25**, 36 (1978).
13. Anderson, James W. and Wen-Ju Lin Chen: *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 346 (1979).
14. Eastwood, M.A.: *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 134 (1973).
15. Sosulski, F.W. and A.M., Cadden: *J. Food. Sci.*, **47**, 1472 (1982).
16. Dreher, M.L., G. Padmanaban: *J. of Food Sci.*, **48**, 1463 (1983).
17. AOAC: "Official Methods of Analysis" 13th ed., Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington, DC., 125 (1980).
18. Mongeau, R. and R. Brassard: *Cereal*

- Chemistry*, **56**(5), 437 (1979).
19. Lund, Eric D. and John M. Smoot: *J. Agric. Food Chem.*, **30**(6), 1123 (1982).
  20. Van Soest, P.J.: *J. of the A.O.A.C.*, **46**(5), 830 (1963).
  21. Van Soest, P.J.: *J. of the A.O.A.C.*, **58**(4), 785 (1965).
  22. Selvendran, R.R. and M. Susan Du Pont: *J. of Sci. Food Agric.*, **31**, 1173 (1981).
  23. McConnell, A.A., M.A. Eastwood and W.D. Mitchell: *J. Sci. Fd Agri.*, **25**, 1457 (1974).
  24. Long, O.G.: *J. of Fd Sci.*, **49**, 762 (1984).
  25. Rasper, V.F.: *Food Tech.*, **33**(1), 40 (1979).
  26. Childs, E. and A. Abajian: *J. of Fd Sci.*, **41**, 1235 (1976).
  27. Heller, S.N., J.M. Rivers and L.R. Hackler: *J. of Fd Sci.*, **42**(2), 436 (1977).
  28. Robertson, James A. and Martin A. Eastwood: *J. of Sci. Food Agric.*, **32**, 819 (1981).
  29. Parrott, Marie E. and Bernice E. Thall: *J. of Food Sci.*, **43**, 759 (1978).