

食物纖維의 食品學

金 海 中

<(株)一和 研究室長·理博>

1. 序 論

纖維素는 植物들의 골격을 형성하여 주는 구조단위로서 모든 植物細胞들의 細胞膜에 구성 성분으로 존재한다. 이들 食物纖維의 定義는 「人間的 消化管에서 분비하는 酵素에 의해 分解을 받지 않는 多糖類와 lignin 合計值」로 不消化成分을 總稱하고 있다.

일반적으로 섬유소는 영양학 영역에서 消化管에 負擔을 주고 영양소의 利用效率을 저하시키는 것으로 경시되어 왔다. 最近 食生活의 지역적, 시간적 변화를 보면 저개발국보다는 歐美의 先進諸國일수록, 前世紀보다는 今世紀에 이를수록 소비의 경향은 식품공업의 발달로 말미암아 섬유소가 적은 精製食品의 섭취가 증가하는 방향으로 변천해가고 있다.

이러한 결과 高單位 영양식품의 과잉섭취와 운동부족 등의 환경요인에 따라 문명병이라 부르는 動脈硬化, 糖尿病, 膽石, 潰瘍性大腸炎, 十二指腸潰瘍, 大腸癌 등의 成人病과 관계가 있는 것으로 알려지고 있다.

그러므로 식품의 영역에서 새로운 개념을 갖고 관심을 모으게 되어 食物纖維는 필수영양소와는 질적으로 다른 작용으로 人間的 건강에 깊게 관여하고 있는 것으로 되었다. 또한

장기적으로 볼 때 어떤 질병에 대해 치료적 역할을 갖는 物質로 인식되어 선진국에서는 실제 식생활이나 임상면에서 응용되어 가고 있다.

2. 食物纖維 成分의 分離

食物纖維의 成分 所在를 크게 분류하면 植物細胞壁의 構造物質인 cellulose, hemicellulose, pectin質 및 lignin과, 非構造物質(天然物 및 添加物)인 pectin質, 植物고무, 粘質物, 海藻多糖類, cellulose誘導體로 나눌 수 있으며 食品중의 cellulose, hemicellulose는 대체적으로 粗纖維나 糖質부분으로 계산하지만 內容物의 多樣性에 따라 分離法은 상당히 복잡하다.

몇가지 方法을 열거하면 ① cellulose, hemicellulose 등의 탄수화물 特性에 따라 分畫하는 方法, ②, ①의 方法에 特殊한 酵素를 이용하여 分析하는 方法, ③ 酸性, 中性의 洗劑에 의해 抽出을 연속적으로 행하는 方法 등이 있지만 食物纖維를 간결하고 精確히 측정하는 方法은 어려운 것 같다. 그렇기 때문에 이들의 方法을 절충하여 측정하기도 한다.

Siegel, S.M.은 탄수화물의 特性을 이용하여 植物細胞壁을 그림 1과 같은 抽出공정에 따라 分畫하여 脂肪, lignin, cellulose, hemicell-

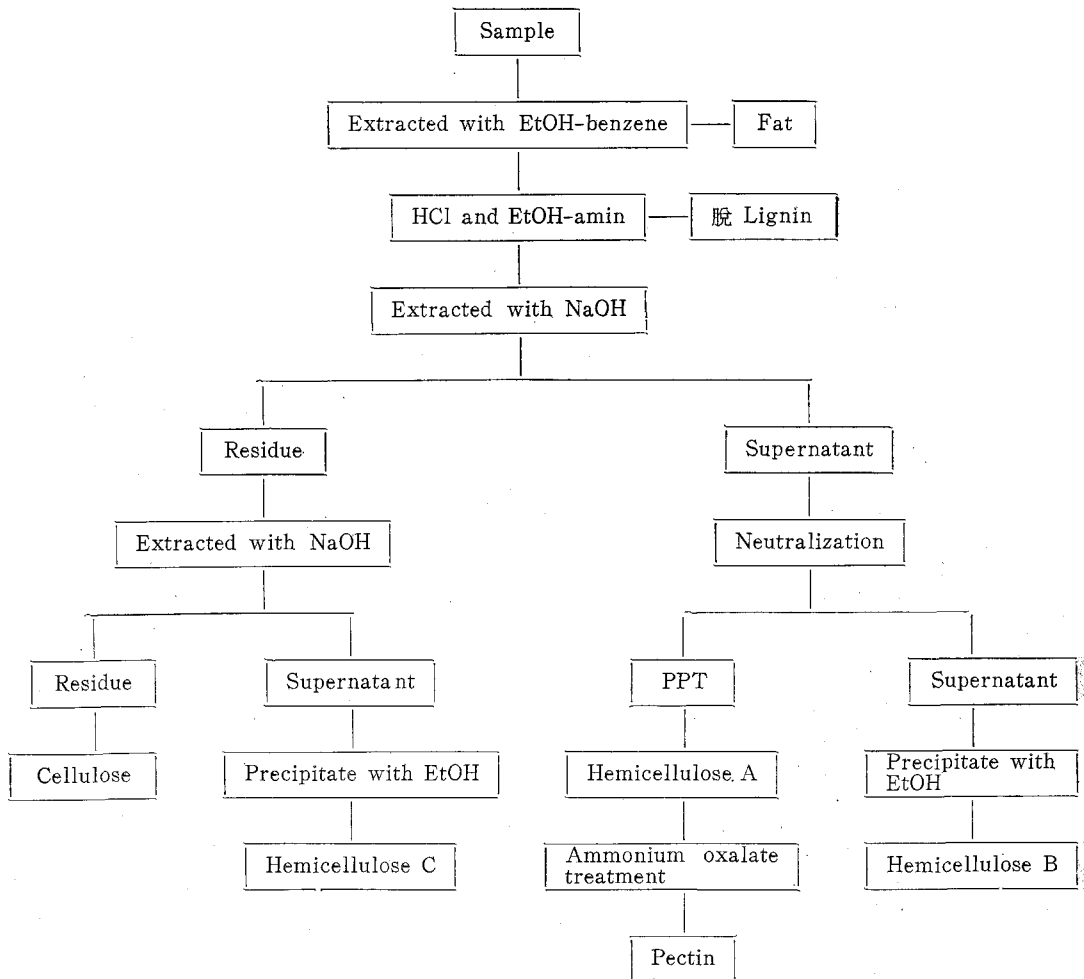


그림 1. 植物細胞壁의 分畫

ulose, pectin 등을 분류하였다. 이 방법은 重量法을 사용하여 cellulose, hemicellulose를 分析하는데 꽤 精確한 方法으로 評價되어 있다. 그러나 脫lignin의 Step 및 NaOH處理의 Step에서 細胞壁多糖의 分解가 일어나는 것으로 알려져 있다.

또한 곡물제품의 食物纖維測定의 경우 American Association of Cereal Chemists가 추천하는 洗劑法에 amylase를 이용한 Goering-van Soest法을 보면 全細胞壁成分의 精량에 적합한 酸性洗劑섬유(Neutral Detergent Fiber)와 「食品의 cellulose와 lignin량의 精량에 적합한 酸性洗劑섬유(Acid Detergent Fiber)」

를 측정하고 hemicellulose는 NDF에서 ADF를 빼 차이로서 측정하는 方法을 기술하였다.

이외에 酵素를 이용하는 方法으로서는 Southga法으로 glucoamylase의 반응과 抽出法 등을 들 수 있다. 또 이들 方法 등을 일부 개량하여 精量하는 方法들이 많이 검토되고 있다.

3. 食物纖維의 含量

동양인의 主食으로 많이 이용되는 쌀이나 小麥의 食物纖維含量은 표 1(日本品種)과 같다.

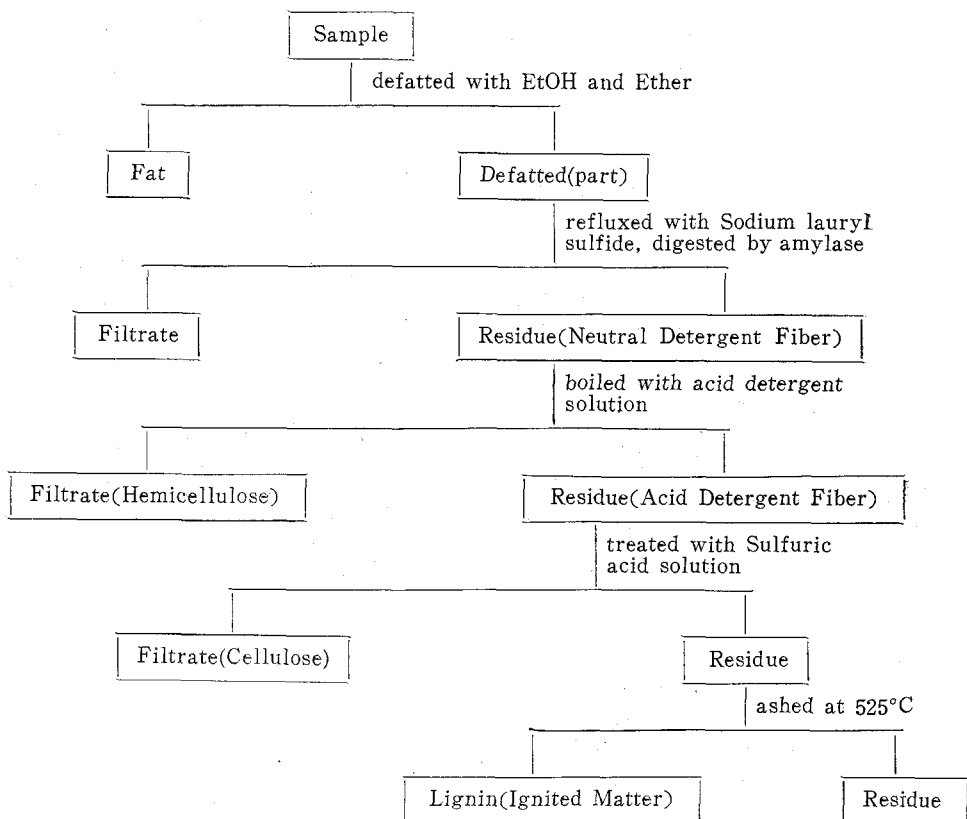


그림 2. 곡물제품의 食物纖維 抽出

표 1. 쌀 및 밀의 食物纖維 含量

(乾物中 : %)

Sample	Hemicellulose	Cellulose	Lignin	Dietary fiber (A)	Crud fiber (B)	A/B
越路早生 brown rice	2.64±0.25	0.94±0.04	1.96±0.04	5.54±0.05	1.44	3.8
50% polished rice	1.43±0.08	0.41±0.08	1.14±0.31	2.98±0.31	0.74	4.0
highly polished rice	0.92±0.13	0.20±0.01	0.79±0.13	1.91±0.13	0.43	4.4
きよにしき brown rice	4.73±0.33	1.08±0.05	1.48±0.22	6.93±0.23	1.34	5.17
70% polished rice	2.82±0.47	0.46±0.03	0.89±0.23	4.17±0.23	0.72	5.8
highly polished rice	0.71±0.11	0.17±0.01	0.56±0.04	1.44±0.04	0.51	2.8
小 麥 whole-wheat	13.08	4.49	0.85	18.42	3.03	5.96
農林 61 號	12.22	3.96	1.01	17.19	2.94	

현미의 섬유소 함량은 5.5~6.9%이고 精白米의 경우는 1.4~1.9%로 搗精함에 따라 섬유소량이 약 2/3~3/4정도 감소한 것으로 나타났다. 조생종의 5분도미는 2.98%, 만생종의 7분도미는 4.7%로 현미섬유의 40~56%가

손실된 것으로 나타났다. 이것은 정량치를 기초로 계산하면 食物纖維량은 건물 100g중 현미는 약 6g, 精白米는 1.6g으로 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

소맥의 경우는 食物纖維가 17~18%로 현미

보다 3~4배, 精白米보다 9~12배 정도 많음을 나타냈다. 이들 食物纖維중에 가장 많은 비율로 들어 있는 hemicellulose의 경우는 조생종 쌀의 경우 47~8%, 粳米의 경우는 현미와 7분도미는 67~8%, 精白米는 49%로 나타났다. 또 小麥은 71~75%로 쌀의 경우보다 많았다.

생쌀수준의 향상과 더불어 야채나 과일을 많

이 섭취하게 되는데 이들 果菜類의 食物纖維 조성은 표 2와 같다. 즉 食物纖維中(無水物) 완두가 47.6%로 가장 많고 배추나 당근도 30% 전후로 일반 곡류보다 많음을 알 수 있다. 食物纖維 조성 중 cellulose 함량은 배추가 63%, 당근 40%, 도마도 및 사과는 32~33%인 반면에 복숭아나 딸기는 15~16%로 적은 편에 속했다.

표 2. 야채·과일 중의 食物纖維의 含量

(乾物中 : %)

	식 품 섭 유		식품섭유의 조성		비 Cellulose 구분의 조성			
	신선물중	무수물중	Cellulose 다당류	Cellulose	Lignin	Hexoses	Pentoses	Uronic산
배 추(煮)	2.83	32.6	37	63	+	16	55	28
당 근(煮)	3.70	28.6	60	40	+	20	35	45
완 두(生)	7.75	47.6	69	27	2	48	22	30
토 마 토(生)	1.40	21.9	47	32	21	14	42	44
사 과(果肉)	1.42	9.16	66	33	<1	20	35	40
바 나 나	1.75	5.97	64	21	15	54	19	27
서양배(果肉)	2.44	14.7	54	28	19	20	46	35
복숭아(果肉)	1.52	9.56	65	15	19	28	46	25
딸 기	2.12	19.1	46	16	38	22	33	45

食物纖維 공급원의 하나인 難消化性 多糖類의 해조류의 경우 Van Soest方法에 의한 日本近海에서 서식하는 海藻類의 食物纖維량은 표 3과 같다.

이들 해조류에 함유되어 있는 食物纖維는 乾物중으로 12~44%로 차이가 심하다. Wakame는 食物纖維가 약 21%이며 그 중에서 lignin 부분이 약 9.6%, cellulose부분이 7.6%, hemicellulose부분은 3.9%로 나타났다. Hijiki는 食物纖維가 약 41%이고 그 중 1/2정도가 lignin物質이었다. 한편 Tengusa 역시 食物纖維는 44%이지만 hemicellulose부분이 약 28%를 차지하고 lignin은 약간이었다.

Makonbu, Nagakonbu 및 Rishirikonbu는 모두 食物纖維가 13~15%로 Wakame보다는 낮고 그 중 약 반은 cellulose이다. 그리고 hemicellulose는 4~5% 정도였다. 또 Asakusanori는 食物纖維가 16%로 이 중 cellulose

표 3. 海藻類의 食物纖維의 含量

(乾物中 : %)

	Hemicellulose fraction	Cellulose fraction	Lignin-like fraction	Dietary fiber
Wakame	3.88	7.55	9.63	21.06
Makonbu	4.09	6.08	2.65	12.82
Nagakonbu	5.62	5.87	2.73	14.22
Rishirikonbu	3.94	8.50	2.98	15.42
Hijiki	8.22	11.03	21.83	41.08
Tengusa	28.3	14.01	1.87	44.18
Asakusanori	6.44	7.42	2.29	16.15

가 약 7%, hemicellulose는 약 6.4%로 나타났다. 이들 결과는 해조류의 종류에 따라 食物纖維함량 차이가 많고 또 hemicellulose, cellulose, lignin의 조성비율도 상당히 다르다.

한편 고래로부터 한방약의 귀중한 영양이라 불리운 인삼에 대하여 年根別, 生育月別 NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, lignin 및 pectin의 함량은 표 4와 같다.

3年根의 경우 NDF는 평균함량이 16%이지만 월별로 불규칙한 변화를 보였다. 또한 ADF

는 채취 人蔘根에서 年根이 오를 수록 감소하는 현상을 보였으나 8월과 9월에 채취된 人蔘根은 반대로 증가하였다. 한편 hemicellulose의 경우 8,9월에 채취된 人蔘根은 감소된 반면 6월 채취분은 증가하였다. 그리고 cellulose의 함량은 대체적으로 6월에는 함량이 높은 반면에 8월에는 감소되었다가 다시 9월에는 증가되는 것으로 나타났다. 또한 lignin함량은 모두 年根이 오를 수록 증가되는 것으로 나타났다.

표 4. 人蔘의 食物纖維 含量

(乾物中 : %)

Picking month	Cultured years	NDF*	ADF**	Hemicellulose	Cellulose	Lignin	Pectin
6月	3	22.32	16.36	5.96	15.32	0.83	8.23
	4	18.55	12.13	6.42	11.59	0.52	7.47
	5	17.29	9.16	8.13	8.33	0.83	5.76
	6	21.01	9.34	11.67	8.05	1.27	6.11
8月	3	17.76	5.35	12.41	4.52	0.76	6.84
	4	16.26	6.84	9.42	5.76	1.06	3.78
	5	15.23	7.07	8.16	5.85	1.22	3.62
	6	15.86	7.46	8.40	6.20	1.26	4.46
9月	3	16.89	6.31	10.58	6.07	0.22	5.13
	4	17.25	7.27	9.98	6.35	0.92	4.49
	5	14.20	9.08	5.12	7.98	1.10	4.77
	6	16.44	11.57	4.87	10.41	1.14	4.99

* neutral detergent fiber

** acid detergent fiber

4. 食物纖維의 攝取量

일반적으로 정제된 食品들은 거의가 섭취, 소화, 흡수 등이 빠르고 쉽게 된다. 그러나 이러한 결과는 꼭 유리한 결과만을 가져오지 않는다. 모든 음식물은 위에 일정시간 머무는 것이 좋은데 이것은 植物纖維가 食物섭취의 방해로 섭취시간을 길게 만든다. 예로서 검은 빵이나 현미食이 흰빵이나 白米食보다 攝取, 消化, 吸收時間이 길은 것은 이 때문이다.

섭취섭취의 수준은 개발도상국 보다는 서구 선진제국들이 적은 것으로 되어 있다. 미국에

서의 1880, 1964, 1974년도의 1인당 섬유섭취량은 표 5와 같다. 섭취총량은 1880년 8.1g에서 1974년에 3.0g으로 1/2이하로 감소하였는데 그 중 곡류와 감자의 섭취가 크게 줄어들었으나 야채와 과일은 별로 차이는 없었다.

표 5. 미국에 있어서 1일당 섬유섭취량의 추정 (단위 : g)

섭취원의 식품	1880	1964	1974
곡 류	3.2	0.3	0.8
감 자	1.1	0.5	0.6
두 류	1.0	1.0	0.6
야채와 과일	2.8	3.3	2.0
섬유의 합계	8.1	5.1	3.0

일본의 경우 국민영양조사 결과를 보면 1979년 1인 1일에 食物纖維 섭취량은 19.4g인데 지역으로 보면 大都市는 17.4g, 小都市 및 農村은 20.2g으로 大都市가 적게 섭취하는 것으로 나타났다. 또 6에서 보면 1일에 섭취하는 食物纖維량은 15~19g 중 조식유의 정량치에

대해 2~3배이다.

英國의 食物纖維量 역시 1일 15~19g으로 섭취량이 비슷하였다.

또 1인 1일 조식유 섭취량은 영국이 4~8g, 미국이 8~11g으로 食物纖維의 量은 粗纖維의 3~5배에 달한다고 한다.

표 6. 일본에서의 1食中 食物纖維重量

(단위 : g)

시 료	Hemice-llulose	Cellulose	Lignin	食物纖維 (A)	粗纖維	食品成分表에서 계산치 (B)	A/B
A (아침)	1.67	1.53	1.53	4.73	0.41	1.27	3.4
B (점심)	1.48	1.31	0.66	3.45	1.83	1.37	2.5
C (저녁)	2.31	1.54	2.77	6.62	1.48	1.81	3.7
A+B+C	5.46	4.73	4.96	14.80	3.72	4.45	3.3
A (아침)	0.79	1.05	2.27	4.11	1.77	1.31	3.1
B (점심)	2.39	2.14	4.53	9.06	2.78	1.86	4.9
C (저녁)	2.35	2.93	1.04	6.32	2.53	2.67	2.4
A+B+C	5.53	6.12	7.84	19.46	7.08	5.84	3.3

5. 食物纖維와 健康

① 食物纖維와 糖尿病

섬유소에 대한 인식은 최근 구미제국에서는 건강식품, 미용식품 등으로 이용되고 있는 반면 당뇨병 등의 치료에 精製된 섬유를 사용하는 경향이 많다. 이러한 사실은 아프리카 등의 개발도상국에서는 DF(dietary fiber) 섭취량이 많아 당뇨병이 적지만 정제된 食物의 섭취량이 많고 DF 섭취량이 적은 구미제국에서는 당뇨병이 많다는 것에도 일치한다. 이는 정제된 食品을 많이 섭취하면 자연적으로 DF 섭취량이 저하되어 당뇨병의 원인이 될 수 있다고 지적할 수 있다.

한편 당뇨병 control에 미치는 食物纖維의 일반적인 역할은 溶積效果에 의한 滿腹感으로 食事療法 준수를 容易하게 하며 또 영양물질 특히 糖質의 吸收를 지연시켜 過血糖의 出現을 防止하는 것으로 알려지고 있다.

즉, 水溶性 食物纖維가 血糖值 上昇억제 효과의 역할로서는 glucose의 胃內 滯留時間의

延長, glucose의 吸收阻害 및 腸管腔內에서 glucose의 擴散을 阻害하는 가능성을 추정할 수 있다.

그러나 食物纖維의 종류도 많고 그의 生理作用은 종류에 따라 각각 다르기 때문에 당뇨병의 식사요법 보조수단으로서 정제섬유를 쉽게 사용하는 것은 일부 문제점으로 생각되어야 한다.

② 食物纖維와 癌

食餌性 纖維素와 癌과의 관계에 대한 假說을 보면 섬유소 함량이 낮은 食餌는 大便排出速度가 완만하게 되고 發癌物質이 腸에 滯留하는 時間이 길게 되므로 大腸에 癌을 일으킨다고 주장한다. 반대로 高食物纖維食에 있어서는 糞便量이 增加하고 食物의 腸管 통과시간이 단축되기 때문에 腸內에서 生成될 수 있는 發癌物質이나 發癌촉진물질의 生成이 적게 되고, 생성된다 하더라도 腸管과 접촉하는 時間이 짧게 되어 發癌이 억제된다고 한다.

이러한 假說은 餘分の 물, 膽汁酸, 鹽 및 脂肪이 이들 섬유소와 結合해서 發癌物質을 제

거하는 용매로서 작용한다고 한다.

結腸癌의 경우 동물성 식품, 지방, 설탕을 많이 섭취하는 선진국일 수록 발생율은 높고 穀物을 많이 섭취하는 國民은 낮은 것으로 되어 있다. 그러나 高蛋白質, 高脂肪, 低食物纖維食으로 結腸癌의 發生이 促進되는 機構는 아직 不分明하며 또한 食物纖維가 腸內菌叢과 發癌의 관계에 대해서는 아직 많은 문제가 山積되어 있다.

결과적으로 食餌, 腸內菌, 發癌의 관계는 극히 복잡하지만 食物纖維의 섭취에 의해서 腸內의 發癌物質이나 發癌촉진물질의 生成이 억제되거나 또는 免疫增強에 관여하는 腸內菌의 증식을 촉진하므로 發癌이 억제될 가능성은 강하다고 한다.

③ 食物纖維와 心臟血管疾患

食物纖維는 糖尿病이나 腸內癌등 질병에 대하여 억제적 역할을 할 뿐만 아니라 血中 cholesterol을 저하시키고 동맥경화가 일어나는 것을 억제한다고 한다. 그러나 食物纖維가 cholesterol 상승억제작용을 한다는 보고는 많지만 그 作用機構에 대해서는 극히 적은 것 같다. 결과적으로 보면 食物纖維가 많은 食餌는 消化시간이 단축되어 食餌중에 cholesterol의 흡수가 저하되므로 血中 cholesterol농도가 저하되는 것으로 생각된다.

心臟血管疾患에 대해 食餌性 纖維素의 역할이 明確하지 않지만 食餌性 섬유소의 作用은 食品에 따라서 여러가지 다른 원인으로 작용하는 것으로 보고되어지고 있다. 예를 들면 Rat의 경우 분쇄한 Oat麥 또는 大麥漆加食을 주면 血清 cholesterol值가 저하하지만 小麥 전체를 첨가할 때는 여러가지로 다르게 나타난다. 역시 분쇄한 oat麥은 사람에게 있어서도 cholesterol 저하작용을 한다고 한다.

한편 사람이 高纖維素含有食을 많이 섭취하면 膽汁酸, serol 및 脂肪의 排出量이 比較의 많게 되는데 이 중 膽汁酸은 消化에 필수적으로 脂肪과 油을 乳化하여 腸에서 吸收되기 쉽게 하는 역할을 한다. 그러므로 섬유소를 많

이 섭취하면 섬유소와 膽汁酸이 結合을 한다. 따라서 cholesterol과 지방의 흡수를 防止하므로 體內的 cholesterol과 膽汁酸의 再흡수가 어렵게 된다.

참 고 문 헌

1. Trowell, H. ; Am. J. Clin. Nutr., 29 : 417—427(1976).
2. Anderson, J.W. & Chen, W-J, L., Plant fiber. Carbohydrate and Lipid metabolism. An. J. Clin. Nutr., 32 : 346—363(1979).
3. 印南敏外 ; 食物纖維, 篠原出版(株), 東京, (1983).
4. Sinitiro Kawamura ; Plant fiber as food components, Nippon Shokuhin kogyo Gakkaishi 25 (7), 36(1978)
5. Siegel, S.M. ; In Comprehensive Biochemistry, Vol. 26A, Florin, M. and Stotz, E.H., ed, (Elsevier, Amsterdam), p.1 (1968)
6. Food fibre Committee, American Association of Cereal Chemists ; Cereal foods world, 22,18(1977)
7. Southgate, D.A.T. ; J. sci. food Agric., 20,331(1969)
8. Southgate, D. A.T. ; Nutr. Rev, 35(3), 31—37(1977)
9. 森文平, 久島和美岩崎富生, 大宮弘道 ; 日本農藝化學會誌 55(9) 787(1981).
10. 関康榛 ; 慶熙大學校博士學位論文(1984)
11. Cala, J. ; The physiological effects of dietary fiber, C. 325—335(1975)
12. Minowa, M., Bingham, S. & Cummings. H. : Dietary fiber intake in Japon. Human nutrition, Applied nutrition, 37A : 113—119(1983)
13. 森文平, 荒金京子 ; 榮養과 食糧 34(2) 97—104(1981)
14. Cummings, J.H. : Progress report dieatary fiber, Gut., 14. 69—81(1973)
15. Burkitt, D.P., Walker, A.R.P. & Painter, N.S. ; Dietary fiber and diseases. J. Am. Med. Assoc., 229,1068—1074(1974)
16. 沖中重雄, 他 ; 消化, 吸收, 第一出版, 東京, 286—289(1976)
17. Ebihara, K., Masuhara, R. & Kiriyama, S. ; Nutr. Rep. Int., 23, 1145—1156(1981).
18. 入江昇, 他 ; 第32回 日本榮養食糧學會總會發表, 1978
19. Eastwood, M.A. ; Nutr. Rev. 35(3). 42—44(1977)
20. De Groot, A.P., Luyken, R. & Pikaar, N.A. ; Cholesterol-lowering effect of rolled oats, Lancet, 2, 303—304(1963)
21. Kritchevsky, D., Tepper, S.A. & Story, J.A. ; J. food. sci. 40,8—11(1975). ▣