

食品纖維(Dietary fiber) —그 生理效果와 食品에의 利用—

文 範 洙

〈圓光大學校 食品營養學科 教授〉

1. 緒 言

식품 중의 섬유나 그밖의 不消化性 成分은 원래 energy源이 되지 못하고 다만 便通을 조절하는 효과가 있는 정도이며 오히려 消化器官에 부담을 주고 영양소의 利用效率를 저하시키는 것으로 인정되어¹⁾ 경시되어 왔다. 그러한 결과 식품의 精製를 통하여 이들의 함량을 감소시키는 경향을 나타내서 선진국일 수록 精製食品의 日常攝取量이 증가하게 되었고 여기에 過剩營養, 運動不足 및 그밖의 환경요인도 가세하여 이른 바 文化病으로 알려진 高脂質血症, 虛血性心疾患, 糖尿病, 大腸癌, 膽石症, 腸憩室症 등의 成人病 發生率이 증가하여 사회문제로 발전되기에 이르렀다.

그런데 최근에 식품중의 이러한 不消化性成分이 영양소와는 質的으로 다른 작용을 통하여 우리들의 건강에 큰 영향을 미치고 신체의 恒常性 維持作用과 治療的 役割을 갖는 등의 生理效果²⁻⁹⁾가 인정되어 학문분야 뿐 아니라 일반사회에서도 많은 관심을 갖게 되었고 이미 식품의 製造加工에 이용되고 있는 것까지 있어서 이들에 대한 인식이 새로워지고 있다.

이러한 실정에 따라서 이들 食物纖維에 대한 定義와 종류 그리고 生理적인 效果와 이를 이용한 食品工業에의 利用現況을 체계적으로 살펴보고자 한다.

2. 食物纖維(dietary fiber)의 定義와 分類

食物纖維란 원래 섬유질(fiber) 또는 조섬유(分析學上의 慣用語) 등으로 막연하게 표현되어 왔지만 식품 중의 소화되지 않는 섬유질의 전부를 나타내지 못하는 점이 없지 않다. 그래서 Hipsley¹⁰⁾는 cellulose, hemicellulose 및 lignin의 세 가지 성분을 포함하는 표현으로서 1953년에 처음으로 dietary fiber란 명칭을 제안하였고 그 후 Trowell⁷⁻⁹⁾은 生理的 意義까지 포함시켜 생각하였으며 다시 세포벽의 構造多糖類인 上記 3성분 외에 섬유에 결합하고 있는 지질(wax 등), 不利用窒素, 미량원소 등과 植物細胞壁의 기타 不消化性 化合物까지 포함시켰다. 그리고 Trowell은 섬유에 결합한 이들 물질을 食物纖維(dietary fiber)와 구별하여 食物纖維複合物(dietary fiber complex)라고 불렀다.

그 후 pectin이나 guar gum 등 粘性이 있는 貯藏多糖類도 사람의 소화효소에 의하여 가수분해되지 않는 점과 그 生理作用을 고려하여 “食物纖維(dietary fiber)란 사람의 소화효소에 의해서 가수분해되지 않는 植物性多糖類와 lignin을 말하는 것”으로 정의하게 되었다.¹¹⁾

그러나 動物性多糖類인 chitin, chitosan 등도 植物性인 難消化性 多糖類와 비슷한 生理作

用이 있는 것이 밝혀짐으로서 이들 동물에서 유래된 不消化成分까지 포함시켜서 食物纖維(dietary fiber)를 “사람의 소화효소에 의해서 소화되지 않는 식물 중의 難消化性 成分의 모든 것”이라고 정의하기에 이르렀다.¹²⁾

따라서 食物纖維에 속하는 물질에는 cell-

uloes를 비롯한 여러 가지가 있는데 이들을 그 유래에 따라 細胞壁構成物質과 非構成物質로 분류하면 표 1과 같다.¹³⁾

또 화학구조에 따라 분류하면 표 2와 같다.¹⁴⁾ 이 밖에도 물에 대한 친화성에 따라 水溶性 食物纖維와 不溶性 食物纖維로 분류하기도

표 1. 食物纖維의 分類와 그 主成分

起 源	分 類	成 分
細胞壁의 構成物質	cellulose hemicellulose (非cellulose 多糖類) pectin質(不溶性) lignin chitin	B-D-glucan xylan mannan galactan galacturonan 芳香族炭化水素重合體 polyglucosamin
非構成物質(天然物 및 添加物)	pectin質(水溶性) 植物 gum 粘質物(mucilages) 海草多糖類 化學修飾多糖類	galacturonan polyuronide galactomannan glucomannan guluronomanuronan 加工 starch carboxymethyl cellulose

표 2. 化學構造에 따른 食物纖維의 分類

基 本 構 造	名 稱 (所 在)
1. homoglucan(直鎖型) glucan galactan mannan xylan fructan	cellulose(植物一般), chitin(甲殼類, 昆蟲, 곰팡이, 효모, 真菌), laminaran(褐藻) agar-agar(紅藻), carrageenan(紅藻) 象牙야자 mannan(象牙야자열매), salepmanan(salep) 벗집 xylan(벗집), 海藻 xylan(海藻) inulin(뿌리감자)
2. homoglucan(分枝型) galactan mannan arabinan(araban) fructan	달팽이 galactan(달팽이) 酵母 mannan(酵母), asakusa김 mannan(asakusa김) peanut arabinan(땅콩) levan(禾本科植物의 줄기)
3. heteroglucan(中性) glucomannan galactomannan arabinogalactan galactoxyloglucan	곤약 mannan(곤약),百合 mannan(백합뿌리) guar gum(guar 종자), locust bean gum (locust bean 종자) L-arabinogalactan(大豆) tamarind gum(tamarind 종자)

4. heteroglucan(酸性) glucuronoxyloglucan glucuronogalactoglucan	闊葉樹林 hemicellulose B Arabia gum(아카시아나무), mesquite gum(mesquite나무)
5. glucuronan (uronic acid polysaccharide) galacturonan guluronomannuronoglucan galacturonorhamnan glucuronomannan	pectin(과일, beet, pulp) alginic acid(褐藻) karaya gum(karaya나무), khaya gum(mahogany樹) cherry gum(버찌)
6. 芳香族炭化水素重合體	lignin(植物性 食品一般)

하고 腸內에서의 발효성에 의해서 ① 野菜纖維類(+), ② 穀類纖維類(+ 또는 土), ③ 化學修飾纖維類(-)로 분류하는 경우도 있다.

3. 食物纖維의 生理作用

식물섬유는 영양적 가치는 별로 없지만 消化管을 통과할 때 그 특성을 발휘함으로써 消化管이나 내용물에 여러 가지 영향을 끼친다. 그 영향의 중요한 것은 다음과 같다.

1) 消化管의 운동을 활발하게 하도록 자극하고 더 나아가서는 消化管의 형태적, 기능적 변화를 가져오게 한다.

식물섬유를 섭취하면 便通이 잘 되는 것은 이미 Hippocrates의 시대부터 알려진 사실이다.¹⁵⁾ 또 동양인은 서양인보다 腸의 길이가 긴데 그 원인은 동양인이 서양인보다 食物纖維를 많이 섭취하는데 있다고 하며 실제로 동양인은 植物性 食品을 많이 섭취하는데 반하여 서양인은 動物性 食品이나 정제된 식품을 많이 섭취하는 것이 일반적인 食習慣이다.¹⁵⁾

2) 大便容積을 증가시킨다.

食物纖維의 섭취량이 많은 사람은 그렇지 않은 사람에 비하여 大便의 배설량이 많다. 식물섬유의 섭취량이 많은 아프리카 農村의 原住民은 1日 大便배설량이 약 500g인데 비하여 北歐人이나 北美人의 大便量은 1日 약 100g 정도라고 한다.¹⁶⁾

식물섬유는 保水性이 커서 물分子가 식물섬유의 표면에 흡착되거나 식물섬유의 틈새에 침입하여 식물섬유의 용적을 증가시키며 그

결과로 大便容積이 증가되고 大便이 연해진다고 한다.

이와 같은 작용은 식물섬유의 종류에 따라 다른데 Williams & Olmsted¹⁷⁾는 여러가지 植物性 食品을 섭취시켜 大便量의 증가에 미치는 효과를 관찰한 바 목화씨 <cellulose <alfa-alfa의 잎 <밀기울 <green pea <통조림 <옥수수 <사탕수수의 pulp <양배추 <당근 <한천의 순으로 효과가 컸으며, 가장 증가효과가 큰 한천의 保水性은 목화씨의 약 20배나 되었다고 한다.

3) 消化管 通過時間을 단축시킨다.

음식물을 먹은 다음 그 未消化物이 大便으로서 배설되는데 소요되는 시간을 음식물의 腸內 滯留時間 또는 消化管 通過時間(gastrointestinal transit time)이라고 하는데 이것은 식물섬유의 섭취량이 많은 사람이 그렇지 않은 사람에 비하여 시간이 짧다. Burkitt¹⁶⁾ 등은 여러가지 조사결과로부터 음식물의 消化管 通過時間은 표 3에서 보는 바와 같이 일반적으로 大便量이 많아질 수록 짧아지는 사실을 알아내고 이것을 실험적으로 증명하였다.

4) 腸內壓 및 腹壓을 저하시킨다.

식물섬유에는 陽이온變換能力이 있어서 小腸에서 이온交換이 일어나고 또한 그 浸水力도 거들어 腸管內에서 부패물질 등장을 자극하는 물질을 흡착, 제거하는 한편 음식물의 腸內 滯留時間 短縮에 의한 大便의 腸內 停滯防止作用으로 腸內壓이나 腹壓을 저하시켜 正常化시킴으로서 大腸憩室症 등 여러가지 腸疾患의 발생을 예방한다.

大腸憩室症은 大腸의 粘膜層이 大便의 停滯

표 3. 식사의 차이에 따른 음식물의 消化管 通過時間과 糞便量

구 분	人 種	消化管 通過時間 (시간)	糞 便 量 (g/日)
食物섭유가 적은 食事 영국 해군군인과 그 부인 영국의 학생(기숙사 생활) 南阿의 학생	白 人 白 人 白 人	83.4 (44~144) 76.1 (35~120) 48.0 (28~60)	104 (39~223) 110 (71~142) 173(120~195)
中間의 食事 南인도의 간호부 南아프리카의 도시어린이 영국의 入院患者 우간다의 학생(기숙사 생활) 영국의 菜食者	인 도 人 아 프 리 카 人 白 人 아 프 리 카 人 白 人	44.0 (23~64) 45.2 (24~59) 41.0 (27~48) 47.0 (22~118) 42.4 (18~97)	155 (—) 165(120~260) 175(128~248) 185 (48~348) 225 (71~488)
食物섭유가 많은 食事 南아프리카의 농촌어린이 우간다의 농촌사람	아 프 리 카 人 아 프 리 카 人	33.5 (20~48) 35.7 (19~68)	275(150~350) 470(178~980)

()內는 變動幅을 표시함.

에 따라 상승된 內壓에 의해서 筋層이 缺如되거나 菲薄化된 부분이 hernia상으로 돌출된 상태가 되는 것으로서 최근에는 Fiber deficiency disease라고까지 불리워지고 있으며¹⁸⁾ 低纖維食을 하는 서양인에 많이 발생되고 高纖維食을 상식으로 하는 아시아, 아프리카인에 게는 적다.

5) 食品成分의 消化吸收를 저하시킨다.

食物纖維는 食物塊나 효소가 消化管內에서 분산되어 나가는 것을 저해하거나 또는 粘膜에 섭유가 걸착하여 영양소의 흡수를 저해한다.¹⁹⁾

또 한편에서는 음식물의 消化管 通過時間을 단축시켜 영양소가 소화되는 시간을 제대로 주지 않음으로서 소화·흡수가 충분히 되지 않는 사이에 배설하게 된다.

일반적으로 食物纖維가 소화·흡수에 미치는 영향은 단백질에 비해서 지질의 경우가 적으며 당질의 경우는 단백질이나 지질에 비해서 적다고 한다.^{20~22)}

무기질에 대한 食物纖維의 영향은 특히 커서 그 出納이 負가 되는 경우가 많다. 食物纖維가 무기질의 腸管吸收를 억제하는 것은 前述한 저해작용 외에 다음과 같은 作用에 의하는 것으로 생각된다.¹⁵⁾

(가) 食物섭유의 이온交換能에 의한 무기질과의 不可逆的 結合: 식물섭유는 OH基, SO₃H基, COOH基 등을 가지고 있어서 消化管을 이동하는 과정에 산이나 알칼리에 의해서 활성화되어 일종의 이온交換支持體가 되고 이 活性基가 무기이온과 不可逆的으로 결합함으로써 腸管에서의 흡수가 저해된다. 실제로 in vitro에서 칼슘은 식물섭유와 직접 결합하는 사실이 증명되었다.^{23~24)} 또 아연은 全粒小麥의 식물섭유에 대해서 칼슘보다도 강하게 결합한다고 한다.²³⁾

(나) 식물섭유의 부피增大效果에 의한 무기질의 稀釋: 식물섭유는 保水性이 커서 수분을 충분히 흡착하면 부피가 아주 커지고 식물섭유 덩어리 속으로 끌려 들어간 무기질은 희석되어 濃度가 저하되면 擴散되기 어렵게 되어서 흡수가 잘 안된다.

(다) 食物纖維에 의한 內因性 무기질의 分泌增加: 消化管에서 분비되는 消化液에 함유되어 있는 여러가지 무기질이 保水性이 큰 식물섭유에 의해서 흡착됨으로서 分泌量이 증가되는 반면 腸管에서의 무기질의 흡수는 식물섭유에 의해서 억제되므로 대변으로 배설되는 양은 증가된다.

(라) 腸內細菌에 의한 무기질의 損失: 식물섭

유를 섭취하면 腸內細菌의 분포와 종류가 변동되는데 腸內細菌이 증가하여 무기질을 착취하면 생체의 무기질利用率은 그만큼 저하하게 된다.

(ㄷ) 食物纖維의 기계적 작용에 의한 腸管粘膜炎의 손상에 따른 吸收障害: 식물섬유는 수분을 충분히 흡착하면 부피가 아주 커진다. 식물섬유를 대량으로 섭취하면 팽창한 식물섬유가 腸管粘膜炎에 강하게 접촉하는 기회가 많아지고 그 기계적 작용에 의해서 粘膜炎吸收上皮細胞가 손상을 받게 되고 吸收上皮에 존재하는 무기질吸收擔體가 剝離脫落하여 흡수가 저해된다.

이와 같이 식물섬유를 섭취하면 일반적으로 무기질의 대변으로의 배설량은 증가되고 出納은 負가 되는데 그 정도는 식물섬유의 섭취량에 의해서 좌우되고 또한 식물섬유의 攝取期間에 의해서도 차이가 생긴다.

한편 비타민의 경우에는 주로 脂溶性 비타민이 식물섬유에 의해서 흡수가 저하되고 水溶性비타민의 대부분은 식물섬유의 섭취로 그 腸內合成이 촉진되어 그 일부가 흡수·이용되므로 오히려 生體에 대해서는 유리할 것으로 생각된다. 또 비타민 K는 지용성 비타민의 일종이기는 하지만 腸內合成이 되므로 만약 吸收阻害가 있다 하더라도 그 영향은 거의 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

6) 腸肝循環하는 膽汁酸을 감소시킨다.

膽汁酸은 肝臟에서 생성되고 담낭을 거쳐 소장으로 분비되며 지방을 乳化시켜서 그 消化吸收를 돕는 물질인데 그 구실이 끝나면 대부분은 소장에서 다시 흡수되어 간장으로 되돌아간다. 이것을 腸肝循環이라고 한다. 食物纖維는 腸肝循環하는 膽汁酸의 재흡수를 저해하여 糞便中으로의 배설량을 증가시킬²⁶⁻²⁸⁾ 뿐 아니라 음식물중의 cholesterol의 흡수도 저하시킨다. 물에 녹기 어려운 식물섬유는 膽汁酸과의 結合력이 강하다.

食物纖維에 의한 膽汁酸의 흡착은 표 4와 같이 식물섬유의 종류에 따라 다르다.²⁹⁾

또 膽汁酸의 종류에 따라서도 영향을 받는데

表 4. 食物纖維에 의한 taurocholic acid sodium 鹽의 吸着

食 物 纖 維	吸着된 taurocholic acid sodium鹽의 量 ($\mu\text{g}/50\text{mg}$ 食物纖維)
우 영	75
콩 나 물	133
무 우	155
죽 순	193
alfa-alfa	238
cellulose 분 말	8
食用 곤 낙	10
옥수수外皮	95
밀 기 울	35
大麥外皮	20

(i) 抱合型膽汁酸보다는 非抱合型膽汁酸이 더 잘 흡착되고³⁰⁾

(ii) trihydroxy체보다는 dihydroxy체가 더 잘 흡착된다고 한다.

7) 腸內細菌의 종류를 변화시킨다.

腸內細菌叢에 미치는 食物纖維의 영향은 연구자에 따라 그 결과가 다른 것이 보통이어서 반드시 일치된 성적을 얻지 못하고 있지만 일반적으로 低纖維食인 쪽이 高纖維食인 쪽에 비하여 Bacteroides 등 嫌氣性菌이 우세하고³¹⁻³⁴⁾ 結腸癌 多發地域 역시 Bacteroides菌數가 큰 것으로 보고³⁵⁾된 바 있다.

食物纖維의 이와 같은 작용의 결과로 生體에는 여러가지 반응이 나타나는데 식물섬유의 종류가 달라지면 生體에 대한 반응도 달라진다.

따라서 식물섬유가 결핍되거나 적은 음식물을 섭취하는 경우에는 이상과 같은 작용이 弱화되고 그 결과로 여러가지 疾病이 발생하게 되는 것이 보통이다. 그러므로 식물섬유는 消化管內에서의 여러가지 작용을 통하여 이들 疾病의 발생을 制御하고 있는 것이라 할 수 있다.

4. 食物纖維와 疾病

食物纖維의 결핍과 관련된 疾病은 腸疾患과

代謝性疾患으로 大別할 수 있는데 이들 疾患 중 중요한 것과 식물섬유와의 관계에 대하여 살펴 보기로 한다.

(1) 腸疾患

① 便秘

변비는 그 成因이 다양하며 특히 노인층에게서 많이 볼 수 있고 食物纖維를 적게 섭취하는 층에게서 많이 나타난다.

食物纖維는 保水性이 크고 gel形成能이 있어서 大便容量을 증대시키고 大便의 消化管 通過時間을 단축시켜서 변비의 예방과 치료에 효과를 나타낸다.

독일에서 59~97세의 노인 80명에 대해서 조사한 결과 食物纖維의 섭취량은 8~30g이었고 섬유질의 섭취량이 적은 노인에게서 변비증이 현저하였다고 한다.³⁶⁾

변비의 예방과 치료에는 신선한 과일이나 야채를 섭취하는 것도 좋지만 곡류기울로 하루 10~50g을 섭취하는 것이 효과적이라고 한다.³⁷⁾

독일에서는 남자는 하루 20g, 여자는 17g의 食物纖維를 섭취하도록 권장하고 있는데 식품 섬유질의 권장량에 대해서는 아직도 논란이 많다.

② 大腸癌

대장암은 서양에서 肺癌, 乳癌과 마찬가지로 흔한 疾患인데 Burkitt⁶²⁾는 식품중의 纖維 缺乏이 이에 크게 관여하고 있는 것으로 인정하였다. 즉 전형적인 서양음식에는 섬유질이 적어서 腸內容物의 腸內 通過時間을 지연시키고 변의 停滯를 가져오게 하여 결과적으로 腸內의 發癌物質이나 發癌促進物質이 오랫동안 腸粘膜과 접촉하게 됨으로서 대장암의 발생이 촉진되는 것으로 생각하였다.

高纖維食은 低纖維食에 따른 변비와는 반대로 大便容量을 증대시키고 腸內通過時間도 단축시키기 때문에 발암물질이나 발암촉진물질은 희석될 뿐 아니라 배설도 신속하게 되므로 결과적으로 腸內壓이나 腹壓을 저하시켜 正常化하게 하고 腸粘膜에 대한 영향이 적어지게

함으로서 發癌抑制效果를 나타내게 된다.

高纖維食으로서는 수용성의 발효되기 쉬운 식물섬유보다 cellulose나 lignin 등이 많이 함유된 것이 효과적이다.

③ 腸憩室症¹⁵⁾

腸憩室症은 前述한 바와 같이 고섬유식을 常食하는 아세아인이나 아프리카인에게는 적으며 그 頻度는 식품중의 섬유질 함량과 밀접한 관계가 있는 것이 疫學的으로도 밝혀져 있다.

腸憩室症은 1900년 이전에는 거의 없었던 희귀한 질환이었으나 産業革命인 1880~1890년경에 製粉機가 도입되어 빵의 밀기울 함량이 急減된 것이 원인이 되어서 약 40년 후인 1920년경부터 증가하였으며 서양에서는 노인의 30~40%에게서 볼 수 있을 정도로 흔한 질환이 되었다. 이와 같이 腸憩室症은 低纖維食이 습관화 된지 약 40년 후가 되어야 발생된다고 하며 섬유증에 의한 식생활의 변화에 따라 영향을 크게 받으며 그 예로서 하와이의 일본인 2세는 白人과 같은 정도의 빈도로 憩室症을 보이고 있다고 한다.

(2) 代謝性疾患

① 肥滿

비만은 섭취열량에 비하여 소비열량이 적어서 남는 열량이 中性脂肪으로서 脂肪組織에 이상하게 많이 축적되는 상태이며 그 중에는 어떠한 질환에 기인되는 症候性肥滿도 있지만 대부분은 單純性肥滿이다.

비만은 식물섬유와 밀접한 관계가 있으며 비만자의 食事內容을 잘 검토하여 보면 섭취 열량중 동물성 단백질, 유지, 精製된 당질(설탕)의 비율이 壓倒的으로 큰 반면 곡류의 섭취량이 적고 食物纖維를 풍부하게 함유하는 채소나 해조류의 비율이 크게 떨어지는 것이 특징이다.

食物纖維는 열량가가 낮거나 또는 거의 없으므로 무게에 비하여 부피가 커서 飽滿感을 얻기 쉬울 뿐 아니라 영양소의 소화·흡수를 어느 정도 저하시키므로 肥滿의 예방이나 減

량에 유효하다.

또 곡류, 채소, 해조류등 식물섬유가 풍부한 식사를 하면 필연적으로 씹는 회수가 증가하게 되어 肥滿者에게 특유한 速食을 방지하게 되므로 결과적으로 多食을 막아서 뚱뚱해지기 쉬운 食事態度를 是正하는데 효과가 있다.

Mickelsen 등³⁹⁾은 肥滿男學生 16명을 대상으로 1일량 25.5g의 식물섬유를 함유하는 高纖維食빵을 투여하여 1일량 1.02g의 低纖維食빵과 비교하고 총 섭취열량의 저하와 有害한 體重減少 효과가 있는 것을 밝혔다.

② 糖尿病

당뇨병의 대부분은 中年期 이후에 遺傳的 素因을 배경으로 하여 過食, 美食, 운동부족에 의해서 肥滿이 되고 여기에 stress가 관여하여 발병하는 이른바 Type II 인 insulin非依存性 당뇨병이다.

식사 후에는 누구나 血糖値가 일시적으로 상승하였다가 正常値로 회복되는 것이 보통인데 당뇨병이 되면 이 血糖値가 잘 떨어지지 않게 된다. 그것을 血糖을 조절하는 호르몬인 insulin이 췌장에서 적게 분비되거나 혹은 세포의 insulin感受性이 저하되기 때문에 일어난다.

최근 pectin, guar gum같은 물에 녹기 쉬운 食物纖維가 食後의 血糖上昇을 억제하여 insulin의 분비를 절약케 하는 작용을 갖는 것이 밝혀졌고⁴⁰⁾ glucomannan에도 같은 작용이 있다고 한다.⁴¹⁾ 이러한 작용은 粘度가 클 수록 그 효과가 커서 粘度와 血糖上昇 抑制效果와의 사이에는 큰 相關關係가 있는 것으로 인정되어 있다.

이들 食物纖維를 섭취하면 당의 胃內 滯留時間이 길어지고 흡수가 서서히 진행되기 때문에 血糖値가 낮아져 insulin의 분비가 절약되는 것으로 생각된다.

또 물에 잘 안녹는 식물섬유의 경우에도 오래동안 섭취하면 食後의 血糖上昇이 억제된다.

실제로 insulin非依存性 糖尿病患者에게 高纖維食을 2~3주간 계속 먹일 경우 低纖維食에 비하여 食後의 혈당치, 혈청의 insulin농

도, 尿糖의 배설등이 저하되는 것으로 나타났다.⁴³⁾

식사로서는 高纖維, 高炭水化物인 것이 血糖上昇 抑制效果가 크다. Anderson 등⁴⁴⁾은 高纖維, 高炭水化物, 低脂肪인 식사를 당뇨병환자에게 먹이면 insulin의 투여량을 감소하거나 중지시킬 수 있다고 보고하였다. 이러한 사실은 당뇨병이 纖維의 결핍에 의한 代謝異常이라고 한 Trowell의 假說⁴⁵⁾을 臨床實驗的으로 뒷받침하는 것이라 하겠다. 따라서 식물섬유를 많이 함유하는 식사는 中年期 이후에 發症하는 많은 成人型 糖尿病의 食事療法으로서 또는 그 예방에 효과가 있는 것으로 생각되고 있다.⁴⁶⁾

③ 高脂質血症

오랫동안 포화지방산이나 cholesterol을 많이 함유하는 식품을 계속해서 偏食하거나 熱량의 과잉섭취를 계속하면 高脂質血症을 일으키고 결국은 動脈硬化에 이르러 虛血性心疾患을 일으키는 원인이 된다.

식물섬유는 음식 중의 지질의 흡수를 억제하는 성질이 있어서 高脂質血症을 예방하는 효과가 있다. 그 효과는 식물섬유의 종류에 따라 차이가 있는데 물에 녹기 쉬운 pectin, guar gum, glucomannan 등은 cholesterol의 上昇抑制作用이 크지만 물에 녹기 어려운 cellulose같은 것은 작용이 약하다.⁴⁷⁾ 그러나 玄米, 燕麥, 강낭콩, brown bean 등은 그 중에 함유되어 있는 식물섬유가 대부분 물에 녹기 어려운 것인데도 血清cholesterol의 上昇抑制效果를 나타낸다고 한다.

식물섬유의 이와 같은 血清cholesterol의 上昇抑制作用은 특정한 cholesterol을 흡착하는 작용에 의한 것이다.⁴⁸⁾

일반적으로 粘性性인 것, 예를 들면 pectin, guar gum, glucomannan, mucin 등이 血清脂質의 저하에 효과가 있지만 triglyceride나 HDL-cholesterol에는 그다지 효과가 없는 것 같다.^{26, 49-54)}

④ 虛血性心疾患

Walker와 Arvidson 등은 南아프리카의

Bantu族에 있어서 冠動脈硬化性疾患이 비교적 적은 것은 섬유질의 섭취량이 많은 것과 관련이 있다고 지적하였다.⁵⁵⁾ 일반적으로 섬유질의 섭취량이 많을 것으로 추정되는 菜食主義者는 일반인보다 50%나 조섬유의 섭취량이 많고 血清cholesterol은 약 28%나 낮았다는 것이 확인된 바 있는데⁵⁶⁾ 이러한 血清cholesterol의 저하는 低比重 lipoprotein (LDL)의 cholesterol이 저하되는데 기인하는 것이고 高比重 lipoprotein(HDL)의 cholesterol도 다소 저하되는 경향을 나타내지만 超低比重 lipoprotein (VLDL)은 오히려 正常이거나 약간 증가하였다.

또 영국에서의 疫學調査에 따르면 장기간 곡류의 섬유를 많이 섭취한 사람은 그렇지 않은 사람에 비해서 虛血性心疾患의 發生率이 낮은 것으로 나타났다.

⑤ 膽石症

食物纖維는 前述한 바와 같이 腸肝循環하는 膽汁酸의 흡수를 저해한다. 따라서 高纖維食을 하면 肝臟으로 되돌아가는 膽汁酸의 量을 저하시키고 또 음식중의 cholesterol의 흡수도 억제되므로 肝臟에서 cholesterol을 膽汁酸로 분해하여 膽囊 cholesterol의 過飽和를 방지함으로써 膽石을 예방하는데 관여하는 것으로 추정되고 있다.⁴⁶⁾

5. 食物纖維의 食品에의 利用

최근 食物纖維의 生理作用이 밝혀짐으로서 섬유질의 섭취에 대한 關心이 크게 높아짐에 따라 加工食品에 食物纖維를 첨가하려는 시도가 증가되고 있다.

그런데 식품에 따라서는 食物纖維를 첨가하기 쉬운 것도 있고 첨가하기 어려운 것도 있다. 첨가하기 쉬운 식품으로는 빵이나 케이크, 쿠키 등의 小麥粉 加工製品이고 그 중에서도 빵이 대표적이다. 따라서 식물섬유의 生理作用이 밝혀지자 재빨리 그 導入을 시도한 것은 製빵業界이며 미국에서는 全粒粉빵(조섬유 함량 1.5~2.0%)보다 4배정도 조섬유가

많고 熱量도 30%정도 낮은 high fiber bread가 발매되었는데 이 빵에 대한 消費者의 관심이 대단히 높아 短期間內에 그 소비가 急增하여 현재는 主要品目의 하나가 되었다고 한다.¹⁵⁾ 이 빵에는 보통 100g당 6~8g정도의 섬유가 첨가되어 있지만 이것의 2배 가까운 섬유가 첨가된 것도 일부 시판되고 있다고 한다.¹⁵⁾

현재 食品製造에는 주로 밀기울과 분말 cellulose가 이용되고 있으며 이 외에도 맥주粕^{57,58)}, coconut殘渣⁵⁹⁾, 옥수수 脫脂胚芽粉⁶⁰⁾ 등의 이용이 시도되고 있고 또 비지, 사과粕, 海藻 등에 대해서도 관심이 모아지고 있다.

특히 cellulose는 빵, 케이크, 쿠키, 비스킷 외에도 macaroni에 대해서 삶아낼 때의 粘着을 방지하기 위해서 6~12% 첨가되고 스넥식품에는 기름에 튀길 때 부서지지 않고 보다 얇은 제품을 얻기 위해서 첨가되며 病院食으로서 국수, 고기만두, 피자파이, 떡, 볶은 밥, 어묵, 햄버거, 두부 등 여러가지 식품에 첨가된다.

이와 같이 섬유질의 生理效果에 主眼點을 두고 식품에 첨가되는 외에 cellulose는 식품의 物性を 改良하기 위해서 첨가되기도 한다. 예를 들면 肉製品에 0.5~2%의 분말 cellulose를 첨가하면 加工中에 肉汁의 손실이 방지되고 수분과 지방의 保持力이 강화된다. 또 햄이나 소시지는 slicing性이 개량된다.

또 粘度調整이나 乳化性, 保水性, 保香性 등의 向上, 成分의 分離防止, 解凍安定性의 向上, 團結防止 및 流動性 向上 등의 목적으로 음료, 소오스, 케찹, 새라드·드레싱, 잼, 젤리, 冷凍食品, 아이스크림 및 각종 분말식품 등에 널리 이용된다.

한편 guar gum, locust bean gum, karaya gum, arabia gum, tragacant gum, pectin carrageenan 등의 天然物과 methyl cellulose, carboxymethyl cellulose (CMC), sodium alginate, carboxymethyl starch 등의 合成品은 糊料(thickner 또는 gelling agent)로서 식품에 널리 첨가되고 있다.

6. 結 語

식물성 식품에 함유되어 있는 不消化性 또는 難溶性成分인 食物纖維는 영양적 가치는 없지만 여러가지 生理效果를 나타내어 인체에 영향을 끼치고 여러가지 질병(비만, 당뇨병, 고지질혈증, 동맥경화증, 계실증, 장암, 변비 등)의 예방이나 치료에 좋은 효과가 있는 것으로 밝혀졌으며 이러한 점에 착안하여 식물 섬유를 식품에 첨가하여 제품화하려는 연구가 점차 활발해지고 있으며 그 중 일부는 이미 실용화되고 있다.

그러나 식물섬유의 과잉섭취는 장폐색증이나 장점막의 손상을 초래하기도 하고 무기질의 흡수를 저해하는 수도 있을 뿐 아니라 아직 더 밝혀져야 할 生理效果 문제도 많고 食品에의 利用面에 있어서도 검토하여야 할 연구과제가 많다.

한편 우리나라에서도 느끼기는 하지만 食事內容이 점차 西歐化되는 경향을 나타내고 있는 점도 유의하여야 할 문제이다.

따라서 이러한 점에 대비하여 우리나라에서도 식물섬유를 첨가한 식품을 연구·개발하는데 힘을 기울여야 할 것이다.

參 考 文 獻

1) McCance, R.A. and Lawrence, R.D.: The carbohydrate content of food, Med. Res. Coun. Spec. Rept. Ser., **135**, 24, Her Majesty's stationery office, London(1929). 2) Dimock, E.M.: The prevention of constipation, Brit. Med. J., **1**, 906 (1937). 3) Williams, R.D. and Olmsted, W.H.: The effect of cellulose, hemicellulose and lignin on the weight of the stool: a contribution to the study of laxation in Man, J. Nutr., **11**, 433(1936). 4) Walker, A.R.P.: The effects of recent changes of Food habits and Bowel motility, S. Afr. Med. J., **21**, 590(1947). 5) Trowell, H.C.: Non infective disease in Africa, p.217, Edward Arnold, London (1960). 6) Burkitt, D.P.: Epidemiology of cancer of colon and Rectum, Cancer, **28**, 3(1971). 7)

Trowell, H.C.: Crude fiber, Dietary fiber and Atherosclerosis, Atherosclerosis, **16**, 138(1972). 8) Trowell, H.C.: Ischemic heart disease and dietary fiber, Am. J. Clin. Nutr., **25**, 926(1972). 9) Nutrition Coordinating Committee of the NIH: Symposium on Role of Dietary fiber in Health, 1977 March, at Bethesda, Am. J. Clin. Nutr., **31**, Suppl (1978). 10) Hipsley, E.H.: Dietary fiber and pregnancy toxemia, Brit. Med. J., **2**, 420 (1953). 11) Trowell, H.C., Southgate, D.A.T., Wolever, T.M.S., Leeds, A.R., Gassul, M.A. and Jenkins, D.J.A.: Dietary fiber Refined, Lancet, **1**, 967(1976). 12) 桐山修八: 食物セロイの營養的効果, 化學と生物, **18**, 95(1980). 13) 印南敏: 食物纖維の意義と研究の動向, 臨床營養, **57**, 605(1980) 14) 水野卓, 西澤一俊: 圖解糖質化學便覽, p.106, 共立出版, 東京(1971). 15) 印南敏, 桐山修八: 食物纖維, 日本第一出版, 東京(1982). 16) Burkitt, D.P., Walker, A.R.P., Painter N.S.: Effect of Dietary Fiber on stools transit times, and its role in the Causation of Disease, Lancet, **30**, 1408 (1972). 17) William, R.D., Olmsted, W.H.: The Effect of Cellulose, Hemicellulose and Lignin on the Weight of Stool, J. Nutri. **11** 433 (1936) 18) Kümmerle F., Brückner R., Fucks, H.F., Ottenjann R.O., painter, N.S. und Reilly, M.: Klinik und Therapie der Divertikulitis des Dickdarms Dtsch. med. Wshr. **105**, 661~665. 19) Forman, L.P., and Schneeman, B.D.: Effect of Dietary pectin and fat on the small intestinal contents and exocrine pancreas of rats, J. Nutri., **110**, 1992~1997 (1980) 20) Spiller, G.A. and Shipley, E.A.: Perspectives in dietary fiber in human nutrition; Wld. Rev. Nutr. Diet., **27**, 105~131(1977). 21) Cummings, J.H.: Nutritional implications of dietary fiber, Am. J. Clin. Nutr., **31**, S21~29(1978). 22) Kelsay, J.L.: A review of research on effect of fiber intake on man, Am. J. Clin. Nutr., **31**, 142~159(1978). 23) Rheinhold, J.G., Ismail-Beigi, F., Faradji, B: Fiber vs phytate as determinant of the availability of calcium. Zinc and iron of bread staffs, Nutr. Rept. Internat., **12**, 75(1975). 24) Delucas, L., Bugg, C.E.: Calcium binding to D-glucuronate residues: crystal structure of a

hydrated calcium bromide salt of D-glucuronic acid, carbohydrate Res., **41**, 19(1975). 25) Morgan, B., Heald, M., Atkin, S.D., Green, J. and Chain, E.B.: Dietary fiber and Stool metabolism in the rat, Br. J. Nutr., **30**, 171~175(1977). 26) Kay, R.M., and Truswell, A.S.: Effect of citrus pectin on Blood lipid and Fecal steroid excretion in man, Am. J. Clin. Nutr., **30**, 171~175(1977). 27) Reddy, B.S., Watanabe, K. and Scheinfil, A.: Effect of dietary Wheat bran, alfalfa, pectin and carrageenan on plasma cholesterol and fecal bile acid and neutral steroid excretion in rats, J. Nutr., **110**, 1247~1254(1980). 28) Eastwood, M.A.: Fiber and enterohepatic circulation, Nutr. rev., **35**, 42~44(1977). 29) 海老原清, 平尾昭彦, 桐山修八: 植物性難消化性成分(dietary fiber) のコレステロール低下作用とタウロコール酸結合能, 農藝化学會誌(日本), **52**, 401~408(1978). 30) Eastwood, M.A.: Dietary fiber in human nutrition, J. Sci. Fd. Agric., **25**, 1523~1527(1974). 31) Peach, S., Fernandez, F., Johnson, K. and Drasar, B.S.: The non-sporing anaerobic bacteria in Human faeces, J. Med. Microbiol., **7**, 213~221(1974). 32) Hill, M.J., Crowther, J. S., Drasar, B.S., Howksworth, G., Aries, V. and Williams, R.E.O.: Bacteria and Aetiology of cancer of the large bowel, Lancet, **1**, 95~100(1971). 33) Finegold, S.M., Attebery, H.R. and Sutter, V.L.: Effect of diet on human fecal flora; comparison of Japanese and American diets, Am. J. Clin. Nutr., **27**, 1456~1469(1974). 34) Reddy, B.S., Weisburger, J.H. and Wynder, E.L.: Effects of High risk and Low risk diets for colon carcinogenesis on fecal microflora and steroids in man, J. Nutr., **105**, 878~884(1975). 35) Moore, W.E.C., Cato, E.P. and Holdeman, L.V.: Some current concepts in intestinal bacteriology, Am. J. Clin. Nutr., **31**, s33~s42(1978). 36) Blumennau, B., Wisker, E., Feldheim, W.: Ballaststoffaufnahme ältere Menschen, Aktuelle, Ernähr. Med. **6**, 236(1981). 37) Feldheim, W.: Brotverzehr, Ballaststoffe und Darmfunktion, Ernähr. Umschau **29**, 321(1982). 38) Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Ernährungsbericht 1980. 39) Mickelsen, O., Makdani, D.D., Cotton, R.H.: Effects of a High fiber bread diet on weightloss in college-age males, Am. J. Clin. Nutr., **32**, 1973(1979). 40) Jenkins, D.J.A., Leeds A.R., Ciassull, M.A., Cochet, B., Arberti, K.G.M.M.: Decrease in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin, Ann. Intern. Med. **86**, 20(1977). 41) 岩崎良文, 内野治人: 食物繊維の投与形態と効果, 醫學のあゆみ, **113**, 164(1980). 42) Jenkins, D.J.A., Walver, T.M.S., Leeds, A.R., Gussul, M.A., Haisman, P., Dilawari, J., Goff, D.V., Metz, G. L. and Alberti, K.G.M.M.: Dietary fibers, fiber analogues, and glucose tolerance; Importance of viscosity, Brit. Med. J., **27**, 1392(1978). 43) Mirande, P.M. and Horwitz, D.L.: High fiber diets in the treatment of Diabetes Mellitus, Ann. Int. Med., **88**, 482(1978). 44) Anderson, J.W. and Ward, K.: Long term effects of Highcarbohydrate, High fiber diets on glucose lipid metabolism; a preliminary report on patients with Diabetes, Diabetes care, **1**, 77(1978). 45) Trowell, H.C.: Dietary-fiber Hypothesis of the Etiology of Diabetes Mellitus, Diabetes, **21**, 762(1975). 46) 食品成分研究會編: 食品の食物繊維・無機質・コレステロール・脂肪酸含量表, p.5, 醫齒薬出版, 東京(1985). 47) Key, A., Grande, F., Anderson, J. T.: Fibre and pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **106**, 555~559(1961). 48) Eastwood, M.A., Kirkpatrick, J.R., Mitchell, M.D., Bone, A., Hamilton, T.: Effects of dietary supplements of wheat bran and celluloses on faces and bowel function, Brit. Med. J., **4**, 392(1973). 49) Jenkins, O.J.A., Leeds, A.R., Newton, C., Cummings, J.H.: Effect of pectin guar gum and wheat fiber on serum cholesterol, Lancet, **1**, 1116~1118(1975). 50) 中村治雄: 動脈硬化, 高脂血症と食物繊維, 臨床栄養, **57**, 6, 624~629(1980). 51) Fahrenback, M.J., Riccardi, B.A., Saunders, J.L., Locorie, I. N., Haider, J.G.: Comparative effects of guar gum and pectin on human cholesterol levels, Circulation, **31**, 32(suppl. 2), 1141~1144(1965). 52) Jenkins D.J.A., Reynolds, D., Slavin, B., Leeds, A.R. Jenkins, A.L., Jepson, E.M.: Dietary fiber

and blood lipids reduction of serum cholesterol in Type II Hypercholesterolemic by guar gum, Am. J. Clin. Nutr. **32**, 16~18(1979). 53) 中村治雄, 石川俊次, 高島惠美子, 佐藤典子, 永野允: Ishabgul(Isapgola)의臨床成績, 臨床榮養, **57**, 7, 753~755(1980). 54) 寺澤富士夫, 辻啓介, 辻悦子, 大島壽美子, 鈴木愼次郎, 開 増爾: ロンニャク精粉の老年者血中脂質に及ぼす影響ならびに抗便秘作用, Geriat. Med., **16**, 882~885(1978). 55) Walker, A.R.P. and Arvidson, U.B.: Fat intake, serum cholesterol concentration and atherosclerosis in South Africa Bantu, J. Clin. Invest., **33**, 6, 1366~1371. (1954). 56) Hardinge, M.G., Chambers, A.C., Crooks, H., Stare, F.J.: Nutritional studies

of vegetarians, Am. J. Clin. Nutr. **6**, 5, 523 (1958). 57) Prentice, N. and D'Appolonia, B.L.: High fiber bread containing Brewer's spent grain, Cereal Chem., **54**, 5, 1084(1977). 58) Prentice, N., Kissell, L.T., Lindary, R.C. and Yamazak, W.T.: High fiber cookies containing Brewer's spent grain, cereal chem., **55**, 5, 712(1978). 59) Kahn, M.N., Hagenmaier, R.D., Rooney, L.W. and Mattil, K.F.: High fiber coconut products-for Baking Systems-, Backer's Digest, **50**, 4, 19(1976) 60) Nielsen, H.C., et al: Flour containing protein and fiber made from wetmill corn germ, with potential food use, cereal chem., **56**, 144(1979).

〈25面에서 계속〉

이미 1962년부터 우리나라 관세율표에 채택되어 20년이상 사용한 것임에도 불구하고 위와 같이 엄청난 오류가 반복적으로 발생하고 있는데 새로운 HS分類體系가 시행되면 더 많은 혼동과 오류가 발생하지 않을 것이라고 단정할 수 없다. 바로 이러한 점때문에 관계기관이나 무역업계 종사자가 HS에 대한 사전지식을 갖추어야 할 필요가 있는 것이다.

4. 맺는 말

1973년부터 시작된 HS제정작업이 이제는 결실을 맺어 각국이 시행준비를 하고 있는 지금 아직도 우리나라 무역업계나 관계기관 종사자들은 HS의 중요성에 대한 인식이 부족하다는 의견이 지배적이므로 HS에 대한 홍보를 강화하여 많은 이해관계자들이 HS에 관심을 갖도록 할 필요가 있다.

食品業界에 있어서도 HS와 무관하다고만 할 수는 없다. 食品이 商品의 性格상 다른 상품에 비해 內需지향적인 면이 있기는 하지만 食品産業의 발전에 따라 食品原料에서 加工食品에 이르기까지 다양하게 國際交易이 이루어지고 있으므로 HS와 어떤 형태로든 관계를 가지게 된다. 특히 加工食品의 分類는 HS상의 어떤 상품보다도 각각의 가공정도에 따라 분류가 다양하기 때문에 사전에 自社의 취급품목이 HS상 어디에 속하는지를 연구·검토해둘 필요가 있다.

또한, 이미 작성 공표된 關稅率表 試案상의 關稅率수준에 대한 個別企業의 국제무역상 實關係, 關稅양허협상품목에 대한 의견, 6단 위이하 國內細分에 대한 의견등을 종합적으로 關係기관에 제시하여 HS가 완전히 法令으로 공포되기전에 조정하는 것도 食品業界에서 검토해야 할 과제라고 생각한다.

뜻 모아 하나로 힘모아 세계로