

한국식품의 Cholesterol함량에 관한 연구

—Ⅲ. 식물성 식품중의 Sterol함량에 관하여—

이화여자대학교 의과대학 생화학교실

김 정 자 · 성 낙 응

==Abstract==

Cholesterol Content of Traditional Foods in Korea

—Ⅲ. Phytosterol Content of Cereals, Fruits, and Vegetables—

C. J. Kim and N. E. Sung, M.D.

Dept. of Biochemistry, College of Medicine, Ewha Womans University

Total phytosterol contents were determined in cereals, fruits, and vegetables which can be easily obtained in the open market of Korea.

서 론

Phytosterol은 mevalonic acid—terpenoid 생합성 과정에서 분가된 대사경로의 종말대사산물이다. 과거에는 카로테노이드(carotenoids)와 다른 테르페노이드(terpenoids)와 같이, phytosterol이 식물조직의 이차적인 폐기물로 간주되어 왔으나, 최근에는 phytosterol의 많은 기능이 드러나기 시작했다¹⁾²⁾. Phytosterol은 세포막의 구성성분이며, 홀몬으로도 작용하고, 스테로이드의 전구체로도 이용되며³⁾, 식물의 세포막의 투과성과 조직성숙의 속도에도 영향을 미친다⁴⁾.

식물중에 들어있는 sterol은 주로 β -sitosterol, stigmasterol 및 ergosterol이다⁵⁾. 사람에 있어서 plant sterol은 거의 흡수되지 않으므로 대변중으로 거의 다 배설되는 것으로 생각되었으나, Grundy등의 실험결과에 의하면⁶⁾, 식이로 섭취된 β -sitosterol이 대변중에 배설되는 양은 섭취량의 약 44%에 해당하였다고 한다. 즉 체내에서 56%의 손실이 있었다고 한다. 또 사

람에서 흡수되는 β -sitosterol의 양은 5% 이내로 제한되어 있으며, cholesterol과 같은 물리적 화학적상태에서 장을 통과한다고 한다. 또 chromatographic 측정의 각 단계에서 cholesterol을 수반하며, cholesterol과 같은 정도로 손실된다고 한다.

Shefer등은⁷⁾ 백서에 sitosterol을 먹었을 때, cholesterol 생합성에서 rate-limiting enzyme인 HMG-CoA reductase의 활성이 증가하는 것을 관찰하였다.

Chow와 Jen에 의하면⁸⁾, 성숙한 녹색 토마토에서 phytosterol함량이 37mg/100g dry wt.이었는데, 이 중 $\frac{2}{3}$ 가 β -sitosterol이었고, 더 성숙해감에 따라 파괴에서는 stigmasterol이 우세하였고, 씨에서는 β -sitosterol이 가장 많았으며, 그 다음이 cholesterol이었다고 한다. 토마토에서 cholesterol을 확인한 것은 이들이 처음이었다 한다. Bennett등⁹⁾, Johnson등¹⁰⁾과 Knighs¹¹⁾도 고등식물에서 cholesterol을 확인하였다. Sitosterol, stigmasterol과 cholesterol 외에 campesterol이 또한 고등식물에서 확인되었다¹²⁾.

따라서 저자들은 체내에 이상저장이 되면 고혈압,

동맥경화증 및 심혈관계질환을 일으킨다는¹⁰⁾⁻¹⁸⁾ cholesterol이 동물성식품에만 함유되어 있는 것이 아니라 식물성 식품중에도 함유되어 있다는 사실과, 한국인들이 서구인에 비해 동물성 식품의 섭취가 적으면서도 동물성 sterol인 cholesterol 함량이 낮지 않은 것으로 보아¹⁹⁾, 다른 식품으로부터 cholesterol이 섭취되거나, 또는 다른 물질로 섭취된 것이 생체내에서 cholesterol로 전환되거나 cholesterol 생합성의 활성을 증가시키지 않나 생각되어 동물성식품중의 cholesterol 측정²⁰⁾²¹⁾ 이어, 본 논문에서는 한국인들이 많이 섭취하고 있는 식물성식품인, 곡류, 증실류, 채소류와 과일등에서 우선 총 phytosterol 함량을 측정하였기에 이를 보고하는 바이다.

실험재료 및 방법

1) 재 료

시료는 1978년 12월과 1979년 1월사이에 서울 용산시장에서 구입하여 실험대상으로 하였다.

2) 실험방법

A) 시 약

Chloroform: Merck제

95% Ethanol

Petroleum ether

50% KOH

Cholesterol 표준용액 :

① Stock solution: 100mg% in chloroform

② Working solution: 10mg% in chloroform

Color reagent: 냉 Acetic anhydride (4) : 냉 sulfuric acid (1).

B) 측정방법

50~100ml의 round-bottmed flask에 시료 5g을 취하고 여기에 95% ethanol 30ml와 50% KOH 3ml를 가하고난 다음, water bath 상에서 30분간 reflux 시켜 검화시킨다. 실온에서 냉각시키고 그 내용물을 separatory funnel에 옮기고 petroleum ether 20ml로 불검화물을 3~4회 격렬하게 흔들어 추출한다. 그 추출물을 일정량(20ml)으로 하여 그 중 일부(2ml나 4ml)를 취하여 petroleum ether를 증발제거시키고난

Table 1. Phytosterols in cereals and fruits

Food and Description	English Name	Scientific Name	Phytosterols (mg%)
녹두	Small green peas	Phaseolus radiatus	49.6±6.1
도토리 (묵)	Mook, acorn	Quercus dentate	7.0±0.3
돈부리 (생)	Soybean, brown		14.8±0.3
땅콩	Peanut	Arachis hypcgaea	53.5±1.4
들깨	Perille seed	Perille frutescens	129.3±5.0
밀가루	Wheat flour	Triticum aestivum	40.2±0.7
밤	Chestnut	Castanea spp	13.0±2.1
쌀	Rice, brown	Oryza satira	15.4±0.6
수수	Sorghum	Sorghum vulgare	17.8±0.4
완두콩 (생)	Green peas	Pisum Sativum	12.5±0.3
엿기름	Malt		52.1±1.0
은행	Ginko nut	Ginko biloba	7.0±0.0
잣	Pine seeds	Pinus pinea	25.3±0.5
조깨 (백)	Millet	Setaria italica	7.6±0.5
참깨 (백)	Seasame, white	Seasamum indicum	91.3±3.8
찰쌀	Rice, glutinous, milled	Oryza glutinosa	38.4±0.7
콩팥 (건)	Saybean, white		37.2±0.2
팥 (생)	Small red bean, dry		28.5±5.1
	Small red bean, wet		10.6±0.2
호두	Walnut		47.7±1.2
곶감	Persimmon dried	Diospyros Kaki	23.3±0.0
귤	Mandarin orgnge	Citrus reticulata	25.4±3.0
대추 (건)	Jujube, dried	Zizyphus jujuba	40.1±0.6
사과 (홍옥)	Apple (Hongok)	Malas dulcissima	10.2±0.2
	(국광)		6.7±0.3
	(인도)		8.8±0.0

다음, 5ml의 chloroform을 가하여 용해시킨다. 여기에 발색시약 2ml를 가하고 15분후에 610nm에서 흡광도(optical density)를 측정한다. 바탕시험으로는 chloroform 5ml를 사용하고 표준시험으로는 cholesterol 표준용액 1ml와 4ml의 chloroform을 사용한다.

실험성적 및 고찰

곡류 및 증실류에 대하여 표 1에서 보는 바와 같이, 곡류중에서는 들깨와 참깨에서 각각 129.3mg%와 91.3mg%로 가장 높았고,

Table 2. Phytostetols in vegetables and mushrooms

Food and Description	English Name	Scientific Name	Phytosterol (mg%)
갓	Mustard leaf	Brassica juncea	41.1±1.7
감 자	Potato	Solanum tuberosum	0.9±0.0
고 구 마 (줄기)	Stem of sweet potato	Ipomaea batatas	17.9±1.8
고 사 리 (건)	Bracken boiled, dry		94.5±1.2
고 사 리 (생)	Bracken boiled, wet		40.1±2.5
고 추 (녹색)	Red pepper, green, fresh	Capsicum annum	15.6±0.3
고 추 (적색)	Red pepper, red, fresh		30.7±0.0
고 추 잎	Red pepper leaf		73.3±3.3
냉 이 (잎)	Shepherds purse leaf,	Capsela brusa pastoris	63.9±2.0
	Shepherds purse root.		39.3±0.3
달 래	Wild onion	Allium monathum	7.0±0.0
당 근	Carrot	Daucus carota	13.8±0.3
도 라 지	Dreed root of platycodor	Platycodon glandifdum]	18.2±0.9
마늘	Garlic	Allium sativus	10.7±0.5
무 우 (뿌리)	Radish, root	Raphanus sativus	9.4±0.3
	Radish, leaf		66.8±3.5
무 우 말 령 이	Radish dried.		18.2±0.2
미 나 리 (잎)	Water cress, parseley	Wasturtium officinale	32.9±2.1
	Stem of water cress		18.3±0.3
배 상 추	Chinese cabbage	Brassica chinensis	12.7±0.1
숙 치	Lettuce	Lactuca sativa	31.9±2.2
쭈 주	Mung bean sprout		9.4±0.2
쭈 갓	Garland chrysanthemum	Chrysanthemum coronarium	39.8±0.4
생 강	Ginger	Zingiber offiainale	4.7±0.2
시 금 치	Spinach	Spinacia oleracea	55.8±0.0
양 배 추	Cabbage	Brassica oleracea	6.4±0.3
양 파	Onion	Allium cepa	1.4±0.1
연 근	Lotus wlizone	Nelumbium speciosum	8.2±0.0
오 이	Cucumber	Cucumis sativus	15.7±1.7
우 영	Burdock	Arctium leppa	8.1±0.1
콩 나 물	Soybean sprout		20.1±2.0
토 란	Elephants-ear, or Taro	Colocasia spp	2.9±0.1
	Green onion	Allium fistulosum	14.5±0.1
파 파	Green laver	Monostroma nitibum	92.4±4.9
피 만			11.4±0.0
호 박 고 지 (녹)	Pumpkin, young, dried	Cucurbita maxima	43.8±0.3
호 박 고 지 (황)	Pumpkin, old. dried		18.6±0.0
느 타 레 버섯	Fungus, fresh	Pleurotus estreatus]	127.9±3.5
송 이 버섯	Pineagaric, fresh	Armillaria edcdes	147.2±2.1
표 고 버섯	Mushroom, pyogoo, dried		406.4±20.0

다음이 땅콩 53.5mg%, 엿기름 52.1mg%, 녹두 49.6 mg%, 밀가루 40.2mg%, 찹쌀 38.4mg%, 콩 37.2 mg%, 팥(건) 28.5mg%, 수수 17.8mg%, 쌀 15.4 mg%, 돈부 14.8mg%, 완두콩 12.5mg%, 조 7.6mg %의 순이었다.

한편, 종실류에서는, 호두에서 47.7mg%, 잣이 25.3mg%, 밤 13.0mg%, 은행과 도토리(독)가 7.0 mg%이었다.

과일에서는 대추(건)가 40.1mg%, 꿀 25.4mg%, 꽃감 23.3mg%, 사과중에서 홍육이 10.2mg%, 인도 가 8.8mg%, 국광이 6.7mg%이었다.

위에서 보는 바와 같이, 대부분의 식품 중 지방함 량이 높은 것에서 sterol 함량이 높았는데, 이는 sterol 이 지용성 물질이기 때문일 것이다. 또 유색식품, 특 히 카로테노이드가 많은 식품에서 그 함량이 높은 것 을 볼 수 있는데 이는 카로테노이드와 phytosterols의 생합성 과정에 공통경로가 있기⁹⁾²²⁾ 때문인 것으로 생각 된다.

야채류에 대하여

야채류와 버섯류에서의 phytosterol 함량은 표 2에 서 보는 바와 같다. 이들 중 phytosterol 함량이 가장 높은 것은 표고버섯(건)이 406.4mg%, 송이버섯(생) 147.2mg%, 느타리버섯이 127.9mg%로 다른 야채에 서보다 sterol 함량이 높았다. 그 다음으로는 파래가 92.4mg%, 고추잎이 73.3mg% (녹색고추 15.6mg%, 빨간고추 30.7mg%), 냉이잎 63.9mg%(냉이뿌리 39.3 mg%), 무우잎이 66.8mg%(무우 9.4mg%, 무우말랭 이 18.2mg%), 시금치 55.8mg%, 잣 41.1mg%, 고 사리 40.1mg%(말린 고사리 94.5mg%), 쪽감 39.8 mg%, 미나리잎 32.9mg%(줄기 18.3mg%), 상치 31.9mg%, 콩나물 20.1mg%, 도라지 18.2mg%, 고 구마줄기 17.8mg%, 오이 15.7mg%, 파 14.5mg%, 당근 13.8mg%, 배추 12.7mg%, 피망 11.4mg%, 마 늘 10.7mg%, 연근 8.2mg%, 우영 8.1mg%, 달래 7.0mg%, 양배추 6.4mg%, 생강 4.7mg%, 토란 2.9 mg%, 양파 1.4mg%, 감자 0.9mg%이었으며, 어린 호박고지는 43.8mg%, 늙은호박고지는 18.6mg%이었 다.

위에서 보는 바와 같이 야채류에서의 sterol 함량은 뿌리를 먹는 식품에서 보다 잎이나 줄기부분의 식품에 서 많은 것을 볼 수 있으며, 또 같은 식품에서도 잎에 서의 phytosterol 함량이 가장 높았고, 다음이 줄기, 뿌리의 순서임을 알 수 있었다. 이러한 현상은 phyto sterol의 생합성이 빛에 의해 영향을 받지 않나 생각 된다.

Edward 등은⁹⁾ 성숙한 토마토에 빛을 조사시켜 익

힌그룹과, 조사시키지 않고 익힌 그룹에서 phytosterol 을 측정 비교한바, 빛을 조사한 그룹에서 시간에 따른 총 sterol 함량증가가 더 빨랐으며, 두 그룹 모두 12 일 경과했을 때 총 sterol 함량이 가장 많은 것으로 나 타났으며, 토마토가 노쇠해감에 따라 total sterol 함 량이 감소하였다고 보고하였다. 따라서 빛이 phytos terol의 생합성에 미치는 영향에 대해서는 앞으로 더 많이 연구되어야 할 과제이며, 또한 우리들의 일상 생활에 많이 섭취하고 있는 식물성 식품중의 phytos terol의 분포경량 및 sterol 들간의 상호전환, 생체내 에서의 흡수와 배설에 대해서도 더 많이 연구되어야 할 것이다.

결 론

우리나라 사람들이 많이 섭취하고 있는 식물성 식 품중의 sterol 함량을 측정하여 보고하는 바이다.

—References—

- 1) Heftmann, E.: Functions of sterols in plant, *Lipid*, 6, 128, 1971.
- 2) Bean, G.A.: Phytosterols, In "Adv. Lipid Res.," Vol. 2, p.193 Academic Press (N.Y.), 1973.
- 3) Scott, M. Grundy, E.H. Ahrens, JR., and G. Salen: Dietary β -sitosterol as an internal standard to correct for cholesterol losses in sterol balance studies, *J. Lipid Res.*, 9, 371, 1968
- 4) Shefer, S., S. Hauser, V. Lapan, and E.H. Mosbach: Regulatory effects of dietary sterols and bile acid on rat intestinal HMG CoA reductase, *J. Lipid Res.*, 14, 400, 1973
- 5) Edward T.S. Chow, and Joseph J. Jen: phytosterol biosynthesis in ripening tomatoes, *J. Food Sci.* 43, 1424, 1978
- 6) Bennett, R.D., Heftmann, E., Preston, W.H. Jr., and J.R. Haun: Biosynthesis of sterols and sapogenins in *Dioscoria spiculiflora* Arch. Biochem. Biophys. 103, 74, 1963.
- 7) Johnson, D.F., R.D. Bennett, and E. Heftmann: Cholesterol in higher plants, *Science*, 140, 198, 1963.
- 8) Knights, B.A.: Identification of sterols of oak seed, *Phytochemistry* 4, 857, 1965.
- 9) Yamamoto, M., and Mackinney, G.: Sterols

- from the fruit and seed of tomatoes, *J. Food Sci.*, 40, 566, 1967.
- 10) Tibblin, G. and K. Cramer: Serum lipids during the course of an acute myocardial infarction and 1 year afterwards, *Acta Med. Scand.* 174, 451, 1963
 - 11) Malamos, B., A. Avramidis and E. Koklonis: Fat metabolism in patients with myocardial infarction study with I^{131} raolein, *Am. J. Cardiol.*, 10, 807, 1962.
 - 12) Stalmer, J., D.M. Berkson, A.D. Young, H. Cidberg, Y. Hall, and L. Majonnier: Diet, serum lipids, atherosclerotic coronary heart disease, and approaches to its prevention, *J. Lab. clin. Med.*, 60, 1020, 1962
 - 13) Swell L., and C.R. Treadwell: Dynamic aspects of cholesterol ester metabolism in rabbit with atherosclerosis, *J. Nutr.*, 81, 263, 1963.
 - 14) Duncan, L.E. Jr., and K. Buck: Quantitative analysis of the development of experimental atherosclerosis in the dog, *Circul. Res.*, 8, 1023, 1960
 - 15) *Nutr. Rev.*: Exercises and heart diseases, *Nutr. Rev.*, 21, 178, 1963
 - 16) Rodolf, P., and K. David: Advances in lipid research, Academic press (London), 8, 97, 1970.
 - 17) Zilva, J.F., and P. R. Pannell: Clinical chemistry in diagnosis and treatment, Lloyd-Luke(London), Cantarow and Trumper clinical biochemistry, Saunders (Philadelphia), 7th ed., 137, 1975.
 - 19) Sung N. E.: serum lipids content of Korean, *Seoul Med. J.*, 3, 247, 1962.
 - 20) Kim, C.J., Y.A. Ham, J.Y. Kang, and N.E. Sung: Analytical data of the traditional foods in Korea, I. A cholesterol content of fishes and shell fishes, *Ewha Med. J.* 1, 67, 1978.
 - 21) Kim, C.J., and N.E. Sung: Cholesterol content of traditional foods in Korea. II. A cholesterol content of meats, hams, and sausages, *Ewha Med. J.*, 1, 233, 1978.
 - 22) Goodwin, T.W., and E. I. Mercer: Terpenes and terpenoids. In "Introduction to Plant Biochemistry," p.256 pergamon press (Oxford) 1972.