

수종 잎식품 건조물의 급이가 고Cholesterol 혈증 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향

강정옥[†] · 김경숙*

동의대학교 식품영양학과

*한국과학기술원 생명과학연구소

The Effect of Dry Edible Leaves Feeding on Serum Lipids of Hypercholesterolemic Rats

Jeong-Ock Kang[†] and Kyoung-Sook Kim*

Dept. of Food and Nutrition, Dongeui University, Pusan 614-714, Korea

*Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, KIST, Daejeon 305-333, Korea

Abstract

In order to investigate the hypolipidemic effect of dry edible leaves on serum lipids, four kinds of powdered leaves (persimmon, mulberry, perilla, and soy bean) were added to experimental diets at the level of 5% (w/w). The diets were fed to 30 male Sprague-Dawley rats, aged 4 weeks and weighing 60 ± 5 g, for 3 weeks. Food intake was the largest in Group 1 (control), with 5% of cellulose powder, while food efficiency was the highest in Group 2 (persimmon). Total cholesterol level in serum was lower in Group 5 (soybean) and Group 4 (perilla) than the other groups. In comparison with Group 1, HDL-cholesterol level was very high in Group 4 and atherogenic index was low in Groups 4 and 5. Free cholesterol level was the highest in Group 2, and was the lowest in Group 1. Both LDL and LDL-cholesterol levels were the lowest in Group 1, while they were very high in Groups 2 and 3 (mulberry). Triglyceride level was the lowest in Group 4, and the highest in Group 1. Except Group 3, all groups had lower phospholipid level than Group 1. Compared with Group 1, calcium level in serum was low in Groups 3, 4 and 5, magnesium level was low in Groups 2, 3 and 5, phosphate level was high in Group 4, and iron level was exceptionally low in Groups 4 and 5. In conclusion, Group 4 (perilla) and Group 5 (soybean) showed a favorable effect in atherogenic index and serum levels of various lipids.

Key words : dietary fiber, serum lipid level, hypolipidemic effect, persimmon leaves, mulberry leaves, perilla leaves, soybean leaves

서 론

식이섬유는 인간의 소화효소로서 소화되지 않는 다당류를 주체로 한 고분자 성분의 총체로 정의되며, 그 주요 성분으로서는 cellulose, hemicellulose, pectin, gum 등의 다당류와 lignin 등의 비다당류로 구성되어 있다 (1). 이와 같이 식이섬유는 단일 물질이 아니고 식물의 조직 구조에 자연적으로 존재하는 많은 성분들의 혼합물이므로 식품급원에 따라 서로 다른 물리, 화학적 성

질을 나타낸다. 이들 물리, 화학적 성질의 차이는 영양소의 소화, 흡수 및 지질대사를 비롯한 영양소의 대사에 영향을 미치는 것으로 생각되고 있다. 식이섬유의 생리적 기능은 장관내 정장작용, 혈당치 조절, 당질대사의 개선작용, 식이성 유해물질에 대한 독성 방지 작용 등이 있으며 지질대사 개선 작용에 대한 효과로 동맥경화증(2) 및 허혈성 심장질환을 예방(3-6)하는 것으로 주목되고 있는데, 이는 또한 식이섬유의 종류 및 섭취량에 따라 효능이 다르다고 알려져 있다(7).

최근 식이섬유가 대장암(8,9), 고지혈증(10), 당뇨병(11,12), 심혈관계질환, 담석증, 변비 및 계실증(13)을

[†]To whom all correspondence should be addressed

예방 또는 치료할 수 있다는 보고가 있다.

식이섬유가 지질 대사의 개선에 영향을 미치는 기전 (mechanism)에 대하여서는 소화관으로부터 지질의 흡수 저해 (14), 담즙산합성의 촉진 (14), 담즙산의 분중으로의 배설촉진 (14), 대장에서 식이섬유의 발효 결과 생성되는 단쇄지방산 특히 propionic acid가 간장에서 cholesterol 생합성을 억제 (15)하는 때문인 것으로 알려지고 있다.

金澤 등(8)은 장내균총이 발암에 관계하는 이유로서, 포합형 암원물질의 탈포합활성화, 외래물질로부터 암원물질을 생성함으로써 내인성 물질이 암원물질을 생성하여 대장점막에 암을 생성한다고 하였다. 섬유가 풍부한 식이를 섭취함으로써 장내균총의 균형이 유용한 세균을 우세하게 하며 이로 인하여 개체의 면역기능이 증가되고 장내 유해물질이 무해화됨으로써 (9) 대장암의 발생을 억제한다고 하였다.

또한 pectin을 12명에게 매일 9g씩 섭취케하여 혈청 총 cholesterol이 약 10% 저하되며 LDL 및 VLDL-cholesterol의 변화도 거의 일치한다 (10)고 하였다.

Jenkin 등 (11)은 빵과 주스 및 스포에 guar gum을 1일 25g 첨가한 당뇨병 식이와 이를 첨가하지 않은 식이를 각각 5일 동안 당뇨병 환자에 섭취시킨 결과 1일 뇨당 배설량이 guar gum 첨가에 의하여 54%로 유의하게 저하되었다고 하였다.

Munoz 등 (12)은 정상 건강인을 대상으로 옥수수, 대두겨, 사과, 당근의 동결 건조분말을 각각 매일 26g 함유하는 식이를 1개월간 섭취시키고 그 전후로 75g의 경구 포도당 부하시험을 행한 결과 내당성이 뚜렷이 개선되었다고 하였다. 변의 정체에 따라 장내압이 상승됨으로 인하여 장점막의 근층이 결여되어서 얇아진 부분이 돌출되어 일어나는 게실증 환자 39명에게 6개월간 소맥 밀기울을 투여하였던 바 32명에게서 투여 후 5상 결장의 장내압이 저하되었음 (8)을 보고 하였다. Walker와 Arvidson (2)은 남 Africa반부족에서 관상동맥경화성 질환이 비교적 적은 것은 섬유 섭취량이 많은데 그 이유가 있다고 하였다.

최근 우리나라의 식생활은 경제성장과 국민소득의 증가로 인하여 1950년대에 비해 식물성 식품의 소비량이 약 2배, 동물성 식품의 소비량은 거의 9배로 증가하였다 (16). 또한 식생활이 점차로 서구화되면서 가공식품을 빈도 높게 즐기게 되고 외식산업이 증대되고 있다 (17). 이러한 식습관의 변화 및 고령화 현상에 따라 1991년의 사망 원인은 심질환 및 뇌혈관 질환이 전체 사망원인의 28.7%를 차지하고 있다 (18).

이렇듯 증가 일로에 있는 순환기계 기능 이상 중 특히 동맥경화, 허혈성 심장질환 등은 혈중 지질 증가에 의한 atherom의 형성 및 혈소판 응집능의 항진이 크게 관여되고 있다 (4,19).

본 연구는 지질저하 작용이 보고되고 있는 Quercetin (20)을 함유하고 있는 뽕잎, 일상 식이에서 상용되고 있는 들깨잎과 콩잎, 다류(茶類)로서 사용되고 있는 감잎을 실험동물에게 급이하여 혈청 cholesterol 수준을 저하시키는 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물과 식이

체중이 $60 \pm 5g$ 인 4주령된 Sprague-Dawley Rat 수컷 30마리를 경북대학교 의과대학 부속 동물 사육장에서 구입하여 사용하였다. Casein 25.0%와 돈지 10.0%를 함유하는 기초식이로서 1주일간 예비 사육한 후 6마리씩 5군으로 나누어 apartment식 사육상자에 한 마리씩 넣어 3주간 실험 사육하였다. 예비사육 및 실험 사육 기간 중 물은 자유로이 섭취시켰으며 명암은 12시간 (07:00~19:00)주기로 조명하였다. 체중은 1주일에 한번씩 측정하였다.

실험식은 cholesterol 1.0%와 sodium cholate 0.25%를 첨가 조제하였다. 실험식이 및 실험군은 Table 1과 같다. 실험식에 사용한 감잎 (경남 진양군 문산면), 뽕잎 (경남 산청군 단성면), 깻잎 (경상대학교 농과대학 농장), 콩잎 (경상대학교 농과대학 농장)은 채취한 후 음건시켜 60~80 mesh로 마쇄, 분말로 만들었다.

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient \ Group	(%)				
	1	2	3	4	5
Casein	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Mineral mixture	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cholesterol	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sodium cholate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Sucrose	54.05	54.05	54.05	54.05	54.05
Cellulose powder	5.0	-	-	-	-
Lard	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Persimmom leaves	-	5.0	-	-	-
Mulberry leaves	-	-	5.0	-	-
Perilla leaves	-	-	-	5.0	-
Soybean leaves	-	-	-	-	5.0

실험동물의 처리

실험사육 기간 중 격일로 오전 중에 체중을 측정하고 식이 섭취량은 매일 식이 잔량을 측정하여 산출하였다. 실험사육 3주간의 최종일에 7시간 절식시킨 후에 테르 마취하에 심장채혈법으로 채혈하였다. 혈액은 약 1시간 빙수 중에 방치한 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 취하여 실험에 사용하였다.

혈청지질의 분석

혈청 중의 총 cholesterol 농도는 총 cholesterol 측정용 kit시약(Cholestezyme-v, 榮研社 日本, 東京)으로 측정하였으며, HDL-cholesterol 농도는 HDL-cholesterol 측정용 kit시약(HDL-C555, 榮研社 日本, 東京)으로 측정하였다.

혈청 유리 cholesterol 농도는 유리 cholesterol 측정용 kit시약(Free-Cholestezyme-V555, 榮研社 日本, 東京)으로 측정하였고, cholesterol ester 농도는 총 cholesterol 농도에서 유리cholesterol 농도를 뺀 값으로 표시하였다.

Chylomicron, VLDL, LDL 농도는 β -lipoprotein 분획 측정용 kit시약(BLF, 榮研社 日本, 東京)으로 측정하였으며, LDL-cholesterol 농도는 β -lipoprotein 중에 함유되어 있는 LDL-cholesterol이 34.96%이므로 LDL 농도에 0.35를 곱한 값으로 표시하였다.

혈청 중 중성지질 농도는 중성지질 측정용 kit시약(Triglyzyme-V, 榮研社 日本, 東京)으로, 인지질의 농도는 인지질 측정용 kit시약(PLzyme, 榮研社 日本, 東京)으로 측정하였다.

혈청 무기질 분석

혈청 중의 Ca과 Fe은 kit시약(latron사)을 이용하여 분광광도계(Hitachi, 4020)으로 분석하였으며 Mg 및 P은 kit시약(Randox사)을 이용하여 생화학 자동분석기(Hitachi, 736-20)으로 측정하였다.

통계처리

실험결과의 통계처리는 실험군당 평균치와 표준오차를 계산하였고 각 평균간의 유의성은 Duncan's Multiple Range Test로 검정을 실시하였고, 모든 유의성 검증은 유의 수준 $p < 0.05$ 에서 비교하였다.

결과 및 고찰

체중 증가량 및 식이효율

실험 사육 기간 동안 각군의 식이 섭취량과 체중 증가량을 Table 2에 제시하였다. Table 2에서와 같이 체중 증가량은 감잎군에서 가장 높았고 대조군과 콩잎군이 그 다음이며 깻잎군이 가장 낮았다.

식이 섭취량은 대조군이 가장 많아서 359.3g/day였으며 기타군에서는 유의적인 차이를 찾아볼 수 없었다. 식이효율은 실험기간 동안의 체중 증가량을 식이 섭취량으로 나누어 산출한 값으로 감잎군에서 가장 높았고 깻잎, 뽕잎군이 낮은 식이효율을 보였다. Sterens (21)는 밀겨 첨가 식이는 식이 섭취와 체중에 영향을 미치지 않으나 귀리겨는 체중 감소에 효과적이라고 하였으며, 또한 pectin 첨가군에서 체중 증가량과 식이 섭취량이 감소하였다는 (22) 연구 결과로 미루어 보아 식물섬유의 종류가 체중과 식이 섭취량에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

식이섬유질 함량이 높은 식품을 섭취할 때 총 식이 섭취량이 감소하고 섬유질 함량이 낮은 식품을 섭취할 때 보다 저작 시간이 길어지며, 특히 가용성 식이섬유질이 gastric emptying rate를 감소시키고 불용성 식이섬유질이 위에서의 포만감을 빨리 느끼게 하여 이를 오래 지속시킨다는 보고가 있다 (23).

본 실험 결과로 볼 때 감잎군과 깻잎군의 식이효율의 차이는 이들 식이섬유의 수용성 성분과 불용성 성분의 차이, 깻잎의 특이한 방향성분으로 인하여 식이에 영향을 준 것으로 생각된다.

Table 2. Body weight gain, food intake and FER of rats fed the experimental diets for 3 weeks

Group*	Body weight gain(g)	Food intake(g)	FER**
1	105.0±2.7***	359.3±8.9 ^b	0.29
2	110.6±2.1 ^c	332.0±10.5 ^{ab}	0.33
3	90.9±2.3 ^b	323.8±5.9 ^b	0.27
4	81.7±3.1 ^a	332.6±10.0 ^{ab}	0.24
5	105.9±2.3 ^c	333.9±8.0 ^{ab}	0.31

- * 1. Cellulose powder 5%
- 2. Persimmon leaves powder 5%
- 3. Mulberry leaves powder 5%
- 4. Perilla leaves powder 5%
- 5. Soybean leaves powder 5%

** FER : Food Efficiency Ratio

*** Mean±S.E(n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

혈청 총cholesterol 및 HDL-cholesterol 농도 및 동맥경화지수

혈청 중의 총 cholesterol, HDL-cholesterol 농도와 그 비율 및 동맥경화지수를 Table 3에 나타내었다.

총 cholesterol 농도는 감잎군에서 가장 높았고, 그 다음이 뽕잎군이며 콩잎군과 깻잎군에서 낮게 측정되었다. HDL-cholesterol 농도에 있어서는 깻잎군에서 아주 높은 수치를 보였으며 그 다음으로 콩잎군의 순이었고, 감잎군과 뽕잎군에서는 대조군에 비하여 유의적으로 큰 차이를 보이지 않았다. 한편 총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol 농도비는 깻잎군이 가장 높았고 그 다음이 콩잎군이었으며 감잎군과 뽕잎군에서는 대조군에 비하여 상당히 낮은 수준이었다. 동맥경화지수는 총 cholesterol 농도가 낮고 HDL-cholesterol치가 높았던 깻잎군과 콩잎군에서 낮은 경향을 보였으며 그와 역관계를 보였던 감잎군과 뽕잎군에서 증가하였다.

식이 섬유질은 cholesterol과 담즙산의 흡수를 감소시키고 흡수된 담즙산의 대사에 영향을 미치며, 장에서의 lipoprotein 분비와 간에서 lipoprotein 생성을 변화시킴으로써 lipoprotein의 조성을 변화시키고, 혈청 cholesterol 농도에 영향을 준다는 보고가 있다 (24).

식이섬유가 인간과 동물에게 hypolipidemic effect를 보이는 것은 이들 섬유질들이 장내에서 지방의 흡수를 저해하고 담즙산의 합성을 증가시키며 (25) 대장에서 분해되어 short-chain fatty acid를 형성하고 이들이 내인성 cholesterol 합성을 저해하는 것이라는 보고도 있다 (26). Pectin이 쥐의 혈청과 간장의 cholesterol 농도를 저하시키며 (27,28), 사람에게도 cholesterol 저하 효과가 있다 (29,30)고 하였으며, 식이섬유가 모두 비슷

한 효과를 나타내는 것은 아니지만 pectin, carrageenan 같은 식이섬유는 혈액내 cholesterol 농도 저하 효과가 있는 것으로 보고 되고 (31,32)있다.

Doi 등 (33)은 뽕잎분말 10~2.5%를 첨가하여 토끼에게 급이한 결과 고지혈증 상태로 진행되는 것을 완화하지만 반드시 그 용량에 대응하는 것은 아니라고 보고 하였다.

본 실험 결과 한국에서 상용하고 있는 깻잎과 콩잎이 감잎과 뽕잎에 비해 총 cholesterol 농도의 저하, HDL-cholesterol 농도의 상승 등으로 나타나 혈청 지질을 개선시키는 것으로 추정된다.

유리 cholesterol 및 cholesterol ester 농도

혈청 중의 유리 cholesterol, cholesterol ester 및 총 cholesterol에 대한 cholesterol ester의 비율을 Table 4에 제시하였다. 유리 cholesterol 농도는 깻잎군과 콩잎군이 낮았으며 감잎군 및 뽕잎군에서 높았다. Cholesterol ester의 농도도 유리 cholesterol 농도와 유사한 경향을 보였다. 그리고 총 cholesterol에 대한 cholesterol ester의 농도비는 전 군간에서 76~80% 수준이었다. Cholesterol은 소장에서 흡수되어 점막세포내에서 cholesterol ester로 전환된다고 하며 (34), Garg 등 (35)은 흰쥐에게 cholesterol을 급이하였을 때 혈중 유리 cholesterol 및 cholesterol ester 농도가 상승되었다고 하였다. 사람에게 있어서 총 cholesterol에 대한 cholesterol ester의 농도비는 64~72%가 정상이며 간장 기능에 장애가 있을 때 64% 이하로 저하되는 반면, 고 cholesterol 혈증일 때는 상승되는 것으로 알려져 있다 (36). 벼싹류에 3종의 기름을 혼합급이 하였을 때의 cholesterol ester의 농도비는 77.6~90.1% (37)로 식이섬유 첨가군에서 2배가

Table 3. Serum levels of total cholesterol, HDL-cholesterol, HDL-c/TC ratio and atherosclerotic index (mg/dl)

Group*	Total cholesterol (A)	HDL-cholesterol (B)	(B)/(A) × 100 (%)	Atherogenic index**
1	181.0 ± 5.8***	19.3 ± 2.5 ^a	10.7 ± 0.5 ^a	8.4
2	265.0 ± 13.6 ^b	16.7 ± 1.1 ^a	6.3 ± 0.3 ^a	14.9
3	259.3 ± 14.2 ^b	18.3 ± 2.8 ^a	7.1 ± 0.3 ^a	13.2
4	199.4 ± 7.3 ^c	33.9 ± 10.1 ^b	17.0 ± 0.6 ^b	4.9
5	178.2 ± 8.1 ^c	21.4 ± 1.4 ^a	12.0 ± 0.5 ^a	7.3

- * 1. Cellulose powder 5%
2. Persimmon leaves powder 5%
3. Mulberry leaves powder 5%
4. Perilla leaves powder 5%
5. Soybean leaves powder 5%

** Total cholesterol/HDL-cholesterol/HDL-cholesterol

*** Mean ± S.E (n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

Table 4. Serum levels of free cholesterol, cholesteryl ester and cholesteryl ester ratio

Group*	Free cholesterol	Cholesteryl ester	Cholesteryl ester ratio(%)**
1	37.7 ± 1.4***	143.4 ± 6.7 ^a	79.0 ± 1.3 ^a
2	61.3 ± 2.1 ^b	203.7 ± 14.2 ^b	76.5 ± 1.6 ^a
3	52.4 ± 4.6 ^b	206.9 ± 14.0 ^b	79.7 ± 1.8 ^a
4	38.5 ± 1.7 ^c	160.9 ± 5.8 ^b	80.7 ± 1.3 ^a
5	41.4 ± 2.4 ^c	136.8 ± 8.0 ^b	76.6 ± 1.5 ^a

- * 1. Cellulose powder 5%
2. Persimmon leaves powder 5%
3. Mulberry leaves powder 5%
4. Perilla leaves powder 5%
5. Soybean leaves powder 5%

** Cholesteryl ester/Total cholesterol × 100

*** Mean ± S.E (n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

높았으며 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다.

Chylomicron, VLDL, LDL, LDL-cholesterol 농도

혈청 중의 chylomicron, VLDL, LDL, LDL-cholesterol 농도는 Table 5와 같다. Chylomicron과 VLDL 농도는 껏잎과 콩잎군에서 대조군 보다 낮았다. LDL-cholesterol은 혈청 cholesterol의 주된 운반형으로 동맥벽 및 말초조직에 cholesterol을 운반, 축적시킴으로써 동맥경화를 유발하는 인자(38)로 알려져 있으며, 반면 Miller에 의하면 동맥경화증은 cholesterol이 동맥벽에 축적되는 작용과 동맥벽으로부터 제거되는 작용의 불균형 때문이며 이를 조절하는 기구에 HDL-cholesterol이 관여하고 있다(39)고 하였다.

합성 식물섬유 polydextrose를 2주간 투여한 Ozawa 등(40) 평균 6%의 LDL-cholesterol치의 감소를 보였다고 하였고 Kannel 등(41)도 이와 유사한 보고를 하였는데 본 실험 결과는 대조군과 비교하여 각 군 모두 높아서 이들 보고와 상반된 경향을 나타내었다.

중성지질 및 인지질의 농도

혈청 중의 중성지질 및 인지질의 농도는 Table 6과 같다. 중성지질의 농도는 대조군에 비하여 전 급이군에서 모두 낮았으며 특히 껏잎군, 콩잎군에서 대단히 낮았다. 체중이 증가하는 식이군에서 혈청 중의 중성지질 농도가 증가하는 경향을 보였다. 인지질 농도는 팥잎 급이군이 대조군 보다 약간 높았고 기타 모든 급이군에서 유의하게 낮았다. 합성 식물섬유 polydextrose를 급이한 Ozawa(40)는 중성지질의 변화가 없다고 보고하였다. 1%의 cholesterol에 건조 팥잎 분말 10%를 첨가한 식이를 토끼에게 급이 하였던 바 중성지질 및 인지질 농도의 증가가 억제되었고, 1% cholesterol에 건조

Table 6. Serum levels of triglyceride and phospholipid (mg/dl)

Group*	Triglyceride	Phospholipid
1	224.3 ± 5.7 ^{ab**}	144.4 ± 6.3 ^a
2	142.3 ± 5.3 ^c	139.2 ± 7.5 ^c
3	133.0 ± 11.1 ^c	152.0 ± 8.7 ^c
4	57.2 ± 4.9 ^d	137.9 ± 3.1 ^a
5	88.9 ± 3.0 ^b	135.2 ± 4.9 ^a

* 1. Cellulose powder 5%

2. Persimmon leaves powder 5%

3. Mulberry leaves powder 5%

4. Perilla leaves powder 5%

5. Soybean leaves powder 5%

** Mean ± S.E (n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

팥잎 분말 2.5%를 혼합급이한 식이군에서의 중성지질 및 인지질 농도의 증가는 유의하게 억제되었다고(33) 하였다. Kinnumen(42)는 혈청 중성지질 농도의 저하 작용은 모세혈관벽에 존재하는 lipoprotein lipase (LPL)에 의하여 chylomicron과 VLDL의 분해가 촉진되기 때문이라 하였으며 Akiba와 Matsumoto(43)는 쌀겨, alfalfa 및 땅콩껍질 등 섬유소를 흰쥐에게 급이하였던 바 무섬유식이군에서 보다 혈청 인지질 농도가 낮았다고 보고 하였는데 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다.

Ca, Mg, P, Fe의 농도

혈청 중의 Ca, Mg, P 및 Fe의 농도는 Table 7과 같다. Ca의 농도는 껏잎 급이군에서 가장 낮았으며 팥잎과 콩잎군에서도 낮았다. Mg은 팥잎, 감잎, 콩잎 급이군이 낮았고, P은 콩잎, 감잎, 팥잎 급이군에서 낮았으며 Fe는 껏잎, 콩잎군이 매우 낮은 수치를 보였다.

식이섬유가 많이 함유된 밀빵을 계속 섭취하면 혈액 내 Zn과 Mg 함량이 감소되고(44) 정제된 cellulose와

Table 5. Serum levels of chylomicron, VLDL, LDL and LDL-cholesterol

Group*	Chylomicron	VLDL**	LDL***	LDL-cholesterol
1	75.2 ± 3.4 ^{*****}	541.8 ± 17.7 ^a	239.5 ± 13.4 ^a	76.8 ± 4.1 ^a
2	127.8 ± 9.1 ^b	844.2 ± 49.3 ^b	334.0 ± 11.2 ^b	116.9 ± 3.9 ^c
3	75.7 ± 1.9 ^a	864.6 ± 40.2 ^b	324.8 ± 11.6 ^b	113.7 ± 4.1 ^c
4	68.8 ± 2.8 ^a	519.5 ± 50.1 ^a	275.6 ± 16.8 ^a	96.5 ± 5.9 ^b
5	69.5 ± 1.9 ^a	520.4 ± 19.1 ^a	252.2 ± 18.1 ^a	88.3 ± 6.3 ^{ab}

* 1. Cellulose powder 5%

2. Persimmon leaves powder 5%

3. Mulberry leaves powder 5%

4. Perilla leaves powder 5%

5. Soybean leaves powder 5%

** Very Low Density Lipoprotein

*** Low Density Lipoprotein

**** Mean ± S.E (n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

Table 7. Serum levels of Ca, Mg, P and Fe

(mg/dl)

Group*	Ca	Mg	P	Fe
1	9.5±0.16 ^{c**}	3.4±0.16 ^b	12.0±0.4 ^b	189.8±5.1 ^c
2	9.0±0.15 ^{bc}	2.7±0.13 ^a	11.2±0.3 ^{ab}	187.3±4.4 ^c
3	8.5±0.28 ^b	2.5±0.13 ^a	11.8±0.4 ^{ab}	103.2±1.6 ^b
4	7.4±0.35 ^a	3.4±0.16 ^b	13.1±0.2 ^c	60.4±1.1 ^a
5	8.5±0.20 ^b	2.8±0.11 ^a	10.9±0.3 ^a	63.6±1.4 ^a

* 1. Cellulose powder 5%

2. Persimmon leaves powder 5%

3. Mulberry leaves powder 5%

4. Perilla leaves powder 5%

5. Soybean leaves powder 5%

** Mean±S.E (n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (P<0.05)

과채류가 다량 함유된 식이를 섭취하였을 때 Ca, Mg, Zn, Cu의 배설량이 증가된다는 보고가 있다(45,46).

식이섬유를 과잉섭취할 때 장폐색증, 장점막 손상을 초래하며 무기질 흡수불량, 에너지 소실 등의 결과를 초래할 수 있다고 한다. 식이섬유가 무기질의 장관흡수를 억제하는 원인으로서 식이섬유의 수산기 등이 소화관을 이동하는 과정에서 산, alkali 등으로 활성화되어 이 활성화와 무기질 이온이 불가역적으로 결합하므로써 장관으로 부터의 흡수가 저해되며, 식이섬유가 gel을 형성함으로써 무기질 확산이 억제되고, 장내 통과시간의 단축으로 인하여 무기질 흡수시간이 감소되며 식이섬유의 기계적 작용에 의하여 장관점막이 손상을 받아서 흡수가 저해되는 것으로 알려져 있다. 사람에게 겨 추출물 35g을 29일간 공급했을 때 negative calcium balance를 보인다는 보고(47)가 있다. Fe 농도에서 깻잎, 콩잎군이 타군에 비하여 3배 가까운 차이를 보이는 데 이는 아마도 검체가 균일하지 못한 것인지도 모르겠지만 이러한 상관관계는 앞으로 더 자세한 연구가 필요하리라고 생각된다.

요 약

식이섬유가 지질대사 개선작용에 미치는 영향을 검토하기 위하여 감잎, 뽕잎, 깻잎, 콩잎을 분말화하여 식이 중 총 식이섬유질 함량이 5%가 되도록 조제한 식이를 4주령된 SD계 수컷 흰쥐에게 3주간 급이하여 혈청의 지질성분을 검토한 결과는 다음과 같다. 1) 식이섭취량은 대조군이 가장 많았으며 기타 식이군에서는 유의적인 차이를 찾아볼 수 없었다. 식이효율은 감잎군에서 가장 높았고 깻잎, 뽕잎군이 낮았다. 2) 혈청 중의 총 cholesterol 농도는 콩잎군과 깻잎군에서 낮았고 HDL-cholesterol 농도는 깻잎군이 매우 높았으며 동맥

경화지수는 깻잎군과 콩잎군에서 낮았다. 3) 유리 cholesterol 농도는 감잎군에서 높았으며 총 cholesterol에 대한 cholesterol ester의 농도비는 76~80% 수준이었다. 4) LDL 및 LDL-cholesterol 농도는 콩잎과 깻잎군에서 기타 급이군에 비해서 현저히 낮았다. 5) 중성지질의 농도는 전 실험군에서 낮은 경향을 보였으나 특히 깻잎 급이군에서 가장 낮게 나타났다. 체중이 증가하는 식이군에서 혈청 중의 중성지질 농도가 증가하는 경향을 보였다. 인지질의 농도는 뽕잎을 제외한 기타군에서 유의하게 낮았다. 6) 혈당 수준은 뽕잎군과 깻잎군에서 유의적으로 낮았다. 7) 혈청 중의 Ca 농도는 깻잎, 뽕잎, 콩잎군에서 낮았고, Mg 농도는 뽕잎, 감잎군이 낮았으며, P의 농도는 콩잎군이, Fe의 농도는 깻잎과 콩잎군에서 낮았다. 이상의 연구 결과, 총 cholesterol, HDL-cholesterol, LDL, LDL-cholesterol, 중성지질, 인지질 농도, 동맥경화 지수, 혈당저하 등 여러 관점에서 볼 때 깻잎과 콩잎이 가장 우수한 지질개선효과를 나타내는 것으로 보인다. 체중 증가량, 식이섭취량 등의 식이효율이 깻잎군에서 가장 낮은 것은 특이한 방향성분으로 인한 식이의 영향 때문일 것으로 추정되며 체중 증가와 중성지질 농도간의 상관관계가 인정되었다.

감사의 글

이 논문은 1994년도 동의대학교 자체 학술 연구 조성비에 의하여 연구되었으며 이에 감사사를 드립니다.

문 헌

1. Council on scientific affairs : Dietary fiber and health. *J. Am. Med. Assoc.*, 262, 542 (1989)
2. Walker, A. R. P. and Arvidson, V. B. : Fat intake, serum

- cholesterol concentration and atherosclerosis in the South Africa Bantu. *J. Clin. Invest.*, **33**, 1366 (1954)
3. Anderson, J. W. and Tietzen, C. J. : Dietary fiber hyperlipidemia, hypertension, and coronary heart disease. *Am. J. Gastroenterol.*, **81**, 907 (1986)
 4. Anderson, J. W. : Dietary fiber lipid and atherosclerosis. *Am. J. Cardiol.*, **60**, 17 (1987)
 5. Kromhout, D., Bosschieter, E. B. and De Lezenne Coulander, C. : Dietary fiber and 10-year mortality from coronary heart disease, cancer and all causes. The Zutphen study. *Lancet*, **2**, 518 (1982)
 6. Arzenius, A. C., Kromhout, D., Barth, J. D., Reiber, J. H., Bruske, A. V., Buis, B., Van Gent, C. M., Kempen-Vooged, N., Strikwerda, S. and Van der Velde, E. A. : Diet, lipoproteins, and the progression of coronary atherosclerosis. The Leiden Intervention Trial. *N. Engl. J. Med.*, **313**, 805 (1985)
 7. Jenkins, D. J. A., Wilever, T. M. S., Bacon, S., Nineham, R., Less, R., Rowden, R., Love, M. and Hochaday, T. D. R. : Diabetic diets high carbohydrate combined with high fiber. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 1729 (1980)
 8. 金澤曉太郎, 島田 馨 : 大腸細菌業-とくに胆汁酸代謝と大腸發癌について. *綜合臨床*, **26**, 1042 (1977)
 9. Burkitt, D. P., Walker, A. R. P. and Painter, N. S. : Effect of dietary fiber on stool and transit time and its role in the causation of disease. *Lancet*, **2**, 1408 (1972)
 10. 中村治雄 : 動脈硬化, 高脂血症と植物纖維. *臨床營養*, **57**, 624 (1980)
 11. Jenkins, D. J. A., Hockaday, T. D. R., Howarth, R., Apling, H. C., Wolerver, T. M. S., Leeds, A. R., Bacon, S. and Dilawari, J. : Treatment of diabetes with guar gum. *Lancet*, **2**, 779 (1977)
 12. Munoz, J. M., Sandstead, H. H. and Jacob, R. A. : Effect of dietary fiber on glucose tolerance of normal men. *Diabetes*, **28**, 496 (1979)
 13. Brodribb, A. J. M. and Humphreys, D. M. : Diverticular disease ; Three studies, Part I, Relation to other disorders and fiber intake. *Brit. Med. J.*, **1**, 424 (1976)
 14. Nomura, T., Fukai, T., Hano, Y. and Uzawa. *J. Heterocycles.*, **16**, 2141 (1981)
 15. 野村太郎 : 化學の領域. **36**, 596 (1982)
 16. 이일하 : 한국인의 식생활 양상의 변화가 건강 및 질병상태에 미친 영향. 한국식문화학회 추계학술대회 (1993)
 17. 권태완, 강수기 : 식품공업의 발달과 우리의 식생활. 한국식문화학회 추계학술대회 (1993)
 18. 대한통계협회 : 사망원인 통계연보 (1991)
 19. 啓介, 植物纖維. 印南 梅, 桐山修八編 : 植物纖維. 日本, p.131 (1982)
 20. Kato, T., Tosa, N., Doudou, T. and Imamura, T. : Effects of dietary quercetin on serum lipids. *Agric. Biol. Chem.*, **47**, 2119 (1980)
 21. Stevens, J. : Does dietary fiber affect food intake and body weight? *J. Am. Diet. Assoc.*, **88**, 939 (1988)
 22. Patrica, A. J. and Truswell, A. S. : The hypocholesterolemic effects of pectins in rats. *Br. J. Nutr.*, **53**, 409 (1985)
 23. Heaton, K. W. : Food fiber as an obstacle to energy intake. *Lancet*, **22**, 1418 (1973)
 24. Chen, W. J. L. and Anderson, J. W. : Hypocholesterolemia effects of soluble fibers. In "Dietary fiber basic and clinical aspects" Vahouny, G. V. and Kritchevsky, D. (eds.), Plenum press, New York, p.275 (1986)
 25. Story, J. A. : The role of dietary fiber in lipid metabolism. *Adv. Lipid Res.*, **18**, 229 (1980)
 26. Anderson, J. W. and Bridges, S. R. : Plant fiber metabolites alter hepatic glucose and lipid metabolism. *Diabetes*, **30**, 133 (1981)
 27. Weiss, F. G. and Scott, M. L. : Effects of dietary fiber, fat and total energy upon plasma cholesterol and other parameters in chickens. *J. Nutr.*, **109**, 693 (1979)
 28. Rotstein, D. D., Key, R. M., Wayman, M. and Strassberg, D. M. : Prevention of cholesterol gallstones by lignin and lactulose. *Gastroenterol.*, **81**, 1098 (1981)
 29. Keys, A., Grande, F. and Anderson, J. T. : Fiber and Pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **106**, 555 (1961)
 30. Jenkins, D. J. A., Leeds, A. R., Newton, C. and Cunnings, J. H. : Effect of pectin, guar gum and Wheat fibers serum cholesterol. *Lancet*, **1**, 1116 (1975)
 31. Ershoff, B. H. and Wells, A. F. : Effects of gum guar, locust bean and carrageenan on liver cholesterol of cholesterol-fed rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **110**, 580 (1962)
 32. Miranda, P. L. and Horwitz, D. L. : High-fiber diets in the treatment of diabetes mellitus. *Ann. Intern. Med.*, **88**, 482 (1978)
 33. Doi, K., Kojima, T., Harada, M. and Horiguchi, Y. : Effect of mulberry leaves on lipid metabolism in rabbits fed a cholesterol diet. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **47**, 15 (1994)
 34. Goodman, D. S. : The turnover of plasma cholesterol in man. *Physiol. Rev.*, **45**, 747 (1964)
 35. Garg, M. L., Thomson, B. R. and Clandinin, M. T. : Effect of dietary cholesterol and 1 or ω -3 fatty acids on lipid composition and Δ^5 -desaturase activity rat liver microsomes. *J. Nutr.*, **118**, 661 (1988)
 36. 金箕洪 譯編 : 検査成績의 臨床的 活用. 高文社 (1980)
 37. 김군자 : 수종의 식용버섯과 식물성 유지의 혼합급이가 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향. 경상대학교 대학원 박사학위논문 (1993)
 38. Wen-ju, L. C. and Anderson, J. W. : Soluble and insoluble plant fiber in selected cereals and vegetable. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1077 (1981)
 39. Miller, G. F. and Miller, N. E. : Plasma high density lipoprotein concentration and development of ischemic heart disease. *Lancet*, **1**, 16 (1975)
 40. Ozawa, H., Kobayashi, T., Sakane, H., Inafuku, S., Mikami, Y. and Homma, Y. : Effects of dietary fiber polydextrose feeding on plasma lipid levels and diurnal change in plasma sugar, insulin and blood pressure levels. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **46**, (1993)
 41. Kannel, W. B., Castelli, W. P. and Girdon, T. : Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. *Am. Literu. Med.*, **90**, 85 (1979)

42. Kinnunen, P. K. J., Virtanen, J. A. and Vainio, P. : Lipo-protein lipase an hepatic endothelial lipase. *Atheroscler. Rev.*, **11**, 65 (1983)
43. Akinba, Y. and Tatsuroi, M. : Effect of dietary fiber on lipid metabolism in liver and adipose tissue in chinks. *J. Nutr.*, **112**, 1577 (1982)
44. Reinhold, J. G., Faraji, B., Abadi, P. and Ismail-Beigi, F. : Decresed absorption of calcium, magnesium, zinc and phosphorus by humans due to increased fiber and phosphorus consumption as wheat bread. *J. Nutr.*, **106**, 495 (1976)
45. Ismail-Beigi, F., Reinhold, J. G., Faraji, B. and Bade, P. A. : Effects of cellulose added to diets of low and high fiber content upon the metabolism of calcium, magnesium, zinc and phosphorus by man. *J. Nutr.*, **107**, 510 (1977)
46. Kelsay, J. L., Behall, K. M. and Prather, E. S. : Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolitic responses of human subjects. II. Calcium, magnesium, iron and silicon balances. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1876 (1979)
47. Van Dokkum, W., Westra, A. and Schippers, F. A. : Physiological effects of fiber-rich types of bread. 1. The effect of dietary fiber from bread on the mineral balance of young men. *Br. J. Nutr.*, **47**, 451 (1982)

(1995년 5월 29일 접수)