

쑥, 진피, 두충이 고지혈증 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향

김 지 현 · 왕 수 경

대전대학교 이과대학 식품영양학과

Effects of Mugwort, Dried Orange Peel and Duchung on Lipid Metabolism in Hyperlipidemia Rats

Kim, Jee-Hyun · Wang, Soo-Gyoung

Department of Food and Nutrition, Taejon University, Taejon, Korea

ABSTRACT

This study was performed to investigate the influence of dietary foods from three Chinese medicinal herbs(Mugwort, Dried orange peel and Duchung) on lipid metabolism in rats. Male rats of Sprague-Dawley strain were divided into four dietary groups(Cellulose(CL), Mugwort (MW), Dried orange peel(OP), Duchung(DC)) after three weeks of hyperlipidemic dieting and were *fed ad libitum* each of the experimental diets for six weeks. The fiber sources of the experimental diets were prepared by drying and milling mugwort, orange peel, duchung and cellulose. Each of the fiber sources was mixed into the diet to achieve 10 g% levels of total dietary fiber.

Levels of apparent fat absorption exhibited a significant decrease in the MW and DC groups. The OP group also showed a decreasing trend, but to a lesser extent. The levels of serum total lipid were not significantly different among the four experimental groups. Total serum cholesterol levels were significantly lower in the OP group than in both the CL and MW groups. Serum TG and LDL-cholesterol levels were significantly higher in the CL group than other groups. Serum HDL-cholesterol levels were significantly lower in the CL group than in the other groups. Total lipid and total cholesterol in liver were significantly higher in the CL group than in other groups and TG in liver was significantly lower in the CL group than in the other groups. Total lipid and total cholesterol in feces displayed a significant increase in the MW and DC groups when compared with the CL group. The OP group also showed an increase compared to the CL group. (*Korean J Nutrition* 30(8) : 895~903, 1997)

KEY WORDS : lipid metabolism · dietary fiber · mugwort · dried orange peel · duchung.

서 론

최근 우리나라에서는 식생활의 서구화와 더불어 식생활 패턴의 변화로 포화지방산이나 콜레스테롤을 많
채택일 : 1997년 9월 5일

이 함유하고 있는 동물성 식품 섭취가 증가하고 있다. 1994년도 국민영양조사보고에 의하면 조사 대상 가구 수의 36.7%가 열량의 20%이상을 지방에서 섭취하였고 가구수의 5.8%는 총열량의 30%이상을 지방에서 섭취하였다. 전체 지방 섭취량에 대한 동물성 지방의 섭취비율은 45.8%로 1992년부터 정체현상을 보이고 있

지만 일부 국민은 총지방 섭취량이 높은 동시에 포화지방 섭취도 우려할 만한 수준으로 평가되었다¹¹⁾. 1980년대에 당뇨, 비만증, 고혈압, 고지혈증, 동맥경화증 등의 만성 퇴행성 질환의 발병이 증가추세에 있고 순환계질환, 암 등에 의한 사망이 증가하고 있는 것은 동물성 지방의 섭취증가로 기인된 것으로 사료된다²⁰⁾. 이러한 만성 성인병의 예방 및 치료를 위한 식이요법에 대한 많은 연구가 활발히 진행되고 있는데, 여러 가지 식이 섬유소들이 순환계 질환을 비롯한 만성 성인병의 예방과 치료에 효과적인 것으로 나타났다²³⁾.

섬유질의 생리적 기능은 급원에 따른 섬유질의 물리적 성질, 즉 수분 보유력, 점도, 결합력, 흡착성 그리고 발효성에 따라 다르다. 수분을 보유하고 gel을 형성하여 점성을 띠는 수용성의 pectin과 gum은 intestinal contents의 viscosity를 증가시켜 소장에서의 glucose의 흡수를 저하시키고⁴⁾, 혈청 콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과를 가지고 있다⁵⁾. 한편 불용성 섬유소의 경우에는 주로 대장기능에 영향을 미쳐 배변량, 배변횟수, 장통과시간(gastrointestinal transit time)의 변화를 가져오게 된다⁴⁾. 식이섬유와 체내 지질 대사간의 관계에 대한 연구는 1970년대에 이르러 집중적으로 연구되기 시작하였는데 식이섬유가 고지혈증⁵⁾, 당뇨⁶⁾ 등의 질병들에 대해 예방 및 치료적 효과가 있을 수 있다는 연구 결과 발표로 식이섬유를 첨가한 가공 식품과 기능성 식품들의 개발과 소비가 급격히 신장되고 있다. 우리나라에서도 식이섬유에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는데 특히 최근에 와서는 정제된 식이섬유가 아닌 식이섬유질이 포함된 식품 자체를 실험재료로 사용한 연구가 이루어지고 있고 한의학에서도 약재로 이용되고 있는 식품들이 여러 질병에 대해서 어떻게 작용하는 지에 대한 연구가 활발해지고 있다.

식용으로 사용하면서 한방약재인 쑥은 수렴 및 자궁출혈, 코피 등의 지혈약으로 쓰이고 소화, 하복부 진통, 구충, 악취 제거 등에 효과가 있다고 알려져 왔으며⁷⁻¹⁰⁾ 또한 위장병 치료 및 변비, 신경통, 냉병, 부인병, 천식에 효과가 있다 하여¹⁰⁽¹¹⁾ 옛부터 차로 이용되어 왔다. 그리고, 특히 특유의 향, 맛, 색을 지니고 있어 떡, 국,

나물, 튀김 등에 식용되어 왔다¹²⁾. 두충은 쌍자엽 피자 식물로서¹³⁾, 한방에서 강장, 진정, 진통 및 안정제로 사용되어오고 있고¹⁴⁾ 近代의 陳¹⁵⁾은 壯陽補腎시키므로 內科, 婦科의 退行性 疾患 즉 心臟, 腎臟, 生殖系統의 機能障礙, 高血壓, 高脂血症, 動脈硬化 등을 治療한다고 하였다. 그리고 진피는 本草學에서 滯氣를 行하게 하면 脾胃腸이 스스로 健康하게 되고 寒濕이 제거되면 痰涎이 스스로 소멸되는 까닭에 理氣, 健脾, 燥濕, 化痰의 要藥이라고 하였고¹⁶⁾ 거담약으로서 감기에 쓰이고 소화 불량, 구토에 쓰이고 있다¹⁷⁾. 그리고, 진피수침액은 토끼 및 흰쥐의 심혈관계 및 장관을 흥분시키고, 혈관수축 작용이 있다¹⁷⁾.

본 연구에서는 1g% cholesterol과 30g% lard를 첨가조제한 식이로 식이성 고지혈증을 유발시킨 흰쥐에게 식이섬유원으로 식용으로 많이 쓰이는 한방약재인 쑥, 진피, 두충을 공급하여 쑥, 진피, 두충내의 식이섬유소가 고지혈증 개선효과 및 지질대사에 어떠한 영향을 미치는지 관찰하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험 동물의 고지혈증 유발

생후 4주된 Sparague-Dawley Rat 수컷 32마리를 고형사료(삼양배합사료)로 10일간 적응시킨 후 1g% cholesterol, 30g% lard를 첨가 조제한 고지질식이로 3주간 사육하였다. 고지혈증이 유발된 것을 확인하기 위하여 실험 동물 각각의 심장에서 채혈하여 총콜레스테롤 농도를 분석(136.4±19.4mg/dl)하였고 이 농도를 김기영 등 연구¹⁸⁾의 10주령된 정상 흰쥐의 총콜레스테롤 농도(61.8±17.7mg/dl)와 비교해서 고지혈증 즉, 고콜레스테롤혈증이 유발되었음을 확인하였다.

2) 실험식이 조제

섬유질원은 건조상태의 쑥, 두충, 진피를 시중의 한약 건재상에서 구입하여 분쇄한 후 일반성분을 분석하였고(Table 1), 실험식은 Table 2와 같이 각 식이내에 총섬유소(total dietary fiber) 함량이 10%가 되도록

Table 1. Composition of experimental fibers (g/100g)

Fiber source	Carbohydrate	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	TDF	IDF	SDF
MW	35.9	4.1	6.37	8.54	10.19	34.9	27.70	7.2
OP	49.93	10.33	3.5	7.67	3.37	25.2	18.75	13.65
DC	38.27	6.53	3.71	8.65	5.94	36.9	35.28	1.62

MW : Mugwort

OP : Dried orange peel

DC : Duchung

TDF : Total dietary fiber

IDF : Insoluble dietary fiber

SDF : Soluble dietary fiber

Carbohydrate = 100 - (moisture + protein + fat + ash + TDF)

록, 그리고 섬유질원에 함유되어 있는 탄수화물, 단백질, 지방의 양을 고려하여 starch, casein, corn oil을 각 식이마다 다르게 첨가하였고, isocaloric diet를 사용하였다. 대조군의 경우에는 cellulose를 사용하였다.

3) 실험동물 사육

고지혈증이 유발된 실험동물들을 체중에 따라 난괴법으로 8마리씩 cellulose군(CL), 옥군(MW), 진피군(OP), 두충군(DC)으로 나누어 한마리씩 stainless steel cage에서 섬유질원을 첨가한 실험식으로 총 6주간 사육하였다. 식이와 물은 제한없이 공급하였고, 식이섭취량은 매일 일정한 시각에 허실량까지 계산하여 측정하였으며 체중은 갑작스런 변화를 막기 위하여 체중 측정 2시간 전에 식이를 제거하고, 매주 1회씩 측정하였다

2. 실험방법

1) 섬유질원의 분석

(1) 일반성분 분석

AOAC법¹⁹⁾에 준해 수분은 상압건조법, 조단백질은 micro Kjeldahl법으로 섬유질원의 질소량을 산출한다음 질소계수 6.25를 곱하여 단백질량을 산출하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법을 사용하였고, 조회분은 회화법으로 각각 그양을 산출하였다.

(2) 섬유질 분석

Prosky 등의 방법²⁰⁾에 의해 총 식이섬유(TDF)와 불

용성 식이섬유(IDF)의 함량을 분석하였고, 총 식이섬유 함량에서 불용성 식이섬유함량을 뺀 것을 수용성 식이섬유(SDF) 함량으로 하였다.

2) 시료의 분석

(1) 변의 수거

각 실험 동물의 변은 실험 종료 마지막 주에 대사장에 한마리씩 넣어 하루의 적응 기간을 거친 후 3일간 채취하여 변 중량을 재고, 냉동 보관하였다. 그 후 분석 전에 80℃ dry oven에서 24시간 건조시켜 건조량을 잰 후 분쇄하여 총지질, 총 콜레스테롤, 중성지방의 분석 시료로 이용하였다.

(2) 각종 장기 및 혈액의 채취

실험 종료전 12시간 절식 후 에테르로 마취시켜 cardiac puncture 방법으로 혈액을 채취하여 3000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청만을 취하여 냉동 보관하였다가 분석 시료로 이용하였다. 혈액을 채취한 후 즉시 간, 신장, 비장, 맹장, 대장, 소장, 부고환, 부고환지방을 적출하여 생리식염수로 세척한 후 여과지로 수분을 제거하여 무게를 측정하였고, 간은 냉동 보관하였다가 분석 시료로 이용하였다.

(3) 변내의 지질 농도 측정

변과 간의 총지질은 Folch법²¹⁾을 이용하였고, 추출한 총지질을 일정량의 chloroform 용매에 녹여 총 콜레스테롤은 Seligson법²²⁾으로, 그리고 중성지방은 kit(영동

Table 2. Composition of experimental diets (g%)

Ingredients \ Group	CL	MW	OP	DC
Corn starch	62.0	47.6	36.7	48.2
Casein	15.0	13.2	13.6	14.0
Corn oil	8.0	5.6	5.0	5.7
Fiber source	10	28.6	39.7	27.1
Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Salt mixture ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture ²⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2
Carbohydrate calorie(Cal/100g diet)	248.0	231.2	226.0	234.4
Protein calorie(Cal/100g diet)	60.0	60.0	60.0	60.0
Fat calorie(Cal/100g diet)	72.0	72.0	72.0	72.0
Total calorie(Cal/100g diet)	380.0	363.2	358.0	366.4

1) Salt mix(g/Kg mixture) : Calcium phosphate, diabasic 500 ; Sodium chloride 74 ; Potassium citrate, monohydrate 220 ; Potassium sulfate 52 ; Magnesium oxide 24 ; Manganous carbonate 3.5 ; Ferric citrate 6H₂O 6 ; Zinc carbonate 1.6 ; Cupric carbonate 0.3 ; Potassium iodate 0.01 ; Sodium selenite 0.01 ; Chromium potassium sulfate 0.55 ; Sucrose, finely powdered to make 1000g

2) Vitamin mix(mg/Kg mixture) : Thiamin HCl 600 ; Riboflavin 600 ; Pyridoxine HCl 700 ; Nicotinic acid 3000 ; D-Calcium pantothenate 1600 ; Folic acid 200 ; D-Biotin 20 ; Cyanocobalamine 1 ; Retinyl palmitate or acetate 400,000 IU vitamin A activity ; dl- α -Tocopheryl acetate 5000IU vitamin E activity ; Cholecalciferol 2.5 ; Menaquinone 5 ; sucrose, finely powdered to make 1000g

3) CL : Cellulose group MW : Mugwort group
OP : Dried orange peel group DC : Duchung group

제약)을 이용한 효소비색법(enzymatic colorimetric method)으로 측정하였다.

(4) 혈청의 지질 농도 측정

혈청의 총지질은 Frings법²³⁾에 의해 분광광도계 540 nm에서 비색 정량하였고, 총 콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤, 중성지방의 함량은 영동제약 kit을 이용하였다. 혈청의 LDL 콜레스테롤은 총콜레스테롤에서 HDL 콜레스테롤과 중성지방/5량을 뺀 값으로 하였다. 혈당은 영동제약의 혈당 측정용 kit을 이용하여 분석하였다.

3. 통계처리

SAS²⁴⁾를 이용하여 평균값(Mean)과 표준편차(SD)를 구하였고, ANOVA(analysis of variance)로 식이에 따른 차이 유무를 알아본 뒤 실험군들 간은 Duncan's multiple-range test로, 같은 실험군 내의 고지혈증 유발에서 실험 식이 후 혈청 지질 농도 변화는 t-test를 행하여 $\alpha=0.05$ 수준에서 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 식이 섭취량 및 체중 증가량

Table 3은 실험기간 6주 동안의 각군의 총 식이섭취량, 최종 체중증가량 그리고 식이섭취량에서 계산된 실제 식이섬유의 섭취량을 나타낸다.

실험 전 기간 동안의 총 식이섭취량에 있어서 cellulose군, 진피군이 각각 748.5g, 708.5g으로 썩군 619.8g, 두충군 613.7g보다 유의적으로 높았다($p<0.05$). cellulose군과 진피군 비교에서는 대조군인 cellulose군이 높았다.

최종 체중 증가량은 cellulose군이 나머지 세군에 비해 유의적으로 높았고($p<0.05$), 썩군, 진피군, 두충군 비교에서는 두충군이 다소 낮은 경향을 보였는데 이것은 두충의 강한 방향 성분으로 인한 총 식이섭취량 감소 즉, 이에 따른 energy 섭취가 감소된 결과로 사료된

다. 김미정 등²⁵⁾은 쌀겨, 배추, 무, 사과, 김 등 섬유질의 식이섬유를 분석하여 총식이섬유가 전체식이중 5%에 해당하는 양을 공급하였을 때 불용성 식이섬유 cellulose 만을 공급한 군에 비해서 평균 식이섭취량이 높았고, 체중 증가량도 높았다고 보고하였다. 그리고 Mueller 등²⁶⁾도 같은 결과를 보여 불용성 섬유질만을 섭취한 cellulose군에 비해 식품을 통해 불용성, 수용성 식이섬유질을 함께 공급받은 군의 식이섭취량이 높았고 체중증가량도 높았다. 이러한 결과는 본 연구결과와 일치하지 않으나 식이섭취량이 높을수록 체중증가량도 높은 경향은 일치했다.

2. 장기의 무게

Table 4에서 보면 체중 100g당 간무게는 썩군과 두충군이 각각 30.9g, 29.0g으로 진피군에 비해 유의적으로 높았고($p<0.05$), cellulose군과는 유의적 차가 없지만 다소 높은 경향을 보였다. 권기화²⁷⁾는 간조직의 무게는 식이섬유에 영향을 받지 않는다고 하였고, 김영수 등²⁸⁾도 무섬유 식이군과 보리에서 추출한 섬유질의 양을 달리하여 첨가한 식이군에서 간무게의 차이가 없었다고 보고하였다. 비장 무게에 있어서도 군간에 유의적 차는 없지만 cellulose군이 1.9g으로 다소 높은 경향을 보였다. 한정순²⁹⁾은 체중 100g당 간장, 비장의 무게는 식이섬유 pectin과 cellulose 첨가에 따른 변화가 없었다고 하였다. 신장은 썩, 진피군이 각각 6.8g, 6.4g으로 cellulose군 5.8g에 비해서 유의적으로 높았고($p<0.05$), 두충군도 6.3g으로 cellulose군에 비해 높은 경향을 보였다. 부고환 전체와 부고환 지방의 무게에 있어서도 군간에 유의적 차는 없지만 cellulose군에서 부고환 지방이 20.2g으로 다소 높은 경향을 보였으며, 부고환 전체에 대한 지방이 차지하는 무게 % 역시 cellulose군이 69.09%로 가장 높았고 썩, 두충군은 각각 61.19%, 62.82%로 cellulose군에 비해 유의적으로 낮아($p<0.05$) cellulose군에서 더 많은 체지방이 함성됨을 볼 수 있었다. 한정순 등³⁰⁾은 고지방 식이시 부고환 지

Table 3. Total food consumption, body weight gain and total dietary fiber intake of the rats fed experimental diets (g/rat)

Groups	CL	MW	OP	DC
Total food consumption	748.5 ± 89.3 ^{a 1)2)}	619.8 ± 44.8 ^b	708.5 ± 22.8 ^a	613.7 ± 43.5 ^b
Body weight gain	388.6 ± 57.7 ^a	316.6 ± 36.4 ^{bc}	349.8 ± 20.7 ^b	296.4 ± 18.1 ^c
TDF intake	74.85 ± 8.93 ^a	61.98 ± 4.48 ^b	70.85 ± 2.29 ^a	61.37 ± 4.35 ^b
IDF intake	74.85 ± 8.93 ^a	47.95 ± 3.46 ^c	52.71 ± 1.70 ^c	58.67 ± 4.16 ^b
SDF intake		14.03 ± 1.02 ^b	18.14 ± 0.58 ^a	2.70 ± 0.19 ^c

CL : Cellulose group MW : Mugwort group OP : Dried orange peel group
 DC : Duchung group TDF : Total dietary fiber IDF : Insoluble dietary fiber
 SDF : Soulable dietary fiber

1) mean ± SD

2) The different alphabets in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

방 함량은 pectin과 cellulose 첨가군의 차이가 없었고, 고지방고에너지 식이군에서는 pectin 첨가군에서 지질이 감소하였다고 했다. 소장의 무게는 cellulose군이 13.2g으로 썩 18.6g, 진피 17.7g, 두충 16.7g에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 대장의 무게는 진피군이 두충, cellulose군에 비해 유의적으로 높았고($p < 0.05$) 썩군도 두충, cellulose군에 비해 높아 cellulose군이 가장 낮았다. 맹장의 무게는 진피군이 16.1g으로 다른 세 군에 비해 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 썩군도 12.0g으로 두충 10.9g, cellulose군 7.9g에 비해 유의적으로 높아($p < 0.05$) cellulose군이 가장 낮았다.

3. 지방의 섭취량, 배설량 및 흡수율

지방의 섭취량, 배설량 및 흡수율은 Table 5와 같다. 지방 흡수율은 대사장에서 1일간의 식이 섭취량에서 지방 섭취량을 구한 후 지방 섭취량에서 같은 기간의 변으로 배설된 지방량을 뺀 후 지방 섭취량으로 나누어 산출하였다. 지방 섭취량은 두충군 1100.3mg에 비해서 cellulose 1430.0mg, 썩군 1330.3mg, 진피군 1211.3mg이 다소 높은 경향을 보였고, 특히 cellulose군이 두충군에 비교해서 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 변으로의 지방 배설은 썩군(167.7mg)과 두충군(193.6mg)이 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 진피군(85.2mg)도 cellulose군(49.9mg)에 비해 높은 경향이 있어 cellu-

se군에 비해 나머지 세 군이 지방 배설에 더 효과적임을 알 수 있다. 지방 흡수율은 두충군(82.4%)과 썩군(87.0%)이 cellulose(96.4%), 진피군(93.0%)보다 유의적으로 낮았고($p < 0.05$), 진피군도 cellulose군에 비해 다소 낮은 경향을 보였다. 따라서 썩, 진피, 두충과 같은 식품자체로의 식이섬유 공급이 정제 식이섬유 cellulose에 비해 지방의 흡수를 억제함으로써 고지혈증 환자나 동맥경화증 환자에게 권장되어질만 하다고 사료된다.

4. 혈액의 지질, 혈당 농도

Fig. 1은 고지혈증 유발 후의 혈액 총지질, 총콜레스테롤, 중성지방의 농도가 실험식으로 사육한 후에 어떻게 변화되었는가를 보여준다. 총지질 농도는 cellulose군과 두충군이 실험 후에 증가 현상을 보였지만 썩군과 진피군은 감소되는 경향을 보였다. 박은진³¹⁾의 연구에서는 두충의 총지질 감소효과를 보고했고, 한정순 연구²⁹⁾에서도 수용성 pectin 첨가군이 cellulose 첨가군보다 혈청 중 총지질의 양이 유의적으로 감소했다. 총콜레스테롤 농도는 cellulose군, 썩군이 변화가 거의 없고, 진피군, 두충군에서는 실험식으로 다소 감소되는 경향을 보였다. 이것은 수용성 섬유질이 콜레스테롤의 체내 흡수를 방해하고, 담즙산의 장간순환을 방해하여 소장에서의 담즙산의 재흡수를 저해하는데, 결국 저장

Table 4. Liver, spleen, kidney, epididymis, epididymal fat pads, small intestine, large intestine, cem weight of the rats fed experimental diets (g/체중 100g)

Groups	CL	MW	OP	DC
Liver	2.82±0.37 ^{ab 1)2)}	3.09±0.33 ^a	2.58±0.12 ^b	2.9 ±0.26 ^a
Spleen	0.19±0.02	0.18±0.03	0.18±0.01	0.17±0.04
Kidney	0.58±0.03 ^b	0.68±0.05 ^a	0.64±0.07 ^a	0.63±0.05 ^{ab}
Epididymis	2.91±0.21	2.86±0.26	2.78±0.33	2.82±0.26
Epididymal fat	2.02±0.28	1.76±0.26	1.83±0.27	1.78±0.26
Epididymal fat(%)	69.09±5.47 ^a	61.19±4.53 ^b	65.45±3.01 ^{ab}	62.82±4.67 ^b
Small intestine	1.32±0.14 ^b	1.86±0.24 ^a	1.77±0.21 ^a	1.67±0.29 ^a
Large intestine	0.34±0.15 ^b	0.44±0.08 ^{ab}	0.51±0.11 ^a	0.39±0.08 ^b
Cecum	0.79±0.2 ^c	1.20±0.39 ^b	1.61±0.30 ^a	1.09±0.24 ^{bc}

CL : Cellulose group MW : Mugwort group OP : Dried orange peel group
 DC : Duchung group Epididymal fat(%)=(Epididymal fat/Epididymis) × 100

1) mean ± SD

2) The different alphabets in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Fat intake, fecal fat and apparent fat absorption of the rats fed experimental diets

Groups	CL	MW	OP	DC
Fat intake(mg/day)	1430.0±308.4 ^{a 1)2)}	1330.3±304.8 ^{ab}	1211.3±57.6 ^{ab}	1100.3±196.3 ^b
Fecal fat(mg/day)	49.9± 15.0 ^b	167.7± 43.2 ^a	85.2±68.6 ^b	193.6± 37.6 ^a
Apparent fat absorption(%)	96.4± 1.1 ^a	87.0± 4.2 ^b	93.0± 5.5 ^a	82.4± 1.2 ^c

CL : Cellulose group MW : Mugwort group OP : Dried orange peel group
 DC : Duchung group Fat apparent digestibility=(fat intake-fecal fat)/fat intake

1) mean ± SD

2) The different alphabets in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

된 담즙산량의 감소로 콜레스테롤로부터 담즙산염의 합성이 증가되어 혈청 콜레스테롤 함량이 낮아진다³²⁾고 볼 수 있다. 증성지방은 실험군 모두 정상범위(165.3±11.4) 이하로 감소되었고 cellulose군에 비해서 썩, 진피, 두충군의 현저한 감소효과를 볼 수 있었다.

Table 6에서 HDL-콜레스테롤은 썩군(105.1mg)과 두충(102.6mg), 진피군(91.3mg)이 cellulose군(76.1mg)에 비해 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 김미

정 등³³⁾은 총식이섬유 섭취량이 증가할수록 혈청 HDL-콜레스테롤 농도도 증가한다고 보고하였고, 김연희³³⁾의 연구에서도 채소류 즉 들미나리, 썩, 머위를 식이섬유질 원으로 하여 총 식이중량의 15%를 공급하였을 때 식이섬유질 섭취량에 따른 HDL-콜레스테롤의 농도 변화에 일정한 경향이 없었지만 썩의 HDL-콜레스테롤 증가효과를 보고했다. 동맥경화를 유발하는 인자인 LDL-콜레스테롤은 cellulose군이 47.7mg으로 나머지 세 군에 비

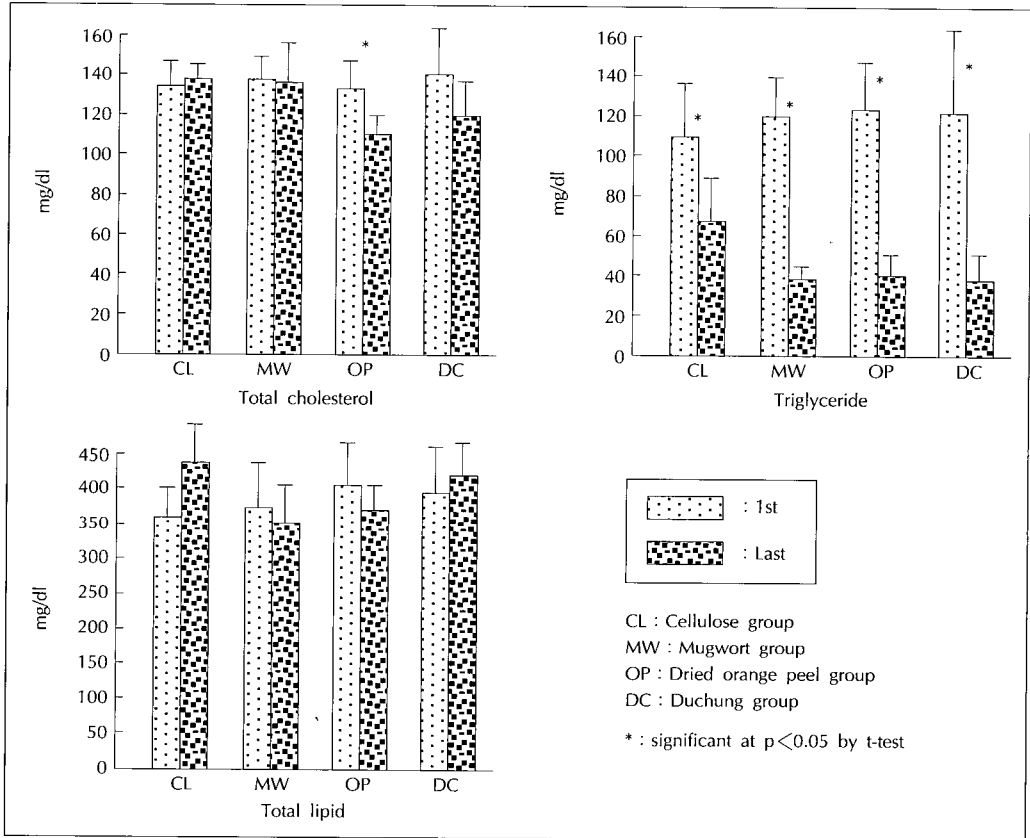


Fig. 1. Changes of total cholesterol, triglyceride and total lipid level in the serum by the experimental diets.

Table 6. Levels of total lipid, total-cholesterol(TC), HDL-cholesterol(HDL-C), triglyceride, LDL-cholesterol, HDL-C/TC and glucose in the serum of the rats fed experimental diets

Groups	CL	MW	OP	DC
Total lipid(mg/dl)	440.0±128.3 ¹⁾²⁾	359.1±56.3	363.8±46.3	429.3±65.4
Total cholesterol(mg/dl)	137.0±9.0 ^a	136.7±22.8 ^a	112.3±7.0 ^b	121.0±16.7 ^{ab}
HDL-cholesterol(mg/dl)	76.1±6.9 ^c	105.1±9.8 ^a	91.3±5.5 ^b	102.6±8.8 ^a
Triglyceride(mg/dl)	66.4±21.8 ^a	36.0±7.4 ^b	39.8±5.6 ^b	34.6±9.3 ^b
LDL-cholesterol(mg/dl)	47.7±14.0 ^a	24.4±17.6 ^b	13.1±10.6 ^b	11.5±15.9 ^b
HDL-C/TC(%)	55.9±7.9 ^b	78.1±10.8 ^a	81.6±7.7 ^a	85.9±12.2 ^a
Glucose(mg/dl)	228.1±90.6	175.7±44.7	189.4±31.6	193.9±55.4

CL : Cellulose group
 MW : Mugwort group
 OP : Dried orange peel group
 DC : Duchung group

1) mean ± SD

2) The different alphabets in the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 백미, 보리, 현미 등의 식이 공급시 수용성 섬유질 섭취량이 많은 보리군에서 HDL-콜레스테롤이 높고, LDL-콜레스테롤이 낮은 정경아 등³⁰⁾ 연구 결과와 일치하는데 이러한 것으로 보아 cellulose에 비하여 나머지 세 식품이 관상동맥성 심장질환(CHD) 발생을 예방하는데 더 효과적이라 볼 수 있다. 동백경화 지수로 이용되는 HDL-C/TC에 있어서 cellulose군(55.9%)에 비해 나머지 세 군(썩 78.1%, 진피 81.6%, 두충 85.9%)이 유의적으로 높아 cellulose보다는 썩, 두충, 진피가 심장, 순환기계 질환에 대한 예방 또는 치료 효과가 있을 것으로 보인다. 박은진³¹⁾은 두충의 수용성 추출물을 백색의 토끼에게 공급하여 콜레스테롤 투여군에 비해서 콜레스테롤 및 두충 투여군의 혈청 콜레스테롤, 중성지방, 총지질의 감소, HDL-콜레스테롤의 증가를 관찰했다. 혈당에 있어서는 통계적 유의 차는 없지만 수용성 섬유소를 더 많이 함유하고 있는 썩, 진피군이 각각 175.7mg, 189.4mg으로 다소 낮은 경향을 보였고, cellulose군이 228.1mg으로 가장 높았다. 정해경³²⁾은 고지방식이를 섭취한 흰쥐에게 썩을 공급하여 고지방 식이로 상승된 혈청내 glucose와 중성지방의 양이 유의적으로 감소됐다고 보고했다.

5. 간의 지질 농도

간의 총지질, 총콜레스테롤, 중성지방 함량은 Table 7과 같다. 간의 총 지질과 총 콜레스테롤 함량은 cellulose군 각각 90.9mg, 13.3mg으로 나머지 세 군에 비

해 유의적으로 높아($p < 0.05$) cellulose가 다른 세 식품보다 간에서 콜레스테롤 생합성 촉진으로 지질을 많이 축적시킴을 알 수 있었다. 수용성 섬유질 섭취량이 가장 많은 진피군에서 간의 총 지질(61.7mg), 총 콜레스테롤(6.7mg) 함량이 가장 낮았는데, 이러한 결과는 수용성 섬유질 섭취량이 가장 많은 보리군에서 간의 총 지질, 총 콜레스테롤이 가장 낮은 정경아 등³⁰⁾의 연구 결과와 일치했다. 중성지방에 있어서는 cellulose군이 다른 세 군보다 유의적으로 낮았다.

6. 변의 지질 함량, 변중량 및 수분 함량

변의 총지질, 총콜레스테롤, 중성지방의 함량, 수분을 포함한 변중량(wet feces weight), 건중량(dry feces weight), 수분 함량은 Table 8과 같다.

변의 총지질과 총콜레스테롤 농도는 두충(59.6mg, 11.7mg), 썩군(42.0mg, 7.9mg)이 cellulose군(21.6mg, 3.7mg), 진피군(22.8mg, 4.0mg)에 비해 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 진피군도 cellulose군에 비해서 유의적이진 않지만 다소 높은 경향을 보였다. 중성 지방은 진피군(1.9mg)에 비해서 나머지 세 군(cellulose 2.3mg, 썩 2.4mg, 두충 2.4mg)이 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 썩군과 두충 군은 cellulose군에 비해 다소 높은 경향을 보였다. 수분을 포함한 변중량(wet feces weight), 건중량(dry feces weight)에 있어서도 cellulose군(2.47g, 2.37g)에 비해 썩(4.83g, 4.03g), 진피군(5.27g, 3.67g)이 유의적으로 높았고($p < 0.05$), cellulose군에 비해서 두충군(3.9g, 3.23g)도 다소 높은 경향을 보였다. 수분 함유

Table 7. Levels of total lipid, total-cholesterol and triglyceride in the liver of the rats fed experimental diets (mg/1g liver)

Groups	CL	MW	OP	DC
Total lipid	90.9 ± 22.1 ^{a 1)2)}	64.5 ± 8.3 ^b	61.7 ± 12.2 ^b	67.7 ± 6.8 ^b
Total cholesterol	13.3 ± 4.4 ^a	9.8 ± 1.0 ^b	6.7 ± 0.6 ^c	9.4 ± 1.4 ^b
Triglyceride	22.0 ± 3.5 ^b	28.6 ± 8.5 ^a	29.6 ± 5.0 ^a	34.3 ± 5.4 ^a

CL : Cellulose group
 OP : Dried orange peel group
 MW : Mugwort group
 DC : Duchung group

1) mean ± SD

2) The different alphabets in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 8. Levels of total cholesterol, triglyceride, wet feces weight, dry feces weight and water content in the feces of the rats fed experimental diets

Groups	CLV	MW	OP	DC
Total lipid(mg/g)	21.6 ± 6.6 ^{c 1)2)}	42.0 ± 10.2 ^b	22.8 ± 9.0 ^c	59.6 ± 4.6 ^a
Total cholesterol(mg/g)	3.7 ± 0.3 ^c	7.9 ± 1.7 ^b	4.0 ± 0.5 ^c	11.7 ± 1.2 ^a
Triglyceride(mg/g)	2.3 ± 0.4 ^a	2.4 ± 0.1 ^a	1.9 ± 0.2 ^b	2.4 ± 0.2 ^a
Wet feces weight(g/day)	2.47 ± 0.5 ^b	4.83 ± 0.8 ^a	5.27 ± 3.5 ^a	3.9 ± 0.4 ^{ab}
Dry feces weight(g/day)	2.37 ± 0.5 ^b	4.03 ± 0.7 ^a	3.67 ± 2.1 ^a	3.23 ± 0.5 ^{ab}
Water content(g/day)	0.1 ± 0.1 ^b	0.8 ± 0.2 ^b	1.6 ± 1.3 ^a	0.67 ± 0.2 ^b

CL : Cellulose group
 OP : Dried orange peel group
 MW : Mugwort group
 DC : Duchung group

1) mean ± SD

2) The different alphabets in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

량은 수용성 섬유질 섭취량이 가장 많은 진피군이 1.6g으로 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 두충군이 0.67g, 쑥군이 0.8g으로 불용성 섬유질인 cellulose군 0.1g에 비해 높은 경향을 보였다. 이것은 수용성 섬유질의 함수력 때문으로 보인다. Floch 등³⁶⁾은 식이섬유질의 섭취증가에 따른 배변량의 증가는 변의 건중량과 변내 수분함량 모두가 증가하기 때문이라고 하였는데 식이섬유질이 배변무게를 증가시키는 기전은 변중의 성분 즉 수분이나 고형물질의 증가와 관계가 있다. 본 연구의 결과에서 진피군의 수분함량이 유의적으로 높은($p < 0.05$) 것으로 보아 진피군의 높은 배변량과 건중량은 수분의 함량 증가와 관련있다고 사료된다.

요 약

본 연구는 생후 4주된 Sprague-Dawley rats을 1g% cholesterol, 30g% lard를 첨가조제한 고지방 식이로 3주간 사육하여 고지혈증을 유발시킨 후 쑥, 두충, 진피를 섬유질원으로 하여 식이중 총 식이섬유 함량이 10%가 되도록 조제한 식이로 흰쥐를 6주간 사육했을 때의 체내 지질대사에 미치는 영향을 cellulose군과 비교 관찰하였다.

그 결과 실험 동물의 총 식이섬유량이 있어서 cellulose군, 진피군이 쑥군, 두충군보다 유의적으로 높았고, cellulose군과 진피군 비교에서는 대조군인 cellulose군이 높았다. 체중 증가량은 cellulose군이 나머지 세 군에 비해 유의적으로 높았다. 지방 흡수율은 두충군이 가장 낮았고, 두충군과 쑥군이 cellulose, 진피군보다 유의적으로 낮았다. 그리고 진피군도 cellulose군에 비해 다소 낮은 경향을 보였다. 혈액의 총지질 농도는 cellulose군에 비해 나머지 세 군이 낮았고, 총콜레스테롤은 진피군이 cellulose, 쑥군에 비해 유의적으로 낮았으며 두충군도 cellulose, 쑥군에 비해 다소 낮았다. HDL-콜레스테롤은 쑥군, 두충군, 진피군이 cellulose군에 비해 유의적으로 높았으며, 그 중 쑥군이 가장 높았다. LDL-콜레스테롤은 쑥, 두충, 진피군이 cellulose군에 비해 유의적으로 낮았고, 특히 두충군이 가장 낮았다. 중성지방은 cellulose군에 비해 세군이 유의적으로 낮았고, HDL-C/TC에 있어서는 cellulose군에 비해 나머지 세 군이 유의적으로 높았다. 두충, 쑥, 진피군 중에서는 두충군이 가장 높은 경향을 보였다. 혈당에 있어서는 통계적 유의차는 없었지만 쑥, 진피군이 다소 낮은 경향을 보였고, cellulose군이 가장 높았다. 간의 총지질과 총콜레스테롤 함량은 cellulose군이 다른 세 군에 비해 유의적으로 높았고, 중성

지방에 있어서는 cellulose군이 유의적으로 낮았다. 변의 총지질과 총콜레스테롤 농도는 두충, 쑥군이 cellulose군, 진피군에 비해 유의적으로 높았고, 진피군도 cellulose군에 비해 다소 높은 경향을 보였다. 중성지방은 진피군에 비해서 다른 세 군이 유의적으로 높았고 수분을 포함한 변중량, 건중량에 있어서는 cellulose군에 비해 쑥, 진피군이 유의적으로 높았으며 두충군도 cellulose군에 비해 다소 높은 경향을 보였다. 수분함량은 진피군이 유의적으로 높았고, 두충군, 쑥군이 cellulose군에 비해 높았다.

이상의 연구 결과 진피는 혈중 총지질, 총콜레스테롤 수준 저하, 그리고 배변에 효과적이고 두충은 혈중의 HDL-콜레스테롤 증가, 총콜레스테롤 감소에 효과적으로 나타나 진피, 두충이 우수한 지질 대사 개선 효과를 나타내는 것으로 보인다. 이러한 결과로 보아 cellulose와 같은 불용성 식이섬유보다 수용성과 불용성 식이섬유를 동시에 함유하고 있는 식품 자체가 고지혈증·동맥경화의 예방이나 치료에 효과가 있을 것으로 기대된다.

Literature cited

- 1) 보건복지부. 94 국민영양조사결과보고서. pp.31, 보건복지부, 1996
- 2) 김정순. 우리나라 사망원인의 변천과 전망. *대한역학회지* 11 : 155-174, 1989
- 3) Burkitt DP. Dietary fiber and cancer. *J Nutr* 118 : 531-533, 1988
- 4) Vahouny GV, Kritchevsky D. Dietary fiber. Plenum press, 1986
- 5) Anderson JW, Gustafson NJ. Hypocholesterolemic effects of bean products. *Am J Clin Nutr* 48 : 749-753, 1988
- 6) Blackburn NA, Redfern JC, Jarjis H. The mechanism of action of guar gum in improving glucose tolerance in man. *Clin Sci* 66 : 329-336, 1984
- 7) 고문사 편집부. 한방 약초 해설, pp.48, 고문사, 1981
- 8) 약품 식물학 연구회. 약품식물학 각론, pp.432, 학창사, 1986
- 9) 이상인. 본초학, pp.406, 학림사, 1986
- 10) 안정미. 식품으로서 활용되고 있는 목초에 관한 연구. 경희대학교 석사학위 논문, 1988
- 11) 심상용. 약초와 생즙, 창조사, 1983
- 12) 윤서석. 한국식품사 연구, 신광출판사, 1987
- 13) 김홍덕. 신비의 약나무 당두충, pp.228, 명지출판사, 서울, 1985
- 14) 신우영. 신씨 본초학, pp.77, 수문사, 서울, 1973
- 15) 陳存仁. 漢方醫藥大辭典, pp.191-193, 講談社, 일본, 1982

- 16) 權承鳳. 本草學, pp.347-349, 永林社, 1992
- 17) 藥品植物學研究會. 新藥品植物學, pp.294, 學窓社, 1994
- 18) 김기영 · 조재천 · 배종희 · 장동덕 · 염미나 · 조인수 · 박응복. 실험동물의 임상병리학적 연구(II). 국립보건원보 22 : 551-563, 1985
- 19) Official method of analysis of association of official analytical chemists. 15th ed Washington DC. J of AOAC, 1990
- 20) Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products : Interlaboratory study. *J of AOAC* 71 : 1017, 1988
- 21) Jordi Folch, M. Lees and G.H. Sloane staney. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
- 22) Seligson B. Standard method of clinical chemistry. New York Academic Press Inc, 1968
- 23) Frings CS, Dunn RT. A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfuric-phospho-vanillin reaction. *Am J Clin Pathology* 53 : 89-91, 1970
- 24) 장지인 · 박상규 · 이경주. SAS/PC를 이용한 통계자료 분석, 법문사, 1994
- 25) 김미정 · 이상선. 식이섬유질의 종류가 흰쥐의 혈청지질농도와 장기능에 미치는 영향. *한국영양학회지* 28(1) : 23-32, 1995
- 26) Mueller MA, Cleary MP, Dritchvsky D. Influence of dietary fiber on lipid metabolism in meal-fed rats. *J Nutr* 113 : 2229, 1983
- 27) 권기화. 식이섬유와 지방의 종류가 고 콜레스테롤 식을 섭취한 흰쥐의 혈청과 조직의 지질성분에 미치는 영향. 서울대 석사학위논문, 1990
- 28) 김영수 · 민병용 · 서기봉. 보리의 식이섬유소가 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 12(4) : 310-315, 1983
- 29) 한영순. 고지방 식이 및 식이섬유가 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향 연구. 고려대 박사학위 논문, 1993
- 30) 한정순 · 한용봉. 고지방식이 및 식이섬유가 흰쥐의 정소상체 지방 조직의 지방세포에 미치는 영향. *한국영양학회지* 27(2) : 118-126, 1994
- 31) 박은진. 두충이 고지방혈증에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 한양대 석사학위논문, 1987
- 32) 송병춘 · 맹원재. 현대인의 식생활과 건강. 건국대학교출판부, 1996
- 33) 김연희 · 이상선. 식이섬유질이 포함된 식이가 흰쥐의 혈청지질 수준과 장기능 변화에 미치는 영향. *한국영양학회지* 28(9) : 825-833, 1995
- 34) 정경아 · 장유경. 곡류 급원에 따른 흰쥐의 간과 혈중 지질 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 28(1) : 5-14, 1995
- 35) 정해경. 고지방 식이에 첨가된 죽이 흰쥐의 혈액성분에 미치는 영향. 동국대 석사학위논문, 1990
- 36) Floch MH, Fuchs HM. Modification of stool content by, increased bran intake. *Am J Clin Nutr* 31 : 185, 1978