

고콜레스테롤 식이로 유도된 고지혈증 모델 흰쥐에서 새송이 버섯 첨가 어묵의 섭취가 지질 대사 및 효소 활성에 미치는 영향

정수임 · 김세영 · 강미영*

경북대학교 식품영양학과

Characteristics of Surimi Gel (King Oyster Mushroom and Cuttlefish Meat Paste) on Lipid Metabolism and Antioxidant Status in High-cholesterol-fed Rats

Soo Im Chung, Se Young Kim, and Mi Young Kang*

Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University

Abstract We assessed the effect of surimi gel, which is prepared from the king oyster mushroom (*pleurotus eryngii*) and cuttlefish meat paste (KCP) on lipid metabolism and antioxidant activity in high-cholesterol-fed rats. Three groups of 3-week-old male Sprague-Dawley rats were fed on a diet containing 1 g cholesterol/kg for 6 weeks. We administered only a high-cholesterol diet to the control group, one group was fed on surimi gel containing cuttlefish paste and king oyster mushrooms, and another group was fed with general boiled fish meat paste (GFP), which is commonly sold in marketplaces. Plasma and hepatic lipid profiles were measured, and the antioxidant status of the liver was assessed. The plasma triglyceride concentration did not differ significantly among the groups. Supplementation with KCP resulted in lower plasma and hepatic cholesterol concentrations and atherogenic index as compared to the control group and GFP, whereas the plasma high-density lipoprotein-cholesterol concentration was elevated. Moreover, the KCP-supplemented animals evidenced greater bile acid excretion. The KCP groups evidenced significantly lower plasma and hepatic levels of thiobarbituric acid-reactive substances as compared to the control group. Besides, hepatic antioxidant enzyme activities, including catalase and superoxide dismutase, were significantly higher in the KCP group. In conclusion, KCP was quite effective in improving the lipid metabolism and reducing oxidative stress by upregulating the hepatic antioxidant enzymes in high-cholesterol-fed rats.

Key words : king oyster mushroom, cuttlefish, surimi, lipid metabolism, high-cholesterol diet

서 론

최근 우리나라는 식생활의 서구화로 인해 과거에 비해 지방 섭취 빈도수가 증가하였다. 이러한 동물성 식품의 섭취로 인하여 발생하는 질병 또한 증가하고 있는 추세이다. 통계청에 따른 사망원인통계 결과에 의하면 심혈관 질환이 3위를 차지하고 있는데 1996년에는 13.0명(인구 10만 명당), 2006년에는 29.2명으로 1996년 대비 급증한 질환이다. 이런 심혈관계 질환의 주요 원인으로 유전적 요인, 스트레스, 잘못된 식습관, 운동 부족 등이 있지만 그 중 비만이 가장 주요한 요인으로 보고되고 있어 만성 퇴행성 질환과 밀접한 관련이 있다고 볼 수 있다. 지방은 고에너지원으로 필수지방산, 지용성 비타민의 흡수에 필요하나 과잉 섭취가 장내 식이성 콜레스테롤과 82% triglyceride로 구성된 다량의 chylomicron이 합성되어 비장 조직으로 수송되어 일차적으로 중성지질 형태로 조직에 저장되어 체내 지방 함량을 과도하게 축적시켜 비만을 유발시킨다(1).

오징어에 함유되어 있는 타우린의 주된 생리 활성은 담즙 생성, 콜레스테롤 농도 조절, 이온의 세포막 투과성 조절, 항산화 작용, 과도한 신경 흥분 억제 등이 있고(2), 심장의 칼슘 이온 농도가 정상보다 낮을 때 심장의 수축력을 약화시키므로 강심제로 알려져 있다. 또한 담즙산과 중합체를 형성하여 담즙산의 독성을 완화하고 장에서 지방 흡수를 돕고 카테콜아민이 지방 조직을 분해하는 과정에 관여하여 지방 대사를 촉진하며, 콜레스테롤과 중성 지방을 감소시켜 혈압을 정상으로 유지하므로 동맥경화, 고혈압, 뇌졸중, 심부전 등 성인병에 효과가 있으며, 뇌에 들어 있는 아미노산 중 농도가 가장 높아, 신경이 지속적으로 흥분될 때 과도한 신경 흥분을 억제하여 신경 안정 효과도 있다(3-8).

새송이 버섯(king oyster mushroom, 학명: *Pleurotus eryngii*)은 주름버섯목 느타리과에 속하는 식용버섯으로 지방 함량이 적고 수분과 식이섬유, 베타글루칸과 키틴 등 특수 성분들을 다량 함유하고 있어 건강 기능성 식품으로 많이 이용되고 있다. 또한 전분이 없는 탄수화물로서 혈장 콜레스테롤 수준을 낮춰주는 식이 섬유가 풍부하고 대부분의 필수 아미노산과 미네랄, 비타민 B 그룹과 악성빈혈을 완화하는 엽산 등이 포함되어 있다. 생리 작용으로는 혈중과 간의 콜레스테롤 수준을 감소시키고 HDL-콜레스테롤을 증가시킨다고 하였다. 느타리버섯 5% 파우더를 첨가한 고콜레스테롤 식이를 섭취한 쥐가 8주 후 혈장 콜레스테롤은 36%, LDL 수치는 47%, 간의 중성지방은 32% 감소하였다는 보고가 있다(9,10).

이에 본 연구에서는 고령화 시대로 접어들면서 건강과 장수를

*Corresponding author: Mi Young Kang, Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea.

Tel: 82-53-950-6235

Fax: 82-10-3820-9797

E-mail: mykang@knu.ac.kr

Received September 29, 2008; revised December 29, 2008;

accepted January 27, 2009

위한 식생활에 대한 관심이 높아지고 있어 수분함량이 많은 새송이 버섯과 지방함량이 낮은 오징어를 믹서로 갈아 버섯 자체의 수분과 다당류들로 인한 곤죽과 점탄성 있는 오징어 육간의 상호작용의 결과로 어묵 paste를 만들어 기름에 튀겨서 만드는 일반 어묵과는 달리 증기로 가열하여 지방함량을 더욱 낮게 하여 포화지방 섭취가 많은 현대인의 식생활에 있어 혈장 지질과 콜레스테롤 수준을 저하시켜 체내 지질의 전형을 좀 더 유익한 방향으로 개선하기 위하여 조사하였고, 지질 대사과 효소 활성도에 영향을 미치는 새송이 버섯을 첨가한 어묵과 같은 기능성 식이요법 개발을 위한 기초 자료로 삼고자 하는 실험의 일환으로서 고콜레스테롤 식이를 첨가한 흰쥐의 혈장과 간에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

실험재료 및 방법

실험 식이

본 연구에 사용된 버섯은 시장성이 없는 새송이 버섯을 한울영농조합법인으로부터 공급받았고, 오징어(E-Mart Ltd., Seoul, Korea) 글루텐(Yeyoung Co., Seoul, Korea), 식염은 시판되는 순도 99% 이상의 정제염(Hanju Co., Ltd., Ulsan, Korea), 설탕 (백설정백당, CJ Corp., Seoul, Korea)을 사용하였다.

새송이버섯 첨가 오징어 어묵은 Table 1에 의한 각각의 배합비에 따라서 제조하였다. 냉동 보관된(-20°C) 오징어를 -5°C 전후로 한 후 껍질 제거 후 세척하고 계량하여 소금과 함께 혼합기(Mixing Jar, Kitchen Aid K5SS, St. Joseph, MI, USA)에서 10분 동안 혼합하고, 설탕, 글루텐, 버섯 곤죽을 넣고 20분간 혼합하였다. 길이 50 mm, 너비 30 mm, 높이 30 mm의 틀에 충전하여 성형하고, 어묵 중심 온도가 75°C가 되도록 증기로 40분간 가열하고 냉수에서 15분간 냉각시켰다. 그 후 75°C의 건조기에서 건조한 후 분말화하여 시료로 사용하였다.

실험동물 및 실험 Design

본 연구의 실험동물은 국내 (주)오리엔트사로부터 3주령의 Sprague-Dawley 수컷의 흰쥐 30마리를 구입하여 사용하였다. 1주간 pellet형의 lab-chow 식이를 제공하면서 사육 환경에 적응기간을 둔 후, 난괴법(randommized complete block design)에 의해 10마리씩 3개의 식이군으로 나누었다(Fig. 1). 실험 식이(Table 2)는 정상 식이 AIN-76 semisynthetic diet(American Institute of Nutrition, 1980)를 기본으로 하는 혼합 분말 식이를 제조, 사용하였고, 이 모든 실험 식이에는 고지혈증을 유발하기 위한 고콜레스테롤 (cholesterol, 1% w/w) 첨가를 기본으로 하였다.

새송이 버섯 첨가 오징어 어묵의 고지혈증 개선을 검증하기 위하여 흰쥐의 3종류 식이군 중 새송이 버섯을 포함하지 않는 control

Table 1. Formular for surimi gel (KCP) prepared with different amounts of king oyster mushroom paste

	Cuttlefish meat paste (g)	King oyster mushroom(g)	Salt (g)	Sugar (g)	Active gluten(g)
¹⁾ Control	44	0	2	1	3
²⁾ 20(%)	34	10	2	1	3
30(%)	29	15	2	1	3
40(%)	24	20	2	1	3
50(%)	19	25	2	1	3

¹⁾Control, fish paste without king oyster mushroom

²⁾The addition rate of mushroom paste was inversely proportional to that of cuttlefish paste.

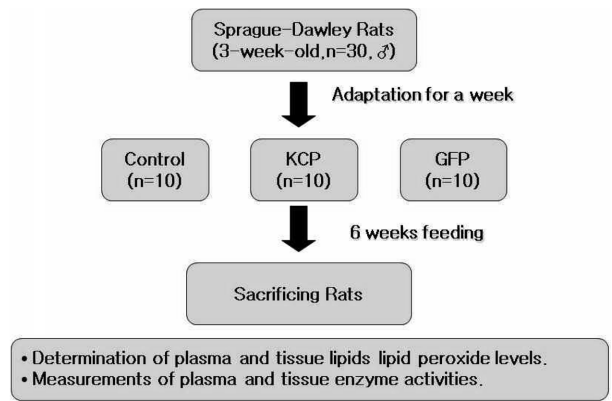


Fig 1. Classification of experimental groups according to diet treatment. Control, 1% cholesterol diet; KCP, 1% cholesterol diet + king oyster mushroom and cuttlefish meat paste; GFP, 1% cholesterol diet + general boiled fish meat paste

Table 2. The composition of experimental diets

(unit : % of diet)

Ingredients	Group		
	Control ¹⁾	KCP	GFP
Casein	20	2.75	9.70
DL-methionine	0.3	0.3	0.3
Sucrose	49	39.28	33.57
Corn Starch	15	15	15
Cellulose	5	5	5
Corn Oil	5	4.34	3
Cholin bitartrate	0.2	0.2	0.2
Mineral mixture	3.5	1.13	1.23
Vitamin mixture	1	1	1
Cholesterol	1	1	1
Test components		30	30
Total (%)	100	100	100

¹⁾Control, 1% cholesterol diet; KCP, 1% cholesterol diet + king oyster mushroom and cuttlefish meat paste; GFP, 1% cholesterol diet + general boiled fish meat paste

군과 시중에서 접할 수 있는 일반 어묵, 그리고 예비실험 결과, 가장 우수했던 오징어육에 새송이 버섯 40% 첨가 군을 선정하여 Table 1의 배합비에 따라 식이를 각각 조제하였고, control 군은 치료 효과를 보기 위해 일반 어묵과 새송이 버섯 어묵 양쪽 실험에서 대조군으로 비교되었다.

실험식이 중 일반 어묵과 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵은 건조기(75°C)에서 24시간 동안 건조시킨 후 분쇄기(주서, 믹서, 분쇄기 HJMF-7900, Hanil electric Co., Seoul, Korea)에 넣고 분쇄한 다음, 20 mesh 체를 통과시켜 분말화하여 실험동물 식이 조제에 사용하였다. 동물 사육실의 환경은 항온(25±2°C), 항습(50±5°C), 그리고 12시간 간격(light on 07:00~19:00)의 광주기로 일정한 조건을 유지하였고 실험 동물들은 동물실에 설치된 stainless cage안에서 한 마리씩 분리 사육하였다. 모든 실험 식이는 사육기간 동안 4°C에서 냉장 보관하여 매일 자유롭게 섭취하도록(ad libitum) 하였고, 식수 또한 제한 없이 섭취하도록 하였다.

체중 증가, 식이 섭취량 및 식이 효율

식이 섭취량은 매일, 체중은 매주 일정한 시간에 측정하였고

식이 효율(food efficiency ratio, FER)은 전 체중 증가량을 같은 기간 동안의 식이 섭취량으로부터 계산하였다.

실험 동물의 혈액채취 및 장기 적출

실험동물 희생 전 12시간 동안 절식시킨 후, ether와 ketamin-HCl(75 mg/kg body weight, Yuhan Corp., Seoul, Korea)로 마취하여 복부 하대 정맥에서 혈액을 취하였고, 채취한 혈액은 3000 rpm(4°C)에서 15분간 원심분리하고 분석 전까지 -80°C에서 냉동 보관하였으며 채혈 직후 간, 심장 및 신장을 적출하여 PBS(phosphate buffered saline)로 여러 번 헹구어 이물질과 수분을 제거한 후 칭량하여 기록하였다.

생화학적 분석

1) 혈중 지질함량 및 혈장 GOT 및 GPT측정

혈중 중성 지질은 McGowan 등(11)에 의한 분석용 Kit(Asan Pham, Seoul, Korea)를 사용하였고, 혈중 콜레스테롤의 정량은 Allain 등 (12)의 효소법을 응용한 분석용 Kit(Asan Pham), HDL-cholesterol은 효소법(13)에 의한 분석용 Kit (Asan Pham), 그리고 혈장 GOT, GPT도 아산제약의 분석용 Kit를 사용하여 각각 측정하였다. 그리고 동맥경화 지수(Atherogenic Index, AI)(14)는 $AI = ([Total-C]-[HDL-C])/[HDL-C]$ 로 계산하였다.

2) 간조직중의 지질성분 분석

Folch 등(15)의 수정된 방법을 사용하여, 중성지방과 콜레스테롤 측정용 효소시약에 유화제로서 0.5% triton X-100과 3 mM sodium chlorate를 혼합하면서 triglyceride와 cholesterol 농도를 각각 측정하였다.

3) 혈장과 간조직의 지질 과산화물 함량

혈장과 간 조직 내의 지질 과산화물 함량은 Tarladgis 등(16), Ohkawa 등(17)의 thiobarbituric acid(TBA)법을 이용하여 TBARS (thiobarbituric acid reactive substance)의 양을 spectrophotometer (Beckman DU-800, Fullerton, CA, USA)로 535 nm에서 측정하였다.

4) 간조직의 항산화 효소 활성도 측정

간 조직 내 항산화 효소의 효소원을 분리하기 위해 Hulcher 등 (18)이 실시한 방법을 일부 수정하여 사용하였고 단백질 정량은 Bradford 등(19)을 이용하였으며, superoxide dismutase 활성도는 (SOD) Marklund 등(20)의 방법을 catalase 활성도는 Aebi(21)의 방법을, glutathione peroxidase(GPx) 활성도는 Paglia 등(22)의 방법을 수정 보완하여 나타내었다.

자료 분석 및 통계처리

조사된 자료는 SPSS 프로그램(SPSS 14.0)을 이용하여 각 군의 평균과 표준 오차를 계산하였다. 실험군과의 비교는 one way ANOVA로 검정하여 평균과 표준오차(mean±S.E.)로 나타내었으며, Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성을 검증하였다 ($p < 0.05$)

결과 및 고찰

식이섭취량, 체중증가량, 식이효율, 장기무게 변화

고콜레스테롤 식이를 먹인 흰쥐에서 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵의 급여가 실험동물의 식이 섭취량, 체중증가량, 식이 효율에 미친 영향을 Table 3에 나타내었다. 평균 식이 섭취량은 유의

Table 3. Food intake and weight gains in fed the experimental diets

Dietary Group ¹⁾	g/day		
	Food intake	Body weight gain	FER ³⁾
control	19.4±0.1 ^{a2)}	5.01±0.8 ^c	0.25±0.004 ^c
KCP	19.6±0.07 ^a	4.75±0.6 ^b	0.24±0.003 ^b
GFP	19.3±0.1 ^a	4.21±0.8 ^a	0.21±0.003 ^a

¹⁾Control, 1% cholesterol diet; KCP, 1% cholesterol diet + king oyster mushroom and cuttlefish meat paste; GFP, 1% cholesterol diet + general boiled fish meat paste

²⁾Means with different superscript within the same column are significantly different ($p < 0.05$).

³⁾FER = body weight gain/ food intake

적인 차이가 거의 없었으며, control군이 평균 체중은 359 g이고 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵(KCP)과 일반 어묵(GFP)을 섭취한 흰쥐는 각각 275 g, 296 g이었다. 일반어묵군은 꾸준히 체중이 증가하여 대조군의 무게보다 17.4% 적게 나간 반면에, 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵군은 8주째부터 체중이 감소하여 9주째에는 23.4% 감소한 것을 볼 수 있었다. Jenkins 등(23)은 식이섭취의 섭취가 혈중 콜레스테롤과 포화지방을 감소시켜준다고 보고하였고, 본 실험에서도 전자의 결과와 유사한 경향으로서 새송이 버섯에 다량 함유되어 있는 식이섬유와 다당류에 의한 고콜레스테롤 식이를 섭취한 쥐의 체중증가를 억제시키는 효과가 있다고 볼 수 있다. 식이효율은 대조군이 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵과 일반 어묵이 대조군보다 각각 4%, 16% 높은 효율을 보였고, 장기 무게는 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵이 대조군과 비교했을 때 간은 32.4%, 심장은 20% 적게 나온 것으로 보아 지방의 고콜레스테롤로 인한 지방의 축적이 장기의 무게 증량에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

혈장 및 간 지질 농도에 미치는 영향

혈장 지질 농도와 관련된 혈중 총 콜레스테롤, 중성지질, HDL-콜레스테롤 농도, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비와 동맥경화지수(AI)와 혈장 GOT, GPT 활성도 그리고 간조직 중의 지질 농도 변화를 Table 5에 나타내었다.

혈장 중의 중성지질과 총콜레스테롤, AI 수준은 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵군(KCP)이 대조군과 일반 어묵군보다 유의적으로 낮게 나타났고, HDL-콜레스테롤과 총 콜레스테롤의 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군과 일반 어묵군보다 유의적으로 높게 나타났는데 이는 버섯의 식이섬유와 불포화지방산이 말초조직에 쌓인 콜레스테롤을 제거하는 HDL-콜레스테롤 수준을 증가시키고, LDL-콜레스테롤 수준을 낮춰주는 작용을 하는 것으로 판단

Table 4. Effect of king oyster mushroom cuttlefish meat paste and general boiled fish meat paste supplementation on weight of liver, kidney and heart in rats fed high cholesterol diet

Dietary Group ¹⁾	Liver (g)	Kidney(g)	Heart(g)
Control	16.8±0.36 ^{c2)}	2.72±0.08 ^b	1.21±0.03 ^c
KCP	11.37±0.37 ^a	2.6±0.04 ^a	0.97±0.01 ^a
GFP	13.25±0.54 ^b	2.88±0.04 ^c	1.14±0.02 ^b

¹⁾Control; 1% cholesterol diet; KCP, 1% cholesterol diet + king oyster mushroom and cuttlefish meat paste; GFP, general boiled fish meat paste

²⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at ($p < 0.05$)

Table 5. Plasma and hepatic lipid profile, GOT and GPT levels in rats fed experimental diets

	Control ¹⁾	KCP	GFP
Plasma			
Triglyceride(mg/dL)	74.70±3.70 ^{a,2)}	31.02±2.21 ^a	56.50±3.74 ^b
Total Cholesterol (mg/dL)	91.06±5.40 ^b	39.12±2.55 ^a	49.78±3.69 ^a
HDL-Cholesterol (mg/dL)	13.65±0.32 ^b	18.44±0.63 ^c	9.66±0.64 ^d
HDL-C/TC(%)	15.34±0.74 ^a	48.38±2.51 ^b	20.50±2.11 ^a
AI ³⁾	5.66±0.34 ^b	1.11±0.1 ^a	4.45±0.65 ^b
GOT(U/mL)	68.00±6.19 ^c	35.91±2.76 ^a	52.74±4.05 ^b
GPT(U/mL)	74.72±4.07 ^b	48.66±3.23 ^a	68.23±3.47 ^b
Liver			
Triglyceride(mg/dL)	95.64±7.60 ^{ab}	89.05±1.88 ^a	103.22±2.91
Total Cholesterol (mg/dL)	88.12±26.8 ^a	84.00±6.37 ^a	93.04±8.06 ^a

¹⁾Control, 1% cholesterol diet; KCP, 1% cholesterol diet + king oyster mushroom and cuttlefish meat paste; GFP, 1% cholesterol diet + general boiled fish meat paste

²⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at ($p < 0.05$).

³⁾A.I (Atherogenic index) = (TC - HDL-C)/HDL-C

된다. 식용 버섯 섭취로 인한 콜레스테롤 감소 효과에 대한 연구 중, Kubo 등(24)의 maitake 버섯이 콜레스테롤 섭취를 한 고지혈증 모델 흰쥐에서 혈장 지방과 총 콜레스테롤 수준이 유의적으로 감소하였다는 보고와 비슷한 경향을 보였고, 이는 버섯이 심혈관계 질환에서 주요원인이 되고 있는 혈중 중성지방 수준을 낮추어주고 콜레스테롤의 대사물질 담즙산 분비를 증가시켜(25) 콜레스테롤 배설을 촉진시키는 역할을 한다고 볼 수 있다. 또한 버섯 속의 섬유질이 장간 순환을 차단하여 콜레스테롤을 섬유질에 흡착시키고 대변으로 배설시켜 콜레스테롤 수준을 낮추게 할 가능성도 높다. Bobek 등(26)은 콜레스테롤 수준 저하 뿐만 아니라 HDL의 재분배에서 VLDL의 생산과 콜레스테롤 흡수, 간의 HMG-CoA, 활성을 감소시키고 담즙산 합성의 속도 조절 단계 효소인 7 α -hydroxylase activity를 증가시킨다고 하였다.

GOT GPT는 몸 안의 아미노산을 분해하는 효소의 하나로서 간 합성능력 등을 반영하여 간세포의 상해 정도를 평가할 수 있는데 수치가 높을수록 간세포의 손상정도가 크다고 볼 수 있다. 조직이 장해 받아 세포가 붕괴하면 그 세포에 함유되어 있던 효소가 혈중으로 흐른다. 그 결과 혈청의 효소 활성값이 높아진다. 급성간염이나 만성간염, 간경변, 간암 등 간세포가 파괴되는 간질환에서 간세포 속에 있는 효소가 혈중으로 방출되며 혈청 GOT, GPT 활성값이 함께 상승한다. 알코올성 간염, 간경변에서는 GPT에 비해 GOT의 상승이 현저하나 그 밖의 간질환에서는 GPT쪽이 우위로 상승한다.

새송이 버섯 첨가 오징어 어묵은 대조군과 일반 어묵군과 비교시, GOT, GPT수치가 유의적으로 낮게 나타났다. 본 실험의 결과 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵은 간세포 보호 작용의 가능성이 있는 것으로 보인다.

혈장과 간 조직의 지질과산화 수준에 미치는 영향

혈장 및 간조직 TBARS 수준은 Table 6에 나타내었다. 생체 내에서 산소의 불완전 환원으로 인해서 발생하는 여러 종류의 산소 라디칼 중에서 TBARS는 유리기에 의한 지질 손상의 지표로 많이 이용되고 있다. 혈장과 간조직 TBARS 수준은 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵군이 대조군에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵에 따른 지질 과산화물의 감

Table 6. Plasma and hepatic TBARS levels in rats fed experimental diets

Group ¹⁾	Plasma TBARS(μ mol/dL)	Hepatic TBARS(μ mol/dL)
Control	57.97±5.94 ^{b,2)}	24.06±3.7 ^c
KCP	30.94±1.86 ^c	11.97±0.22 ^a
GFP	33.95±1.58 ^c	13.72±0.29 ^b

¹⁾Control; 1% cholesterol diet; KCP, 1% cholesterol diet + king oyster mushroom and cuttlefish meat paste; GFP, 1% cholesterol diet + general boiled fish meat paste

²⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at ($p < 0.05$).

소는 각종 산화적 질환의 예방에 항산화능이 관여할 가능성이 높음을 보여주는 결과이다.

간조직의 항산화효소(SOD, GPx, Catalase) 활성도 측정

산화적 스트레스에 대한 체내의 주요 방어효소로서 superoxide dismutase, catalase, glutathion peroxidase 등이 있는데 SOD는 항산화 효소로서 speroxide radical로부터 H₂O₂와 O₂ 형성을 촉매하여 이때 생성된 H₂O₂ 등은 catalase, GPx 등의 작용에 의해 H₂O₂로 전환되어 독성이 없어짐으로써 활성 산소로부터 생체를 보호한다(26).

간조직의 항산화 효소 활성도는 Table 7과 같다. SOD활성도는 대조군과 일반 어묵과의 유의적인 차이가 없었으며, CAT활성도는 대조군보다 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵이 유의적으로 높게 나타났으며, GPx활성도 역시 유의적으로 높게 나타났다. 실험 결과 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵이 항산화효소의 활성을 증가시켜 산화적 스트레스에 의한 조직의 손상을 완화시킬 수 있는 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 새송이 버섯을 첨가하여 만든 어묵이 체내 지질 대사와 효소 활성에 미치는 영향을 알아보고자 수컷 Sprague-Dawley 흰쥐 30마리를 대상으로 고콜레스테롤(1%)첨가 기본식이, 30% 일반어묵 첨가 식이와 40% 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵 식이를 급여하였다.

평균 식이 섭취량은 대조군, 일반 어묵군, 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵군에 따른 각 군 간의 유의적인 차이는 볼 수 없었다. 체중 증가량과 식이효율은 대조군에 비해 실험군 모두 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 혈장 중성지질과 총 콜레스테롤, 동맥경화지수(A.I), GOT, GPT 수준은 대조군이 새송이 버섯 첨가

Table 7. Hepatic antioxidant enzyme activity in rats fed experimental diets

Group ¹⁾	SOD (unit/mg of protein)	CAT (μ mol/min/mg of protein)	GSH-Px (nmol/min/mg of protein)
Control	0.43±0.10 ^{a,2)}	0.45±0.09 ^a	10.03±0.38 ^a
KCP	0.49±0.04 ^a	0.94±0.01 ^b	11.62±0.47 ^b
GFP	0.42±0.06 ^a	0.81±0.07 ^b	11.36±0.51 ^{ab}

¹⁾Control, 1% cholesterol diet; KCP, 1% cholesterol diet + king oyster mushroom and cuttlefish meat paste; GFP, 1% cholesterol diet + general boiled fish meat paste

²⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at ($p < 0.05$).

오징어 어묵군에 비해 유의적으로 높게 나타났다. HDL-콜레스테롤의 경우 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵군이 대조군과 일반 어묵군보다 낮게 나타났고, 간조직의 콜레스테롤 및 중성 지방 농도는 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 혈장과 간조직 TBARS 수준은 대조군보다 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵군에서 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 항산화 효소 활성화도에서 SOD 활성화도는 대조군과 일반 어묵군의 유의적인 차이가 없었으며, CAT 활성화도는 대조군보다 새송이 버섯 첨가 어묵이 유의적으로 높게 나타났으며, GPx 활성화도 역시 유의적으로 높게 나타났다.

이 결과들을 종합해 보면, 고콜레스테롤혈증 흰쥐에서의 새송이 버섯 첨가 오징어 어묵은 전반적인 지질대사 개선과 함께 SOD, CAT, GPx와 같은 항산화 효소의 활성을 증가시켜 항산화 방어계에도 긍정적인 효과를 나타냄으로써 앞으로 고콜레스테롤혈증 예방 등의 혈관 순환기 계통 질병을 예방하기 위한 식품으로써의 활용이 기대된다.

문 헌

- Shin MK, Han SH. Effect of lotus leaf powder on lipid concentration in rats fed high fat diet rats. Korean J. Food Culture 21: 202-208 (2006)
- Huxtable RJ. Physiological actions of taurine. Physiological reviews 72: 101-106 (1992)
- Hayes KC, Sturman JA. Taurine in metabolism. Annu. Rev. Nutr. 1: 401-425 (1981)
- Sturman JA, Hayes KC. The biology of taurine in nutrition and development. Adv. Nutr. Res. 2: 288-299 (1980)
- Geggel HS, Ament ME, Heckenlively JR, Martin DA, Kopple JD. Nutritional requirement for taurine in patients receiving long-term parenteral nutrition. The New England J. Medicine 312: 142-146 (1985)
- Sugiyama K, Kanamori H, Takeuchi H. Effect of cholesterol-loading on plasma and tissue levels in rats. Biosci. Biotech. Bioch. 56: 676-677 (1992)
- Sugiyama K, Ohishi A, Ohnuma Y, Muramatsu K. Comparison between the plasma cholesterol-lowering effects of glycine and taurine in rat fed on high cholesterol diets. Agric. Biol. Chem. 53: 1647-1652 (1989)
- Sakahuruchi T. The metabolism, biological function, and nutrition availability of taurine. Health Digest 4: 1-9 (1989)
- Mochizuki H, Oda H, Yokogoshi H. Increasing effect of dietary taurine on the serum HDL-cholesterol concentration in Rats. Biosci. Biotech. Bioch. 62: 578-579 (1998)
- Bobek P, Ozdin L. Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) reduces the production and secretion of very low density lipoproteins in hypercholesterolemic rats. Zeitschrift für Ernährungswissenschaft 35: 249-252 (1996)
- McGowan MW, Artiss JD, Strandbergh DR, Zak B. A peroxidase-coupled method for the colorimetric determination of serum triglycerides. Clin. Chem. 29: 538-542 (1983)
- Allian CC, Poon LS, Chan CSG. Enzymatic determination of total serum cholesterol. Clin. Chem. 20: 170-175 (1974)
- Finley PR, Schiffman RB, William J, Licht DA. Cholesterol in high density lipoprotein: Use of Mg²⁺/dextran sulfate in its measurement. Clin. Chem. 24: 931-933 (1978)
- Yamajaki K, Murata M. Frequency of atherogenic risk factors in Japanese obese children. Diabetes Res. Clin. Pr. 10: S211-S219 (1990)
- Folch JM, Lee M, Stanely GH. A simple methods for isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226: 497-509 (1957)
- Tarladgis BG, Pearson AM, Dugan LR. Chemistry of the 2-thion-barbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. J. Sci. Food Agr. 15: 602-607 (1964)
- Ohkawa H, Ohishi N, Yake K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Anal. Biochem. 95: 351-358 (1979)
- Hulcher FH, Oleson WH. Simplified spectrophotometric assay for microsomal 3-hydroxyl-3-methylglutaryl CoA reductase by measurement of coenzyme A. J. Lipid Res. 14: 625-631 (1973)
- Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72: 248-254 (1976)
- Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem. 47: 469-474 (1974)
- Abei H. Catalase. In Method of Enzymatic Analysis. Vol II. Academic Press Inc., New York, NY, USA. pp. 673-684 (1974)
- Paglia PE, Valentine WN. Studies on quantitative and qualitative characterization of peach jelly. Korean J. Food Nutr. 11: 61-67 (1998)
- Jenkins D, Wolever T. Effect on blood lipids of very high intakes of fiber in diets low in saturated fat and cholesterol. New Eng. J. Med. 329: 21-26
- Kubo K, Nanba H. The effect of maitake mushrooms on liver and serum lipids. Alternative therapies in health and medicine 2: 62-66 (1996)
- Bajaj M. Role of oyster mushroom (*Pleurotus florida*) as hypocholesterolemic/antiatherogenic agent. Indian J. Exp. Biol. 35: 1070-1075 (1997)
- Bobek P. Regulation of cholesterol metabolism with dietary addition of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) in rats with hypercholesterolemia. Cas Lek Cesk 136: 186-190 (1997)
- Choi JH, Kim JI, Kim IS, Choi JS, Byun DS, Yoon TH. Dose-effect of brown algae (*Undaria pinnatifida*) on inhibitory action of obesity I. Effect of brown algae on body weight, feed and gross efficiencies, metabolic body size. Korean J. Gerontol. 1: 168-172 (1991)