

## 가공오징어의 섭취가 쥐의 혈중 지질 조성 및 항체 형성 농도에 미치는 영향 - 연구노트 -

정향숙<sup>1</sup> · 하지혜<sup>1</sup> · 오성호<sup>1</sup> · 김승섭<sup>1</sup> · 정명훈<sup>1</sup> · 최근표<sup>2</sup> · 박옥연<sup>2</sup> · 박성진<sup>3</sup> · 이현용<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 BT특성화학부대학, <sup>2</sup>강원도립대학 식품가공제과제빵과  
<sup>3</sup>한림성심대학 관광외식조리과, <sup>4</sup>강원대학교 생명공학연구소

### Effects of Processed Cuttlefish on Lipid and Immunoglobulin Levels in Mice Blood

Hyang Suk Jeong<sup>1</sup>, Ji Hye Ha<sup>1</sup>, Sung Ho Oh<sup>1</sup>, Seoung Seop Kim<sup>1</sup>, Myoung Hoon Jeong<sup>1</sup>,  
Geun Pyo Choi<sup>2</sup>, Uk Yeon Park<sup>2</sup>, Sung Jin Park<sup>3</sup>, and Hyeon Yong Lee<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>College of Bioscience & Biotechnology, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Processing & Bakery, Gangwon Provincial University, Gangwon 210-804, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym College, Gangwon 200-711, Korea

<sup>4</sup>Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

#### Abstract

The content levels of taurine, DHA, and EPA of dried cuttlefish powder were  $11.67 \pm 6.62$  g/kg,  $3001.11 \pm 11.42$  mg/100 g and  $688.13 \pm 10.51$  mg/100 g, respectively, which were 10~20% higher than those of the salt processed cuttlefish. After feeding dried and salt processed cuttlefish for 4 weeks, total cholesterol concentrations in mice blood were 81.3 mg/dL and 88.1 mg/dL, respectively, which was higher than 78.9 mg/dL of the control. It was also found that dried cuttlefish increased HDL-cholesterol concentrations to 71.6 mg/dL, compared to 63.1 mg/dL of salt processed cuttlefish. The triglyceride contents of dried sample was higher than that of processed sample. Blood glucose concentrations in mice fed dried or salt processed cuttlefish were 77.7 mg/dL and 90.3 mg/dL, respectively. IgG levels increased to 48.1 ng/mL by feeding the processed cuttlefish, compared to 40.3 ng/mL of the dried cuttlefish. Therefore, by analysis of serum lipid, it can be suggested that processed cuttlefish can improve immune activities through adding taurine and polyunsaturated fatty acids.

**Key words:** cholesterol, cuttlefish, lipid metabolism, IgG

#### 서 론

근래 들어 우리나라는 서구화에 따른 식습관의 변화로 고지혈증에 기인하는 순환기계 질환의 사망률 증가를 유발하고 있으며(1) 더불어 만성퇴행성 질환 발병률의 급격한 증가를 경험하고 있다. 특히 동물성 지방의 과다섭취로 인한 동맥경화(atherosclerosis), 심근경색(myocardial infarction), 고혈압(hypertension) 등과 같은 혈관순환계 질환의 발생이 급증하고 있는 추세이다(2). 고단백 고지방류 식품의 섭취는 지난 수십 년간의 연구를 통해서 볼 때, 일상 식사를 통해서 섭취하는 지방의 총량 및 질과 관계가 있으며, 만성적 질병의 발병, 또는 예방과 밀접한 관련이 있음을 확인할 수 있다(3-6). 콜레스테롤은 인간 세포막의 주요한 구성요소가 되는 주요 성분이기도 하나, 식품 중에 함유되어 있는 콜레스테롤에 대해서는 일반적으로 매우 민감하게 생각되어진다. 오징어나 새우는 영양성분이 높은 건강식품임에도 콜레스테롤

이 많이 함유되어 있다는 이유로 동맥경화의 예방차원에서 섭취가 제한되는 경향이 있으며 실제로 오징어, 문어 등 연체동물 및 새우, 게 등 갑각류나 조개류에는 콜레스테롤이 많이 함유되어 있다는 연구가 보고되어 있다(7).

오징어(*Todarodes pacificus*)는 오래전부터 식용되어온 식품으로 함유성분인 타우린, 베타인, EPA, DHA 등이 혈중 콜레스테롤 함량을 저하시키고(8), 혈압정상화, 심장병예방, 인슐린분비 촉진 작용을 하며, 먹물 중에는 항암성분이 있다고 밝혀진 바 있다(9,10). 지구 온난화의 여파로 동해안의 수온이 높아짐에 따라 우리나라 오징어의 어획량은 2006년 138,000 톤으로 2005년 45,000 톤보다 3배 정도 늘어났으며 해마다 큰 폭으로 상승하고 있다(11). 오징어는 탄수화물이 거의 없으며 HDL이 다량 함유되어 있기 때문에, 지방이 많음에도 불구하고 기능성 건강식품으로 주목받고 있다.

지금까지의 총체적 오징어 식이와 관련된 연구에서는 가공오징어의 섭취가 혈중 성분 농도에 미치는 영향에 대한

\*Corresponding author. E-mail: hyeonl@kangwon.ac.kr  
Phone: 82-33-250-6455, Fax: 82-33-241-0508

분석이 없었다. 그래서 본 연구에서는 혈중 과콜레스테롤이 면역력이 약화되었을 때 생기는 염증 반응과 관계가 있으며 (12), 혈중 glucose 함량 증가가 면역질환의 대표적인 당뇨를 유발할 수 있음(13)을 바탕으로 오징어를 섭취한 실험쥐의 혈액을 분석하였다. 또한 triglyceride, EPA, DHA와 같은 다가불포화지방산이 동맥경화를 예방할 수 있다는 결과(14)를 도입해 오징어의 대표적 가공물로서 유통되고 있는 반건조 및 가공 조미 오징어 섭취에 따른 마우스 혈중 지질 profiles의 변화를 측정하고 혈액 내 IgG 항체생성능 실험을 통해 면역력 증진을 평가함으로써, 앞으로 오징어의 건강식품 소재로의 활용 증진을 위한 기초 연구 자료로 이용하고자 실험연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시료의 조제

본 실험에 사용한 오징어는 동해산 건조오징어로 2008년 강원도 강릉 소재 주문진항에서 구입하여 25°C에 보관하면서 실험재료로 사용하였다. 건조오징어는 증류수로 깨끗이 세척하여 햇빛에서 24시간 말린 것을 사용하였고, 가공오징어는 건조오징어에 7%(v/v) D-소르비톨, 2%(v/v) 설탕, 2%(v/v) 식염, 0.4%(v/v) 포도당, 0.2%(v/v) 글루타민산을 첨가하여 수분이 40% 이하로 될 때까지 30~35°C에서 8~13시간 건조하여 조제한 것을 사용하였다.

### DHA, EPA 및 타우린 분석

추출된 시료 0.2 g에 6 mL의 0.5 N NaOH in methanol을 가하여 100°C에서 증탕한 다음 7 mL의 10% BF<sub>3</sub> in methanol을 가하였다. 5분 후 6 mL의 hexane을 가하여 2분간 방치 후 이 액을 분액여두에 옮긴 후 포화 NaCl용액 2 mL을 가하여 30초간 혼돈 다음 방치하였으며, 위층을 별도로 분리하여 놓아두었다. 아래층은 hexane으로 다시 추출해 낸 다음 위층과 합하여 물을 첨가하여 혼합한 후 물을 제거하며 anhydrous sodium sulfate로 아주 소량 남아 있을 물을 확실히 제거한 후 1 µL를 GC(Hewlett Packard 5890 II, California, USA)에 주입하여 분석하였으며, column은 HP-Innowax (Fused Crosslinked Polyethylene Glycol Capillary Column, 30 m×0.32 mm I.d., 0.15 µm film thickness, Hewlett Packard)를 사용하였고 검출기는 FID였으며 오븐온도는 150°C(10 min hold increase 3°C/min), 201°C(12 min hold increase 3°C/min) 및 210°C(15 min hold)이며 주입구, 검출기의 온도는 각각 250°C 및 300°C이었다. 추출물의 지방산 조성은 GC로 분석하였다(15).

균질화된 시료 상층액 500 µL을 1.5 mL microependorf tube에 취하고 20% sulfosalicylic acid 용액 125 µL를 가하여 섞은 후 4°C에서 60분간 방치하였다. 14,000×g에서 10분간 원심분리 하여 단백질을 제거시키고, 상층액을 취하여

깨끗한 tube에 옮긴 후 0.2 µm filter(PVDF Aerodisc 13, Gelman Science, Goettingen, Germany)를 사용하여 여과하였다. 타우린 농도 분석은 ion-exchange chromatography에 입각한 아미노산 자동분석기(Biochem 20, Pharmacia LKB Biotech, Cambridge, England)를 사용하여 측정하였다(16).

### 실험쥐 및 식이군 배정

오징어의 *in vivo* 실험을 위한 실험동물은 25~30 g의 실험쥐(ICR mice, female, Orientbio, Seongnam, Korea)를 구입하여 사용하였다. 대략 생후 10주째가 되는 외견상 건강한 실험쥐를 실험에 사용하였다. 사육환경은 동물실 내의 명암을 12시간으로 자동 조절하였으며 온도는 22±3°C, 습도는 50±14%로 유지하였고 물은 자유롭게 섭취하도록 하였다. 성숙한 실험쥐의 평균 체중 25 g을 기준으로 하여 사료의 일주일 평균 섭취량인 5 g과 그의 1/10의 양의 건조오징어 및 가공오징어와 함께 혼합하여 실험기간 동안 급식하였다. Control 군은 따로 시료를 급여하지 않고 사료를 자유롭게 섭취하도록 하였다. 4주 동안의 오징어 급여 후 각 군 별 15마리로 설정한 실험쥐를 희생하여 혈액을 얻었다. 이들 각 급여군 실험쥐들은 혈액 채취 10시간 전에 미리 사료를 제거하여 공복을 유지하였다.

### 체중 변화 측정

체중은 식이 섭취로 인한 일시적인 체중변화를 막기 위해 체중 측정 4시간 전에 식이통을 제거한 후 체중을 측정하였다.

### 혈액 내 지질 성분 분석

최종 급식 후 10시간 동안 공복 조건을 유지한 실험쥐로부터 각 군별로 capillary tube를 이용한 안와정맥총 채혈법으로 1 mL의 혈액을 EDTA가 처리된 microcontainer에 취한 후 혈액자동분석기(Oxford science, Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 혈액상 및 백혈구 분석을 측정하였다. 1.5 mL의 혈액은 약 10분 동안 방치시킨 후 4°C, 5,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 혈청(상층액)을 분리하였다.

혈청 중 총콜레스테롤의 농도는 총콜레스테롤 측정용 kit(V-Cholesterol, Asan Pharmaceutical, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 생성된 hydrogen peroxide를 peroxidase, 4-aminoantipyrine, 3,5-dimethoxyaniline sulfonate에 의해 산화 측정시켜 발색시킨 후 잘 혼합하여 37°C 항온 수조에서 5분간 가온한 후 시약 맹검을 대조로 500 nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같은 계산식에 의해 총콜레스테롤을 산출하였다(17).

$$\text{총콜레스테롤(\%)} = \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{표준액의 흡광도}} \times 100$$

혈청 중의 HDL cholesterol 농도는 HDL cholesterol 측정용 kit(HDL-Cholesterol, Asan Pharmaceutical)를 사용하여 측정하였다. 혈청 0.2 mL에 침강시약 0.2 mL를 가하여 혼합한 후 실온에서 10분간 방치한 후 10분간 원심분리 하여

HDL 이외의 lipoprotein을 침강시켰다. 그리고 상등액 0.1 mL를 취하여 효소시약 3 mL를 가하고 37°C에서 5분간 가온한 후 500 nm에서 흡광도를 측정하여 HDL cholesterol 값을 산출하였다(17). 혈청 중 triglyceride 농도는 triglyceride 측정용 kit(TG-S, Asan Pharmaceutical)를 사용하여 측정하였다. 혈청 0.02 mL에 효소시약 3 mL를 넣고 잘 혼합하여 37°C에서 10분간 가온하고 시약 맹검을 대조로 하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 triglyceride량을 산출하였다(17). 혈청 중 glucose 함량 측정은 혈당 측정용 kit(V-glucose, Asan Pharmaceutical)를 사용해 측정하였다. 생성된 quinone 색소를 550 nm에서 흡광도를 측정하여 혈액 내 glucose 함량을 산출하였다(17).

#### 혈액 내 IgG 농도 정량 분석

본 실험에서는 IgG 항체 생성능 분석을 위해 17일 동안 4일 간격으로 실험쥐를 희생하여 혈액을 얻었으며 IgG kit(18)를 사용하여 정량하였다. 항체 코팅을 하기 위해 96 well plate에 코팅 항체와 코팅 완충액을 1:100으로 희석하여 각 well에 100 µL씩 주입하고 1시간 동안 배양하였다. 희석한 standard와 시료를 각 well에 100 µL씩 주입한 후 1시간 동안 배양하고 세척액으로 5회 세척하였다. HRP conjugated 2차 항체를 1:100,000의 비율로 희석한 후 각 well에 100 µL씩 주입하여 1시간 동안 배양을 시키고 세척액으로 5회 세척하였다. TMB의 두 기질 용액을 동량인 100 µL씩 주입한 뒤에 microplate reader를 이용하여 450 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 통계처리

실험결과는 triplicate determinations에 의한 mean±SD로 표시했으며, 각 평균치 간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의해 p<0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

#### DHA, EPA 및 타우린 분석

본 실험에 사용한 오징어 시료의 고도불포화지방산의 함량은 Table 1과 같다. 건조오징어의 경우 EPA가 688.1 mg/100 g, DHA가 3001.1 mg/100 g이었다. 일반적으로 수산건제품은 불포화지방산을 다량 함유하고 있기 때문에 지

질의 산화가 품질열화에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 오징어 시료의 가공을 통해서도 고도불포화지방산 함량이 감소하는 것을 확인하였다. Taurine은 aminosulfonic acid의 일종으로 무색 침상결정으로 물에 용해되는 특성이 있는 것으로 알려져 있다. 원료 오징어 중의 유리아미노산 성분은 건조 시 탈아미노화, 탈카르복실 당·아미노 반응에 의하여 전구물질로서 풍미 생성의 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 그래서 오징어의 유용성분의 하나인 taurine의 오징어 시료 내 함량 역시 Table 1에 나타내었다. 건조오징어가 가공오징어에 비해서 유리아미노산과 타우린의 손실이 적은 것으로 나타났다. 결과적으로 오징어의 가공을 통해 타우린과 고도불포화지방산의 함량이 모두 10% 이상 감소하는 것을 확인하였다.

#### 실험쥐의 식이섭취 및 체중변화 측정

Table 2에 건조 및 가공오징어 급여군의 최초 평균체중과 최후의 평균체중을 측정한 결과를 대조군과 함께 나타내었다. 건조오징어 급여군의 체중은 대조군과 큰 차이를 보이지 않았다. 식이 전후를 비교하였을 때 건조 오징어 급여군의 1 g 차이와 비교하여, 가공오징어 급여군의 평균 체중은 2 g의 체중증가를 유도하였다. 이를 통해 탄수화물과 지방 함량이 비교적 적게 나타나는 건조 오징어의 특성(19)과 관련하여 건조오징어가 체중조절용 기능성식품으로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 혈액 내 지질 성분 분석

각각의 식이를 급여 후 혈청 중의 total cholesterol 함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 대조군은 78.9 mg/dL, 건조오징어 급여군은 81.3 mg/dL, 가공오징어 급여군은 88.1 mg/dL로 가공오징어 급여군이 대조군과 비교하여 9.2%의 total cholesterol 증가를 나타냈다. 이는 가공 공정을 통해 손실이 일어난 불포화지방산 EPA와 DHA 등이 실험쥐가 실제 가공오징어를 섭취했을 때 혈액 내 총 콜레스테롤 함량에 영향을 주어 건조오징어 군과 비교했을 때 그 함량이 높게 나타나는 것으로 사료된다. 한편 건조 가공된 새우의 지질성분 및 콜레스테롤 성분 분석 연구(20)와 같은 기존 연구 결과를 감안할 때 가공 상태의 오징어나 새우와 같은 해양생물자원의 섭취가 혈청 내의 cholesterol 증가에 영향을 끼치는 것으로 보인다.

Table 1. Contents of taurine, DHA and EPA of dried and processed cuttlefish (mg/100 g)

	Dried cuttlefish	Processed cuttlefish
DHA	3001.1±11.4 <sup>b</sup>	492.8±4.6 <sup>a</sup>
EPA	688.1±10.5 <sup>a</sup>	136.9±3.7 <sup>b</sup>
Taurine	11.6±6.6 <sup>a</sup>	0.4±0.1 <sup>b</sup>

Data are mean±SD (n=5). Values within a row with different superscripts (a,b) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 2. The changes in average body weight of mice fed three different food intakes (Body weight, g/mouse)

	Control	Dried cuttlefish	Processed cuttlefish
Food intake	35.6±3.6 <sup>b</sup>	40.1±4.1 <sup>a</sup>	39.7±5.2 <sup>a</sup>
Before feeding	27.8±2.3 <sup>a</sup>	27.3±2.0 <sup>a</sup>	26.2±2.4 <sup>b</sup>
After feeding	28.4±2.6 <sup>NS</sup>	28.3±2.1	28.8±3.1

Data are mean±SD (n=5). Values within a row with different superscripts (a-c) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. NS: not significant.

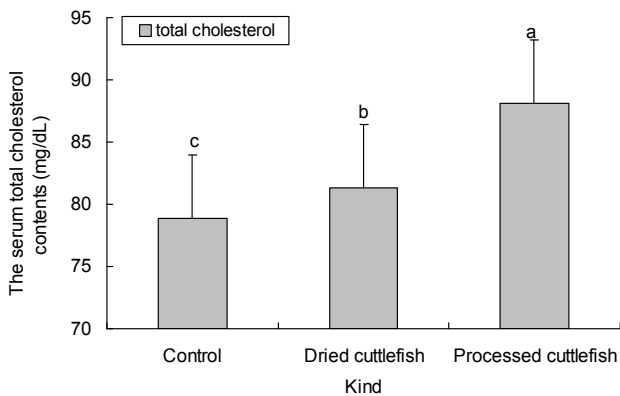


Fig. 1. Comparison of serum total cholesterol contents in feeding dried and processed cuttlefish. Data are mean±SD (n=5). Values with different superscripts (a-c) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

HDL-cholesterol은 다른 지방단백질과는 달리 심혈관계 질환의 유발 위험성을 감소시키는 유익한 지방단백질로서 total-cholesterol 중의 HDL-cholesterol이 차지하는 비율을 높임으로써 단순한 고지혈증 억제작용뿐 아니라 관상동맥 경화증을 비롯한 각종 동맥경화증을 예방할 수 있는 가능성이 있다. 식이가 종료된 후 실험쥐의 혈청 중 HDL-cholesterol 함량을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군은 58.1 mg/dL 인 반면 건조오징어 급여군은 71.6 mg/dL, 가공오징어 급여군은 63.1 mg/dL이었다. 즉, 건조오징어의 섭취가 가공오징어의 섭취보다 혈액 중 HDL-cholesterol의 함량을 증가시킴을 의미한다. 본 연구결과는 혈청 중의 HDL-cholesterol 함량이 total cholesterol의 함량에 비례하며 식이의 영향을 받지 않고, extrahepatic 조직에 의한 생성에 의존하여 간에서 분해되는 양과 비교적 균형을 이루고 있다는 연구결과(21)와는 다소 차이를 보인다.

혈청의 중성지방 함량은 고지방섭취 시에 chylomicron과 이의 잔사가 혈중에 증가함에 따라 증가하며 또한 고지혈증, 동맥경화, 당뇨 등을 통해서도 증가하는 것으로 알려져 있

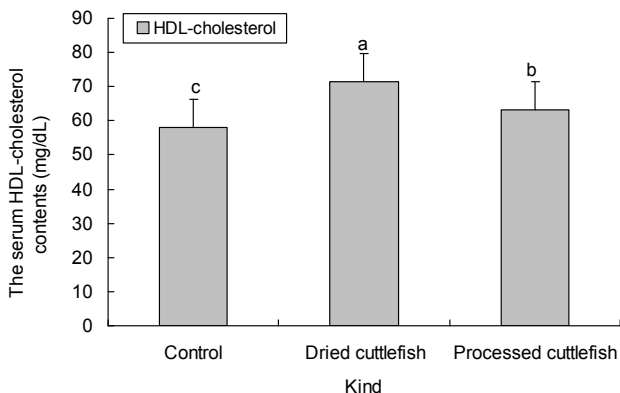


Fig. 2. Comparison of serum HDL-cholesterol contents in feeding dried and processed cuttlefish. Data are mean±SD (n=5). Values with different superscripts (a-c) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

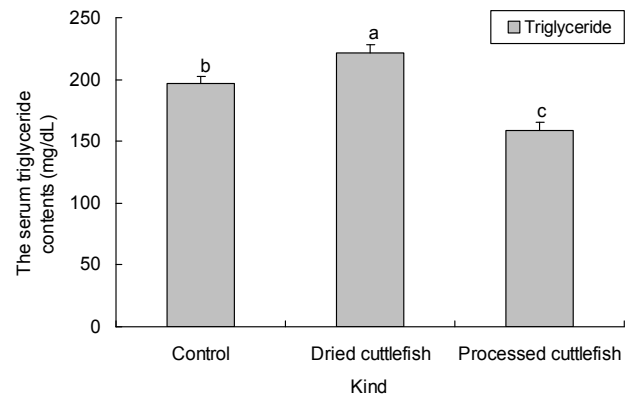


Fig. 3. Comparison of serum triglyceride contents in feeding dried and processed cuttlefish. Data are mean±SD (n=5). Values with different superscripts (a-c) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

다. Triglyceride와 EPA, DHA와 같은 다불포화지방산이 동맥경화를 예방할 수 있다는 연구결과(14)를 바탕으로 실험쥐의 혈청 중 triglyceride 함량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 대조군은 196.6 mg/dL인 반면 건조오징어 급여군은 221.8 mg/dL, 가공오징어 급여군은 158.3 mg/dL이었다. 건조오징어의 급여가 실험쥐의 혈액 중 triglyceride 함량을 증진시킴을 의미한다. 이는 인간을 대상으로 콜레스테롤을 함유하는 식품인 조개류를 섭취하게 하여 triglyceride 함량을 측정된 연구보고(22)와 유사한 양상을 나타내었다.

혈중 glucose 함량 증가가 면역질환의 대표적인 당뇨를 유발할 수 있다는 연구결과(13)를 바탕으로 식이 종료에 따른 혈청 중의 glucose 함량을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 대조군은 95.4 mg/dL, 건조오징어 급여군은 77.7 mg/dL, 가공오징어 급여군은 90.3 mg/dL로 측정되었다. 실험군인 건조오징어 투여군이 대조군에 비해 18.5% 낮은 수치를 보였다. 이는 설탕, 식염, 글루타민산을 첨가하는 가공 공정을 통해 glucose의 함량이 증가된 가공오징어 시료의 일반 성분 분석 결과에 기인하는 것으로 사료된다. 그래서 혈중 glu-

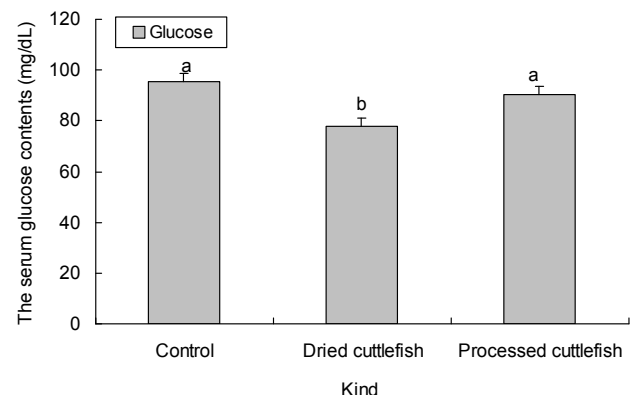


Fig. 4. Comparison of serum glucose concentration in feeding dried and processed cuttlefish. Data are mean±SD (n=5). Values with different superscripts (a,b) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

cose의 분석 결과를 통해 가공오징어의 섭취보다 건조오징어의 섭취 시 당뇨병과 같은 면역계 질환의 위험을 낮출 수 있을 것으로 사료되며, 가공오징어의 공정에 첨가되는 물질의 농도를 낮추면서 기존의 향미는 유지시킬 수 있는 새로운 가공 방법이 연구되어야 할 것이다.

이상의 측정 결과를 통해 건조 및 가공오징어의 급여가 실험쥐의 체중변화에 큰 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다. 4주간의 오징어 샘플 급여 후 실험쥐의 혈액을 분석하여 지질 대사를 확인하였다. 이때 건조 및 가공오징어의 섭취를 통해 total 콜레스테롤이 증가됨을 확인하였다. 특히, 가공오징어의 섭취 시, 건조오징어보다 약 7% 증가된 총 콜레스테롤 함량인 88.1 mg/dL을 나타냈다. 반면 건조오징어 급여군이 가공오징어의 급여군보다 혈액 중 HDL-cholesterol의 함량을 약 12% 증가시켰다. 건조오징어와 가공오징어의 성분 함량 비를 고려할 때 생물을 그대로 건조한 건조오징어가 가공오징어에 비해 콜레스테롤의 증가 폭이 적은 것으로 사료되며 오징어 cholesterol을 효과적으로 제어할 수 있는 가공공정의 개발이 필요할 것으로 사료된다. 한편, 오징어 효소 가수분해물을 이용하여 혈중 콜레스테롤 저해할 수 있다는 특허가 출원 중에 있다. 보다 상세한 혈중 지질 성분 측정을 위해 각 군의 실험쥐의 혈액 중 triglyceride 함량을 비교하였는데, 건조오징어 급여군에서 가공오징어 급여군보다 28% 이상 증가된 함량인 221.8 mg/dL을 나타냈다. 마지막으로 가공오징어의 섭취 시 혈중 glucose 함량이 증가함을 실험을 통해 밝혔다. 면역체계에 이상이 생겨 발생하는 당뇨병의 원인이 되는 혈중 glucose의 농도는 건조오징어 군에서 더 낮게 나타났다. 이 결과 역시 가공오징어의 가공 공정에 변화를 줌으로써 새로운 해결책을 모색할 필요가 있음을 의미한다. 이상의 혈중 지질 농도 분석을 통해 가공 오징어 섭취가 혈청의 지질대사에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

#### IgG 항체생성능 분석

Fig. 5는 ICR 실험쥐를 이용하여 17일 동안 4일 간격으로 혈액을 채취하고 IgG 항체의 생성을 측정하였다. 시간이 지날수록 실험쥐 혈청에 항체의 양이 점차 증진하는 것을 확인할 수 있다. 건조오징어와 가공오징어 모두 대조군과 비교했을 때, 최종 항체 생성능이 10 ng/mL 이상 높게 나타났는데 그중 가공오징어의 항체 생성능이 대조군과 건조오징어의 항체 생성능과 대조했을 때 큰 폭으로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 실험 시작 후 5일째부터 조금씩 차이를 보여 17일째 되는 날의 가공오징어 항체 생성능이 48.1 ng/mL로 건조오징어 군과 비교했을 때 5~8% 이상 실험쥐의 항체생성능이 증가했음을 알 수 있다. 본 결과는 기존에 높은 항체생성능을 가지며 면역력이 있다고 알려진 식품인 홍경천과 비교할 수 있다(23). 홍경천 급여를 한 ICR 실험쥐를 이용하여 항체 생성능 실험값인 45.41 ng/mL과 비교했을 때 의미가 있는 수치로써 가공한 오징어의 섭취가 체내 항체 생성능

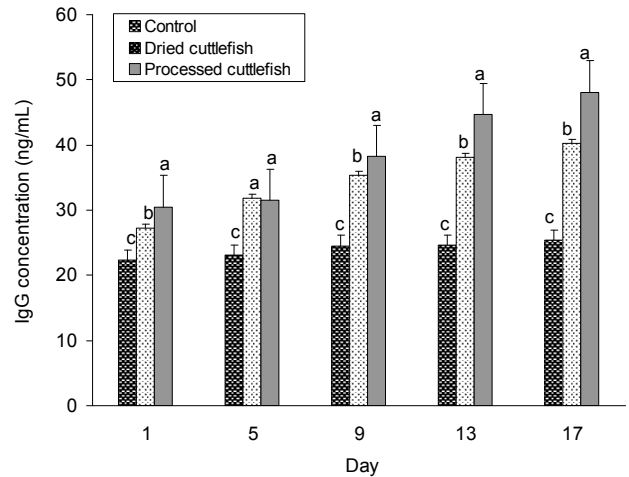


Fig. 5. The changes of IgG levels in feeding dried and processed cuttlefish. Data are mean  $\pm$  SD (n=5). Values with different superscripts (a-c) are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

을 촉진하여 면역계에 효과적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다(18). 또한 혈중 지질 성분인 콜레스테롤에 대한 항체생성능이 가져오는 면역증진을 연구하여 면역계 질환인 동맥경화의 위험감소효과를 밝힌 기존의 연구결과(24)를 바탕으로 본 연구의 건조오징어 및 가공오징어를 섭취한 실험쥐가 오징어를 섭취하지 않은 대조군보다 체내 면역이 증가했음을 알 수 있다.

## 요 약

오징어의 섭취 시 혈액 내 지질 대사에 미치는 영향을 알아보기 위해 오징어 급여를 통한 실험쥐의 당 농도, 지질성분 분석과 면역 항체변화를 관찰하였다. 각각의 식이를 급여 후 혈청 중의 total cholesterol 함량의 경우 대조군은 78.9 mg/dL를 나타낸 반면 건조오징어 급여군은 81.3 mg/dL, 가공오징어 급여군은 88.1 mg/dL로서 시료 투여군이 대조군과 비교하여 소폭 증가를 나타내었다. 실험식이 종료된 후 실험쥐의 혈청 중 HDL-cholesterol 함량은 대조군이 58.1 mg/dL, 건조오징어 급여군이 71.6 mg/dL, 가공오징어 급여군이 63.1 mg/dL로 각각 나타났다. 혈청 중 triglyceride 함량의 경우 오징어 건조오징어 급여군이 221.8 mg/dL로 196.6 mg/dL를 나타낸 대조군에 비해 다소 증가한 반면 가공오징어 급여군은 158.3 mg/dL로 감소하였다. 혈액 내 glucose 농도는 대조군 95.4 mg/dL과 비교했을 때 건조오징어 급여군과 가공오징어 급여군이 각각 77.7 mg/dL, 90.3 mg/dL로 측정되었다. 오징어 섭취에 의한 항체 생성능을 알아보기 위한 IgG 수치는 대조군 25.4 ng/mL과 비교했을 때 가공오징어 급여군에서 48.1 ng/mL로써 증가하였다. 실험결과 건조오징어가 가공오징어에 비해 총 콜레스테롤의 함량이 적은 것으로 나타난 반면, HDL-cholesterol 및 tri-

glyceride의 함량은 큰 폭으로 증가된 것을 확인하였다. 또한 glucose 및 항체 생성능의 수치는 가공오징어 급여군에서 높게 나타났다. 따라서 가공오징어가 건조오징어와 비교했을 때 상대적으로 체내 면역체계에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 건조오징어가 가공 과정을 거치면서 혈액 내 지질의 농도가 높아지는 결과를 도출함에 따라, 오징어 가공에서 타우린, DHA, EPA의 조성과 지질 조성에 변화를 주어야 함을 확인했다. 따라서 오징어 가공의 효과적인 공정에 대한 연구가 종래 오징어가 가지고 있는 문제점을 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 지역연고산업육성사업 주문진오징어 명품브랜드화 사업의 지원(2007년도)에 의해 수행된 것으로 이에 심심한 감사를 표합니다.

### 문 헌

- Kim JD, Lee YI, Kim BR, Choi YS, Lee SY. 1997. Effects of Meju powder supplementation on lipid metabolism in rats fed hypercholesterolemic diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 314-318.
- Kim BR, Kim JD, Ham SS, Choi YS, Lee SY. 1995. Effects of spice added Natto supplementation on the lipid metabolism in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 121-126.
- Bowman BA, Russell RM. 2001. *Presents knowledge in nutrition*. 8th ed. ILSL, Washington DC, USA.
- Yu CH. 2002. A review on the changes of lifestyle and the related nutritional problems in Korea. *Korean J Nutr* 5: 137-146.
- Kang JH. 1998. Current status and perspectives of nutritional assessment in periodic health examination. *Korea J Community Nutr* 3: 855-858.
- Nestle M. 1998. Nutrition in medical education—New policies needed for the 1990s. *J Nutr Educ* 20: 1-6.
- Sugano M, Imaizumi K. 1986. *Cholesterol*. Sankyosha, Tokyo, Japan. p 15-48.
- Kim HS, Kim JS, Heu MS. 2008. Fractionation of endoprotease from viscera of the Argentina shortfin squid *Illex argentinus*. *J Korean Fish Soc* 41: 176-181.
- Stansby ME. 1990. Fatty acid composition of fish. In *Fish Oils in Nutrition*. Stansby ME, ed. Van Nostrand Reinhold, New York, USA. p 6-39.
- Okutani K. 1976. An antitumor substance obtained from the internal shell of squid—Isolation procedures and antitumor activity. *Bull Jap Soc Sci Fish* 42: 449-453.
- Kim JH, Seo HY, Kim KS. 2004. Analysis of radiolytic products of lipid in irradiated dried squids (*Todarodes pacificus*). *J Food Prot* 67: 1731-1735.
- Marta MD, João BR, Rafael NM, Thiago D, Ivana BC, Vânia LL, Maria RS. 2009. Association between ischemia-modified albumin, lipids and inflammation biomarkers in patients with hypercholesterolemia. *Clin Biochem* 42: 666-671.
- Harizi H, Homo F, Amrani A, Coulaud J, Mormede P. 2007. Marked genetic differences in the regulation of blood glucose under immune and restraint stress in mice reveals a wide range of corticosenitivity. *J Neuroimmunol* 189: 59-68.
- Catherine AR, Lydia B, Gaorav G, John L, Michael N, Godfrey SG. 2006. Site-specific influence of polyunsaturated fatty acids on atherosclerosis in immune incompetent LDL receptor deficient mice. *Atherosclerosis* 187: 325-331.
- Rodrígueza C, Péreza A, Badíaa P, Izquierdob S, Fernández H, Lorenzo A. 1998. The n-3 highly unsaturated fatty acids requirements of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae when using an appropriate DHA/EPA ratio in the diet. *Aquaculture* 169: 9-23.
- John AT, Vitor S, Catherine JW. 1995. The *in vivo* and *in vitro* protective properties of taurine. *General Pharm: Vas Sys* 26: 453-462.
- Jeun JA, Jung HY, Kim JH, Kim YO, Youn SH, Shin CS. 2008. Effect of the monascus pigment threonine derivative on regulation of the cholesterol level in mice. *Food Chem* 107: 1078-1085.
- Kim CH, Kwon MC, Han JG, Ha JH, Jeong HS, Choi GP, Park UK, Nam JH, Hwang B, Lee HY. 2008. Immune activities of *Rhodiola sachalinensis* A. Bor extracts isolated with various extraction process. *Korean J Med Crop Sci* 16: 383-389.
- Bihan E, Perrin A, Kouet N. 2007. Effect of different treatments on the quality of cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) viscera. *Food Chem* 104: 345-352.
- Geni R, Deborah HM, Rosana AM, Yara S, Elizabeth AFS. 2006. Fatty acids and cholesterol oxidation in salted and dried shrimp. *Food Chem* 95: 344-351.
- Roach J, Lee M, Sloane-Stanley GH. 1993. The low density lipoprotein receptor and cholesterol synthesis are affected differently by dietary cholesterol in the rat. *Biochem Biophys Acta* 1170: 165-172.
- William EC, Don SL. 1982. The effect of shellfish in the diet upon the plasma lipid levels in humans. *Metabolism* 31: 1046-1051.
- Kim JY, Lee YJ. 2008. A study on the effects of *Rhodiola rosea* root on the immune system. *Korean J Herbology* 23: 179-189.
- Carl RA, Glenn MS, Nabila MW, Jorge LR, Edward EH, Renu V, Frank DK, Gary RM, Fredrick C. 1996. Immunization with cholesterol-rich liposomes induces anti-cholesterol antibodies and reduces diet-induced hypercholesterolemia and plaque formation. *J Laboratory Clinical Med* 127: 40-49.

(2009년 10월 8일 접수; 2009년 12월 1일 채택)