

## 크릴 분말 및 NaF 첨가 식이가 흰쥐의 혈청 지질성분 및 혈당 변동에 미치는 영향

진동혁 · 오다영 · 이영근 · 강동수<sup>1</sup> · 김한수<sup>†</sup>

부산대학교 식품공학과, <sup>1</sup>전남대학교 해양바이오식품학과  
(2017년 11월 4일 접수: 2017년 11월 24일 수정: 2017년 12월 4일 채택)

### Changes in Serum Lipid Components and Blood Glucose by Krill (*Euphausia superba*) Meal and NaF in Rats

Dong-Hyeok Jin · Da-Young Oh · Young-Geun Lee  
Dong-Soo Kang<sup>1</sup> · Han-Soo Kim<sup>†</sup>

Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Bio Food Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

(Received November 4, 2017; Revised November 24, 2017; Accepted December 4, 2017)

**요약** : Krill (*Euphausia superba*)과 NaF가 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐의 체중 및 장기 중량, 혈청 지질성분 및 단백질 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 기본식이를 급여한 대조군인 BD군을 비롯하여 기본식이에 NaF 10 mg을 경구 투여한 BF군, 10%(KF10군), 20%(KF20군), 30%(KF30군)의 krill meal을 첨가 식이에 NaF 10 mg 경구 투여한 군으로 군당 6마리씩 5가지 군으로 나누어 5주간 사육한 결과는 다음과 같다. 흰쥐의 체중은 식이의 krill meal 함량이 증가함에 따라 감소하였고, 대조군인 BD군에 비해 NaF를 경구 투여한 BF군에서 낮게 관찰되었다. 각 장기무게에서의 변화는 간에서 BD군에 비해 NaF 경구 투여 군에서 유의적으로 낮게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 고환에서의 무게는 KF10군을 제외한 NaF 경구 투여 군에서 높은 것으로 관찰되었다. 심장, 폐, 뇌, 신장, 췌장에서의 각 군의 장기무게는 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 혈청 중 total cholesterol, LDL cholesterol, free cholesterol, triglyceride, phospholipid, 혈당 농도는 대조군인 BD군보다 BF군에서 높았지만, krill meal 함량이 증가함에 따라 감소하였고, HDL cholesterol 농도는 BD군보다 BF군에서 낮았으며 krill meal 함량에 따라 점차 증가하는 것으로 관찰되었다. 혈청 중 total protein은 각 군에서 유의적 차이( $p < 0.05$ )가 없는 것으로 나타났으며, albumin 농도와 albumin/globulin ratio는 BD군과 BF군은 비슷한 결과가 나타났으나 krill meal 섭취 군에서 감소되었다. Globulin 농도는 KF10군, KF20군, KF30군, BD군, BF군 순으로 높게 관찰되었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아, krill meal 식이는 NaF 경구 투여한 흰쥐의 체중, 혈청 지질성분 및 혈당 조절 효과가 있는 것으로 사료된다.

주제어 : 크릴, 소오뎝 플로라이드, 지질성분, 혈당, 알부민, 글로블린

<sup>†</sup>Corresponding author  
(E-mail: kimhs777@pusan.ac.kr)

**Abstract** : This study was conducted to examine the changes in serum lipid components and blood glucose by krill (*Euphausia superba*) meal and sodium fluoride (NaF) in rats fed on experimental diets and administered orally to NaF 10 mg for 5 weeks. Body weight of rats decreased as the amount of krill meal diet increased, it was observed the basal diet plus NaF group (BF group) compared to the lower basal diet group (BD group). The serum concentrations of total cholesterol, LDL (low-density lipoprotein) cholesterol, free cholesterol, triglyceride (TG), phospholipid (PL) and blood glucose in serum were higher in the BF group than the 10% krill meal group plus NaF 10 mg (KF10 group) or BD group, the 20% krill meal plus NaF 10 mg group (KF20 group), the 30% krill meal plus NaF 10 mg group (KF30 group). Conversely depending on the content of krill meal for the HDL (high-density lipoprotein) cholesterol level, it showed higher results. The concentration of total protein was no significant difference among the groups ( $p < 0.05$ ). The results indicate that a krill meal diet effectively inhibited increases in lipid elevation and blood glucose level in the sera of rats.

**Keywords** : Krill (*Euphausia superba*), Sodium fluoride, Lipid components, Blood glucose, Albumin, Globulin

## 1. 서론

최근 서구화된 식생활 및 여러 환경적 요소에 의해 이상지질혈증(dyslipidemia)으로 인한 생활습관병이 증가하고 있어 사회적 문제가 되고 있는 실정이다[1]. 이상지질혈증은 비만, 고혈압, 인슐린 저항성 증가로 인해 당뇨병을 유발하며[2], 지속되면 간 손상과 더불어 지방간으로 발전하여 대사능력을 저하시키는 것으로 알려져 있다[3]. 또한 심혈관계질환(cardiovascular disease, CVD)에 영향을 미치는 인자 중 하나이며, 이는 혈중 고밀도지단백(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-CHO)의 농도가 낮은 수준인 상태에서 중성지방(triglyceride, TG)과 저밀도지단백(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-CHO)이 높은 농도 일 때 발생하는 것으로 알려져 있다[4]. TG-rich 지단백은 동맥경화를 일으키는 LDL 입자를 가지고 있으며 CVD 위험 증가의 원인이 된다고 보고되어 있다[5]. 또한 지질대사증후군인 허혈성 심장질환으로 인한 뇌졸중, 뇌경색, 대동맥죽상경화, 고혈압성 심혈관질환이 발생할 가능성이 높다고 보고되어 있다[6,7]. 크릴(*Euphausia superba*)은 난바다곤쟁이목에 속하는 갑각류로 남대양의 해양 생태계를 유지하는데 중요한 역할을 하며 어획량이 400만 톤 이상으로 방대하다[8]. 또한 양질의 단백질과 지질 함량이 높고[9] 그 중 콜레스테롤, TG 등의

수준을 조절하여 이상지질혈증에 효과가 있는 것으로 알려진 인지질, eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) 및 필수 아미노산이 풍부하여 식품 및 가공품으로의 활용도가 높을 것으로 알려져 있다[10-12]. 이러한 이점에도 불구하고 어획 후 가공, 자가소화효소에 의한 흑변과 육질의 가수분해 특히, 갑각에 내포된 불소 등의 이유로 식품학적 안전성 등을 모색하기 위해서 실험동물 등을 통한 임상학적 특성을 파악해야 하는 실정이다[13,14]. 이에 국외에서도 크릴을 활용하기 위하여 저장성 향상, 발효[15,16], 단백질 가수분해[17] 등의 연구가 진행되고 있는 실정으로, 본 연구는 남극해 크릴 분말의 첨가 급여가 NaF를 경구 투여한 흰쥐의 혈청 지질조성 및 혈당 등에 미치는 영향을 규명하고자 실험을 행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험 재료

본 실험에 사용된 krill meal은 국립수산물과학원으로부터 동결건조시킨 후 처리된 것을 제공받아 사용하였다.

### 2.2. 실험 동물

평균 체중  $200 \pm 10$  g인 7주령된 Sprague

Dawley계 수컷 흰쥐(DAEHAN BIOLINK Co., LTD, Chung-buk, Korea)를 7% 콩기름(Ottogi, soybean oil, Gyonggido, Korea)을 함유하는 기초식으로 1주일간 예비 사육하여 적응시킨 후 난괴법(randomized complete block design)에 의해 6마리씩 5군으로 metabolic cage (JD-C-71, Jeongdo, Korea)에 나누어 5주간 실험 사육하였다. 실험 사육실의 온도  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  및 습도  $50 \pm 10\%$ 는 일정하게 유지시켰고, 명암은 12시간 (7:00~19:00) 주기로 조명하였다[18]. 예비사육 및 실험사육 등 동물실험은 부산대학교 동물윤리위원회의 승인과 관리 감독 하에 실시되었다.

### 2.3. 식이조성 및 실험군

식이조성 및 실험군은 Table 1과 같다. 기본 식이를 섭취시킨 대조군(control)인 BD군, 기본 식이에 NaF 10 mg씩 경구 투여한 BF군과 10%, 20%, 30% krill meal 첨가 식이에 NaF 10 mg씩 경구 투여한 KF10군, KF20군, KF30군으로 나누었다.

### 2.4. 실험 동물의 처리

실험 사육 최종일에 7시간 동안 절식시키고 에

테르 마취하에 심장채혈법으로 혈액을 취하여  $4^\circ\text{C}$ 에서 1시간 방치한 후 분당 3,000 cycle로 20분간 원심분리하여 혈청을 얻어 실험에 사용하였다. 실험 사육 시작일과 최종일에 체중을 측정하였으며, 사료 섭취량은 매일 사료 잔량을 측정하여 식이 효율을 산출하였다[18].

### 2.5. 장기 중량

주요 장기 조직의 중량은 체중(body weight, BW)에 대한 상대 중량비(g/100 g BW)를 구하여 나타내었다.

### 2.6. 지질성분 및 blood glucose 농도의 정량

혈청 중의 total cholesterol (T-CHO), HDL-cholesterol (HDL-CHO), LDL-cholesterol (LDL-CHO) 및 triglyceride (TG) 농도는 효소법(enzymatic)에 의해 조제된 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 사용하였고, phospholipid (PL)의 측정은 효소법으로 조제된 측정용 시약(SICDIA PL, Eiken, Tokyo, Japan)을 사용하였으며, free cholesterol (Free-CHO) 측정은 free cholesterol (Eiken, Tokyo, Japan) 시약을 사용하여 생화학분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)

Table 1. Experimental groups and compositions of experimental diet

Ingredient	Groups <sup>1)</sup>				
	BD	BF	KF10	KF20	KF30
Casein	22.00	22.00	14.10	6.20	1.50
Corn starch	50.95	50.95	48.85	46.75	41.45
Sucrose	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Cellulose	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Mineral Mix <sup>2)</sup>	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Vitamin Mix <sup>3)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Soybean oil	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
L-systine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Choline bitartrate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Krill meal	-	-	10.00	20.00	30.00
NaF <sup>4)</sup>	-	10 mg	10 mg	10 mg	10 mg
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

<sup>1)</sup>BD is basal diet (control), BF is basal diet + NaF 10 mg, KF10 is 10.0% krill meal + NaF 10 mg, KF20 is 20.0% krill meal + NaF 10 mg, KF30 is 30.0% krill meal + NaF 10 mg.

<sup>2)</sup>According to AIN-93G diet composition.

<sup>3)</sup>AIN-93G-VX vitamin mixture (MP Biomedicals, LLC, Illkirch, France).

<sup>4)</sup>p.o. injection.

로 측정하였다. Blood glucose 농도는 효소법에 의해 조제된 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하여 생화학분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)로 측정하였다[18].

### 2.7. Total protein, albumin 및 globulin 농도의 정량

Total protein, albumin 및 globulin의 혈청 중 농도는 효소법에 의해 조제된 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 사용하여 생화학분석기(Hitachi, 7150, Tokyo, Japan)로 측정하였다[19].

### 2.8. 통계 처리

분석 결과의 통계처리는 실험군 당 평균치와 표준편차를 표시하였고, 군간의 차이는 one-way ANOVA로 분석 한 뒤  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 처리 조합 간의 유의적인 차이를 검증하였다. 통계처리에 대한 프로그램은 IBM SPSS statistic ver. 22를 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 체중 증가량 및 식이효율

기본 식이를 급여한 대조군(BD), 0%, 10%, 20%, 30% krill meal 식이 및 NaF 10 mg을 경구 투여한 BF, KF10, KF20, KF30군에 있어서 5주간 사육한 흰쥐의 체중 증가량 및 식이 섭취량, 식이 효율은 Table 2와 같다. 체중 증가량은 KF10군이  $152.50 \pm 21.62$  g으로 가장 높게 나타났으며, BD군( $150.83 \pm 18.82$  g), KF20군( $146.67$

$\pm 26.58$  g), KF30군( $125.00 \pm 23.45$  g), BF군( $118.33 \pm 24.63$  g)순으로 낮았으며 식이에 krill meal 섭취군에서는 krill meal 비중이 높아짐에 따라 감소하는 경향이 관찰되었으며, BF군은 유의적 차이를 보이며 가장 낮은 체중 증가량이 관찰되었다( $p < 0.05$ ). 식이 섭취량은 BD군( $844.66 \pm 28.07$  g)이 다른 군에 비하여 높았고, BF군( $841.97 \pm 18.89$  g), KF10군( $737.09 \pm 80.62$  g), KF20군( $696.99 \pm 37.71$  g), KF30군( $672.62 \pm 68.05$  g) 순으로, 식이효율의 결과를 보았을 때 KF20군( $20.97 \pm 3.07$ ), KF10군( $20.74 \pm 2.63$ ), KF30군( $18.84 \pm 4.39$ ), BD군( $17.90 \pm 2.51$ ), BF군( $14.03 \pm 2.71$ ) 순으로 나타나 KF10군과 KF20군에서 유의적으로 높게 관찰되었다( $p < 0.05$ ). krill 오일과 xanthigen이 고지방식이로 유도된 비만 흰쥐의 지방세포 분화 억제 및 분해를 촉진과 더불어 혈중 TG 함량을 낮추며 그 중 krill 오일이 더 효과가 있다는 것으로 보고하였다[20]. 8주 및 16주간 NaF 25 ppm농도의 물을 경구 투여한 흰쥐의 체중 증가량은 NaF를 더 오래 투여한 군일수록 단백질조직의 파괴 때문에 체중증가량이 감소되었다고 한다[21]. 따라서 본 실험 결과에서도 이와 유사한 경향을 보였다.

### 3.2. 장기 중량

Krill meal을 첨가한 식이를 5주간 섭취 및 NaF를 경구 투여하여 최종일 7시간 단식시킨 흰쥐의 장기 및 조직의 중량은 Table 3과 같다. 간장 및 고환을 제외한 장기 중량에서 모든 군은 유의적 차이가 관찰되지 않았으며( $p < 0.05$ ), 간장의 중량은 NaF 경구 투여 및 krill meal 급여를 하지 않은 BD군에서  $3.38 \pm 0.20$  g/100 g BW

Table 2. Body weight gain, food intake and FER of rats fed experimental diet

Group	Body weight gain (g)	Food intake (g)	FER <sup>1)</sup>
BD	$150.83 \pm 18.82^{b2)}$	$844.66 \pm 28.07^b$	$17.90 \pm 2.51^{ab}$
BF	$118.33 \pm 24.63^a$	$841.97 \pm 18.89^b$	$14.03 \pm 2.71^a$
KF10	$152.50 \pm 21.62^b$	$737.09 \pm 80.62^a$	$20.74 \pm 2.63^b$
KF20	$146.67 \pm 26.58^{ab}$	$696.99 \pm 37.71^a$	$20.97 \pm 3.07^b$
KF30	$125.00 \pm 23.45^{ab}$	$672.62 \pm 68.05^a$	$18.84 \pm 4.39^{ab}$

<sup>1)</sup>Food efficiency ratio.

<sup>2)</sup>The values are means  $\pm$  SD ( $n=6$ ). Values with the different letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

Table 3. Weight of liver, heart, lung, brain, kidney, spleen and testes in experimental rats (g/100g BW<sup>1)</sup>)

Group	Liver	Heart	Lung	Brain	Kidney	Spleen	Testes
BD	3.38±0.20 <sup>b2)</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	0.53±0.10 <sup>a</sup>	0.41±0.04 <sup>a</sup>	0.65±0.03 <sup>a</sup>	0.21±0.03 <sup>a</sup>	0.99±0.06 <sup>ab</sup>
BF	2.95±0.10 <sup>a</sup>	0.34±0.03 <sup>a</sup>	0.50±0.02 <sup>a</sup>	0.44±0.03 <sup>a</sup>	0.65±0.04 <sup>a</sup>	0.16±0.08 <sup>a</sup>	1.10±0.07 <sup>b</sup>
KF10	3.05±0.12 <sup>a</sup>	0.30±0.02 <sup>a</sup>	0.48±0.03 <sup>a</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>	0.61±0.04 <sup>a</sup>	0.19±0.03 <sup>a</sup>	0.94±0.12 <sup>a</sup>
KF20	2.98±0.18 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	0.49±0.03 <sup>a</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>	0.67±0.05 <sup>a</sup>	0.19±0.02 <sup>a</sup>	1.06±0.03 <sup>ab</sup>
KF30	3.21±0.16 <sup>ab</sup>	0.35±0.04 <sup>a</sup>	0.46±0.04 <sup>a</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>	0.65±0.05 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>a</sup>	1.05±0.06 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Body weight. <sup>2)</sup>The values are means±SD ( $n=6$ ). Values with the different letters in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

(body weight)로 가장 높았으며, 기본식이에 NaF 10 mg 씩 경구투여한 BF군은 가장 낮은 수치인 2.95±0.10 g/100 g BW로 유의적으로 낮게 관찰되었다( $p<0.05$ ). 반대로 고환에서 중량은 BF군이 1.10±0.07 g/100 g BW로 다른 군에 비해서 유의적인 차이를 보이며 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 흰쥐에게 키토산 올리고당 및 키틴은 함유하는 식이를 급여하면 간장, 신장, 심장 등 여러 장기 중량 감소나 증가는 식이섭취량에 따른 체중 증가량 등 여러 복합적 요인이 영향을 준다는 것으로 보고되어 있다[22-24].

### 3.3. 혈청 중의 지질성분과 혈당 농도

흰쥐 혈청 중의 지질성분 및 혈당 농도는 Table 4와 같다. Total cholesterol (T-CHO)의 농도는 기본식이에 NaF 10 mg 씩 경구 투여한 BF군(93.5±3.1 mg/dL)이 대조군인 BD군을 포함하여 krill meal을 첨가한 식이를 급여한 군에 비해 유의적으로( $p<0.05$ ) 높았으며, krill meal의 함량이 증가함에 따라 T-CHO의 수치가 감소하는 경향이 관찰되었다. 또한 HDL-cholesterol (HDL-CHO)의 경우 BD군(22.8±1.3 mg/dL)과 BF군(19.9±1.2 mg/dL) 또한 유의적 차이( $p<0.05$ )를 보였으며, krill meal의 함량이 높아짐에 따라 HDL-CHO 농도가 점차 증가하는 것으로 나타났다. LDL-cholesterol (LDL-CHO)과 free-cholesterol (Free-CHO), triglyceride (TG), phospholipid (PL) 및 혈당 농도의 결과 또한 T-CHO에서와 마찬가지로 대조군인 BD군에 비해 BF군이 유의적으로 높았으며( $p<0.05$ ) krill meal 함량에 따라 KF10군, KF20군, KF30이군

순으로 점차 낮아지는 경향이 관찰되었다. 크릴이 cholesterol 식이 흰쥐 혈장의 지질성분 조절 및 개선에 영향을 준다는 보고와 유사한 것으로 나타났다[25]. 또한 고지혈증은 혈중 지질성분이 세포내 glucose가 유입되는 것을 억제하여 혈당의 항상성 유지를 저해하는 것으로 보고되어 있다 [26]. 이에 본 실험 결과, krill meal은 이상지질 혈증 및 혈당 기능 개선에 효과가 있는 것으로 사료된다.

### 3.4. 혈청 중의 total protein, albumin 및 globulin 농도

혈청 중의 total protein, albumin, globulin 및 A/G (albumin/globulin ratio)는 Table 5에 나타내었다. 총 단백질 농도는 각 군간의 실험 식이에 따른 뚜렷한 변화는 보이지 않았다. NaF 경구투여 처리 한 군 중 기본식이를 섭취시킨 BF군이 6.74±0.11 g/dL로 가장 낮았으며, KF10군, KF20군, KF30군에서 krill meal 함량에 따른 차이는 미미한 것으로 관찰되었다. Albumin 농도에서 BD군(3.26±0.02 g/dL), BF군(3.27±0.12 g/dL)은 KF10군(3.10±0.04 g/dL)과 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며( $p<0.05$ ), KF20군(3.13±0.04 g/dL), KF30군(3.19±0.09 g/dL)은 krill meal 함량에 따라 증가하는 경향이 관찰되었다. Globulin 농도는 BD군(3.54±0.08 g/dL), BF군(3.47±0.03 g/dL)에서 유의적으로 낮은 농도가 관찰되었다( $p<0.05$ ), KF10군(3.68±0.02 g/dL), KF20군(3.63±0.09 g/dL), KF30군(3.58±0.07 g/dL)은 krill meal 함량에 따라 감소하는 경향으로 관찰되었으며, KF10군과 KF30

Table 4. Effects of krill (*Euphausia superba*) on concentrations of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, free-cholesterol, triglycerid, phospholipid and blood glucose in serum of rats fed the experimental diet

Group	(mg/dL)				
	BD	BF	KF10	KF20	KF30
T-CHO <sup>1)</sup>	84.5±2.8 <sup>b2)</sup>	93.5±3.1 <sup>c</sup>	85.4±2.5 <sup>b</sup>	80.6±2.1 <sup>ab</sup>	77.7±2.4 <sup>a</sup>
HDL-CHO	22.8±1.3 <sup>b</sup>	19.9±1.2 <sup>a</sup>	21.8±0.9 <sup>ab</sup>	21.5±1.0 <sup>ab</sup>	22.3±1.1 <sup>b</sup>
LDL-CHO	41.4±2.3 <sup>ab</sup>	48.8±2.3 <sup>c</sup>	44.3±2.6 <sup>b</sup>	39.6±2.2 <sup>a</sup>	37.3±2.4 <sup>a</sup>
Free-CHO	22.5±1.1 <sup>b</sup>	24.8±1.0 <sup>c</sup>	22.4±1.2 <sup>b</sup>	22.2±0.9 <sup>b</sup>	20.1±1.1 <sup>a</sup>
TG	67.2±1.8 <sup>b</sup>	76.5±1.9 <sup>d</sup>	72.6±2.2 <sup>c</sup>	68.8±1.8 <sup>b</sup>	62.3±2.0 <sup>a</sup>
PL	123.0±1.7 <sup>a</sup>	128.2±1.8 <sup>b</sup>	122.4±1.9 <sup>a</sup>	120.6±2.0 <sup>a</sup>	121.5±1.7 <sup>a</sup>
Blood glucose	124.1±2.7 <sup>ab</sup>	128.5±2.9 <sup>b</sup>	123.1±2.3 <sup>a</sup>	122.6±2.5 <sup>a</sup>	120.9±2.7 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>T-CHO is total cholesterol, HDL-CHO is high-density lipoprotein cholesterol, LDL-CHO is low-density lipoprotein cholesterol, Free-CHO is free cholesterol, TG is triglyceride, PL is phospholipid. <sup>2)</sup>The values are means±SD ( $n=6$ ). Values with the different letters in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

Table 5. Total protein, albumin, globulin concentrations and A/G ratio in serum of experimental rats

Group	Total protein (g/dL)	Albumin (g/dL)	Globulin (g/dL)	A/G <sup>1)</sup>
BD	6.80±0.06 <sup>a2)</sup>	3.26±0.02 <sup>b</sup>	3.54±0.08 <sup>ab</sup>	0.92±0.03 <sup>cd</sup>
BF	6.74±0.11 <sup>a</sup>	3.27±0.12 <sup>b</sup>	3.47±0.03 <sup>a</sup>	0.94±0.04 <sup>d</sup>
KF10	6.77±0.01 <sup>a</sup>	3.10±0.04 <sup>a</sup>	3.68±0.02 <sup>c</sup>	0.84±0.01 <sup>a</sup>
KF20	6.77±0.11 <sup>a</sup>	3.13±0.04 <sup>ab</sup>	3.63±0.09 <sup>bc</sup>	0.86±0.02 <sup>ab</sup>
KF30	6.77±0.16 <sup>a</sup>	3.19±0.09 <sup>ab</sup>	3.58±0.07 <sup>b</sup>	0.89±0.01 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>Albumin/globulin ratio. <sup>2)</sup>The values are means±SD ( $n=6$ ). Values with the different letters in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

군은 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 또한 albumin/globulin ratio (A/G) 의 결과 BF군 (0.94±0.04), BD군(0.92±0.03), KF30군 (0.89±0.01), KF20군(0.86±0.02), KF10군 (0.84±0.01) 순으로 유의적인 차이를 보이며 감소하였다( $p<0.05$ ). Albumin은 간에서 합성되는 수용성 단백질로 교질삼투압 유지, 생체 내 화학물 운반, 유독물질이나 노폐물 운반과 같은 기능을 하여 만성 간질환 검사의 지표로 유효한 것으로 알려져 있다[27,28]. 또한 globulin은 간의 손상과 체내의 스트레스를 받게 되면 cortisol과 함께 농도가 증가하여 간 손상 지표로 사용된다고

보고되어 있다[29,30]. A/G 값은 만성염증성 질환, 간경변증, 영양 과다, 항체 형성 장애 등에서 증가하며, 영양 불량, 출혈, 화상 등에서 감소하여 염증과 간에 대한 지표로 사용되는 것으로 알려져 있다[31,32].

#### 4. 결론

Krill (*Euphausia superba*)과 NaF가 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐 30마리의 체중 및 장기 중량, 혈청 지질성분 및 단백질 함량에 미치는 영

향을 조사하기 위하여 기본식을 급여한 대조군인 BD군을 비롯하여 기본식에 NaF 10 mg을 경구 투여한 BF군, 10%(KF10군), 20%(KF20군), 30%(KF30군)의 krill meal을 첨가 식이에 NaF 10 mg 경구 투여한 군으로 군당 6마리씩 5가지 군으로 나누어 5주간 사육하여 본 실험을 행하였다. 흰쥐의 체중은 식이의 krill meal 함량이 증가함에 따라 감소하였고, 대조군인 BD군에 비해 NaF를 경구 투여한 BF군에서 낮게 관찰되었다. 각 장기무게에서의 변화는 간에서 BD군에 비해 NaF 경구 투여 군에서 유의적으로 낮게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 고환에서의 무게는 KF10군을 제외한 NaF 경구 투여 군에서 높은 것으로 관찰되었다. 심장, 폐, 뇌, 신장, 췌장에서의 각 군의 장기 무게는 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 혈청 중 total cholesterol, LDL cholesterol, free cholesterol, triglyceride, phospholipid, 혈당 농도는 대조군인 BD군보다 BF군에서 높았지만, krill meal 함량이 증가함에 따라 감소하였고, HDL cholesterol 농도는 BD군보다 BF군에서 낮았으며 krill meal 함량에 따라 점차 증가하는 것으로 관찰되었다. 혈청 중 total protein은 각 군에서 유의적 차이( $p < 0.05$ )가 없는 것으로 나타났으며, albumin 농도와 albumin/globulin ratio는 BD군과 BF군은 비슷한 결과가 나타났으나 krill meal 섭취 군에서 감소되었다. Globulin 농도는 KF10군, KF20군, KF30군, BD군, BF군 순으로 높게 관찰되었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아, krill meal 식이는 NaF 경구 투여 한 흰쥐의 체중 및 혈청 지질성분, 혈당 조절의 효과가 있는 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 부산대학교 기본연구지원사업(2년) 지원에 의하여 수행되었습니다.

### References

1. E. J. Cho, K. J. Moon, "Related factors of medication adherence in patients with dyslipidemia: The 2010-2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey", *Korean J. Health Edu. Promot.*, Vol.32, No.2 pp. 65-74, (2015).
2. S. M. Grundy, "Hypertriglyceridemia, atherogenic dyslipidemia, and the metabolic syndrome", *American J. Cardiol.*, Vol.81, No.4 pp. 18B-25B, (1998).
3. E. K. Speliotes, J. M. Massaro, U. Hoffmann, R. S. Vasan, J. B. Meigs, D. V. Sahani, J. N. Hirschhorn, C. S. Fox, "Fatty liver is associated dyslipidemia and dysglycemia independent of visceral fat: the Framingham Heart Study", *Hepatology*, Vol.51, No.6 pp. 1979-1978, (2010).
4. G. Assmann, H. Schulte, P. Cullen, "New and classical risk factors-the Munster heart study (PROCAM)", *European J. Med. Res.*, Vol.2, No.6 pp. 237-242, (1997).
5. K. Izumi-Nagai, N. Nagai, K. Ohgami, S. Satofuka, Y. Ozawa, K. Tsubota, S. Ohno, Y. Olike, S. Ishida, "Inhibition of choroidal neovascularization with an anti-inflammatory carotenoid astaxanthin", *Invest. Ophthalmol. Visual Sci.*, Vol.49, No.4 pp. 79-1685, (2008).
6. R. A. DeFronzo, E. Ferrannini, "Insulin resistance: A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease", *Diabetes Care*, Vol.14, No.3 pp. 173-194, (1991).
7. T. Xu, J. T. Zhang, M. Yang, H. Zhang, W. Q. Liu, Y. Kong, T. Xu, Y. H. Zhang, "Dyslipidemia and outcome in patients with acute ischemic stroke", *Biomed. Environ. Sci.*, Vol.27, No.2 pp. 106-110, (2014).
8. H. L. Suh, S. A. Kim, H. Y. Soh, "Distribution and abundance of the antarctic Krill (*Euphausia superba*) : A brief overview", *Korean J. Polar Res.*, Vol.2, No.2 pp. 29-49, (1991).
9. H. S. Kim, M. A. Kim, Y. Duan, S. H. Jang, D. S. Kang, W. K. Lee, C. S. Lee, J.

- Y. Ryu, "Fatty acid compositions, mineral and vitamin contents of the antarctic Krill (*Euphausia superba*)", *J. Environ. Sci. Int.*, Vol.23, No.1 pp. 47-52, (2014).
10. H. S. Kim, M. A. Kim, Y. Duan, D. S. Kang, S. H. Jang, J. Y. Ryu, C. S. Lee, W. K. Lee, "Studies on the nutritional components and amino acid compositions of Krill (*Euphausia superba*)", *J. Environ. Sci. Int.*, Vol.23, No.2 pp. 165-170, (2014).
  11. J. L. Grandois, E. Marchioni, M. Zhao, F. Giuffrida, S. Ennahar, F. Bindler, "Investigation of natural phosphatidylcholine sources: Separation and identification by liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry (LC-ESI-MS2) of molecular species", *J. Agric. Food Chem.*, Vol.57, No.14 pp. 6014-6020, (2009).
  12. M. Muriuki, N. Purdie, G. Dumancas, "Quantification of the major  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 PUFAs using the purdie assay and their ratios in different cholesterol types and the effects of gender and cholesterol on PUFA levels", *Trends Analyt. Chem.*, Vol.31, pp. 157-164, (2012).
  13. J. C. Gigliotti, M. P. Davenport, S. K. Beamer, J. C. Tou, J. Jaczynski, "Extraction and characterisation of lipids from antarctic krill (*Euphausia superba*)", *Food Chem.*, Vol.125, No.3 pp. 1028-1036, (2011).
  14. S. K. Rhee, D. S. Kim, "The effective utilization techniques of Krill resources in antarctic ocean as new protein food", *J. Korean Professional Engineers Association*, Vol.32, No.1 pp. 90-98, (1999).
  15. F. S. H. Lu, B. O. Bruheim, C. Jacobsen, "Effect of temperature towards lipid oxidation and non-enzymatic browning reactions in krill oil upon storage", *Food Chem.*, Vol.157, pp. 398-407, (2014).
  16. J. Sun, X. Mao, "An environmental friendly process for Antarctic krill (*Euphausia superba*) utilization using fermentation technology", *J. Cleaner Production*, Vol.127, pp. 618-623, (2016).
  17. L. Z. Wang, C. H. Xue, Y. Xue, Y. M. Wang, Z. J. Li, "Optimization and evaluation of a novel technique for hydrolyzing Antarctic krill (*Euphausia superba*) proteins", *Food Bioprocess Processing*, Vol.94, pp. 629-636, (2015).
  18. H. S. Kim, M. A. Kim, S. H. Jang, "Influences of Korean haw (*Crataegus pinnatifida* Bunge) on lipid concentration in hypercholesterolemia", *J. Environ. Sci. Int.*, Vol.23, No.5 pp. 793-800, (2014).
  19. H. S. Kim, M. A. Kim, S. H. Jang, "Improvement effect of hyperlipidemia by wild haw (*Crataegus pinnatifida* Bunge)", *J. Environ. Sci. Int.*, Vol.23, No.5 pp. 787-792, (2014).
  20. M. F. Lee, C. S. Lai, A. C. Cheng, J. S. Hou, V. Badmaev, C. T. Ho, M. H. Pan, "Krill oil and xanthigen separately inhibit high fat diet induced obesity and hepatic triacylglycerol accumulation in mice", *J. Functional Foods*, Vol.19, pp. 913-921, (2015).
  21. D. Shanthakumari, S. Srinivasalu, S. Subramanian, "Effect of fluoride intoxication on lipidperoxidation and antioxidant status in experimental rats", *Toxicology*, Vol.204, No.2 pp. 219-228, (2004).
  22. H. S. Kim, J. H. Seong, Y. G. Lee, C. L. Xie, W. S. Choi, S. H. Kim, H. D. Yoon, "Effect of low-molecular-weight collagen peptide extract isolated from scales of the Flathead Mullet (*Mugil cephalus*) on lipid metabolism in hyperlipidemic rats", *Korean J. Food Preserv.*, Vol.16, No.6 pp. 938-945, (2009).
  23. H. S. Kim, H. D. Yoon, "Effects of the chitosan oligosaccharide intake on the improvement of serum lipid level in hypercholesterolemic rats", *J. Life Sci.*, Vol.18, No.12 pp. 1686-1692, (2008).
  24. K. H. Lee, S. Y. Yoon, H. K. Kim,



- “Effect of crab shell powder on lipid metabolism in diet-induced hyperlipidemic rats”, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, Vol.29, No.3 pp. 453-459, (2000).
25. M. Y. Shon, M. H. Chung, S. K. Park, Y. S. Cho, “Effects of krill and cadmium on lipid composition of plasma in cholesterol-fed rats”, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, Vol.23, No.1 pp. 38-43, (1994).
  26. H. S. Kim, “Effects of the *Saururus chinensis* Baill hot-water extract intake on the lipid components and metabolic enzyme activities in hyperlipidemic rats”, *Korean J. Exercise Nutrition*, Vol.10, No.2 pp. 99-106, (2006).
  27. H. S. Kim, H. D. Yoon, “Effects of the chitosan oligosaccharide intake on the improvement of serum lipid level in hypercholesterolemic rats”, *J. Life Sci.*, Vol.18, No.12 pp. 1686-1692, (2008).
  28. G. D. J. B. Sudlow, D. J. Birkett, D. N. Wade, “Further characterization of specific drug binding sites on human serum albumin”, *Molecular pharmacology*, Vol.12, No.6 pp. 1052-1061, (1976).
  29. A. M. Dalin, U. Magnusson, J. Haggendal, L. Nyberg, “The effect of transport stress on plasma levels of catecholamines, cortisol, corticosteroid-binding globulin, blood cell count, and lymphocyte proliferation in pigs”, *Acta veterinaria scandinavica*, Vol.34, No.1 pp. 59-68, (1992).
  30. K. A. Kim, “Understanding and application of liver function tests”, *Korean J. Med.*, Vol.76, No.2 pp. 163-168, (2009).
  31. A. O. Duran, M. Inanc, H. Karaca, I. Dogan, V. Berk, O. Bozkurt, E. Ozaslan, M. Ucar, C. Eroglu, M. Ozkan, “Albumin-globulin ratio for prediction of long-term mortality in lung adenocarcinoma patients”, *Asian Pacific J. cancer prevention: APJCP.*, Vol.15, No.15 pp. 6449-6453, (2013).
  32. A. C. Kibrick, A. B. Clements, “A comparative study of the serum albumin-globulin ratio, the cephalin-cholesterol flocculation, and the thymol turbidity tests for liver function”, *J. Lab. Clinic. Med.*, Vol.33, No.6 pp. 662-671, (1948).