

카무트 분말가루의 영양성분 분석 및 고지방식이 섭취 시 카무트 분말가루의 첨가가 흰쥐 체내에서 혈중 대사 인자에 미치는 영향

†신 경 옥

삼육대학교 식품영양학과

Analysis of the General and Mineral Compositions of Kamut Powder and Effect of Kamut(*Triticum turanicum* Jakubz) Powder and Its Effect on Blood Parameters in Mice Fed a High-Fat Diet Supplement

†Kyung-Ok Shin

Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

Abstract

This study, analyzed the general and minerals composition of kamut and investigated its effect on blood components in mice fed a high fat diet. The content of each general component of kamut was as follows: 11.02±0.75% water, 13.16±1.28% crude protein, 1.85±0.19% crude fat, and 1.97±0.13% ash. The leptin level was the highest in the HF group(30.00±0.00 ng/mL) when compared to the control group. There was a significant decrease of 23.65±5.54 ng/mL in the HFK group when compared to the HF group ($p<0.05$). The blood LDL-cholesterol concentration was the lowest in the control group at 10.00±2.00 mg/dL. The level was highest in the HF group at 28.00±0.00 mg/dL when compared with the other groups ($p<0.05$). The aspartate transaminase (AST) level was significantly higher in the HFK group (179.33±173.88 U/L) than in the control (61.00±12.73 U/L) and HF groups (132.00±0.00 U/L). According to the results of this study, the consumption of kamut lowers the blood LDL-cholesterol level more than the consumption of wheat flour. Additionally, kamut contains antioxidant substances such as selenium and zinc, which are thought to contribute to vascular health and thus aid in maintaining good health. Therefore, it is necessary to develop a variety of health foods using kamut; it should be used as a functional food for the maintenance of good health.

Key words: kamut, general composition, mineral composition, leptin, LDL-cholesterol

서 론

식생활이 변화되면서 먹거리 문화에도 다양한 재료들이 사용되고 있다. 그 중 베이커리 제품에 대한 소비자의 수요는 급증하고 있으며, 영양적 섭취와 건강유지를 위한 빵 제품의 선호도가 증가하고 있다.

카무트(kamut; *Triticum turanicum* Jakubz)는 고대 이집트에 서 재배되었던 원시품종인 밀(호라산 밀; Khorasan wheat) 중 의 하나로 곡물 이름이면서 브랜드 명칭이다(Balestra 등 2015;

Bordoni 등 2016). 호라산은 이란 북동부에 있는 지역 이름이며, 카무트라 하면 대개 호라산 밀을 뜻하는 경우가 많다 (Balestra 등 2015; Bordoni 등 2016). 카무트는 대략 127 cm의 높이로 자라며, 다른 밀 작물보다 2~3배 큰 낱알을 가지고 있고, 폭이 좁고 긴 형태로 현미보다 진한 황금색을 띠는 것이 특징이다(Choi 등 2016a). 카무트는 1940년대 후반에 미국에 처음 소개되었으며, 1980년대 무렵 본격적으로 재배되기 시작하여 2000년대 들어 미국과 유럽을 중심으로 슈퍼곡물의 하나로 주목받고 있다. 카무트는 일반 밀가루에 비해 폴리페

† Corresponding author: Kyung-Ok Shin, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea. Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

늘과 셀레늄의 함량이 높으며, 항산화력이 높은 통곡물로 알려져 카무트 섭취 시 만성질환의 발생 위험을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Choi 등 2016a). 특히 카무트를 sourdough 빵을 제조에 활용할 경우, 생리활성 효능은 더욱 증가된다는 보고도 있다(Gianotti 등 2011; Choi 등 2016a). 또한 카무트는 일반 밀에 비해 필수아미노산, 비타민 및 무기질이 풍부하며, 식이섬유 함량이 높다(Bordoni 등 2016).

현재 국내에서는 카무트 사워종을 첨가한 sourdough 빵의 품질 특성(Choi 등 2016a) 연구가 진행되었을 뿐, 카무트를 활용한 연구나 카무트의 구체적인 성분 분석 및 그 성분들이 체내에 미치는 영향에 관한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 슈퍼곡물로 선호도가 높아진 카무트를 시료로 사용하여 현재 우리나라에서 제시되어 있지 않은 카무트의 일반분석 및 무기질 성분을 분석하여 식품성분의 함량을 확인하고, 고지방식이 섭취 시 흰쥐 체내 혈액 성분 변화에 카무트가 미치는 영향에 대해 알아보고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료, 일반성분 분석 및 무기질 분석

카무트는 현재 시중에서 시판되고 있는 미국산을 구입하여 동결건조 후, -20°C 냉동고에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 카무트 분말가루의 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl 법에 준하여 조단백 자동분석장치(Kjeltec TM 2300, FOSS, Höganäs, Sweden), 회분은 직접회화법, 조지방의 정량은 Soxhlet 법에 준하여 측정하였다(Lee 등 2008; Choi 등 2016b). 구리, 아연, 철, 셀레늄 및 망간의 무기질 함량은 Kim 등(2007)이 제시한 방법에 따라 분석하였다. 시료 전처리하는 건식분해법에 따라 분해 및 여과하여 증류수 100 mL를 시험용액으로 하였으며, 시료를 넣지 않은 공시험도 같은 방법으로 실시하였다. 전처리된 시험 용액은 유도결합 플라즈마 분광기(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer, Z 6100, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석 조건에 맞추어 분석하였다. 표준용액으로는 ICP/AA용 표준시약(Sigma-Ald-rich)을 사용하였다.

2. 실험동물 및 사육조건

실험동물 구입 및 사육조건은 Choi 등(2016b)이 제시한 방법에 의해 실시하였으며, 실험동물은 (주)한림실험동물연구소로부터 분양 받아 ICR-mouse 8주령 수컷을 성숙기 모델로 잡아 실험군당 7마리씩을 사용하였다. 실험동물은 시판 고형식이(PicoLab[®] Rodent Diet)로 일주일간 적응시킨 후, 무게에 따라 완전임의 배치한 후, 물과 식이를 충분하게 공급(ad

libitum)해 주면서 사육하였다. 본 대학교 식품영양학과 동물실험실에서 실험 기간 동안 사육하였으며, 이때 실험실의 사육조건은 실내온도 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 40~60%를 항상 유지시켰고, 명암은 11±1시간을 주기로 조절하였다(Choi 등 2016b). 대조군과 카무트 분말가루를 가지고 실험한 기간은 2016년 10월 1일부터 2016년 11월 22일까지이며, 총 7주간 실시하였다(Choi 등 2013ab; Choi 등 2016b). 본 실험동물(Approved number; SYUIACUC 2016-006) 과정은 삼육대학교 동물실험윤리위원회(IACUC: Institutional Animal Care and Use Committees)의 지침에 따라 수행하였다.

3. 동물사료 조성에 따른 군의 분류

본 실험에서 대조군(control)에 사용된 동물사료는 현재 시판되고 있는 시판용 mice 고형사료를 분말(powder form)로 만든 후 사용하였다(Table 1). 사료 조성은 무게 비율로 하였으며, 대조군은 탄수화물 60%(starch+sucrose+glucose+fructose+lactose)을 기준으로 단백질 21%, 지질 13%, 비타민 1%, 무기질 3% 및 섬유질 2%로 구성하였다(Choi 등 2013ab). 고지방식이군(high-fat diet groups: HF groups)은 탄수화물 53%(starch+sucrose+glucose+fructose+lactose)을 기준으로 단백질 21%, 지질 20%, 비타민 1%, 무기질 3% 및 섬유질 2%로 구성하였다(Choi 등 2013ab). 또한 고지방식에 카무트 분말가루를 첨가한 실험군(high-fat diet+kamut groups: HFK groups)의 사료 조성은 탄수화물 43%(starch+sucrose+glucose+fructose+lactose)와 카무트 분말가루를 기준(10%)으로 하여 단백질 21%, 지질 20%를 사용하였으며, 각종 비타민, 무기질 및 섬유질의 배합은 대조군에 사용된 식이조성과 같이 각각 1, 3 및 2%로 첨가하여 구성하였다(Choi 등 2013ab).

4. 평균 체중변화율

실험동물의 체중은 7일에 한 번씩 디지털 저울(CAS SW-

Table 1. Composition of feed for the animal experiments

Ingredient (%)	Control	HF	HFK
Carbohydrate ¹⁾	60	53	43
Protein	21	21	21
Lipid (Corn oil)	13	20	20
Vitamin	1	1	1
Mineral mix	3	3	3
Fiber	2	2	2
Kamut	0	0	10

¹⁾ Carbohydrate: starch+sucrose+glucose+fructose+lactose
HF: High-fat diet, HFK: High-fat diet+kamut.

1W, CAS, Korean)을 사용하여 측정하였다.

5. 혈액 채취

실험동물은 사육 최종일에 12시간 절식시킨 후 ethyl ether 로 마취시킨 다음, 복부를 절개하여 심장에서 주사기를 이용하여 채혈하였다. 채취한 각 혈액은 5°C 원심분리기를 이용하여 3,000 rpm/15 min으로 원심분리를 하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 각각 100 µL씩 micro tube에 넣어 실험에 사용되기 전까지 -30°C 냉동고에 보관하였다(Choi 등 2016b).

6. 혈중 인슐린과 렙틴 분석

흰쥐의 혈중 인슐린 농도는 분리한 혈장에서 ELISA(enzyme-linked immunosorbent assay) kit(Linco, Washington, USA)를 사용하였으며, 분석장비(Molecular device, USA)를 이용하여 녹십자에서 분석을 의뢰하였다. 혈중 렙틴 농도는 ELISA를 이용하여 분석하였으며, 분석 방법은 manufacturer's protocols (R&D Systems Inc. Minneapolis, MN, USA)에 의해 분석하였다(Kim 등 2016).

7. 혈중 지질 농도 분석

1) 혈청 콜레스테롤 함량 분석

흰쥐의 혈청 콜레스테롤 함량은 Cho & Choi(2007)와 Rudel & Morris의 방법(1973)에 따라 o-phthaldehyde법으로 측정하였다. 시료를 0.1 mL씩 분취한 다음, 33% KOH 용액 0.3 mL와 95% 에탄올 3.0 mL를 첨가하고 잘 혼합한 다음, 혈청은 15분 동안 60°C 수조에서 가열시킨 후 냉각하였다. 핵산 5.0 mL를 첨가하여 혼합하고, 증류수 3.0 mL를 가한 다음 1분간 잘 혼합한 다음, 층을 분리하여 1.0 mL의 핵산층을 분취하였다. 핵산층을 질소로 농축 및 건조시키고, o-phthaldehyde 시약 2.0 mL를 첨가하여 잘 혼합하고, 10분 후 발색시약으로서 진한 황산 1.0 mL를 첨가하여 잘 혼합하였다. 황산 첨가 후 10~90분 내에 분광광도계(Spectrophotometer; Human corporation, Korea)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고, 표준검량선에 따라 콜레스테롤의 함량을 정량하였다.

2) 혈청 HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량 분석

혈청 중의 HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량의 측정은 HDL-콜레스테롤(HDL-C 555, Eiken Co., Japan)과 LDL-콜레스테롤(BLF, Eiken Co., Japan) Kit 시약을 사용하였다(Cho & Choi 2007). HDL-콜레스테롤은 혈청 0.3 mL를 시험관에 넣고, 여기서 침전시약 0.3 mL를 넣어 잘 혼합한 다음, 실온에서 10분간 방치 후 700×g에서 10분간 원심분리를 하였으며, 그 후 상층액 50 µL, 표준용액(100 mg/dL) 50 µL, blank

로 증류수 50 µL에 각각 HDL 발색시약 3.0 mL씩을 첨가하여 잘 섞은 후, 37°C 수조상에서 5분간 가온시켰다. Blank를 대조로 하여 555 nm에서 흡광도를 측정하여 HDL-콜레스테롤의 함량을 정량하였다. LDL-콜레스테롤은 혈청 0.1 mL, 표준혈청 0.1 mL를 시험관에 넣고, 여기에 BLF kit 시약 I 및 II를 각각 4.0 mL씩 넣은 후 5초간 잘 혼합한 다음, 실온(25±3°C)에서 25분간 방치 후 10분 이내에 증류수를 대조로 하여 분광광도계를 사용하여 650 nm에서 흡광도를 측정하여 LDL-콜레스테롤의 함량을 정량하였다(Cho & Choi 2007).

3) 혈청 중성지질 분석

Cho & Choi(2007)의 방법에 따라 혈청 중의 중성지질은 TG kit(Sigma Co., USA) 시약을 사용하여 분석하였다. 혈청 10 µL, 표준용액(300 mg/dL) 10 µL와 blank로 탈이온수 10 µL에 TG kit 시약 1.0 mL씩을 첨가하여 잘 혼합한 다음, 37°C 수조상에서 5분간 반응시켰다. Blank를 대조로 하여 분광광도계를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 TG의 함량을 정량하였다.

8. 혈액 내 인터루킨-10과 간 기능 관련인자 분석

1) 혈액 내 인터루킨-10 분석

Kang 등 (2015)과 Je 등(2017)의 연구에서 제시한 방법에 의해 다음과 같이 분석을 실시하였다. 시료를 투여한 마우스에서 분리한 혈청을 24-well plate에 5×10⁶ cells/well이 되도록 분주하고, 1 µg/mL의 ConA를 첨가하여 48시간 동안 배양하였다. 배양액에 유리된 IL-10의 양을 ELISA kit(R&D Systems, Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 제조회사의 실험방법에 따라 실험하였다. 96-well plate에 capture antibody를 18시간 동안 부착시켜 Capture antibody가 부착된 well을 washing buffer (0.05% Tween 20 in phosphate buffered saline, pH 7.2~7.4)로 세척한 후, reagent diluent(0.1% bovine serum albumin, 0.05% Tween 20 in Tris-buffered saline) 200 µL를 분주하여 실온에서 1시간 30분 동안 반응시켰다. 다시 washing buffer로 세척한 후, 각 사이토카인 표준액 및 배양액을 50 µL 분주하여 실온에서 2시간 동안 반응시켰으며, Washing buffer로 3회 세척한 후, detection antibody를 100 µL 첨가하여 실온에서 2시간 동안 추가 반응시켰다. Washing buffer로 세척한 후 horseradish peroxidase가 결합된 streptavidin을 100 µL 분주하여 20분간 암소에서 반응시켰다. 반응한 plate를 washing buffer로 세척한 후, tetramethylbenzidine 용액을 넣고 다시 20분간 암소에서 반응시켰다. 반응정지액인 2N H₂SO₄를 50 µL 넣어 반응을 정지시킨 후 450 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 사이토카인의 농도는 표준액을 사용하여 얻은 표준곡선에 따라 계

산하였다.

2) 혈액 내 간 기능 관련인자 분석

혈액에서 Reitman & Frankel(1957)의 방법에 의해 alkaline phosphatase(ALP), aspartate transaminase(AST), alanine transaminase(ALT)은 UV/VIS-spectrophotometric(Specord 200, Analytik-Jena, Jena, Germany)을 이용하여 분석하였다. Martinek RG (1972) 방법에 의해 serum lactate dehydrogenase(LDH) 활성은 UV/VIS-spectrophotometric(Specord 200, Analytik-Jena, Jena, Germany)을 이용하여 분석하였다.

9. 통계처리

실험된 모든 자료는 SPSS package version 18.0(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 각각 평균과 표준편차를 구하였다. 평균치 비교는 ANOVA를 실시한 후, 사후검정으로 Duncan's multiple range test에 의하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석 및 무기질 함량

카무트의 일반성분 분석 결과는 Table 2에 제시하였다. 카무트의 일반성분의 함량은 각각 수분 11.02±0.75%, 단백질 13.16±1.28%, 조지방 1.85±0.19%, 조회분 1.97±0.13%로 나타났다. 카무트는 비슷한 모양을 가진 귀리와 비교되고 있다. 식품성분표(2006)에 제시된 귀리와 일반영양 성분을 비교해 보면, 귀리는 가식부 100 g당 수분이 9.4 g, 단백질이 11.4 g, 지질이 3.7 g, 회분이 2.0 g으로 제시되고 있다. 또한 통밀과 비교해 보면, 가식부 100 g당 수분이 9.2 g, 단백질이 13.2 g, 지질이 1.5 g, 회분이 1.5 g으로 제시되고 있다(Food composition 2006). 호주산 생면용 밀가루의 경우 단백질 7.99~8.87%, 회분 함량은 0.35~0.41%이며, 미국산과 호주산 밀가루의 혼합일 경우 단백질 함량은 8.51%라고 보고하였다(Shin & Kim

2005). 특히 중력밀가루의 1등급 생산규격은 각각 수분 14.5%, 회분 0.43%이고, KS규격은 수분 14.5%, 회분 0.45%라고 보고되었다(Korean Flour Mills Industrial Association. 2004).

카무트의 무기질 함량 분석 결과는 Table 3에 제시하였다. 카무트에는 100 g당 아연이 3.05±0.35 mg으로 가장 많이 함유되어 있으며, 철이 2.98±0.20 mg, 망간이 2.04±0.27 mg, 구리가 0.46±0.04 mg 및 셀레늄이 0.08±0.01 mg 함유되어 있다. 국내산 중력밀가루는 가식부 100 g당 철이 1.5 mg이 함유되어 있으며, 일반 밀가루의 경우 망간과 아연이 각각 0.6 mg과 0.5 mg으로 소량 함유되어 있으나, 셀레늄은 함유되어 있지 않다고 보고되었다(Food composition 2006). 카무트는 시중에 유통되고 있는 밀가루에 비해 셀레늄과 아연, 망간 등 항산화 성분을 많이 함유하고 있다. 항산화 성분은 유해한 활성산소로부터 세포를 보호해 노화 방지나 질병 예방 등에 도움을 주는 물질을 일컫는다(Yook 등 2002). 특히 셀레늄은 심장질환이나 암, 갑상선질환 등의 치료에 활용하는 성분이며(Jun YS 1997), 아연은 면역 기능에 영향을 주며, 성장호르몬을 촉진하여 아이들의 성장에 도움을 준다(Son & Sung 1999). 망간은 골격 형성과 탄수화물 대사에 쓰이는 무기질로 혈당을 조절하는 기능이 있다(Yoo 등 2010).

2. 평균 체중변화율

흰쥐의 체중변화율은 Fig. 1에 제시하였다. 흰쥐의 주령이 증가할수록 3군 모두 체중의 증가량을 보였다. 그러나 대조군, HF군 및 HFK 10%군의 세 군 간에 유의한 차이는 없었다.

3. 혈중 인슐린과 렙틴 분석

흰쥐 혈액의 인슐린과 렙틴의 농도는 Table 4에 제시하였다. 대조군에 비해 고지방식을 섭취할 경우, 인슐린의 분비는 증가되었으나, 세 군 간의 유의한 차이는 없었다. 그러나 렙틴의 경우, 대조군에 비해 HF군에서 30.00±0.00 ng/mL로 가장 높은 수치를 보였으며, HFK군에서는 23.65±5.54 ng/mL로 유의하게 낮아지는 결과를 보였다($p < 0.05$). 본 연구에서

Table 2. General composition of kamut extracts

Composition (%)	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Kamut	11.02±0.75 ¹⁾	13.16±1.28	1.85±0.19	1.97±0.13

¹⁾ Data was expressed as Mean±S.D.

Table 3. Mineral composition of kamut extracts

Composition (mg/100 g)	Copper	Zinc	Iron	Selenium	Manganese
Kamut	0.46±0.04 ¹⁾	3.05±0.35	2.98±0.20	0.08±0.01	2.04±0.27

¹⁾ Data was expressed as Mean±S.D.

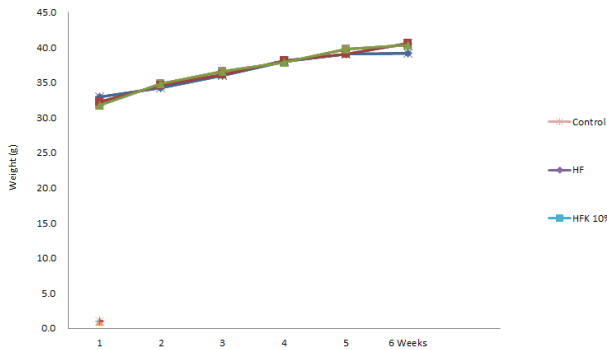


Fig. 1. Weight change rate of mice.

Table 4. Serum insulin and leptin concentration in mice

Variables	Control	HF	HFK	Significance
Insulin (ng/mL)	1.23±1.66 ¹⁾	1.84±1.47	2.05±1.77	NS ²⁾
Leptin (ng/mL)	12.94±3.54 ^a	30.00±0.00 ^c	23.65±5.54 ^b	0.05 ³⁾

¹⁾ Data was expressed as Mean±S.D.

²⁾ NS: not significantly different at $p<0.05$.

³⁾ Values with different are Significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

HF: High fat diet, HFK: High fat diet+kamut.

고지방식이 섭취 시 렙틴의 수치가 유의하게 증가한 것으로 나타났으며, 고지방식에 카무트 분말가루를 첨가한 군에서 혈중 렙틴의 분비가 낮아진 것을 알 수 있었다. 이는 고지방 식이에 각각 연잎과 연자방 섭취 시 혈중 렙틴의 농도가 감소 되었다는 선행연구(Kim 등 2016)에서 제시한 바와 같은 양상을 보였으며, 카무트 분말가루에 함유되어 있는 다양한 물질(셀레늄, 식이섬유 등)의 상호작용에 의해 혈당상승을 억제하는 효과를 나타내는 것으로 사료된다. 선행연구(Hong 등 2001; Kim 등 2016)에서는 고지방식에 따라 변화된 체내 영양 상태는 지방세포에 지방이 다량 축적됨으로써 생성이

Table 5. Serum lipid levels in mice

Variables	Control	HF	HFK	Significance
Total cholesterol (mg/dL)	128.67±6.43 ¹⁾	168.00±0.00	160.67±20.53	NS ²⁾
HDL-cholesterol (mg/dL)	129.33±7.58	168.00±0.00	164.00±23.58	NS
LDL-cholesterol (mg/dL)	10.00±2.00 ^a	28.00±0.00 ^c	18.67±4.16 ^b	0.05 ³⁾
Triglyceride (mg/dL)	156.00±41.90	148.00±0.00	130.67±34.08	NS

¹⁾ Data was expressed as Mean±S.D.

²⁾ NS: not significantly different at $p<0.05$.

³⁾ Values with different are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

HDL-cholesterol: High density lipoprotein-cholesterol, LDL-cholesterol: Low density lipoprotein-cholesterol, HF: High fat diet, HFK: High fat diet+kamut.

증가된 렙틴이 혈중으로 분비되어 식욕과 발열반응, 에너지 소비율 등을 조절한다고 보고하였다. 혈청 렙틴은 지방조직에서 분비되어 체지방을 일정하게 유지시켜주는 16 kDa 단백질 호르몬으로써 비만유전자에서 합성이 되며, 시상하부에서 호르몬으로 작용하여 식욕억제와 기초대사량을 높이는 역할을 한다(Brennan & Mantzoros 2006). 렙틴은 체지방을 저하, 혈당량 저하 등을 유발하고, 대사효율이나 활동량을 증가시켜 체중의 감소를 유도할 뿐만 아니라, Ob(Lep) 유전자는 인간의 경우 7번 염색체에 위치해 있다(GreGreen 등 1995).

4. 혈중 지질 농도 분석

혈중 지질농도 분석에 관한 결과는 Table 5에 제시하였다. 혈중 총콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 고지방식을 섭취할 경우 증가되는 경향을 보였으나, 세 군 간에 유의성이 나타나지 않았다. 또한 HDL-콜레스테롤과 중성지방도 세 군 간에 유의성이 없었다. 혈중 LDL-콜레스테롤 농도는 대조군이 10.00±2.00 mg/dL로 가장 낮았으며, HF군은 28.00±0.00 mg/dL로 가장 높은 수치를 보였다($p<0.05$). 그러나 HFK군에서는 18.67±4.16 mg/dL를 보여 고지방식이 섭취 시 카무트의 식이 중 첨가가 혈중 LDL-콜레스테롤 농도를 낮춘다는 것을 확인하였다. 이는 일반 밀가루에는 함유되어 있지 않으며, 카무트 분말가루에 함유된 셀레늄 등의 무기질과 식이섬유 등의 영향으로 혈중 LDL-콜레스테롤 수치를 낮추는 것으로 사료된다. 선행연구(Sheo HJ 2001; Choi 등 2013ab)에서는 흰쥐의 정상 혈중 LDL-콜레스테롤량을 10.47~82.7 mg/dL로 측정자에 따라 큰 차이를 보인다고 보고하였다.

5. 혈액 내 인터루킨-10과 간 기능 관련인자 분석

혈액 내 인터루킨-10과 간 기능 관련인자 분석에 관한 결과는 Table 6에 제시하였다. 인터루킨-10은 고지방식이 섭취에 관계없이 세 군 모두 일정한 수치(31.20±0.00 pg/mL)를 보였다. 선행연구(Ji 등 1997; Kim 등 2016; Je 등 2017)에서는 도토리 물추출물의 경구투여가 염증성 사이토카인인 IL-1 β ,

Table 6. Comparison of interleukin concentration and liver function test in mice

	Control	HF	HFK	Significance
IL-10 (pg/mL)	31.20±0.00 ¹⁾	31.20±0.00	31.20±0.00	NS ²⁾
ALP (U/L)	56.67±1.15	52.00±0.00	50.00±11.14	NS
AST (U/L)	61.00±12.73 ^a	132.00±0.00 ^b	179.33±173.88 ^c	0.05 ³⁾
ALT (U/L)	9.00±7.07	22.00±0.00	10.67±4.16	NS
LDH (U/L)	442.00±234.76	1100.00±0.00	846.67±751.21	NS

¹⁾ Data was expressed as Mean±S.D.

²⁾ NS: not significantly different at $p<0.05$.

³⁾ Values with different are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

IL: Interleukin, ALP: Alkaline phosphatase, AST: Aspartate aminotransferase, ALT: Alanine aminotransferase, LDH: Lactate dehydrogenase, HF: High-fat diet, HFK: High fat diet+kamut.

IL-2, IL-6, IFN- γ 및 IL-10의 생성을 증가시키며, 도토리 가루에 포함된 천연 항산화 성분은 개체의 면역능 향상에도 기여한다고 보고하였다. 그러나 카무트 분말가루에는 천연 항산화 성분인 셀레늄 등의 무기질이 포함되어 있는데도 불구하고, 도토리 추출물에 비해 인터루킨-10의 체내 수치에는 영향을 주지 못하여 셀레늄 섭취와 함께 면역능 상승의 시너지효과를 없었다.

간질환의 지표로 널리 이용되는 효소 중 alkaline phosphatase(ALP)와 alanine transaminase(ALT) 및 serum lactate dehydrogenase(LDH)는 HF군에 비해 HFK군에서 낮은 경향을 보였으나, 군 간의 유의성은 없었다. Aspartate transaminase (AST)는 대조군(61.00±12.73 U/L)과 HF군(132.00±0.00 U/L)에 비해 HFK군에서 179.33±173.88 U/L로 유의하게 높은 수치를 보였다. 선행연구(Choi 등 2016b)에서는 생체 내에서 AST는 아미노기 공급에 중심적 기능을 가지며, 당 신생에도 관여한다고 보고하였다. 또한 AST의 수치가 증가하면 분포하는 장기의 세포변성 및 괴사를 반영한다고 보고하였으며, 또 다른 연구(Yim & Choi 1986; Choi 등 2016b)에서는 흰쥐 체내에서 장기간에 걸친 pyridoxine 결핍은 간의 AST의 활성과 pyridoxal phosphate의 결핍에 영향을 주므로 충분한 pyridoxine이 함유된 식이를 섭취해야 한다고 강조하였다. 따라서 본 연구에서 고지방식이 섭취 시 카무트의 병행 섭취가 간의 효소인 AST의 농도를 낮추는데 영향을 주지 못했다. 이와 연결하여 장기간의 카무트 섭취 시 pyridoxine 대사에 영향을 주는지에 대한 연구와 카무트 재배, 생산 및 공급되는 과정에서의 안정성에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 카무트의 영양소 성분을 분석하여 식품성분의 함량을 확인하고, 고지방식이 섭취 시 흰쥐 체내 혈액 성분

에 카무트 분말가루가 미치는 영향에 대해 알아보고자 실시하였다. 본 연구에서 카무트의 각각의 일반성분 함량은 수분 11.02±0.75%, 단백질 13.16±1.28%, 조지방 1.85±0.19%, 조회분 1.97±0.13%로 나타났다. 카무트의 무기질 함량은 100 g당 아연이 3.05±0.35 mg으로 가장 많이 함유되어 있으며, 철이 2.98±0.20 mg, 망간이 2.04±0.27 mg, 구리가 0.46±0.04 mg 및 셀레늄이 0.08±0.01 mg이 함유되어 있었다. 동물실험을 통한 혈중 렙틴 수준은 대조군에 비해 HF군에서 30.00±0.00 ng/mL로 가장 높은 수치를 보였으며, HFK군에서는 23.65±5.54 ng/mL로 유의하게 낮아지는 결과를 보였다($p<0.05$). 혈중 LDL-콜레스테롤 농도는 HFK군에서는 18.67±4.16 mg/dL를 보여 고지방식이 섭취 시(28.00±0.00 mg/dL)에 비해 카무트 분말가루의 식이 중 첨가가 혈중 LDL-콜레스테롤 농도를 낮춘다는 것을 확인하였다($p<0.05$).

본 연구결과를 종합해 보면, 밀가루의 섭취에 비해 카무트의 섭취가 혈중 LDL-콜레스테롤 농도를 낮추며, 무기질 중 셀레늄, 아연 등과 같은 항산화 물질을 함유하고 있어서 인간의 면역능력의 유지와 혈관건강에 도움을 줄 것으로 사료된다. 따라서 카무트를 활용한 다양한 건강식품의 개발이 필요하며, 이를 건강유지를 위한 기능성 식품으로써의 활용도를 증가시켜야 할 것으로 사료된다.

References

- Balestra F, Laghi L, Taneyo Saa D, Gianotti A4, Rocculi P, Pinnavaia G. 2015. Physico-chemical and metabolomic characterization of KAMUT® Khorasan and durum wheat fermented dough. *Food Chem* 15:451-459
- Bordoni A, Danesi F, Di Nunzio M, Taccari A, Valli V. 2016. Ancient wheat and health: A legend or the reality? A review on KAMUT khorasan wheat. *Int J Food Sci Nutr* 28:1-9
- Brennan AM, Mantzoros CS. 2006. Drug insight: the role of lep-

- tin in human physiology and pathophysiology-emerging clinical applications. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab* 2:318-327
- Cho WK, Choi JH. 2007. Effect of pyroligneous liquor on lipid metabolism in serum of CD rats. *Korean J Nutr* 40:24-30
- Choi JH, Kim EJ, Lee KS. 2016a. Quality characteristics of sourdough bread made with kamut sour starter. *Culinary Science & Hospitality Research* 22:117-133
- Choi KS, Kim YH, Shin KO. 2016b. Effect of mulberry extract on the lipid profile and liver function in mice fed a high fat diet. *Korean J. Food Nutr* 29:411-419
- Choi KS, Kim YH, Kim SO, Shin KO, Chung KH. 2013a. Effect of intake of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) seed oil and Yukdomok (*Chionanthus retusa* L.) seed oil on lipid levels of blood and organs of a mice. *Food Sci Biotechnol* 22:757-763
- Choi KS, Shin KO, Kim YH, Yoo IS, Jeong H, Kim KS, Lee JS. 2013b. The effect of *Prunus sargentii* R. seed oil on the lipid profile in serum in mice. *Korean J Food & Nutr* 26:670-677
- Gianotti A, Danesi F, Verardo V, Serrazanetti DI, Valli V, Russo A, Guerzoni ME. 2011. Role of cereal type and processing in whole grain *in vivo* protection from oxidative stress. *Front Biosci* 16:1609-1618
- GreGreen ED, Maffei M, Braden VV, Proenca R, DeSilva U, Zhang Y, Chua SC Jr, Leibel RL, Weissenbach J, Friedman JM. 1995. The human obese (OB) gene: RNA expression pattern and mapping on the physical, cytogenetic, and genetic maps of chromosome 7. *Genome Res* 5:5-12
- Hong KH, Kang SA, Kim SH, Choue RW. 2001. Effects of high fat diet on serum leptin and insulin level and brown adipose tissue UCP 1 expression in rats. *Korean J Nutr* 34:865-871
- Je HJ, Jung TH, Shin KO. 2017. Analysis of the general components of acorns and effects of acorn extracts and high-fat diet supplements on the blood lipid factor and cytokine levels in mice. *Korean J Food Nutr* 30:148-155
- Ji WD, Jeong HC, Lee SJ, Chun YG. 1997. Antimicrobial activity and distilled components of garlic and giger. *J Agric Chem Biotechnol* 40:514-518
- Jun YS. 1997. Preventive effect of selenium supplementation on iron accumulation of rats fed diets containing high levels of iron. *Korean J Nutr* 30:318-325
- Kang IS, Kim RI, Kim GS, Kim NR, Shin JY, Kim CK. 2015. Effects of *Agaricus blazei* Murill water extract on immune response in BALB/c mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1629-1636
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM. 2007. Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-Geol radish, Gangwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol* 39:255-259
- Kim YW, Choi KS, Shin KO. 2016. The effect of lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf, stem, and yeonjabang powder extract on the biochemical factors in serum in mice fed a high-fat diet. *Korean J Food Nutr* 29:684-691
- Korean Flour Mills Industrial Association. 2004. Flour Milling Industry in Korea. pp.18-19
- Lee KS, Kwon YJ, Lee KY. 2008. Analysis of chemical composition, vitamin, mineral and antioxidative effect of the lotus leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1622-1626
- Martinek RG. 1972. A rapid ultraviolet spectrophotometric lactic dehydrogenase assay. *Clin Chim Acta* 40:91-99
- National Rural Resources Development Institute, R.D.A. 2006. Food composition table I. 7 revision. pp.18, pp.20, pp.21
- Reitaman S, Frankel S. 1957. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am J Clin Pathol* 28:56-63
- Rudel L, Morris MD. 1973. Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *J Lipid Res* 14:364-366
- Sheo HJ. 2001. Effects of perilla oil on the levels of plasma lipids and other biochemical parameters in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:703-709
- Shin SN, Kim SK. 2005. Physicochemical properties of Korean raw noodle flours. *Korean J Food Sci Technol* 37:418-424
- Son SM, Sung SI. 1999. Zinc and copper intake with food analysis and levels of zinc and copper in serum, hair and urine of female college students. *Korean J Nutr* 32:705-712
- Yim KS, Choi HM. 1986. Effect of long-term pyridoxine depletion on aspartate aminotransferase and pyridoxal 5'-phosphate of rat liver mitochondrial and cytosolic fractions. *Korean J Nutr* 19:246-254
- Yoo HY, Jung JJ, Choi EJ, Kang ST. 2010. Heavy meal contents of vegetables from Korean markets. *Korean J Food Sci Technol* 42:502-507
- Yook GJ, Lee HJ, Kim MK. 2002. Effect of chestnut and acorn on lipid metabolism, antioxidative capacity and anti-thrombotic capacity in rats. *Korean J Nutr* 35:171-182

Received 06 July, 2017

Revised 24 August, 2017

Accepted 12 September, 2017