

흑미 호분층 추출물의 급여가 난소절제 흰쥐의 체내 지방, 혈중 지질 및 관련 호르몬 수준에 미치는 영향

Supplementary Effects of Black Rice (*Oryza sativa* L.) Aleurone Layer Extract on Body Fat, Serum Lipid, and Serum Hormone Levels in Ovariectomized Rats

최봉겸*, 남송이*, 이영민*, 김정봉*, 최정숙*, 이해정***, 이성준****, 이성현*
농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과*, 서울여자대학교 식품영양학과**,
을지대학교 식품영양학과***, 고려대학교 식품공학과****

Bong-Kyoum Choi(choi85914@naver.com)*, Song-Yee Nam(song3478@skku.edu)*,
Young-Min Lee(ymlee@swu.ac.kr)**, Jung-Bong Kim(jungbkim@korea.kr)*,
Jeong-sook Choe(choejs@korea.kr)*, Hae-Jeung Lee(skysea@eulji.ac.kr)***,
Sung-Joon Lee(junelee@korea.ac.kr)****, Sung-Hyen Lee(Ishin@korea.kr)*

요약

본 연구는 흑미(*Oryza sativa* L.) 호분층 추출물이 난소절제 흰쥐의 체내 지질 및 관련 호르몬 수준에 미치는 영향을 알아보고자 수행되었다. 흰쥐를 Sham군(S), 난소절제 control군(OVX), 난소절제 이소플라본 10 mg/kg 투여군(IF), 난소절제 흑미 30 및 90mg/kg 투여군(BRE-30, BRE - 90)으로 나누어 12주 동안 고지방식이(45% calories from fat)를 급여하였을 때, 체중 증가량, 체지방무게 및 비만지수는 OVX 군에서 증가하였으나, 이소플라본 및 BRE 투여에 의해 유의하게 감소되었다. 혈중 중성지방은 BRE-90군이 OVX군에 비해 유의적으로 낮았고, 혈청 adiponectin 수준은 BRE군에서 OVX군에 비하여 유의하게 증가하였으며, leptin 수준은 대조군인 OVX군에 비하여 유의적으로 감소하였다. 간 중 총지질과 중성지방 및 콜레스테롤은 유의적이지는 않았으나 BRE 투여군에서 OVX군보다 감소하는 경향을 보였다. 따라서, 흑미 호분층은 난소절제 흰쥐에서 지질 대사를 조절함으로써 비만 및 여성의 폐경기 관련 질병을 예방하는 식품이 될 수 있을 것으로 기대된다.

■ 중심어 : | 흑미 | 호분층 | 난소절제 | 체지방 | 호르몬 |

Abstract

This study was conducted to evaluate suppressive effects of black rice aleurone layer extract (BRE) on body fat, serum lipid, and hormone levels in ovariectomized rats. The rats were divided into five groups (n=8/group): sham operated group (S); ovariectomized control group (OVX); ovariectomized group treated with isoflavone 10 mg/kg B.W. (IF); ovariectomized group treated with BRE 30 or 90mg/kg B.W. (BRE-30 or -90). High fat diet (45% calories from fat) was fed to all rats for 12 weeks. Body weight gain, body fat weight, and adiposity index increased in the OVX group, but they significantly decreased in IF or BRE supplementation. Serum triacylglycerol and leptin levels decreased in BRE groups while serum adiponectin level significantly increased compared to that of the OVX group. Hepatic total lipid, triglyceride, and cholesterol levels increased in the OVX group, but they decreased in BRE supplementation (p>0.05). These data suggest that black rice aleurone layer may be a useful food source to decrease obesity and its related diseases by modulating lipid metabolism in estrogen-deficiency model.

■ keyword : | Black Rice | Aleurone Layer | Ovariectomy | Body Fat | Hormone |

* 본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술연구 개발사업 “흑미의 in vivo 뼈 건강과 비만 동시조절 개선 기전 연구(PJ01009001)”에 의해 이루어졌습니다.

접수일자 : 2015년 07월 29일

수정일자 : 2015년 08월 10일

심사완료일 : 2015년 08월 10일

교신저자 : 이성현, e-mail : lshin@korea.kr

I. 서론

흑미(*Oryza sativa* L.)의 다양한 생리활성이 알려지면서 흑미에 대한 관심이 높아지고 있고, 우리나라에서도 재배량이 늘어나고 있는 실정이다. 흑미는 독특한 향미와 각종 무기질 및 비타민 이외에 감마 오리지놀(γ -oryzanol), 폴리페놀, 안토시아닌(anthocyanin) 등 각종 기능성성분이 생리활성에 관여한다고 보고되었다[1][2]. 흑미는 다른 특수미에 비해 총 항산화력, 환원력, 지질과산화 억제능 등이 우수하고[3], 고지방식을 섭취한 C57BL/6 J mice 에서 지방산의 베타 산화를 증가 시킴으로 간 조직의 지질 축적을 효과적으로 억제하였다[4].

우리나라는 생활 및 의료 수준의 향상에 따라 2000년부터 고령화사회로 진입하였고, 평균수명의 증가와 함께 폐경 이후 여성에서 건강한 삶의 유지에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다. 폐경을 전후로 겪게 되는 대사적 변화는 체지방 분포, 지질 및 각종 호르몬 대사 등과 관련이 있으며, 혈관 운동 장애와 비만, 심혈관 질환 및 골다공증의 유병률이 증가된다[5][6].

폐경과 관련된 에스트로겐 결핍은 체중 증가, 특히 복부지방의 증가를 초래하여 대사증후군 및 심혈관 질환 등의 위험을 증가시키고[7][8], 혈중 지질 수준의 증가나 간 조직에 지질이 침착된다[9]. 따라서, 폐경기 여성에서 비만과 비만 관련 합병증을 개선하기 위해 에스트로겐 대체 요법(Estrogen replacement therapy; ERT)이 시도되었으나 [10][11], 생식기관의 암 발생이 보고되면서, 부작용이 없는 자연 식품에서 해결책을 찾으려는 노력이 계속되고 있다.

따라서 본 연구에서는 지질 대사에 효과가 있는 것으로 알려진 흑미로부터 채취한 호분층이 폐경기 여성의 동물모델인 난소절제 흰쥐에서 체중, 체지방 함량 및 관련 호르몬 수준에 미치는 영향을 평가하였다.

II. 연구방법

1. 흑미 추출물의 제조

흑미(*Oryza sativa* L.)의 호분층을 분쇄하여 10배의

50% 에탄올로 30~35℃에서 48시간 동안 추출하였다. 추출물을 여과지로 거른 후에 농축하고, 동결건조하여 실험에 사용하였다.

2. 실험동물 및 식이

5주령의 Sprague Dawley 계 암컷 흰쥐를 sham 또는 난소절제 수술하고(Central Lab. Inc., Seoul, Korea), 3주 후 난소절제 수술군을 네 군으로 나누는 후에, 식이 중 지방함량이 45%를 차지하는 고지방식이(Research Diets, New Brunswick, NJ)를 제공하였다. 모든 실험군은 PBS 및 처리 물질을 12주간 경구투여 받았는데, Sham 및 Control 대조군 (OVX)은 PBS, 흑미 호분층 추출물(black rice aleurone layer extract: BRE)-30 및 -90 실험군은 선행연구를 참고하여[7], BRE를 30 mg 또는 90mg/체중 kg, 양성대조군인 IF군은 대두 아이소플라본(aglycone)을 10mg/체중 kg 수준에서 공급받았다. 흰쥐는 개별 사육되었고 온도 23±1℃, 상대습도 65±5%, 12 시간의 lighting cycle로 조절되었으며, 물과 실험식은 자유급식 하였다. 체중은 일주일에 1회, 식이섭취량은 일주일에 3회 측정하였으며, 모든 실험동물의 절차는 국립농업과학원 동물실험윤리위원회로부터 승인을 받아 수행하였다(승인번호 NAAS 1408).

3. 시료채취

PBS, IF 및 BRE를 12 주간 투여하고, 15 시간 절식 후 흰쥐를 CO₂로 마취시키고 심장에서 혈액을 채취하였다. 혈액은 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈장을 분리하였고, 혈액 채취 후 간과 지방을 채취하여 무게를 측정하고 액체질소로 급속 냉동하였다. 체지방지수(adiposity index)는 다음과 같이 계산하였다[12].

$$\text{Adiposity index} = (\text{총 지방 함량}/\text{최종 체중}) \times 100$$

4. 혈중 지질 및 호르몬 분석

혈중 총 콜레스테롤과 중성지질은 효소 kit(ASAN Diagnostics, Korea)를 이용하여 혈장에서 측정하였고, 혈중 렙틴과 아디포넥틴은 Rat-용 kit(R&D system, Minneapolis, MN)를 이용하여 분석하였다.

5. 간 지질 측정

간의 총 지질은 Bligh 등(1959)의 방법으로 측정하였다[13]. 간 0.5g을 0.9% saline 1.5ml로 균질화 하고 chloroform과 methanol의 2:1(v/v) 혼합용액 7.5ml를 첨가하여 30분 이상 정치하였다. chloroform 2.5ml, D.W 2.5ml를 가하여 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 분리된 chloroform층을 sodium sulfate를 넣은 여과지 (ADVANTEC paper(No.6)(ADVANTEC Co., Tokyo, Japan)로 여과 후 건조시켜 무게를 재어 정량하였다. 간의 중성 지방과 총 콜레스테롤 농도는 위에서 추출한 총 지방을 0.5% triton x-100을 넣은 ethanol로 녹여 혈중 지질과 같은 방법으로 효소 kit(Asanpharm, Korea)를 이용하여 측정하였다.

6. 지방세포의 크기 측정

내장지방 조직의 일부를 10% 포르말린용액에 고정하여, H&E 염색 슬라이드를 제작하였고, 이미지는 Olympus AX 70 카메라로 촬영하였다. 서로 다른 고배율(×400)로 세 시야에서 제일 큰 지방세포 세 개의 장축의 길이를 구하여 평균을 구하였다.

7. 통계처리

연구 결과는 SAS 프로그램(package version 9.2, Korea)을 이용하여 각 실험군마다 평균과 표준오차로 표시하였고, IF 및 BRE 공급에 따른 영향은 ANOVA로 분석한 후, $p < 0.05$ 수준에서 군 간의 차이를 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

III. 연구결과

1. 체중 증가량

실험식이와 흑미 호분층 추출물을 12주간 공급한 후의 체중 증가량은 [그림 1]에 제시하였다. 실험을 시작하는 시점에서의 초기 체중 및 실험기간 동안의 식이섭취량은 모든 실험군 사이에 유의한 차이가 없었다(제시하지 않음). 그러나 최종 체중과 초기 체중에 의해 계산된 체중 증가량은 OVX 군이 Sham 군에 비해 유의적

으로 증가하였고, BRE과 IF의 보충은 난소절제된 실험동물의 체중 증가량을 감소시켰으며 특히 BRE 보충군은 유의적인 차이를 보였다. 간 조직의 무게는 유의한 수준은 아니었으나 BRE군에서 OVX 및 IF군보다 낮은 경향을 보였다(제시하지 않음). 따라서, BRE는 12주간의 고지방실험식이 및 난소절제로 인한 체중 증가를 효과적으로 억제할 수 있는 것으로 나타났다.

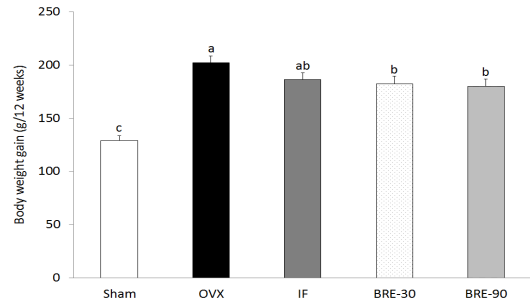


그림 1. 흑미 호분층 추출물이 난소절제 실험동물의 체중 증가량에 미치는 영향

a-c: Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test.

2. 체지방 함량과 체지방 지수

실험동물의 신장주변 지방, 내장지방, 총 지방 함량 및 체지방 지수를 [그림 2]와 [그림 3]에 제시하였다. 그림과 같이 신장주변의 지방 함량은 OVX군에서 증가하였으나 BRE 군에서 유의하게 감소하였고, 내장지방 함량도 OVX군에서 Sham군에 비해 유의적으로 증가했으나, IF 및 BRE 투여에 의해 유의적으로 감소하였다 [그림 2].

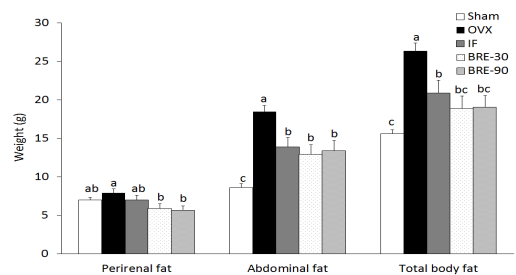


그림 2. 흑미 호분층 추출물이 난소절제 흰쥐의 신장주변, 복부 및 총 지방 무게에 미치는 영향

총 지방도 신장주변 및 복부지방 함량과 같은 경향을 보였고, 체중에 대한 총 지방 함량의 비율(%)인 체지방 지수도 난소절제술에 의해 유의적으로 증가하였으나, IF 및 BRE의 보충은 체지방 지수의 증가를 유의적으로 감소시켰다[그림 3]. 이것은 흑미 호분층에 다량 존재하는 cyanidin-3-O-glucoside(C3G) 및 peonidin-3-O-glucoside (P3G)에 의한 영향으로 해석된다[7].

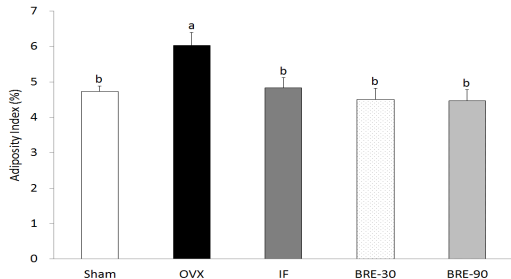


그림 3. 흑미 호분층 추출물이 난소절제 흰쥐의 비만지수에 미치는 영향

3. 혈중 지질, 아디포넥틴 및 렙틴 농도

실험동물의 혈중 중성지방과 총 콜레스테롤 농도를 그림4에 제시하였다. 그림과 같이 IF 및 BRE-90의 보충은 혈중 중성지방 농도를 유의적으로 감소시켰고, 유의한 수준은 아니었으나 BRE 보충군에서 혈중 총 콜레스테롤 농도가 감소하는 경향을 보였다. 박 등 (2012)은 난소절제군에서 sham군에 비해 혈중 중성지방과 총 콜레스테롤 농도가 증가되었다고 보고하였고[14], 조 등 (2008)은 고지방 콜레스테롤 첨가식사에서 흑미 미강 색소 배아젤리가 혈중 총 콜레스테롤 함량을 유의적으로 감소시킨다고 보고하였는데[15], 본 연구에서도 C3G 및 P3G가 풍부한 BRE가 혈중 지질 수준에 영향을 줄 수 있는 것으로 보인다[7].

아디포넥틴과 렙틴은 지방세포로부터 분비되는 호르몬으로 식품 섭취와 에너지 항상성을 조절한다[14]. 보통 비만인에서 아디포넥틴의 수준이 정상인보다 낮은 것으로 보고되고 있으나, 본 연구에서 혈중 아디포넥틴의 농도가 OVX 군에서 Sham 군에 비해 증가하였고, 이것은 난소절제된 실험동물에서 증가된 체지방 상태를 보상하기 위해 나타난 증상으로 보이며, BRE 군에

서 OVX 군보다 유의하게 높게 나타났다[그림 5]. 또한 혈중 렙틴 농도는 OVX 군에서 Sham 군에 비해 유의적으로 증가하였으나, IF군과 BRE 군에서는 유의적으로 감소하였다[그림 5]. 비만 모델에서는 렙틴에 대한 감수성이 감소하고 이를 보상하기 위해 혈중 렙틴 농도가 증가하며, 혈중 leptin 농도는 체지방 정도를 반영하는 지표로 알려져 있다[16]. 따라서, 난소절제 모델에서 에스트로겐 결핍은 체중과 체지방 함량 외에도 혈중 지질수준과 관련 호르몬 농도에 영향을 주나, 흑미 추출물은 이러한 변화를 조절하는 효과를 보여주었다. 최근 Pandey 등(2015)은 당뇨가 있는 비만 대상자에서 고렙틴혈증이 지질 및 단백질 산화물의 증가, 항산화 효소 활성의 감소와 같은 산화 스트레스와 유의한 상관성이 있으며, 심혈관 합병증에 관여하는 것으로 보고하였다 [17]. 그러므로 C3G 및 P3G가 풍부한 흑미 호분층 추출물은 혈중 아디포넥틴 및 렙틴 농도에 영향을 줄으로써 [7], 각종 산화스트레스 및 관련 합병증의 감소 등에도 영향을 줄 수 있을 것으로 기대된다[18].

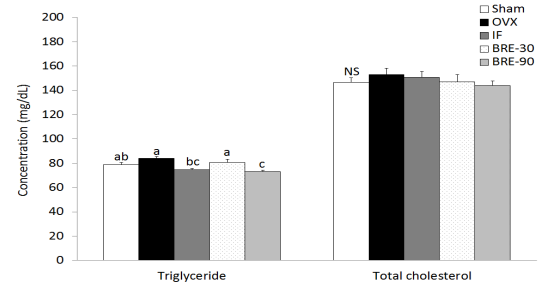


그림 4. 흑미 호분층 추출물이 난소절제 흰쥐의 혈중 중성지방 및 총콜레스테롤 수준에 미치는 영향

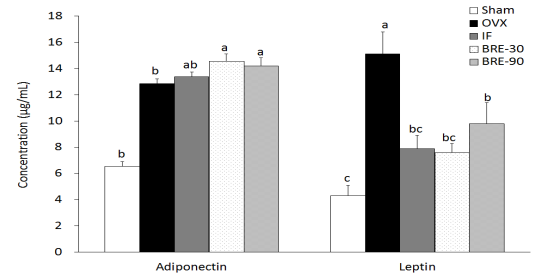


그림 5. 흑미 호분층 추출물이 난소절제 흰쥐의 혈중 adiponectin 및 leptin 수준에 미치는 영향

4. 간 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

실험동물의 간 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량은 [그림 6]에 제시하였다. 실험동물의 간 총지질과 중성지방은 Sham군에 비해 OVX군 모두에서 유의적으로 증가하였다. 총지질은 OVX군에 비해 IF군과 흑미 보충군에서 6-10% 감소하였고, 특히 중성지방은 20-22% 감소함을 나타내었다. 간의 총콜레스테롤은 혈중 총콜레스테롤과 마찬가지로 실험군 간에 차이를 보이지 않았는데, 이는 김 등(2010)이 보고한 고지방 식이와 함께 생마늘, 홍마늘 및 흑마늘 분말을 먹인 비만 흰쥐의 혈청 및 간의 총콜레스테롤 결과와 유사함을 나타내었다[19].

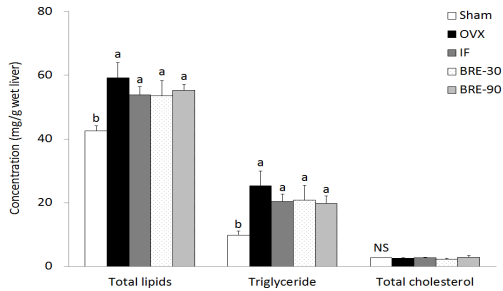


그림 6. 흑미 호분층 추출물이 간 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량에 미치는 영향

5. 지방세포의 크기

실험동물의 지방조직에서 지방세포 크기를 [그림 7]에 제시하였다. 지방 조직에서 지방세포 크기를 측정할 결과, IF군 및 BRE 군에서 낮은 경향을 보였으나 모든 실험군 사이에 유의성을 보이지는 않았다.

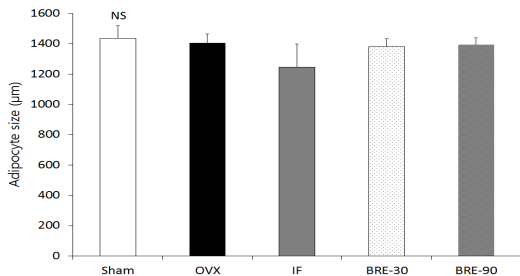


그림 7. 흑미 호분층 추출물이 지방조직의 지방세포 크기에 미치는 영향

NS: Not significant

IV. 결론

본 연구에서는 난소절제 흰쥐에 고지방식이와 BRE를 12주간 공급한 후, 체중 증가량, 지방조직 무게, 혈중 지질 및 관련 호르몬, 간 중 지질 함량에 미치는 영향을 검토하였다. 그 결과, BRE의 투여는 고지방식이 및 난소절제에 의한 체중 증가량과 체지방 함량, 혈중 중성지방 및 랩틴 농도를 감소시켰고, 혈중 아디포넥틴 수준을 증가시켰으며, 간 중 총지질과 중성지방의 농도를 감소시켰다. 따라서, 폐경기 여성의 동물모델인 난소절제 흰쥐에서 흑미의 호분층 추출물은 양성대조군으로 사용된 아이소플라본과 같거나 부분적으로 보다 우수한 수준에서 체내 지질 함량을 감소시키는 효과가 있는 것으로 나타났으며, 비만 및 관련된 질병을 개선시키는 데 효과가 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] *Food Composition Table*, 8th revision, RDA, 2011.
- [2] 공수현, 최용민, 이선미, 이준수, “흑미의 도정분획 메탄을 추출물의 항산화 성분 및 항산화 효과”, 한국식품영양과학회지 논문집, 제37권, 제7호, pp.815-819, 2008.
- [3] 서선정, 최용민, 이선미, 공수현, 이준수, “여러가지 특수미의 항산화 활성 및 항산화 성분”, 한국식품영양과학회지 논문집, 제37권, 제2호, pp.129-135, 2008.
- [4] H. H. Jang, M. Y. Park, H. W. Kim, Y. M. Lee, K. A. Hwang, J. H. Park, D. S. Park, and O. Kwon, “Black rice (*Oryza sativa* L.) extract attenuates hepatic steatosis in C57BL/6 J mice fed a high-fat diet via fatty acid oxidation,” *Nutr. Metab.*, Vol.9, No.1, 2012.
- [5] C. P. Spencer, I. F. Godsland, and J. C. Stevenson, “Is there a menopausal metabolic syndrome?,” *Gynecol. Endocrinol.*, Vol.11, No.5,

- pp.341-355, 1997.
- [6] M. C. Carr, "The Emergence of the Metabolic Syndrome with Menopause," *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, Vol.88, No.6, pp.2404-2411, 2003.
- [7] W. S. Jang, C. R. Seo, H. H. Jang, N. J. Song, J. K. Kim, J. Y. Ahn, J. Han, W. D. Seo, Y. M. Lee, and K. W. Park, "Black rice (*Oryza sativa* L.) extracts induce osteoblast differentiation and protect against bone loss in ovariectomized rats," *Food Funct.*, Vol.6, pp.265-275, 2015.
- [8] R. Meli, M. Pacilio, G. M. Raso, E. Esposito, A. Coppola, A. Nasti, C. Di Carlo, C. Nappi, and R. Di Carlo, "Estrogen and raloxifene modulate leptin and its receptor in hypothalamus and adipose tissue from ovariectomized rats," *Endocrinology*, Vol.145, No.7, pp.3115-3121, 2004.
- [9] J. F. Wang, Y. X. Guo, J. Z. Niu, J. Liu, L. Q. Wang, and P. H. Li, "Effects of Radix Puerariae flavones on liver lipid metabolism in ovariectomized rats," *World J. Gastroenterol.*, Vol.10, No.13, pp.1967-1970, 2004.
- [10] H. Sumino, S. Ichikawa, H. Itoh, T. Utsugi, Y. Ohyama, M. Umeda, T. Nakamura, T. Kanda, H. Mizunuma, S. Tomono, M. Murakami, and M. Kurabayashi, "Hormone replacement therapy decreases insulin resistance and lipid metabolism in Japanese postmenopausal women with Ilucose tolerance," *Horm. Res.*, Vol.60, No.3, pp.134-142, 2003.
- [11] N. I. Siddiqui, S. Rahman, A. R. Mia, and A. K. Shamsuzzaman, "Evaluation of hormone replacement therapy," *Mymensingh. Med. J.*, Vol.14, No.2, pp.212-218, 2005.
- [12] C. M. Boustany, K. Bharadwaj, A. Daugherty, D. R. Brown, D. C. Randall, and L. A. Cassis "Activation of the systemic and adipose renin-angiotensin system in rats with diet-induced obesity and hypertension," *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, Vol.287, No.4, pp.R943-R949, 2004.
- [13] E. G. Bligh and W. J. Dyer, "A rapid method of total lipid extraction and purification," *Can J Biochem Physiol*, No.37, pp.911-917, 1959.
- [14] 박용수, 김미향, "대황 추출물의 in vitro 항산화 활성 및 난소를 절제한 흰쥐의 혈중 지질함량에 미치는 영향", *생명과학회지 논문집*, 제22권, 제10호, pp.1407-1414, 2012.
- [15] 조민경, 김미현, 강미영, "쌀 배아와 흑미 미강 색소 첨가 배아젤 리가 콜레스테롤 식이 흰쥐의 지질대사와 항산화효소 활성에 미치는 영향", *한국응용생명화학회 논문집*, 제51권, 제3호, pp.200-206, 2008.
- [16] M. W. Schwartz, S. C. Woods, D. Jr. Porte, R. J. Seeley, and D. G. Baskin, "Central nervous system control of food intake," *Nature*, Vol.404, No.6778, pp.661-671, 2000.
- [17] 홍경희, 강순아, 김소혜, 조여원, "흰쥐에서 고지방식이 혈중 렙틴 및 인슐린과 갈색지방조직의 UCP 1 발현에 미치는 영향", *한국영양학회지 논문집*, 제34권, 제8호, pp.865-871, 2001.
- [18] G. Pandey, M. S. Shihabudeen, H. P. David, E. Thirumurugan, and K. Thirumurugan, "Association between hyperleptinemia and oxidative stress in obese diabetic subjects," *J. Diabetes Metab. Disord.*, Vol.14, 2015.
- [19] 김라정, 이수정, 김미주, 황초롱, 강제란, 정우재, 성낙주, "생마늘, 홍마늘 및 흑마늘 분말이 고지방 식이로 유도된 비만 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향", *농업생명과학연구 논문집*, 제44권, 제6호, pp.15-170, 2010.

저 자 소 개

최 봉 검(Bong-Kyoum Choi) 정회원



- 2010년 8월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학석사)
 - 2014년 3월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과(연구원)
- <관심분야> : 영양생리학

남 송 이(Song-Yee Nam) 정회원



- 2015년 2월 : 성균관대 식품생명공학과(이학석사)
 - 2011년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과(연구원)
- <관심분야> : 생명공학, 면역학

이 영 민(Young-Min Lee) 정회원



- 2006년 2월 : 서울대학교 식품영양학과(이학박사)
- 2004년 ~ 2014년 9월 : 농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과
- 2014년 9월 ~ 현재 : 서울여자대학교 식품영양학과(교수)

<관심분야> : 영양생리학

김 정 봉(Jung-Bong Kim) 정회원



- 1999년 2월 : 전남대학교 농화학(농학박사)
- 1993년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과(농업연구관)
- 2002년 2월 : 독일 Bonn 대학교 약학대학(박사후연수)

<관심분야> : 천연물 분석

최 정 숙(Jeong-sook Choe) 정회원



- 2005년 8월 : 서울대학교 식품영양학과(생활과학박사)
 - 1994년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립농업과학원(현재 기능성식품과장)
- <관심분야> : 영양역학

이 해 정(Hae-Jeung Lee) 정회원



- 2003년 2월 : 서울대학교 식품영양학과(임상영양학, 이학박사)
- 2010년 1월 ~ 2011년 12월 : 하버드대학교 (research fellow)
- 2012년 1월 ~ 2013년 8월 : 한국보건산업진흥원 (책임연구원)

- 2013년 9월 ~ 현재 : 을지대 식품영양학과(교수)
- <관심분야> : 임상영양학

이 성 준(Sung-Joon Lee) 정회원



- 2001년 6월 : 하버드대학교 영양학과(영양생화학, 이학박사)
- 2001년 6월 ~ 2004년 2월 : 스텐포스 대학교 의과대학교 포스트닥
- 2004년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 식품공학과(교수)

<관심분야> : 지질대사, 기능성 식품

이 성 현(Sung-Hyen Lee) 정회원



- 2001년 8월 : 서울대학교 식품영양학과(임상영양학, 이학박사)
- 1994년 7월 ~ 현재 : 농진청 농과원 기능성식품과(농업연구사)
- 2004년 12월 ~ 2013년 12월 : 미농무성 면역연구실(연구원)

<관심분야> : 영양생리학, 임상영양학, 기능성식품