

ISSN 1229-8565 (print)

한국지역사회생활과학회지

Korean J Community Living Sci

<http://dx.doi.org/10.7856/kjcls.2016.27.4.851>

ISSN 2287-5190 (on-line)

27(4): 851~862, 2016

27(4): 851~862, 2016

보리순의 영양성분과 항산화 효과

손 희 경 · 이 유 미 · 이 재 준[†]

조선대학교 식품영양학과

Nutrient Composition and Antioxidative Effects of Young Barley Leaf

Hee-Kyoung Son · Yu-Mi Lee · Jae-Joon Lee[†]

Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the proximate composition and antioxidative activities of young barley leaf(YBL). YBL powder(all w/w) was 2.98% moisture, 17.13% crude protein, 4.00% crude fat, 10.72% crude ash, and 65.17% carbohydrate. The contents of total, insoluble, and soluble dietary fiber were 36.62 ± 2.33 , 19.05 ± 1.04 , and 17.57 ± 1.01 g/ 100g, respectively. The essential and non-essential amino acids contained in the YBL powder accounted for 46.56% and 53.44% of the total amino acids, respectively. The major unsaturated fatty acid was linolenic acid. The ratio of polyunsaturated fatty acids to saturated fatty acids was 4.84. Only tartaric acid was detected. The contents of vitamins A, C, and E were 0.761, 398.05, and 0.936 mg%, respectively. The mineral contents of YBL powder were in the order of Na<Mg<Ca<K. The major free sugars were detected as arabinose and glucose. The total polyphenol and total flavonoid contents of the YBL extracts were found to be 0.107 mg TAE/g and 0.112 mg RE/g, respectively. The IC₅₀ value for the DPPH radical scavenging of the YBL ethanol extract was 365.74 ± 6.98 mg/mL. The antioxidative index was high and was similar to that of t-butylated hydroxytoulene. These results suggest that YBL can be recommended as a baby vegetable of high nutritional quality and antioxidative properties.

Key words: young barley leaf, nutrient composition, total polyphenol, antioxidative effect

I. 서론

오늘날 우리나라는 경제성장과 더불어 서구화된

식습관으로 고지방, 고열량의 육류 및 fast food의 섭취가 증가하고 있는 반면, 곡물이나 채소, 과일 등의 섭취가 부족해지고 있어 만성질환의 발병률이 증가

Received: 1 October, 2016 Revised: 19 October, 2016 Accepted: 10 November, 2016

[†]Corresponding Author: Jae-Joon Lee Tel: +82-62-230-7725 E-mail: leejj80@chosun.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하고 있다. 이에 따라 질병의 예방과 개선에 관심이 높아지면서 생리활성을 갖는 식물성 식용 재료에 대한 관심과 신선 편이 채소류의 소비가 증가하고 있다 (Santos et al, 2014). 채소 중에서 어린잎 채소는 채소 자체의 맛, 영양뿐만 아니라 조직이 부드럽고 연하여 식감과 색깔까지도 우수하여 소비자의 입맛을 사로잡고 있다(Fallove et al, 2009).

어린잎 채소란 완전히 성숙했어도 크기가 작은 채소이거나 자라기 전에 수확한 연약한 채소 모두를 말하지만 엽채류에서는 후자의 의미로 사용되고 있다. 어린잎 채소는 시절에서 씨앗을 뿌려 20일 전후 본잎이 3-4매나 5-6매까지 길러 수확하는데 잎 길이가 보통 10 cm 전후 미만으로 자란 상태를 말한다. 수확하는 크기에 따라 baby vegetable과 micro vegetable로 구분하기도 한다(Lee et al, 2009a). 본 잎이 전개되지 않은 미숙한 상태의 발아채소(sprouts)와는 전혀 다른 채소이긴 하지만 콩나물이나 무순, 알파파작과 같은 발아채소도 넓은 의미에서 어린잎 채소에 포함된다. 어린잎 채소는 비타민, 무기질 및 식이섬유소가 풍부하고, 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는 것으로 알려졌다(Kim et al, 1988; Martínez-Sánchez et al, 2008).

예로부터 일부 전라남도지역에서는 어린잎 채소 중 보리순을 식용으로 사용하였는데 주로 봄철에 떡과 된장국에 넣어 먹거나, 생즙을 짜서 먹는 정도로 이용되었다. 보리순은 항산화 비타민을 함유하고 있고, 식이섬유소도 풍부하다고 보고되어 있다(Kim et al, 2003; Park et al, 2008). 보리순의 기능성에 대한 연구로는 보리순 분말이 당뇨쥐의 혈당조절에 미치는 효과(Son et al, 2016), 보리순 추출물의 항산화효과와 식용유지에 적용하여 유지 산패 지연효과 연구(Jang et al, 2007; Han 2011), 및 고지방식 섭취로 비만을 유도한 마우스의 지질 함량과 간 조직의 지질 대사의 개선에 관한 연구(Yang 2010) 등에 관한 연구가 보고되었다. 보리순은 lutanarin, saponarin, β -glucan, hexacosanol과 같은 다양한 생리활성 성분을 함유(Ryu et al, 2002; Markham & Mitchell 2003;

Ferreres et al, 2009; Seo et al, 2013) 하고 있어 새로운 기능성 소재로의 개발 잠재성을 지니고 있다.

따라서 본 연구에서는 보리순의 일반성분과 영양 성분 분석을 통해 보리순의 영양 가치를 평가하고, *in vitro*에서 DPPH radical 소거능과 Rancimat을 통해 항산화지수를 측정함으로써 신선한 채소로서의 이용은 물론 기능성식품의 소재로서의 가치를 밝히고자 실시하였다.

II. 연구방법

1. 시료

본 실험에 사용한 보리순은 울진군 서면 삼근리에서 10일 정도 재배하여 잎의 크기가 20 cm 정도의 것을 구입하여 수세, 정선 및 탈수과정을 거쳐 -70℃에서 동결하였다. 동결된 보리순은 동결건조기(MDF-U52V, Sanyo, Osaka, Japan)에서 건조하여 분쇄기로 마쇄하여 시료로 사용하였다. 모든 분석 항목의 측정치는 3회 반복한 것이다.

2. 일반성분 분석

보리순의 일반성분은 Association of Official Analytical Chemists(A.O.A.C.) 방법(1995)에 따라서 수분 함량은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법, 조지방 함량은 soxhlet 추출법, 조회분 함량은 550℃ 전기회화로를 이용한 직접회화법으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

3. 식이섬유소 분석

보리순의 식이섬유소 함량은 Prosky et al.(1988) 방법에 의하여 분석하였다. 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소 함량을 각각 분석한 후 이 두 식이섬유소를 합하여 총식이섬유소 함량을 구하였다. 식이섬유소 분석에 사용한 효소들은 total dietary fiber

assay kit 시약(Sigma, TDF-100A, MO, USA)을 이용하였다. 시료는 1 g 씩 2개를 측정하여 500 mL flask에 넣고 phosphate buffer(pH 6.0) 50 mL와 heat-stable amylase 100 mL를 넣은 후 끓는 물속에 30분간 반응시켰다. 실온으로 냉각한 후 pH를 7.5 ± 0.2로 조정하고, protease 100 mL를 넣어 60°C shaking water bath에서 30분간 반응시킨 다음 냉각하였다. 시료의 pH를 4.5 ± 0.2로 다시 조정하고, amyloglucosidase 0.3 mL를 넣어 shaking water bath에서 30분간 두었다가 실온으로 냉각하여 P2 crucible 여과기로 여과하였다. 여과 후 잔유물이 들어있는 P2 crucible을 105°C oven에 넣어 건조시켜 무게를 측정한 후 회분과 단백질 함량을 뺀 값을 불용성 식이섬유소 함량으로 구하였다. 수용성 식이섬유소 함량은 여액에 4배량의 95% ethanol을 넣어 1시간 정지시키고, P2 crucible 여과기로 여과하여 잔유물을 건조한 후 무게를 측정한 다음 회분과 단백질 함량을 뺀 값으로 구하였다.

4. 구성 아미노산 분석

구성 아미노산의 조성 및 함량 분석은 시험관에 보리순 분말 0.5 g과 6 N HCl 3 mL를 넣은 후 감압 밀봉한 다음 120°C heating block에 넣어 24시간 이상 가수분해하였다. 가수분해된 시료는 50°C rotary vacuum evaporator(UT-1000, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 산을 제거시킨 후, sodium loading buffer 10 mL 첨가한 다음, 이중 1 mL를 취하여 membrane filter 0.2 µm로 여과시켜 아미노산 자동 분석기(S433-H, Sykam GmbH, Eresing, Germany)로 정량 분석하였다.

5. 지방산 분석

지방산은 A.O.A.C. 방법(1995)으로 분석하였으며, 보리순 분말 5 g을 warming blender에 넣고 chloroform 10 mL와 methanol 20 mL를 가하고 2분간 균질화하였다. 다시 chloroform 10 mL를 더 첨가

한 후 30초간 균질화하여 여과한 다음 30분간 방냉하였다. 상층액을 제거하고 무수 Na₂SO₄를 첨가하여 수분을 제거시킨 다음 rotary vacuum evaporator(UT-1000, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 감압·농축하였다. Toluene 5 mL에 지방 100 mg을 넣어 용해시키고, Wungaarden 방법(1967)에 따라 BF₃-methanol로 메틸화하여 Gas Chromatography(GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다.

6. 비타민 A, E 및 C 함량 측정

비타민 A와 E 함량 분석은 식품공전법(Korea Food and Drug Association 2005)에 따라 실시하였다. 보리순 시료 0.5 g, ascorbic acid 0.1 g 및 ethanol 5 mL를 각각 넣어 잘 혼합한 후 80°C에서 10분간 가열하였다. 50% KOH용액 0.25 mL를 넣어 20분 정도 가열한 다음 증류수 24 mL와 hexane 5 mL를 가하여 1,900 × g에서 20분간 원심분리하였다. 상층액을 취한 후 hexane 40 mL를 다시 더 넣고 잘 섞은 다음 원심분리하여 상층액을 분리하였다. 증류수를 가하여 10분간 방치한 후 하층액을 3회 반복하여 제거한 후 전 용액을 합하여 Na₂SO₄로 탈수한 다음 rotary vacuum evaporator(UT-1000, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 hexane을 감압·농축하여 HPLC(LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다. 비타민 C 함량 분석은 Rizzolo et al.(1984)의 방법에 따라 보리순 시료 5 g에 metaphosphoric acid(HPO₃) 용액 20 mL를 가하여 추출한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후에 추출물은 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC(LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다.

7. 유기산 분석

유기산 분석은 A.O.A.C. 방법(1995)에 준하여 실시하였다. 보리순 분말 1 g에 증류수 50 mL를 첨가하여 잘 혼합한 후 80°C water bath에서 4시간 정도 가열하였다. Whatman filter paper(No. 2)로 여과하

였으며, 여액은 rotary vacuum evaporator(UT-1000, EYELA, Tokyo, Japan)로 감압·농축하였다. 증류수 10 mL로 정용하여 Ion Chromatography(DX-600, Dionex, CA, USA)로 분석하였다.

8. 무기질 분석

무기질은 A.O.A.C. 방법(1995)에 준하여 분석하였다. 보리순 분말 0.5 g, 20% HNO₃ 10 mL, 60% HClO₄ 3 mL를 각각 넣어 혼합한 후 투명해질 때까지 가열한 다음 0.5M HNO₃ 50 mL를 넣었다. 무기질 분석항목별 표준용액은 시험관에 잘 혼합한 후, 다른 시험관에 각각 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였다. 0.5 M HNO₃을 대조군으로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 Ca, Fe, K, Mg, Mn, Cu, Na, Zn를 각각 422.7, 248.3, 766.5, 285.2, 279.5, 324.8, 330.2, 213.9 nm에서 측정하였다.

9. 유리당 측정

보리순의 유리당 조성 및 함량은 Gancedo & Luh 방법(1986)으로 측정하였다. 보리순 분말 1 g을 80% ethanol 50 mL에 넣은 후, 75°C heating mantle (Mtops ms-265, Seoul, Korea)에서 5시간 가열하였다. 그 후 Whatman filter paper(No. 2)를 이용하여 여과하고 여과한 여액을 rotary vacuum evaporator (UT-1000, EYELA, Tokyo, Japan)을 이용하여 감압·농축하였다. 농축액 10 mL을 정용하여 Ion Chromatography(DX-600, Dionex, CA, USA)로 정량 분석하였다.

10. 시료 추출, 총 polyphenol 및 총 flavonoid 함량 측정

80% ethanol 1,500 mL에 보리순 분말 100 g을 첨가한 후 환류냉각관을 부착한 65°C heating mantle (Mtops ms-265, Seoul, Korea)을 이용하여 3시간씩 3회에 걸쳐 추출하였다. Whatman filter paper (No.2)로 여과한 후 여액은 40°C 수욕상에서 rotary

vacuum evaporator(UT-1000, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 용매를 제거하여 감압·농축한 다음 시료의 산화 방지를 위하여 -70°C에 냉동 보관하였다.

총 polyphenol 함량은 Folin-Denis법(1912)으로 측정하였다. 시험관에 보리순 에탄올 추출물 1 mL와 Folin reagent 2 mL을 넣어 잘 섞어 실온에서 3분간 정치하였다. 10% Na₂CO₃ 2 mL을 넣어 잘 혼합한 후 30°C에서 40분간 정치한 다음 UV-spectrophotometer (Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 tannic acid(최종 농도 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL)를 사용하여 그렸고, 검량곡선으로부터 시료의 총 polyphenol 함량을 구했다.

총 flavonoid 함량은 Chae et al.(2002) 방법에 의해 실시하였다. 시료 1 mL와 diethylene glycol 2 mL를 잘 혼합한 후, 1N NaOH 20 µL을 첨가하여 water bath(37°C)에서 1시간 동안 반응시킨 다음 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 rutin(최종 농도 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL)을 사용하여 그렸고, 검량곡선으로부터 시료중의 총 flavonoid 함량을 구했다.

11. DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 Blois의 방법(1958)을 이용하여 분석하였다. 시험관에 보리순 에탄올 추출물 1 mL와 0.2 mM 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 1 mL를 넣어 잘 혼합하여 37°C water bath에서 30분간 반응시킨 다음 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene(BHT) 사용하여 동일한 방법으로 측정된 다음 DPPH radical 소거능 활성을 비교하였다.

12. Rancimat에 의한 항산화지수 측정

항산화지수는 Joo & Kim(2002)의 방법으로

Rancimat(Metrohm Model 679, Herisan, Switzerland)을 이용하여 측정하였다. 시료에 있는 용매를 완전히 제거하고, soybean oil에 시료 농도가 1000 ppm이 되도록 첨가한다. 초음파(SONICS®, UCX-750, CT, USA)를 사용하여 시료 추출물과 유지가 잘 혼합되도록 한다. Rancimat 측정 조건은 시료 3.0 g을 반응용기(reaction vessel)에 넣고, 증류수 70 mL을 측정용기(measuring vessel)에 넣은 후 110°C에서 air flow rate 20 L/h로 하여 Esquivel et al.(1999)의 방법으로 산화안정성을 비교하였다. 양성 대조군으로 상업용 항산화제인 BHT를 유지에 첨가하여 시료와 동일한 방법으로 측정하여 항산화지수를 비교 분석하였다.

13. 통계처리

본 실험은 SPSS 통계 Package(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 실험군당 평균 ± 표준오차로 표시하였고, 세 집단 이상의 평균치 분석은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)한 후 통계적 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 Tukey's test에 의하여 상호 검정(Post-Hoc test)하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 및 식이섬유소 함량

어린 보리순 분말의 일반성분과 식이섬유소 함량 분석 결과는 Table 1과 같다. 보리순의 일반성분 함량은 건량 기준(dry basis)으로 수분 $2.98 \pm 0.12\%$, 조단백질 $17.13 \pm 1.55\%$, 조지방 $4.00 \pm 0.25\%$, 조회분 $10.72 \pm 0.84\%$ 및 탄수화물 $65.17 \pm 3.54\%$ 였다. 보리순 보다 어린 채소인 보리싹의 일반성분을 분석한 Hwang(2016)의 결과는 수분 5.38% , 조단백질 15.38% , 조지방 3.24% , 조회분 3.24% 및 탄수화물 62.76% 를 함유하는 것으로 나타나 본 연구결과와 유사하였다. 다른 연구에서는 보리순의 조단백질 함량이 25.33% 로 나타나 본 연구 결과보다 높았다(Seo et al. 2015). 보리 종실의 일반성분의 함량은 건량 기준으로 살펴보았을 경우 수분 $9.5-10\%$, 조단백질

$8-10\%$, 조지방 $0.9-1.1\%$, 조회분 $1.26-1.39\%$, 조섬유소 $0.65-0.75\%$, 탄수화물 $77-79\%$ 로 나타났다(Choe & Youn 2005). 본 실험의 보리순과 보리 종실의 가장 큰 차이는 탄수화물 함량이다. 이러한 차이는 보리 종실이 발아과정 중에 α -amylase의 활성이 증가하기 시작하여 탄수화물의 가수분해가 일어나고, 그로 인해 생성된 가수분해산물이 보리순의 자엽, 배축, 뿌리 등과 같은 조직 생장에 사용되고 에너지원이 되기 때문이라고 보고되었다(Kim et al. 1994). 식품분석표(Rural Development Administration 2011)에 의하면 보리순의 일반성분은 수분 80.0% , 단백질 3.1% , 조지방 1.1% 회분 1.9% 를 함유하고 있는 것으로 보고되었는데, 본 연구 결과와 비교하였을 경우 수분 함량에 있어 가장 큰 차이를 나타냈다. 이는 수분 함량 분석 시 건량과 습량 기준에 따른 분석 차이이다. 또한 다른 성분의 차이는 보리잎의 생육환경, 품종, 수확년도 및 산지 등의 차이로 기인된 것으로 보여진다.

보리순의 총 식이섬유소 함량은 Table 1에서와 같이 $36.62 \pm 2.33\%$ 였으며, 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소 함량이 각각 $19.05 \pm 1.04\%$ 와 $17.57 \pm 1.01\%$ 로 나타났다. Seo et al.(2015)은 보리순의 총 식이섬유소, 불용성 식이섬유소 및 수용성 식이섬유소 함량이 각각 43.97 ± 0.12 , 1.29 ± 0.00 , $42.68 \pm 0.11\%$ 로 나타나 본 연구 결과와 비교하였을 때 불용성 식이섬유소 함량은 적었고, 수용성 및 총 식이섬유소 함량은 많았다. 보리, 무, 메밀, 알팔파 및 클로버와 같은 새싹채소들도 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소를 다량 함유한 저칼로리 식품으로 배변을 원활하게 하고 체중감량 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al. 2004).

2. 구성 아미노산 함량

보리순에 함유된 구성 아미노산 함량은 Table 2와 같이 총 18종의 아미노산이 검출되었다. 총 구성 아미노산 함량은 $1,313.08 \text{ mg}\%$ 이었으며, 필수아미노산 함량은 $611.42 \text{ mg}\%$ 로 나타났다. 구성 아미노산

Table 1. Proximate composition and insoluble, soluble, and total dietary fiber contents of young barley leaf

Items		Contents(%)
Proximate composition	Moisture	2.98 ± 0.12 ²⁾
Proximate compositions	Crude protein	17.13 ± 1.55
Proximate compositions	Crude fat	4.00 ± 0.25
Proximate compositions	Crude ash	10.72 ± 0.84
Proximate compositions	Carbohydrate ¹⁾	65.17 ± 3.54
Dietary fiber	Insoluble dietary fiber	19.05 ± 1.24
Dietary fiber	Soluble dietary fiber	17.57 ± 1.01
Dietary fiber	Total dietary fiber	36.62 ± 2.33

¹⁾Carbohydrate = 100 - (moisture + crude protein + crude fat + crude ash).

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

중 가장 많이 검출된 것은 aspartic acid이며, glutamic acid, valine, leucine, alanine 순으로 함량이 나타났다. 보리순 분말차의 아미노산 함량을 분석한 결과에서는 glutamic acid와 aspartic acid가 가장 높은 것으로 나타나 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다 (Kim et al. 2006). 보리순의 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 46.56%이었으며, 필수 아미노산은 valine, leucine, lysine, phenylalanine, isoleucine, threonine, histidine, methionine 순으로 많았다. 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 함량 비율은 메밀 싹 36.48%(Lee & Kim 2008), 유채 싹 32.22%(Kim et al. 1997), 무순 싹 41.94%(Han et al. 2003)보다 본 실험의 보리순에서 그 함량이 높았다.

Table 2. Contents of total amino acids in young barley leaf

(Unit: mg% dry basis)		
Amino acids	%	Contents
Essential		
Isoleucine	5.39	70.80 ± 1.32 ¹⁾
Valine	9.70	127.43 ± 8.29
Leucine	9.69	127.29 ± 9.01
Methionine	0.69	9.10 ± 0.12
Threonine	4.83	63.46 ± 1.02
Lysine	6.69	87.81 ± 3.23
Phenylalanine	6.17	81.08 ± 5.01
Histidine	3.39	44.45 ± 0.98
	46.56	
Non-essential		
Glutamic acid	12.74	167.28 ± 10.01
Arginine	5.12	67.28 ± 2.36
Serine	3.98	52.21 ± 4.09
Glycine	5.37	70.46 ± 6.88
Alanine	8.35	109.62 ± 9.17
Proline	2.86	37.59 ± 0.98
Tyrosine	1.90	24.97 ± 0.52
Aspartic acid	12.90	169.41 ± 10.22
Cysteine	0.22	2.84 ± 0.09
	53.44	
Total AA ²⁾	100.00	1,313.08 ± 19.36
Total EAA ³⁾	46.56	611.42 ± 14.01
EAA/TAA ⁴⁾		46.56 ± 1.99

¹⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

²⁾Total AA: Total amino acid.

³⁾Total EAA: Total essential amino acid.

⁴⁾EAA/TAA: Essential amino acid/Total amino acid.

3. 지방산 조성

보리순 분말의 지방산을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 포화지방산은 stearic acid, behenic acid, myristic acid, arachidic acid, heptadecanoic acid 순으로 검출되었고, 불포화지방산은 linolenic acid, linoleic acid, oleic acid 순으로 검출되어 linolenic acid가 56.29%로 가장 많이 함유되어 있었다. 보리순의 구성 지방산 중 총 포화지방산 함량은 17.13%, 총

불포화지방산 함량은 82.87%로 불포화지방산 함량이 훨씬 높았다. Shin et al.(1981)이 발표한 보리의 지방산 조성을 살펴보면, stearic acid는 1.8%, linolenic acid는 5.0%로 stearic acid와 linolenic acid는 보리순에서 더 많은 함량을 나타내었다. 또한 보리의 총 포화지방산 함량은 27-28%, 불포화지방산 함량은 약 69-71%이었고, 그 중 다가불포화지방산은 57-59%이었고, PUFA/SFA 비율은 2.1로 나타났는데(Ju et al. 2007), 본 실험에서 보리순의 PUFA/SFA 비율은 4.84로 약 2배 가량 높은 것으로 나타났다. 발아채소인 브로콜리 싹의 경우도 포화지방산 함량은 3.19%, 불포화지방산 함량은 96.381%(Lee et al. 2009b)으로 보리순에 비하여 불포화지방산 함량이 높았다. 이상과 같이 어린잎 채소는 불포화지방산을 풍부하게 함유하고 있다.

Table 3. Compositions of fatty acids of young barley leaf

(Unit: %)	
Fatty acids	Composition(%)
Myristic acid(C14:0)	1.21 ± 0.02 ³⁾
Palmitic acid(C16:0)	0.73 ± 0.01
Heptadecanoic acid(C17:0)	0.79 ± 0.01
Stearic acid(C18:0)	2.06 ± 0.02
Arachidic acid(C20:0)	1.09 ± 0.01
Behenic acid (C22:0)	1.25 ± 0.01
Oleic acid(C18:1n9c)	4.88 ± 0.03
Linoleic acid(C18:2n6c)	16.53 ± 0.09
Linolenic acid(C18:3n3)	56.29 ± 0.10
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid(C20:3n6)	4.40 ± 0.08
Arachidonic acid(C20:4n6)	0.77 ± 0.01
Total	100
SFA ¹⁾	17.13 ± 0.94
PUFA ²⁾	82.87 ± 2.06
PUFA/SFA	4.84 ± 0.07

¹⁾SFA: saturated fatty acid

²⁾PUFA: polyunsaturated fatty acid

³⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

4. 비타민 A, E 및 C 함량

보리순 분말의 비타민 A, E 및 C 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 비타민 A, E 및 C의 함량은 각각 0.761, 0.936, 398.05 mg%로 검출되었다. 보리순 분말은 비타민 C 함량이 특히 높게 나타났는데, 수용성 항산화제인 비타민 C는 비타민 A 및 E와 더불어 활성 산소의 생성을 억제하거나 산화적 스트레스를 저해하여 피부의 탄력섬유 손상 저해효과와 색소침착 발생 억제기능이 있는 것으로 보고되었다(Cha et al. 2007). 7일간 발아시킨 브로콜리 싹의 비타민 A와 E 함량은 각각 0.06 mg%와 0.82 mg%로 검출되어(Lee et al. 2009b) 보리순의 비타민 A 함량이 훨씬 높음을 알 수 있었고, 5일간 발아시킨 유채 싹의 경우 비타민 E가 0.37 mg% 함유되어 있는 것으로 보고(Kim et al. 1997)되어 보리순의 지용성 항산화 비타민인 비타민 E 함량도 2배 이상 높게 나타났다. 그러나 Shin et al.(2015)이 조미료류, 채소류, 과일류 등의 β-carotene 함량을 분석하였는데, 그 중 큰알보리 품종의 보리순 분말과 보리순 생것은 각각 7,293.95 μg/100 g와 2,755.15 μg/100 g의 β-carotene이 함유되어 있다고 보고하여 본 연구 결과가 비타민 A 함량이 적게 검출되었다.

Table 4. Contents of vitamin A, C and E in young barley leaf

(Unit: mg% dry basis)	
Vitamins	Contents
A	0.761 ± 0.01 ¹⁾
C	398.05 ± 11.02
E	0.936 ± 0.02

¹⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

5. 유기산 함량

보리순 분말은 oxalic acid, succinic acid, lactic acid, formic acid, malic acid, tartaric acid와 같이 총 6종의 유기산이 검출하였다. Table 5와 같이 tartaric acid 함량이 2943.62 mg/L로 가장 많았고,

다른 유기산은 극미량 검출되었다. Park et al.(2008)에 의해 건조 방법을 달리한 보리잎의 유기산 함량을 분석한 결과 citric acid, oxalic acid, fumaric acid, acetic acid가 검출되었다고 보고한 결과와 본 실험 결과가 다른 경향을 보였다. 이는 실험 재료의 품종, 생산방법, 건조방법 등이 다르므로 이러한 결과가 나온 것으로 사료된다.

Table 5. Contents of organic acids in young barley leaf

(Unit: mg/L dry basis)	
Organic acids	Contents
Oxalic acid	tr ¹⁾
Malic acid	tr
Formic acid	tr
Lactic acid	tr
Succinic acid	tr
Tartaric acid	2943.62 ± 9.09 ²⁾

¹⁾tr: Trace

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

6. 무기질 함량

보리순 분말의 무기질 함량을 분석한 결과를 Table 6에 제시하였다. 다량무기질인 K 함량은 5629.20 ± 32.33 mg%로 가장 많이 검출되었으며, Ca 324.41 ± 10.32 mg%, Mg 229.41 ± 9.78 mg%, Na 178.65 ± 14.01 mg% 순으로 검출되었으며, 필수 무기질이면서 미량무기질인 Fe, Zn, Mn, Cu도 검출되었다. Kim et al.(1994)이 발표한 보리순 분말차의 무기질 성분에 의하면 K 함량이 4,092.1 mg%로 가장 많이 함유하였고, Ca, Na, Mg 순으로 함량이 높았다고 보고하여 본 연구결과와도 유사한 경향을 보였다. Choe & Youn(2005)이 보고한 품종에 따른 보리 종실의 무기질 함량 조사에 의하면, Ca 24-31 mg%, Fe 1.7-2.9 mg%, Na 13-18 mg%, K 227-273 mg%, Mg 38-45 mg%로 본 실험 중에서 보리순의 무기질 함량이 높게 나타났으며, 특히 K 함량은 20배 이상 많아 보리 종실보다 보리순이 무기질의 좋은 공급원

으로 이용될 수 있을 것으로 판단된다. 대표적인 알칼리성 식품으로 알려진 시금치의 무기질 함량은 K 150 mg%, Ca 47 mg%, Na 1 mg%, Fe 0.6 mg%(Kim et al. 2003), 깻잎의 무기질 함량은 K 590.3 mg%, Ca 385.3 mg%, Mg 116 mg%, Na 30.33 mg%, Fe 1.86 mg%로 보고(Choi & Han 2001)한 결과와 비교해 보면 보리순도 산·알칼리의 균형을 잡아줄 수 있는 식품이라 할 수 있다.

Table 6. Contents of minerals in young barley leaf

(Unit: mg% dry basis)	
Minerals	Contents
Fe	28.19 ± 0.29 ¹⁾
Ca	324.41 ± 10.32
K	5629.20 ± 32.33
Mg	229.41 ± 9.78
Mn	3.04 ± 0.06
Cu	0.99 ± 0.01
Na	178.65 ± 14.01
Zn	3.11 ± 0.03

¹⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

7. 유리당 함량

보리순 분말의 유리당 함량 측정을 위해 arabinose, galactose, glucose, fructose, mannose 및 ribose의 총 6종의 유리당을 분석하였다. 유리당 함량은 Table 7과 같이 glucose가 49.581 mg/L로 가장 많이 함유되었고, arabinose는 19.180 mg/L 그 외 구성당은 미량 검출되었다. 같은 발아채소인 브로콜리 싹의 경우는 ribose가 가장 많이 검출되었고(Lee et al. 2009b), fructose, glucose 순으로 검출되었다. 5일간 발아시킨 유채 싹의 구성당은 fructose, glucose 및 sucrose로 나타났다(Han et al. 2003).

Table 7. Contents of free sugars in young barley leaf

(Unit: mg/L dry basis)	
Free sugars	Contents
Arabinose	19,180 ± 0.32 ¹⁾
Galactose	tr ²⁾
Glucose	49,581 ± 0.98
Fructose	tr
Mannose	tr
Ribose	tr

¹⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

²⁾tr: Trace

8. 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량

보리순 에탄올 추출물의 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량은 Table 8과 같다. 총 polyphenol 함량은 0.107 ± 0.012 mg/g 함유하고 있는 것으로 나타났다. Park et al.(2008)은 건조방법을 달리한 보리잎의 총 polyphenol 함량은 0-1.0 mg/mL 범위를 보였으며, 보리 생잎과 진공 동결 건조잎의 총 polyphenol 함량은 각각 0.125 ± 0.010와 0.069 ± 0.009 mg/mL로 보고하여 본 실험에서 사용한 동결건조 보리순의 총 polyphenol 함량이 높게 나타났다. 차로 이용되는 감잎과 녹황색 채소인 시금치(Lee & Lee 1994)의 총 polyphenol은 각각 0.058 mg/mL 및 0.0027 mg/mL로, 본 연구 보리순의 총 polyphenol 함량이 더 높았다. 보리순 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 0.112 ± 0.003 mg/mL로 나타났다. 보리생잎의 총 flavonoid 함량은 0.103 mg/mL, 진공 동결 건조 시 0.038 mg/mL로 검출(Park et al. 2008)되었다는 연구 결과와 비교 시 다르게 나타났는데, 그 이유는 품종, 건조방법, 실험절차 등의 차이인 것으로 보여진다. Lee & Lee(1994)가 녹차와 시금치의 총 flavonoid 함량을 측정된 결과는 각각 0.045와 0.008 mg/mL로 본 실험의 보리순의 총 flavonoid 함량이 더 높음을 알 수 있었다.

Table 8. Contents of total polyphenol and total flavonoid in young barley leaf ethanol extracts

Sample	Total polyphenol contents (mg tannic acid/g dry wt)	Total flavonoid contents (mg rutin/g dry wt)
YBL ¹⁾	0.107 ± 0.012 ²⁾	0.112 ± 0.003

¹⁾Young barley leaf ethanol extract 1000 ppm (1.0 mg/mL)

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

9. DPPH radical 소거능

보리순 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능은 Table 9와 같다. DPPH radical 소거능은 125, 250, 500, 1000 µg/mL 농도로 측정하였는데 보리순 에탄올 추출물 첨가 농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능도 증가되었다. 50% DPPH radical 소거능 농도인 IC₅₀값은 구한 결과는 365.74 ± 6.98 µg/mL이었으며, 본 실험결과와 유사하게 1000 µg/mL 농도에서 녹차잎과 보이차잎 메탄올 추출물의 DPPH radical 전자공여능이 각각 80.81%와 42.43%로 나타났다 (Son et al. 2005). Kulkarni et al.(2006)은 생 밀순에서 SOD 유사활성 및 전자공여능의 높은 활성도를 보

Table 9. DPPH radical scavenging activity of young barley leaf ethanol extracts

Samples	Concentration (µg/mL)	Inhibition activity(%)	IC ₅₀ (µg/mL) ¹⁾
YBL	125	30.24 ± 0.43	365.74 ± 6.98
	250	45.32 ± 0.51	365.74 ± 6.98
	500	67.12 ± 1.32	365.74 ± 6.98
	1000	80.15 ± 0.84	365.74 ± 6.98
BHT ²⁾	5	45.23 ± 1.51	5.57 ± 1.43
	10	87.42 ± 1.91	5.57 ± 1.43

¹⁾Concentration required for 50% reduction of DPPH at 30 min after starting the reaction.

²⁾t-Butylated hydroxytoulene(BHT) were used as positive references.

³⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

고하였다. 특히 Ryu et al.(2002)은 flavone계 항산화 물질로 알려진 saponarin을 보리잎에서 분석한 결과 본엽이 5매일 때 함량이 가장 많았고, 보리잎의 saponarin 함량과 DPPH radical 소거능은 고도로 유의한 상관관계에 있음을 보고하였다. 보리잎에 함유된 saponarin, polyphenol, flavonoid 등의 항산화 물질의 영향으로 DPPH radical 소거능 활성이 뛰어난 것으로 판단된다고 하였다.

10. Rancimat에 의한 항산화능

Rancimat에 의한 soybean oil을 이용한 산화 유도 기간을 측정된 항산화능 결과는 Table 10과 같다. 무첨가구인 대조군의 산화 유도기간은 5.54시간 이었으나, 보리순 에탄올 추출물을 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 첨가하였을 경우는 9.99시간 이었으며, 합성 항산화제인 BHT 첨가하였을 경우 10.87시간으로 보리순 에탄올 추출물과 비슷한 수준으로 대조군에 비하여 증가하였다. 이들 결과를 항산화지수(Antioxidant index, AI)로 전환하였을 때 보리순 에탄올 추출물의 항산화지수도 대조군에 비하여 우수하였다. 이와 같은 현상은 보리

Table 10. Antioxidative activities of barley leaf ethanol extract on soybean oil

Samples	IP ¹⁾	AI ²⁾
Control ³⁾	5.54 \pm 0.02 ⁶⁾⁷⁾	1.00
YBL ⁴⁾	9.99 \pm 0.14 ^b	1.80
BHT ⁵⁾	10.87 \pm 0.26 ^b	1.96

¹⁾Induction period(IP) of oil was determined by Rancimat's test at 110°C.

²⁾Antioxidant index(AI) was expressed as IP of oil containing various fraction/IP of soybean oil.

³⁾Control: Soybean oil without young barley leaf ethanol extract.

⁴⁾YBL: Young barley leaf ethanol extract 1000 ppm(1.0 mg/mL).

⁵⁾BHT: t-Butylated hydroxytoulene 1000 ppm (1.0 mg/mL).

⁶⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

⁷⁾Different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

순에 다량 함유된 polyphenol, flavonoid와 같은 항산화 물질과 비타민 C와 같은 항산화 성분들에 의하여 산화 유도기간을 연장해 지질산패 억제효과를 나타낸 것으로 보여진다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 보리순 분말의 영양성분과 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량 분석을 통해 보리순의 영양 가치를 평가하고, *in vitro*에서 DPPH radical 소거능과 Rancimat을 통해 항산화 활성을 밝히고자 실시하였다. 보리순 분말의 이화학적 성분을 분석한 결과, 건량 기준으로 수분 함량 2.98%, 조단백질 17.13%, 조지방 4.00%, 조회분 10.72%, 탄수화물 65.17%로 나타났다. 총 식이섬유소, 불용성 식이섬유소 및 수용성 식이섬유소 함량은 각각 36.62, 19.05, 17.57%로 검출되었다. 아미노산은 aspartic acid, 포화지방산은 stearic acid, 불포화지방산은 linolenic acid, 유기산 tartaric acid, 무기질 K, 유리당 glucose가 가장 많이 검출되었다. 항산화 물질인 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량은 각각 0.107 mg/mL와 0.112 mg/mL로 나타났으며, DPPH radical 소거능의 IC₅₀값은 365.74 \pm 6.98 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 이었다. Rancimat을 이용한 산화유도기간을 측정된 결과 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 보리순 에탄올 추출물의 유도기간이 9.99시간으로 합성 항산화제인 BHT의 11.21시간과 비슷한 수준으로 나타났다. 이상의 결과 보리순은 영양성분이 풍부하고 항산화 활성이 우수한 것으로 보여진다.

References

- A.O.A.C.(1995) Official methods of analysis (16th Edition) Association of official analytical chemists, Washington, D.C.
- Blois MS(1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181(4617), 1199-1203
- Cha HS, Youn AR, Kim SH, Kwon KH and Kim BS(2007) Evaluation of quality and analysis of hazard management at different seasons of lettuce. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(7), 932-937

- Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH(2002) Standard food analysis. Paju: Jigu-moonwha sa, pp381-382
- Choe JS, Youn JY(2005) The chemical composition of barley and wheat varieties. J Korean Soc Food Sci Nutr 34(2), 223-229
- Choi YH, Han JS(2001) Vitamin C and mineral contents in perilla leaves by leaf age and storage condition. Korean J Soc Food Cookery Sci 17(6), 583-588
- Esquivel MM, Ribeiro MA, Bernardo-Gil MG(1999) Supercrit extraction of savory oil: study of antioxidant activity and extract characterization. J Supercritical Fluids 14(2), 129-138
- Fallove C, Roupheal Y, Rea E, Battistelli A., Colla G(2009) Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. acephala in floating raft culture. J Sci Food Agr 89(10), 1682-1689
- Ferreres F, Krskova Z, Goncalves RF, Valentao P, Pereira JA, Dusek J, Martin J, Andrade PB(2009) Free water-soluble phenolics profiling in barley(*Hordeum vulgare* L.). J Agric Food Chem 57(6), 2405-2409
- Folin O, DenisW(1912) On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem 12(2), 239-249
- Gancedo M, Luh BS(1986) HPLC analysis of organic acid in Waters. PICO. TAG system Seoul: Young-in Scientific Co. Ltd., pp41-46
- Han JH, Moon HK, Kim JK, Kim JY, Kang WW(2003) Changes in chemical composition of radish bub(*Raphanus sativus* L.) during growth stage. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(5), 596-602
- Han SY(2011) Antioxidative effects of the extract from barley sprout and application of the extracts to an edible oil and fat. MS Thesis, Chonbuk National University
- Hwang SS(2016) Physicochemical composition of barley (*Hordeum vulgare* L.) sprout. Bull Anim Biotechnol 8, 31-39
- Jang JH, Choi HS, Cheong HS, Kang OJ(2007) A composition of the antioxidant activity of barley leaf tea and green tea according to leaching conditions in distilled water. Korean J Food Cookery Sci 23(2), 165-172
- Joo KJ, Kim JJ(2002) Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with vegetable oils. Korean J Food Sci Technol 34(6), 499-502
- Ju JI, Lee KS, Min HI, Lee BJ, Kwon BG, Gu JH, Oh MJ (2007) Changes in physicochemical characteristics of green barley according to days after heading. Korean J Crop Sci 52(1) 36-44
- Kim DC, Kim DW, Lee SD, In MJ(2006) Preparation of barley leaf powder tea and its quality characteristics. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(6), 734-737
- Kim IS, Han SH, Han KW(1997) Study on the chemical change of amino acid and vitamin of rapeseed during germination. J Korean Soc Food Sci Nutr 26(6), 1058-1062
- Kim IS, Kwon TB, Oh SK(1988) Study on the chemical change of general composition, fatty acids and minerals of rapeseed during germination. Korean J Food Sci Technol 20(2), 188-193
- Kim KT, Kim SS, Lee SH, Kim DM(2003) The functionality of barley leaves and its application on functional foods. Food Sci Indus 36(1), 45-49
- Kim KT, Seog HM, Kim SS(1994) Changes in physicochemical characteristics of barley leaf during growth. Korean J Food Sci Technol 26(4) 471-474
- Kim SL, Kim SK, Park CH(2004) Introduction and nutritional of buckwheat sprouts as a new vegetable. Food Res Int 37(4), 319-327
- Korea Food and Drug Association(2005) Food standards codex. Korean Foods Industry Association, pp. 367-368, pp. 383-385
- Kulkarni SD, Tilak JC, Acharya R, Rajurkar NS, Devasagayam TP, Reddy AV(2006) Evaluation of the antioxidant activity of wheat grass(*Triticum aestivum* L.) as a function of growth under different conditions. Phytother Res 20(3), 218-227
- Lee EH, Kim CJ(2008) Nutritional changes of buckwheat during germination. Korean J Food Cult 23(1), 121-129
- Lee HE, Lee JS, Choi JW, Pae DH, Do KR(2009a) Effect of mechanical stress on postharvest quality of baby leaf vegetables. Korean J Food Preserv 16(5), 699-704
- Lee JH, Lee SR(1994) Analysis of phenolic substances contents in Korean plants foods. Korean J Food Sci Technol 26(3), 310-316
- Lee JJ, Lee YM, Kim AR, Lee MY(2009b) Physicochemical composition of broccoli sprouts. J Life Sci 19(2), 192-197
- Markham KR, Mitchell KA(2003) The mis-identification of the major antioxidant flavonoids in young barley(*Hordeum vulgare*) leaves. Z Naturforsch C 58(1-2), 53-56
- Martínez-Sánchez A, Gil-Izquierdo A, Gil MI and Ferreres F(2008) A comparative study of flavonoid compounds, vitamin C, and antioxidant properties of baby leaf *Brassicaceae* species. J Agric Food Chem 56(7), 2330-2340
- Park SJ, Joung YM, Choi MK, Kim YK, Kim JG, Kim KH, Kang MH(2008) Chemical properties of barley leaf using different drying methods. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(1), 60-65
- Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW, Furda I(1988) Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. J Assoc Off Anal Chem 71(5), 1017-1023
- Rizzolo A, Formi E, Polesello A(1984) HPLC assay of

- ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 14(3), 189-199
- Rural Development Administration(2011) *Foodstuffs Ingredient Table*. 8th ed. pp 148-149
- Ryu SN, Lee EJ, Lee CW(2002) Varietal difference of saponarin content and antioxidant activity in barley leaf. *Korean J Breed* 34(1), 46-49
- Santos J, Oliveira MBPP, Ibáñez E, Herrero M(2014) Phenolic profile evolution of different ready-to-eat baby-leaf vegetables during storage. *J Chroma A* 1327(1), 118-131
- Seo WD, Yuk HJ, Curtis-Long MJ, Jang KC, Lee JH, Han SI, Kang HW, Nam MH, Lee SJ, Lee JH, Park KH(2013) Effect of the growth stage and cultivar on policosanol profiles of barley sprouts and their adenosine 5'-monophosphate-activated protein kinase activation. *J Agric Food Cem* 61(5), 1117-1123
- Seo JH, Choi YM, Kim SC, Lee JS, Lee KT, Choung MG, Chun JY, Nam JS, Seo WD, Hwang Y, Kim HR, Kim SN(2015) Nutrient composition of barley grass. *J Agr Sci Chungbuk Nat'l Univ* 31(2), 131-137
- Shin HS, Lee KH, Lee SY(1981) A comparative study on the lipid components of barley and malt. *Korean J Food Sci Technol* 13(1), 30-36
- Shin JA, Choi YM, Lee KT(2015) β -Carotene content in selected agricultural foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(3), 418-424
- Son GM, Bae SM, Chung JY, Shin DJ, Sung TS(2005) Antioxidative effect on the green tea and puer tea extracts. *Korean J Food Nutr* 18(3), 219-224
- Son HK, Lee YM, Park YH, Lee JJ(2016) Effect of young barley leaf powder on glucose control in the diabetic rats. *Korean J Community Living Sci* 27(1), 19-29
- Wungaarden DV(1967) Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 39(7), 848-850
- Yang EJ(2010) Effect of young barley leaves on lipid contents and hepatic lipid regulating enzyme activities in high-fat fed mice. MS Thesis, Suncheon National University